

Grundlagen zur Festlegung von Grenzwerten für den Schichtenverbund

FA 7.182

Forschungsstelle: Technische Universität Darmstadt, Fachgebiet Straßenwesen und Versuchsanstalt (Prof. Dr.-Ing. J. S. Bald)
Bearbeiter: Grätz, B./Stöckert, U.
Auftraggeber: Bundesministerium für Verkehr, Bonn
Abschluss: April 2001

1. Aufgabenstellung

Mangelhafter Schichtenverbund kann im Zusammenwirken mit anderen ungünstigen Randbedingungen zu vorzeitigen Verformungen oder strukturellen Schädigungen der Asphaltbefestigung führen. Mit der stetigen Zunahme der Verkehrsbelastung wuchs in den vergangenen Jahren die Bedeutung des Schichtenverbundes. In den derzeit gültigen Technischen Regelwerken sind jedoch keine Anforderungen an den Schichtenverbund in Form von Abnahmewerten aufgeführt.

Der Weg zur Aufnahme eines Prüfverfahrens in ein Technisches Regelwerk einschließlich formulierter Anforderungs- bzw. Abnahmewerte ist auf Grund dafür notwendiger zahlreicher Untersuchungen oft langwierig. So muss zunächst die prinzipielle Eignung des Prüfverfahrens selbst getestet werden. Dieser Nachweis ist für das Schergerät nach LEUTNER durch zahlreiche Forschungsarbeiten in den 80er (z.B. HIERSCHKE, 1988) und Anfang der 90er (CODIJA, 1994) Jahre erfolgt. Die Randbedingungen der Prüfung im Labor wurden festgelegt und sind in der FGSV-Arbeitsanleitung ALP-A, Teil 4 (1999) beschrieben. Darüber hinaus sind für die Aufnahme einer Prüfung mit vertragsrelevanten Konsequenzen in ein Technisches Regelwerk die Ermittlung der Präzision des Prüfverfahrens und die Erarbeitung eines Bewertungshintergrundes mit Formulierung von Anforderungswerten erforderlich.

Der Beantwortung dieser Fragen dient das hier behandelte Forschungsprojekt.

2. Untersuchungsmethodik

Die Abschätzung des Prüffehlers für die Prüfung des Schichtenverbundes nach LEUTNER erfolgte im Rahmen einer Ringanalyse, an der insgesamt 13 Prüfstellen teilgenommen haben. Zur Vorbereitung der Ringanalyse wurden zweilagige Asphaltprobekörper im Labor so hergestellt, dass die gesamte in der Praxis

festgestellte Bandbreite möglicher Scherkräfte abgedeckt wurde. Durch die im Labor mögliche gleichmäßige Herstellung der Probekörper konnten Abweichungen der Messwerte auf Grund von Materialinhomogenitäten verringert und somit der Einfluss weiterer Prüfparameter auf die Streuungen der Ergebnisse durch Varianzanalyse statistisch ausgewertet werden.

Um der Variantenvielfalt hinsichtlich Mischgutart und -sorte gemäß ZTV Asphalt-StB (FGSV, 1998) bzw. ZTVT-StB (FGSV, 1995) gerecht zu werden, wurden Probekörper hergestellt, die diese Streuungen nach oben (Asphaltbeton 0/5 auf Asphaltbeton 0/5) und nach unten (Asphaltbinder 0/16 auf Asphalttragschicht 0/32) abgrenzen. Die Auswertung der Ergebnisse erfolgte nach dem Merkblatt über die statistische Auswertung von Prüfergebnissen (FGSV, 1982).

Der Bewertungshintergrund wurde auf der Grundlage der Prüfergebnisse an 496 Bohrkernen aus 31 Strecken mit Grunderneuerung bzw. Neubaustrecken erarbeitet. Dabei wurden Strecken mit den derzeit gebräuchlichsten Asphaltbauweisen gemäß RStO 86/90 ausgewählt. Neben der Prüfung des Schichtenverbundes nach LEUTNER wurden Asphaltkenndaten wie Zusammensetzung, Verdichtungsgrad etc. und die Oberflächeneigenschaften der Scherflächen bestimmt. Die Prüfergebnisse wurden statistisch ausgewertet.

Zusätzlich wurde im Rahmen des Forschungsprojektes der Schichtenverbund nach LEUTNER an Bohrkernen aus sechs Strecken mit Teilerneuerungen geprüft. Auf diese Weise sollte untersucht werden, ob das Prüfverfahren auch für die Prüfung von Bohrkernen geeignet ist, die aus Strecken mit gefräster Unterlage oder Überbauungen entnommen werden. An sieben der insgesamt 31 untersuchten Strecken wurden ein Jahr nach der Verkehrsübergabe erneut Bohrkern entnommen und die zeitliche Entwicklung des Schichtenverbundes untersucht.

3. Untersuchungsergebnisse

Die Auswertung der Ergebnisse der Ringanalyse zeigt, dass zwischen der Scherkraft und der Standardabweichung S_r und S_R ein statistischer Zusammenhang besteht. Die Standardabweichung nimmt mit steigender Scherkraft zu. Der Prüffehler kann für die fünf untersuchten Messniveaus durch folgende Beziehung angegeben werden:

- Standardabweichung unter Wiederholbedingungen:
 $S_r = 0,0415 x + 1,3047 \text{ kN}$
- Wiederholbarkeit:
 $r = 1,15 x + 3,614 \text{ kN}$
- Standardabweichung unter Vergleichsbedingungen:

$$S_R = 0,105 x + 0,6581 \text{ kN}$$

– Vergleichbarkeit:

$$R = 0,291 x + 1,823 \text{ kN}$$

Zwischen dem Scherweg und der Standardabweichung unter Wiederhol- und Vergleichsbedingungen besteht kein statistischer Zusammenhang. Der Prüffehler stellt den Mittelwert der fünf untersuchten Messniveaus dar.

– Standardabweichung unter Wiederholbedingungen:

$$S_r = \pm 0,382 \text{ mm}$$

– Wiederholbarkeit:

$$r = 1,06 \text{ mm}$$

– Standardabweichung unter Vergleichsbedingungen:

$$S_R = \pm 0,762 \text{ mm}$$

– Vergleichbarkeit:

$$R = 2,11 \text{ mm}$$

Mit Hilfe von einfachen Varianzanalysen konnte kein Einfluss der maximalen Bruchkraft der verwendeten Prüfpresse festgestellt werden. Die festgestellten Abweichungen verschiedener Abmessungen der verwendeten Prüfgeräte hatten ebenfalls keinen statistisch nachweisbaren Einfluss. Die Anzahl der Datensätze für die Varianzanalysen waren allerdings gering. Die Teilnehmer an der Ringanalyse waren gefragt worden, wie häufig sie die Prüfung außerhalb der Ringanalyse bereits durchgeführt haben. Trotz der bereits genannten geringen Anzahl an Datensätzen war ein Einfluss der Häufigkeit der durchgeführten Messungen hier statistisch nachweisbar.

Die Kontrolle der Einhaltung der gemäß Arbeitsanleitung (FGSV, 1999) geforderten Vorschubgeschwindigkeit von 50 mm/min ergab, dass die geforderten Toleranzen eingehalten werden. Anhand von Laboruntersuchungen konnte nachgewiesen werden, dass geringe Abweichungen der vorgeschriebenen Vorschubgeschwindigkeit keinen Einfluss auf das Ergebnis der Scherkraft zeigen.

Die statistische Auswertung der Prüfergebnisse für die Erarbeitung eines Bewertungshintergrundes ergab zunächst, dass die Messwerte nahezu normal verteilt sind. Anhand der vorliegenden Ergebnisse konnte nachgewiesen werden, dass bei Einhaltung der Anforderungen der ZTV Asphalt-StB (FGSV, 1998) bzw. ZTVT-StB (FGSV, 1995) hinsichtlich der Asphaltkenndaten und bei Beachtung der notwendigen Einbaubedingungen ein hoher Schichtenverbund erzielt werden kann. Vor diesem Hintergrund wurden für die praktische Umsetzung Anforderungswerte vorgeschlagen.

Mit Hilfe des Scherweges ist die Beschreibung des Kurvenverlaufes und somit eine Aussage zum Bruchverhalten möglich. Daraus folgernd wurden für den Scherweg Messwertbereiche genannt, bei denen das Bruchverhalten als günstig anzusehen ist. Liegen die Scherwege außerhalb dieser Bereiche, sollten für

die Beurteilung des Schichtenverbundes weitere Untersuchungsergebnisse (z. B. Verdichtungsgrad etc.) herangezogen werden. Anforderungen sollten mit dem Scherweg nicht verbunden sein.

Voraussetzung für die Prüfung an Bohrkernen mit einer gefrästen Scherfläche ist, dass die Schichtgrenze orthogonal zur Mantelfläche der Bohrkern verläuft. Dies stellt bei gefrästen Schichtgrenzen häufig ein Problem dar. Hierzu sind bereits Regelungen in der Arbeitsanleitung enthalten.

Aussagen zur zeitlichen Entwicklung des Schichtenverbundes erfolgten anhand einer erneuten Prüfung von Bohrkernen, die ein Jahr nach Verkehrsfreigabe entnommen wurden.

Die Ergebnisse der Untersuchungen von sechs Strecken zeigten eine Erhöhung des Schichtenverbundes, wenn die Bohrkern der Erstentnahme Scherkräfte von etwa 20 kN aufwiesen. Baumaßnahmen, die bei der Erstentnahme keinen Schichtenverbund hatten, zeigten auch ein Jahr nach der Verkehrsübergabe keinen Verbund. Bei fehlendem oder schlechtem Schichtenverbund kann somit keine Verbesserung durch die Verkehrsbelastung erwartet werden. Zur Beurteilung der Einbauleistung sollte die Bohrkernentnahme grundsätzlich vor der Verkehrsübergabe erfolgen.

4. Folgerungen für die Praxis

Auf Grundlage der vorliegenden Forschungsergebnisse wird für das Prüfverfahren „Prüfung des Schichtenverbundes nach LEUTNER“ ein Prüffehler zur Aufnahme in die Arbeitsanleitung (ALP-A, Teil 4, FGSV 1999) vorgeschlagen.

Für die Grenzen der Schichten oder Lagen der gebräuchlichsten Asphaltbauweisen werden folgende Anforderungswerte für die Scherkraft vorgeschlagen:

- Schichtgrenze Asphaltdeckschicht (ADS) - Asphaltbinderschicht (ABI): 25 kN
- Schichtgrenze Asphaltbinderschicht (ABI) - Asphalttragschicht (ATS): 20 kN
- Schichtgrenze Asphalttragschicht (ATS) - Asphalttragschicht (ATS): 16 kN

Für den Scherweg werden die Bereiche, in denen das Bruchverhalten als günstig zu bewerten ist, wie folgt genannt:

- Schichtgrenze Asphaltdeckschicht (ADS) - Asphaltbinderschicht (ABI): 2,0 bis 4,0 mm
- Schichtgrenze Asphaltbinderschicht (ABI) - Asphalttragschicht (ATS): 1,5 bis 3,0 mm
- Schichtgrenze Asphalttragschicht (ATS) - Asphalttragschicht (ATS): 1,0 bis 3,0 mm

