Mobiles Equipment zur Ebenheitsmessung:

Der Planograf lernt fliegen

von Dr. Rainer Hart*

Am 30. Oktober 2011 fand das erste Rennen auf der neuen Formel-1-Rennstrecke Buddh International Circuit in Indien statt. Die Fahrer waren begeistert von der Ebenheit. Diese Ebenheit wurde zuvor in allen Planungs- und Bauphasen sowie bei der Maschinentechnik, Bauüberwachung und Prüftechnik berücksichtigt. Zur Ebenheitsmessung kam erstmals ein Planograf der neusten Generation zum Einsatz.

Die Ebenheit ist ein wichtiges Oberflächenmerkmal moderner Fahrbahnen. Sie bestimmt nicht nur den Fahrkomfort, sondern auch die schadensfreie Nutzungsdauer maßgebend mit und ist ein wesentliches Abnahmekriterium beim Straßenbau. So sieht das technische Regelwerk (ZTV Asphalt-StB 07) vor, dass die Oberfläche neuer dreischichtiger Asphaltkonstruktionen aus Asphaltbeton oder Splittmastixasphalt außerhalb planmäßig gekrümmter Gradienten in Längs- und Querrichtung maximal 4 mm von einer 4 m langen Richtlatte abweichen darf. Im internationalen Rennstreckenbau gelten höhere Anforderungen: Hier sind maximal 3 mm/4 m (FIA 2010) zugelassen. Der Nachweis der Ebenheit kann dabei zeitaufwändig und umständlich mit einer 4 m langen Richtlatte in Verbindung mit einem Messkeil, einem Planografen gemäß TP-Eben, Teil: Berührende Messung, oder schnell fahrenden Messsystemen gemäß TP-Eben, Teil: Berührungslose Messung, erfolgen.

Die 4 m lange Richtlatte ist ein hervorragendes Werkzeug zur Bau begleitenden Messung der Ebenheit auf der noch frischen heißen Asphaltoberfläche nach den ersten Verdichtungsgängen. In dieser Bauphase ist es noch möglich, Unebenheiten durch gezielte Walzübergänge zu minimieren oder zu beseitigen. Beim Rennstreckenbau ist dies gängige Praxis. Für kleinere Baumaßnahmen bis zu einer Länge von einigen Kilometern hat sich der Planograf als Messgerät bewährt, da er von Hand, von einem Pkw oder Kleinlastwagen mit langsamer Geschwindigkeit gezogen, sehr effektiv ist. Schnell fahrende Messsysteme sind bei sehr großen Baumaßnahmen und bei der Zustandserfassung sinnvoll und dort Stand der Technik. Der Transport klassischer Planografen, die auf einer 4.300 mm langen Stahlgitter-Konstruktion basieren (Abbildung 1), ist aufgrund ihrer Abmessungen sehr umständlich. Klappbare Konstruktionen haben sich nicht bewährt. Sie waren zwar handlicher, aber der Scharnierbereich bot nicht die gewünschte Stabilität. Für die Abnahme internationaler Rennstrecken mussten die langen Planografen transportiert werden – mit erheblichen Transportaufwendungen. Der Grund dafür ist, dass im britisch und amerikanisch beeinflussten Normenwerk die Ebenheitsanforderungen für 3 m lange Streckenabschnitte definiert sind, die mit Planografen geringer Präzision erfasst werden. Zwangsläufig stehen in

*Hart Consult International GmbH, Neuwied.

Abbildung 1: Planograf herkömmlicher Bauweise bei Ebenheitsmessungen auf dem Nürburgring 2010. *Fotos und Grafik: Hart*

Abbildung 2: Die Komponenten des neuen, einfach zu transportierenden Planografen können von einer Person getragen werden

Abbildung 3: Der neue Planograf, zerlegt in seine Einzelteile

diesen Ländern keine Planografen zur Verfügung, denen eine 4-m-Richtstrecke zugrunde liegt.
Ein völlig neu entwickelter Planograf der Besel und Schwäller GmbH aus Pfronten löst nun die Transportaufgabe bei optimiertem Messverfahren. Er kann, in drei Teile zerlegt, einfach als Fluggepäck befördert werden. Ein solches Gerät kam erstmals in Indien zur Abnahme der internationalen Rennstrecke zum Einsatz.

Neues Konzept ermöglicht Transport bei höherer Präzision

Die Planografen dieser Generation sind abgekehrt von der klassischen Grundkonzeption mit dreikantigem Stahlgitter-Rahmen. Stattdessen besteht der Korpus aus einem Aluminium-Profil, das hinsichtlich Biege- und Torsionssteifigkeit optimiert ist. Der Korpus lässt sich in Teile zerlegen, die maximal 1,60 m lang und 35 cm hoch sind. Bei 61 kg Gesamtgewicht wiegt das schwerste Bauteil nur 21 kg (Abbildungen 2 und 3).

Die eigentliche Messkonfiguration entspricht der klassischer Planografen, denn weiterhin wird der 4 m lange Messbereich auf zehn fest montierten Rädern sowie einem seitlichen Stützrad geführt. Ein bewegliches Messrad, das mittig zwischen den Laufrädern montiert ist, zeichnet die Abweichung von der Soll-Ebene auf. Die Entfernungsmessung erfolgt mithilfe eines weiteren Messrades. Der Planograf sendet die Messergebnisse per WLAN an ein Notebook im Zugfahrzeug.
Mit der neuen Konstruktion wurde die Durchbiegung um ca. 50% reduziert. Während sich klassische Stahlgitter-Konstruktionen unter Kalibrierbedingungen üblicherweise zwischen 0,4 und 0,7 mm durchbiegen (und damit dem Grenzwert der TP-Eben von 0,8 mm nahekommen), zeigt die Praxis bei den Planografen der neusten Generation nur noch Durchbiegungen von 0,2 mm bis 0,4 mm.
Zudem wurde die Aufhängung der Laufräder erheblich verbessert, und ein optimierter Andruck auf das Messrad unterbindet das Springen bei einer messtechnisch ungünstigen Folge von Unebenheiten. Nicht zuletzt ist die elektronische Aufzeichnung der Messwerte etwa zehnmal genauer als die mechanische Erfassung alter Geräte.

Einsatz in Indien

Der Buddh International Circuit bei Greater Noida, nur wenige Kilometer von Neu Delhi entfernt, hat eine Länge von 5,14 km, die Breite variiert von 14 bis 20 m. Um die besten Voraussetzungen für eine gute Ebenheit zu schaffen, wählten die planenden Ingenieure der Tilke GmbH & Co. KG Ingenieure und Architekten, Aachen, einen dreischichtigen Asphaltoberbau auf einer zweischichtigen Schottertragschicht. Bereits die Schottertragschichten wurden mit Straßenfertigern eingebaut und ebenso wie die Asphalttragschicht über die Abtastung eines Leitdrahtes nivelliert. Bei der Binderschicht erfolgte die Nivellierung mithilfe von jeweils drei Ultraschallsensoren an einem langen Bügel auf jeder Fertigerseite (Big-Multiplex-Ski). Beim Einbau der Deckschicht auf der bereits hervorragend ebenen Binderschicht arbeiteten die Fertiger ohne Höhenführung der Bohle mit konstanter Dicke. Dabei wurde die Ebenheit der noch heißen Asphaltoberfläche mit 4 m langen Richtlatten hinter jedem Fertiger fortlaufend kontrolliert. Abweichungen wurden dadurch

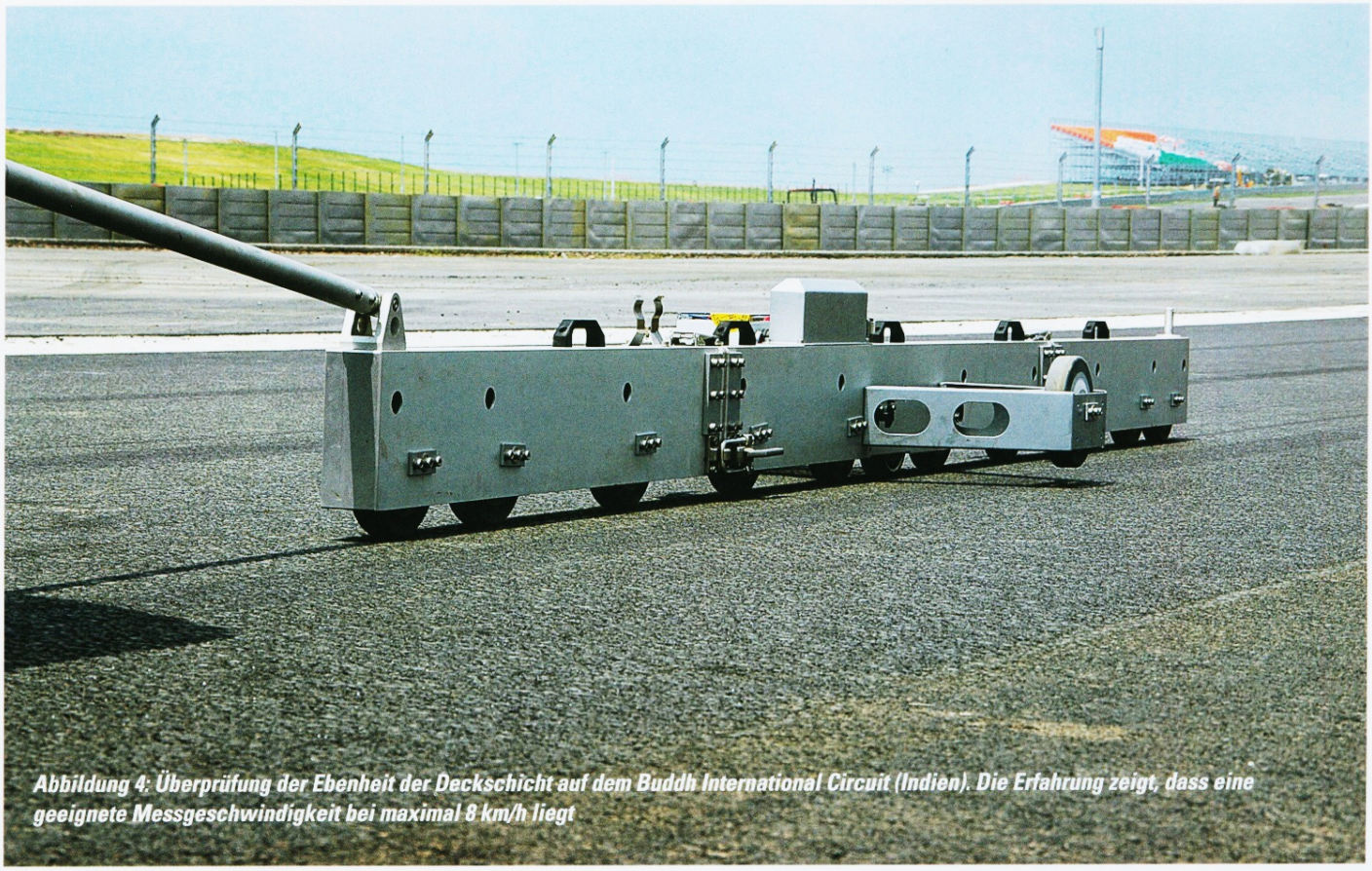

Abbildung 4: Überprüfung der Ebenheit der Deckschicht auf dem Buddh International Circuit (Indien). Die Erfahrung zeigt, dass eine geeignete Messgeschwindigkeit bei maximal 8 km/h liegt

direkt erkannt und mit den Walzen „ausgebügelt". Damit gelang es, den überwiegenden Teil der Tagesnähte so eben herzustellen, dass sie von den Rennfahrern nicht wahrgenommen werden.

Die Messungen der Ebenheit erfolgten nach Fertigstellung der Binderschicht im Juli 2011 sowie nach Vollendung der Deckschicht im Oktober 2011 (Abbildung 4). Dabei musste der Planograf teils bei extremen Temperaturen (Luft = 41°C, Asphalt = 58°C) arbeiten.

Messeinsatz

Das Gerät gelangte per Luftfracht nach Neu Delhi und im Geländewagen zur Baustelle. Der Aufbau für den Messeinsatz nahm nur rund 20 Minuten in Anspruch: Die drei Bauteile der Messbrücke wurden zusammengesteckt und mit Klammer-

Abbildung 5: Der Planograf mit Zugfahrzeug auf dem Buddh International Circuit. Die Messdaten werden per WLAN an einen Laptop im Fahrzeug übertragen

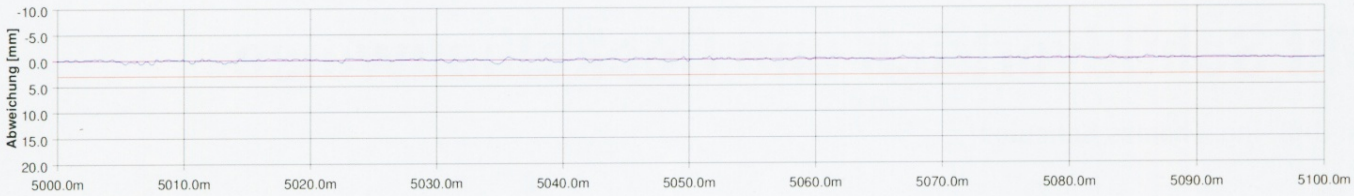

Abbildung 6: Charakteristische Messwertaufzeichnung: Ausschnitt aus den Messungen auf der indischen Rennstrecke

verschlüssen verbunden, die Messeinrichtung wurde installiert und anschließend über eine leichte Zugdeichsel mit dem Zugfahrzeug verbunden (Abbildung 5).

Der Einbau war in drei Bahnen erfolgt; gemessen wurde jede Einbaubahn der Asphaltfertiger. Enge Kurven mussten von der Datenauswertung ausgeschlossen werden, weil Planografen konstruktionsbedingt nur geradeaus laufen und geometrische Abweichungen der Fahrbahnoberfläche von einer ebenen Fläche auffällige Messwerte liefern, die jedoch nicht auf Unebenheiten basieren. Daraus ergab sich eine Messstrecke von insgesamt 11.260 m. Dort lag die Ebenheit überwiegend im Bereich der Messempfindlichkeit, d.h. unter 1 mm/4 m (Abbildung 6). Lediglich 160-mal ergab die Messung Unebenheiten > 1 mm, und nur 24 Stellen wiesen Unebenheiten > 2 mm auf. Keine Unebenheit war > 3 mm. Bei einer Fahrgeschwindigkeit von ca. 8 km/h war die Prüfung der Strecke innerhalb von vier Stunden abgeschlossen.

Fazit

Die Messergebnisse zeigen, dass der Buddh International Circuit über eine Asphaltoberfläche mit bisher unerreichter Ebenheit verfügt. Sie wurde dokumentiert mit einem Planografen der neusten Generation, der erstmals einfach per Luftfracht zum Einsatzort transportiert wurde. Die gesamte Messeinrichtung erwies sich selbst unter den extremen klimatischen Bedingungen in Indien als äußerst robust, einfach zu bedienen und sehr präzise.

Info

Tel.: 02631/82 53 96 - 0
E-Mail: mailbox@consultanthart.com

Literatur:

FIA (2010): International Guidelines for Motor Racing Course Construction and Safety: A study by the Circuits Commission. – Federation Internationale de l'Automobile, ISSUE 8 - 29 March 2010.

TP- Eben (2007): Technische Prüfvorschriften für Ebenheitsmessungen auf Fahrbahnoberflächen in Längs- und Querrichtung; Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, FGSV Verlag, Köln.

ZTV Asphalt-StB (2007): Zusätzliche technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für den Bau von Verkehrsflächenbefestigungen aus Asphalt; Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, FGSV Verlag, Köln.