

Einfluss des Schichtenverbundes auf die Nutzungsdauer von Asphaltbefestigungen

FA AiF 13923 N

Forschungsstelle: Technische Universität Darmstadt, Fachgebiet Straßenwesen mit Versuchsanstalt (Prof. Dr.-Ing. J. S. Bald)

Bearbeiter: Böhm, S. / Root, V. / Wolf, T.

Auftraggeber: Bundesministerium für Wirtschaft und Arbeit (BMWA) / Arbeitsgemeinschaft industrieller Forschungsvereinigungen e. V. (AiF), Köln

Abschluss: Mai 2006

1. Aufgabenstellung

Durch ständig wachsendes Verkehrsaufkommen werden die Straßenbefestigungen einer dauernd steigenden Belastung ausgesetzt. Bei mehrschichtigem Asphaltstraßenbau gehört ein kraftschlüssiger Verbund zwischen den vorhandenen Asphalt-schichten zu den wesentlichen Voraussetzungen zur dauerhaft schadlosen Aufnahme der Beanspruchungen aus Klima und Verkehr. Ein ausreichender Schichtenverbund verbessert die Nutzungsdauer und bewirkt eine deutliche Kostenersparnis durch geringeren Unterhaltungs- und Erneuerungsaufwand. Zu hohe Anforderungen würden dagegen zu unnötigen Streitigkeiten und letztlich zu Mehrkosten führen. Im Technischen Regelwerk wird bis heute lediglich ein ausreichender Schichtenverbund gefordert, ohne dies mit einer Anforderung zu beschreiben.

Mit den bisher durchgeführten Forschungsarbeiten über die Präzision und den Bewertungshintergrund für das Prüfverfahren nach LEUTNER wurden die wesentlichen Voraussetzungen zur Aufnahme von Anforderungswerten in ein Technisches Regelwerk erarbeitet. Bisher unbekannt blieb jedoch die für eine lange Nutzungsdauer erforderliche Mindesthöhe des Schichtenverbundes. Die vorliegende Forschungsarbeit soll dazu beitragen, den fehlenden Zusammenhang zwischen Nutzungsdauer und Schichtenverbund herzustellen. Dazu sollte anhand von Untersuchungen an Strecken mit unterschiedlicher Nutzungsdauer und unterschiedlichem Oberflächenzustand der tatsächlich vorhandene Schichtenverbund mit dem Verfahren nach LEUTNER geprüft und der Zusammenhang zwischen dem Zustand der Strecke und den Prüfergebnissen festgestellt werden.

Das Vorhaben wurde aus Mitteln des Bundesministeriums für Wirtschaft und Arbeit (BMWA) über die Forschungsgesellschaft für Straßenwesen (FGSV) e. V., Mitglied der Arbeitsgemeinschaft industrieller Forschungsvereinigungen "Otto von Guericke" e. V. (AiF) gefördert.

2. Untersuchungsmethodik

In Zusammenarbeit mit den Straßenbauverwaltungen der Bundesländer Bayern, Baden-Württemberg, Hessen und Rheinland-Pfalz wurden insgesamt 15 Untersuchungsstrecken unterschiedlichen Alters (zwischen 4 und 12 Jahren) in einem augenscheinlich "guten" Zustand zur Untersuchung ausgewählt. Dabei wurden Strecken der gebräuchlichsten Asphaltbauweisen gemäß RStO 86/90 der Bauklassen I bis III verwendet. Damit eine Anknüpfung des heutigen Zustandes an den damaligen Neubauzustand der Untersuchungsstrecken hinsichtlich des Schichtenverbundes möglich war, wurden überwiegend Strecken aus der Forschungsarbeit STÖCKERT [2001] untersucht. In Zusammenarbeit mit den zuständigen Straßenbauverwaltungen wurden drei weitere Untersuchungsstrecken zur Verfügung gestellt, die starke Verformungen und/oder strukturelle Schädigungen aufwiesen. Bei diesen Strecken wurde gezielt der Frage nachgegangen, inwieweit der Schichtenverbund auf die vorhandenen Schäden und die damit verbundene,

stark reduzierte, Nutzungsdauer (zwischen 10 und 12 Jahren) Einfluss hatte.

Vor der Bohrkernentnahme wurde an jeder Untersuchungsstrecke im jeweiligen Untersuchungsabschnitt eine visuelle Zustandserfassung nach den Arbeitspapieren zur Systematik der Straßenerhaltung [FGSV, 2001] durchgeführt. Anschließend wurden an jeder Untersuchungsstrecke gemäß aufgestellter Untersuchungssystematik insgesamt 12 Bohrkern aus der rechten Rollspur und der Fahrstreifenmitte entnommen. Neben der Prüfung des Schichtenverbundes nach LEUTNER sind an den vorhandenen Asphalt-schichten die Asphalteigenschaften wie Hohlraum- und Bindemittelgehalt sowie Verdichtungsgrad ermittelt und die Oberflächen der Schichtgrenzen beurteilt worden. Auf Grundlage der statistisch ausgewerteten Untersuchungsergebnisse und aus den Erkenntnissen der früheren Forschungsarbeiten wurden für den Schichtenverbund, abhängig von der Schichtgrenze, für den Zeitpunkt der Bauabnahme Mindestanforderungen vorgeschlagen, die für den Regelfall angewendet werden können.

3. Untersuchungsergebnisse

3.1 Zustand der untersuchten Strecken

Die Bewertung des Zustandes aller im vorliegenden Forschungsprojekt untersuchten Strecken erfolgte nach dem Arbeitspapier AP 9, Abschnitt A 1 [FGSV, 2001]. Dabei wurden alle erfassten Merkmalsgrößen mittels einer Normierungsfunktion in den jeweiligen, dimensionslosen Zustandswert übertragen. Anschließend wurden aus den unterschiedlichen Zustandswerten die Teilzielwerte Gebrauchswert und Substanzwert berechnet. Dabei kennzeichnet der Gebrauchswert einer Strecke die fahrkomfort- und verkehrssicherheitsbezogenen Fahrbahneigenschaften, der Substanzwert die Standfestigkeit und Tragfähigkeit der Befestigung. Der schlechtere Teilzielwert stellt den Gesamtwert der jeweiligen Untersuchungsstrecke dar. Durch die Überführung der Zustandsgrößen in die Zustandswerte lassen sich die erfassten Zustandsmerkmale mit unterschiedlichen Dimensionen direkt vergleichen.

Die aus der durchgeführten Zustandserfassung ermittelten Gesamtwerte sind in Bild 3.1 für jede Untersuchungsstrecke dargestellt. Die dunkelgrau abgebildeten Diagrammbalken stellen die Ergebnisse der Untersuchungsstrecken mit ausgeprägten Schäden dar. Angesichts des vorhandenen Schadensbildes in Form von ausgeprägten Spurrinnen und/oder Substanzmängeln hat sich bei diesen Strecken ein Gesamtzustandswert zwischen 3,4 und 5,0 ergeben. Bei zwei von insgesamt drei Untersuchungsstrecken wird der im Arbeitspapier AP 9 genannte Schwellenwert von 4,5 nach einer Liegedauer von etwa 12 Jahren erreicht. Bei der Untersuchungsstrecke XIII wird der Schwellenwert von 3,5 geringfügig unterschritten.

Die hellgrau abgebildeten Diagrammbalken (Bild 3.1) stellen die Ergebnisse der untersuchten Strecken im augenscheinlich "guten" Zustand dar. Die Nutzungsdauer bei den Strecken/Streckenabschnitten I bis XII beträgt zwischen 4 und 6 Jahren, bei den Strecken/Streckenabschnitten XIV bis XVI – 12 Jahre. Die aus der durchgeführten Zustandserfassung ermittelten Zustandswerte liegen zwischen 1,4 und 3,0. Der im Arbeitspapier AP 9 genannte Warnwert von 3,5 wird bei den meisten Strecken unterschritten. Eine Ausnahme bilden hier drei Untersuchungsstrecken, die vergleichsweise einen etwas schlechteren Oberflächenzustand aufweisen.

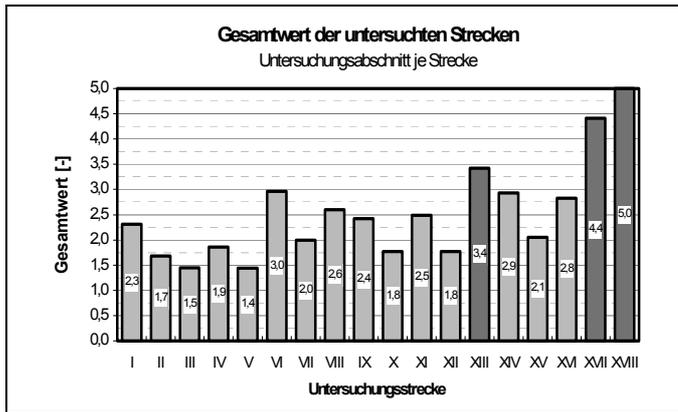


Bild 3.1: Zustandsgesamtwert der untersuchten Strecken

3.2 Schichtenverbund in der Schichtgrenze zwischen De/ABi

Nach einer getrennten Auswertung der Untersuchungsergebnisse der Schichtenverbundprüfung nach LEUTNER bei den Bohrkernen aus der rechten Rollspur und der Fahrstreifenmitte konnte kein Einfluss der Verkehrsbelastung während der Nutzungsdauer auf den Schichtenverbund nachgewiesen werden. Bei insgesamt sechs Untersuchungsstrecken wird der Mittelwert der Bohrkern aus der rechten Rollspur (durch den Verkehr belasteter Bereich) von dem Mittelwert der zugehörigen Bohrkern aus der Fahrstreifenmitte (unbelasteter Bereich) in der Schichtgrenze De/ABi geringfügig unterschritten, bei insgesamt sieben Strecken wird dieser Mittelwert geringfügig überschritten. Eine systematische Abweichung der beiden Mittelwerte zueinander konnte nicht festgestellt werden. Dies scheint den Ergebnissen von STÖCKERT [2001] zu widersprechen, bei denen eine tendenzielle Zunahme der Scherkraft in der Rollspur im Vergleich zur Fahrstreifenmitte nach einjähriger Nutzungsdauer festgestellt wurde. Es ist aber genau so denkbar, dass die zunächst niedrigen Werte in Fahrstreifenmitte sich im Laufe einer längeren Nutzung dem etwas höheren Niveau in der Rollspur annähern. Die Mittelwerte für die Scherkräfte liegen bei den Untersuchungsstrecken im augenscheinlich "guten" Zustand im Bereich zwischen 17,3 kN und 43,8 kN. Bei Strecken im "schlechten" Zustand liegen die ermittelten Scherkräfte (Mittelwert) im Bereich zwischen 24,6 kN und 33,4 kN. Ein systematischer Zusammenhang zwischen dem Befestigungszustand und der ermittelten Scherkraft kann somit nicht festgestellt werden.

Bild 3.2 und Bild 3.3 zeigen die Häufigkeitsverteilung der ermittelten Scherkräfte und Scherwege in der Schichtgrenze zwischen Asphaltdeckschicht und Asphaltbinderschicht und die dazugehörigen statistischen Kennziffern. Dabei wurden die ausreißerverdächtigen Werte und die Ergebnisse der Bohrkern der Untersuchungsstrecken mit Schäden in dieser Auswertung nicht berücksichtigt.

Hinsichtlich des Bewertungshintergrundes nach STÖCKERT [2001] ist festzuhalten, dass etwa 38 % der berücksichtigten Scherkraftergebnisse unterhalb des vorgeschlagenen Wertes von 25 kN liegen. Dies bedeutet, dass von ca. 62 % aller bei der Auswertung berücksichtigten Bohrkern dieser Wert erfüllt wird. Die von CODIJA [1994] aufgestellte Anforderung für die Scherkraft von 14 kN wird in 99 % der Fälle erfüllt. Für den Scherweg wurden von STÖCKERT [2001] keine Anforderungswerte formuliert. Stattdessen wurden Empfehlungen für einen Bereich angegeben, in dem das Verformungsverhalten und die Rissbildungsgefahr als günstig zu betrachten sind. Die empfohlene Spannweite lag zwischen 2,0 bis 4,0 mm. Die Ergebnisse in Bild 3.3 und in der Tabelle 3.2 zeigen, dass im vorliegenden Fall dieser Bereich von etwa 43 % aller berücksichtigten Werte unterschritten und von etwa 4 % überschritten wird.

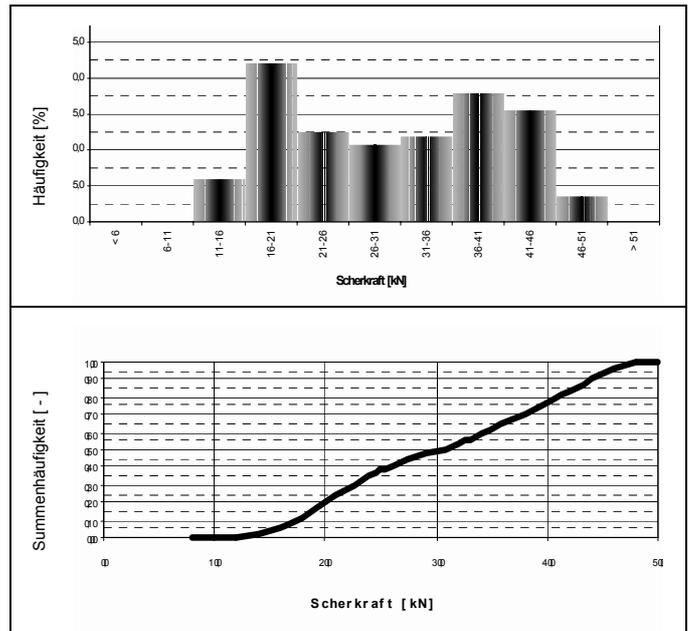


Bild 3.2: Häufigkeitsverteilung und Summenhäufigkeit der Scherkraft in der Schichtgrenze De/ABi, Strecken im "guten Zustand"

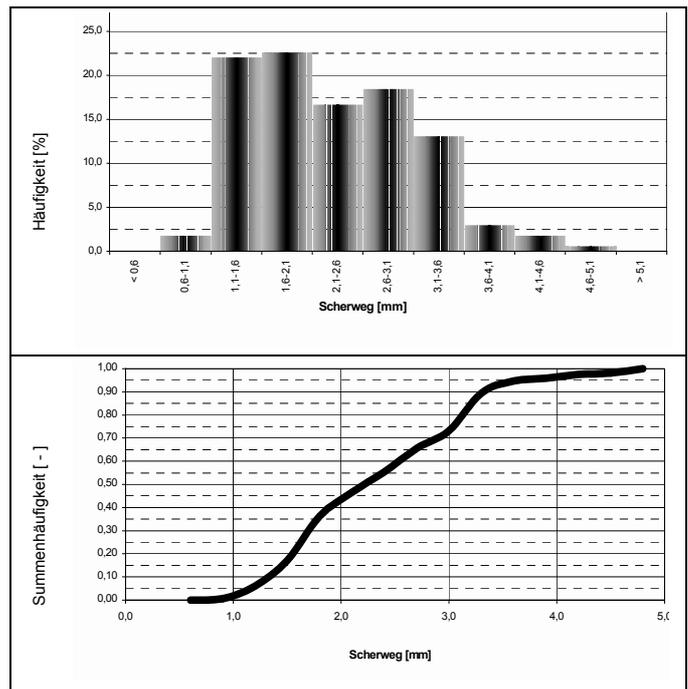


Bild 3.3: Häufigkeitsverteilung und Summenhäufigkeit des Scherweges in der Schichtgrenze De/ABi, Strecken im "guten Zustand"

Tabelle 3.1: Statistische Kenngrößen für die Scherkraft in der Schichtgrenze De/ABi, Strecken im "guten" Zustand

Anzahl der gültigen Ergebnisse	[-]	168				
Mittelwert	[kN]	30,2				
Standardabweichung	[kN]	10,1				
Perzentile	[%]	5	25	50	75	95
		15,7	20,2	30,3	39,2	45,2

Tabelle 3.2: Statistische Kenngrößen für den Scherweg in der Schichtgrenze De /ABi, Strecken im "guten" Zustand

Anzahl der gültigen Ergebnisse	[-]	168				
Mittelwert	[mm]	2,4				
Standardabweichung	[mm]	0,8				
Perzentile	[%]	5	25	50	75	95
		1,2	1,6	2,2	3,0	3,6

Die Auswertung der ermittelten Asphaltkennwerten der vorhandenen Schichten hat ergeben, dass insbesondere der Hohlraumgehalt der Asphaltdeckschicht den Verbund zwischen der Deckschicht und Asphaltbinderschicht während der Nutzungsdauer maßgebend beeinflusst. In Bild 3.4 sind die am Ausbaustück ermittelten Hohlraumgehalte der Deckschicht, abhängig von der Scherkraft und dem jeweiligen Deckschichtmaterial dargestellt. Die Bild verdeutlicht den Einfluss des Hohlraumgehaltes der Deckschicht auf den Schichtenverbund zwischen der Deckschicht und der Asphaltbinderschicht. Gemäß ZTV Asphalt- StB wird in der fertigen Schicht ein Hohlraumgehalt beim Splittmastixasphalt $\leq 6,0$ V.-% und beim Asphaltbeton 0/11 S $\leq 7,0$ V.-% gefordert. Bei allen Untersuchungsstrecken mit Asphaltbeton wurde diese Anforderung eingehalten, so dass auch die ermittelten Scherkräfte auf einem vergleichsweise hohen Niveau liegen (oberhalb von etwa 27 kN). Im Gegensatz dazu erfüllt der Hohlraumgehalt bei etwa 34 % der Strecken mit Splittmastixasphalt die Anforderung der ZTV Asphalt-StB nicht. Dieser Sachverhalt macht sich auch in der Höhe der ermittelten Scherkraft bemerkbar. Bei allen untersuchten Strecken mit einer Deckschicht aus Splittmastixasphalt und einem Hohlraumgehalt ≥ 6 V.-% am Ausbaustück wurden vergleichsweise niedrige Scherkräfte in der Schichtgrenze De/ABi festgestellt (Bild 3.4). Aufgrund des hohen Hohlraumgehaltes in der fertigen Schicht sind im Laufe der Nutzungsdauer in der Schichtgrenze Ablösungserscheinungen und Verbundschwächungen möglich, ausgelöst durch das eindringende Oberflächenwasser in die Deckschicht. Dieses kann sich in der Schichtgrenze auf der darunter liegenden Schicht ansammeln und führt zur Bindemittelablösung und zu Verbundstörungen, sodass mit einer frühzeitigen Schädigung der Befestigung zu rechnen ist. Dieser Sachverhalt wurde durch die Zuordnung der festgestellten, anforderungswidrigen Hohlraumgehalte zu den Untersuchungsstrecken mit einer deutlichen Verschlechterung des Schichtenverbundes im Vergleich zum Neubauzustand bestätigt. Die Reduzierung der Scherkraft zum Neubauzustand beträgt in Einzelfällen in der Schichtgrenze De/ABi bis zu 16 kN. Die Auswertung der Ergebnisse für die Asphaltbinderschicht und Asphalttragschicht hat für die Schichtgrenze ABI/ATS ähnliche Erkenntnisse ergeben. Ein unter der hohlraumreichen Deckschicht liegender, dichter Asphaltbinder führt zur Ansammlung des durch die Deckschicht dränierenden Oberflächenwassers und verursacht damit einen zusätzlichen Einfluss auf die Verbundablösung in der Schichtgrenze zwischen Deckschicht und Binderschicht. Dabei bleibt die Schichtgrenze zwischen Asphaltbinderschicht und Asphalttragschicht weitgehend unbeeinflusst. Befindet sich unter der hohlraumreichen Deckschicht auch eine hohlraumreiche Asphaltbinderschicht, so wird auch der Schichtenverbund zwischen der Binderschicht und Asphalttragschicht zusätzlich negativ beeinflusst.

3.3 Schichtenverbund in der Schichtgrenze zwischen ABi/ATS

Bild 3.5 und Bild 3.6 zeigen die Häufigkeitsverteilung der ermittelten Scherkräfte und der Scherwege in der Schichtgrenze zwischen Asphaltbinderschicht und Asphalttragschicht. Dabei

wurden die ausreißerverdächtigen Werte und die Ergebnisse der Bohrkern der Untersuchungsstrecken mit Schäden sowie Bohrkern ohne Schichtenverbund in dieser Auswertung nicht berücksichtigt. Bei 19 von insgesamt 180 entnommenen Bohrkernen wurde bereits bei der Entnahme zwischen der Asphaltbinderschicht und Asphalttragschicht ein fehlender Verbund festgestellt.

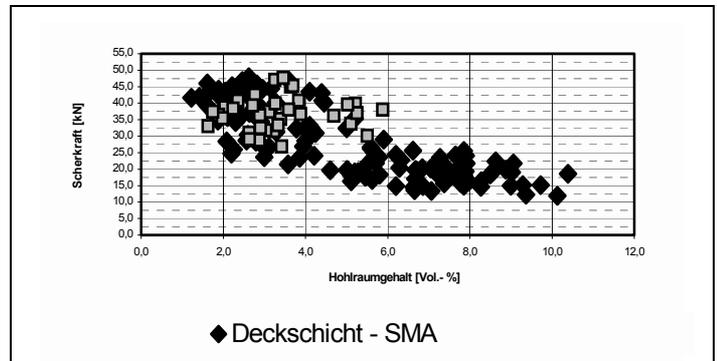
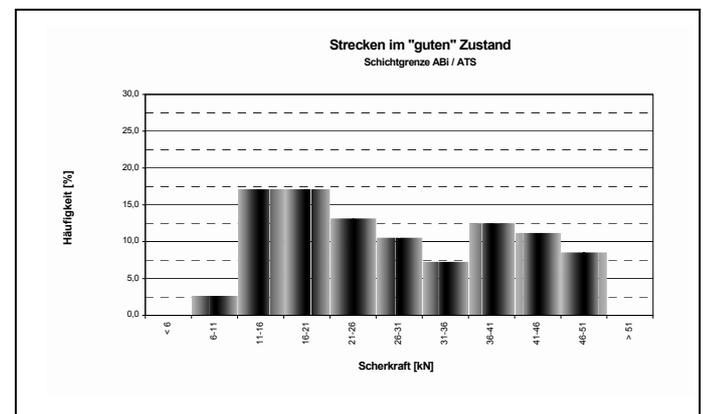


Bild 3.4: Zusammenhang zwischen dem Hohlraumgehalt der Asphaltdeckschicht und der ermittelten Scherkraft

Der Mittelwert für die Scherkraft beträgt in der Schichtgrenze zwischen Asphaltbinderschicht und Asphalttragschicht bei den Bohrkernen der Strecken im "guten" Zustand 28,1 kN. Die Standardabweichung von 11,6 kN und die in Bild 3.5 dargestellte Häufigkeitsverteilung weisen jedoch auf eine ausgeprägte Streuung der Werte um den Mittelwert hin. Verglichen mit den von STÖCKERT [2001] vorgeschlagenen Werten ist festzuhalten, dass etwa 33 % der berücksichtigten Scherkräftergebnisse unterhalb des geforderten Mindestwertes von 20 kN liegen. Dies bedeutet, dass von ca. 67 % aller bei der Auswertung berücksichtigten Bohrkern dieser Mindestwert von 20 kN erfüllt wird. Dabei ist darauf hinzuweisen, dass im vorliegenden Fall bei der Auswertung nur die Bohrkern aus den Strecken im "guten" Zustand (d. h. ohne augenscheinlich erkennbare Schäden an der Oberfläche) berücksichtigt wurden. Die von CODIJA [1994] aufgestellte Mindestanforderung für die Scherkraft in der Schichtgrenze zwischen Asphaltbinderschicht und Asphalttragschicht von 10 kN wird lediglich von 1 % der ermittelten Scherkräfte unterschritten.

Betrachtet man den Scherweg (Bild 3.6 und Tabelle 3.4) so zeigt sich, dass im vorliegenden Fall der von STÖCKERT empfohlene Bereich von etwa 20 % aller berücksichtigten Bohrkern unterschritten und von etwa 5 % überschritten wird. Der Mittelwert des Scherweges beträgt in der Schichtgrenze zwischen Asphaltbinderschicht und Asphalttragschicht 2,1 mm. Der positive Wert der Schiefe von 0,165 weist auf eine leichte Linksteilheit der zugehörigen Häufigkeitsverteilung hin.



zu Bild 3.5

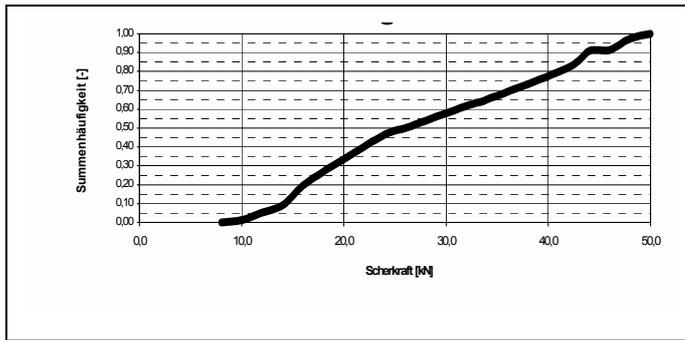


Bild 3.5: Häufigkeitsverteilung und Summenhäufigkeit der Scherkraft in der Schichtgrenze ABi/ATS

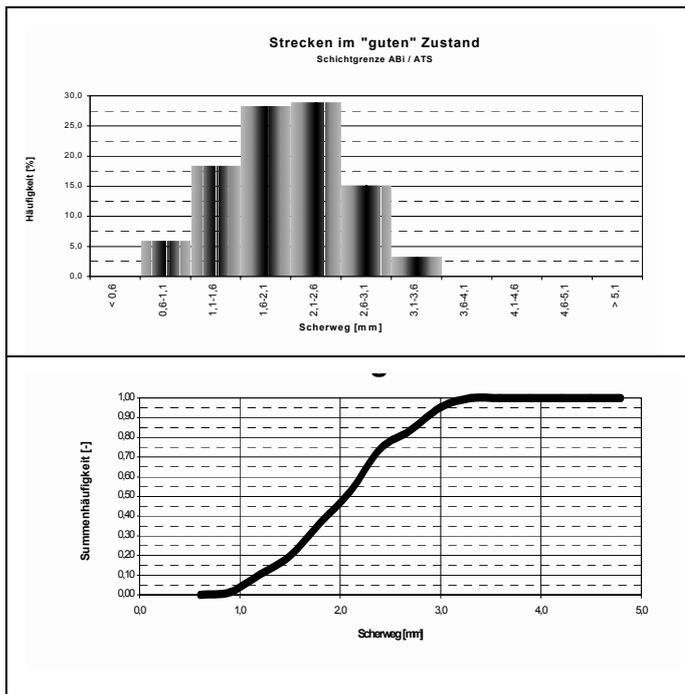


Bild 3.6: Häufigkeitsverteilung und Summenhäufigkeit des Scherweges in der Schichtgrenze ABi/ATS

Anzahl der gültigen Ergebnisse	[-]	152				
Mittelwert	[kN]	28,1				
Standardabweichung	[kN]	11,6				
Perzentile	[%]	5	25	50	75	95
		12,0	17,6	26,4	39,7	47,2

Anzahl der gültigen Ergebnisse	[-]	152				
Mittelwert	[mm]	2,1				
Standardabweichung	[mm]	0,6				
Perzentile	[%]	5	25	50	75	95
		1,1	1,6	2,1	2,4	3,0

Aus den augenscheinlichen Beurteilungen der festgestellten Scherflächen der einzelnen Bohrkerne bezüglich Rauheit und Inhomogenität ergaben sich Hinweise auf die Ursachen für den teilweise schlechten Zustand der Schichtgrenzoberflächen.

Für eine bestmögliche Beurteilung der Qualität der festgestellten Scherflächen, insbesondere nach der bisherigen Nutzung der Asphaltbefestigung und der daraus resultierenden Einschätzung der ermittelten Scherkraft, sind die Asphaltkennwerte der angrenzenden Schichten hinsichtlich des Bindemittel- und Hohlraumgehaltes sowie des Verdichtungsgrades heranzuziehen. Diese Asphalteeigenschaften der fertigen Schicht haben einen maßgebenden Einfluss auf den resultierenden Schichtenverbund. Darüber hinaus beeinflussen folgende Randbedingungen beim Einbau die Qualität der Schichtgrenzoberflächen und den daraus resultierenden Schichtenverbund zu Beginn der Nutzungsdauer:

- Verschmutzung der zu überbauenden Asphaltoberfläche,
- anforderungswidrige Dosierungsmenge des Anstrichmittels,
- ungleichmäßiges Ansprühen der Unterlage,
- ungünstige Witterungsverhältnisse.

Diese Erkenntnisse sind seit Jahrzehnten im Asphaltstraßenbau bekannt und gehören inzwischen zu den anerkannten Regeln der Technik. Dennoch wurden beim großen Teil der Baumaßnahmen Stellen angetroffen, bei denen diese Regeln teilweise nicht beachtet wurden und somit niedrige, bzw. fehlende Scherkräfte erklären. Die vorliegenden Untersuchungen haben auch gezeigt, dass bei der Einhaltung der Anforderungen der ZTV hinsichtlich der Asphalteeigenschaften der fertigen Schicht und der Beachtung der erforderlichen Einbauhinweise hohe Scherkräfte nach 12-jähriger Nutzungsdauer der Befestigungen erreicht werden können.

4. Folgerungen für die Praxis

Aus den vorliegenden Untersuchungsergebnissen kann abgeleitet werden, dass der Verbund zwischen den aufeinander folgenden Asphaltsschichten in der Regel durch mehrere Faktoren beeinflusst wird. Diese Faktoren können sich unterschiedlich auswirken und so innerhalb einer Strecke zu unterschiedlich hohen Scherkräften und -wegen führen. Zur Formulierung von Mindestanforderungen für das Technische Regelwerk mit vertragsrechtlichen Konsequenzen ist jedoch die Kenntnis über die Auswirkung von Unterschreitungen der festgelegten Werte auf den Zustand der Verkehrsflächenbefestigung aus wirtschaftlicher Sicht notwendig.

Die in dieser Forschungsarbeit erzielten Ergebnisse bestätigen die bereits vorliegenden Erkenntnisse der früheren Forschung, dass der Schichtenverbund zwischen den einzelnen Asphaltsschichten in der Praxis hohe Streuung aufweisen kann. In der vorliegenden Forschungsarbeit wurden Bohrkerne aus insgesamt 15 Strecken im augenscheinlich guten Zustand und im Alter zwischen 4 und 12 Jahren untersucht. Dabei konnte ein systematisch schlechter Zustand an Stellen mit geringem Schichtenverbund nicht nachgewiesen werden. So wurden bei etwa 10 % des untersuchten, positiv bewerteten Streckenkollektivs vereinzelt Bohrkerne festgestellt, bei denen bereits bei der Entnahme kein Schichtenverbund zwischen Asphaltbinde- und Asphalttragschicht vorhanden war. Bei den drei Untersuchungsstrecken mit ausgeprägten Schäden wurden dagegen für den Schichtenverbund teilweise sehr hohe Werte festgestellt. Anhand vorliegender Untersuchungen ist ein möglicher Zusammenhang zwischen dem Oberflächenzustand und der bei der Prüfung des Schichtenverbundes nach Leutner ermittelten Scherkraft nicht zu erkennen. Untersuchungsstrecken mit geringem bzw. fehlendem Verbund zwischen den jeweiligen Asphaltsschichten weisen bei den untersuchten Strecken nicht zwangsläufig einen schlechteren Oberflächenzustand auf.

Um Unklarheiten bezüglich der Formulierung "ausreichender" Schichtenverbund im Technischen Regelwerk zu beseitigen und zusätzliche Beurteilungsmöglichkeiten hinsichtlich der

Qualität der erbrachten Bauleistung zu schaffen, ist die Festlegung von Mindestanforderungen für den Schichtenverbund sinnvoll. Auf wissenschaftlich-technischem Weg hat sich aber aus den vorliegenden Untersuchungen keine Methode ergeben, die eine genaue Abgrenzung zu einem nicht mehr ausreichenden Verbund erlaubt. Gleichzeitig bestehen keine Zweifel, dass ein gewisser Mindestverbund zwischen zwei Asphaltsschichten notwendig ist. Für eine Formulierung von Mindestanforderungen musste daher erneut auf die mathematische Statistik zurückgegriffen werden.

Als Grundlage zur Formulierung der Mindestanforderungen wurden bei der Auswertung ausschließlich Bohrkerne mit augenscheinlich unauffälligem Zustand der Schichtgrenzoberflächen und nach ZTV anforderungsgemäßem Zustand der Asphaltsschicht berücksichtigt. Unter Berücksichtigung der von STÖCKERT [2001] ermittelten Präzision für das Prüfverfahren nach LEUTNER wurden folgende Mindestanforderungen für die Scherkraft zum Zeitpunkt der Bauabnahme vorgeschlagen:

- Schichtgrenze Asphaltdeckschicht/Asphaltbinderschicht: 16 kN
- Schichtgrenze Asphaltbinderschicht/Asphalttragschicht: 13 kN.

Diese Mindestwerte basieren auf den Untersuchungen an Straßenbefestigungen mit einem Nutzungszeitraum zwischen 4 und 12 Jahren mit unterschiedlicher Belastung durch den Schwerverkehr und können für den Regelfall angewendet werden. Die bereits vorliegenden Vorschläge für die Höhe des Schichtenverbundes nach STÖCKERT [2001] sind sinnvoll, wenn besondere Anforderungen an die Straßenbefestigungen vorliegen.

Literaturverzeichnis

- ALP A-STB Arbeitsanleitung zur Prüfung von Asphalt, Teil 4; Prüfung des Schichtenverbundes nach Leutner, Hrsg.: FGSV-Verlag, 1999, ARBEITSPAPIER AP 9
- Systematik der Straßenerhaltung, visuelle Zustandserfassung, Hrsg.: FGSV-Verlag, 2001
- Grätz, B.; Stöckert, U.: "Grundlagen zur Festlegung von Grenzwerten für den Schichtenverbund", Forschung Straßenbau und Straßenverkehrstechnik, Bundesministerium für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen, Heft 829, 2001
- Byland, H.: "Schichtenverbund", Asphalt, Heft 8/2002
- Böhm, S.; Stöckert, U.: "Zur Umsetzung der Prüfung des Schichtenverbundes nach Leutner in die Praxis", Bitumen, Heft 3/2002
- Keller, L.: "Schichtenverbund für Straßen hoher Bauklassen", Asphalt, Heft 7/2004
- Leutner, R.; Renken, P.; Lobach, T.: "Auswirkungen unterschiedlicher Verbundsysteme auf die mechanischen Eigenschaften eines mehrschichtigen Asphaltpaketes", AiF-Forschungsvorhaben 13339N, Technische Universität Braunschweig, 2004
- Pös, J.: "Einflüsse auf den Schichtenverbund von Asphaltsschichten im Straßenbau", Dissertation an der TU Darmstadt, 1991
- Raab, C.: "Schichtenverbund von Asphaltbelägen", Straße + Verkehr, Heft 9/2000
- Rheinhardt, V.: "Schichtenverbund", Straße + Autobahn, Heft 9/2003
- Stöckert, U.: "Schichtenverbund – Prüfung und Bewertungshintergrund", Straße + Autobahn, Heft 11/2001