

KONZEPT ZUR IMPLEMENTIERUNG VON TRIFLEX-PRODUKTEN IN DEN STRASSENBAU

Teil 1:
Durchführung von Ermüdungsversuchen an mit Triflex
Asphalt Repro 3K beschichteten Asphaltprobekörpern

Schlussbericht

bearbeitet von:



Prof. Dr.- Ing. Steffen Riedl

ö.b.u.V. Sachverständiger für Asphaltbauweisen im
Verkehrswegebau insbesondere Erhaltung

Konrad-von-Dürn-Str. 5a
D-74731 Walldürn

Dr.- Ing. Ronny Sorge

Freier Sachverständiger für Asphaltbauweisen und
bitumenhaltige Bindemittel

Röntgenstr. 13
D-99085 Erfurt

Angebot vom: 17. Februar 2020
Auftrag vom: 16. April 2020
Bericht vom: 4. Januar 2021

Inhaltsverzeichnis

1	Veranlassung	6
2	Vorgehensweise	7
3	Stand der Technik	10
3.1	Ermüdungsverhalten nach den TP Asphalt-StB Teil 24	10
3.1.1	Allgemeines	10
3.1.2	Auswertung	11
4	Ergebnisse	14
5	Diskussion	17
5.1	Zusammenfassende Bewertung	17
5.2	Ausblick	18

Abbildungsverzeichnis

2.1	Herstellung der Probeplatten, links: Mischgutherstellung, mitte: Walzsektor-Verdichtungsgerät, rechts: Probeplatten	7
2.2	Sandstrahlung der Probeplatten, links: sandgestrahlte Oberfläche, rechts: unbehandelte Oberfläche	8
2.3	Alle ausgebohrten Probekörper	9
2.4	Probekörperserien	9
3.1	Spaltzug-Schwellversuch mit Probekörper	10
3.2	Prinzip des Spaltzug-Schwellversuchs links, ebener Spannungsverlauf im Probekörper rechts	11
3.3	Beispiel für die Bestimmung der Lastwechselzahl N_{Makro} bis zum Kriterium „Makroriss“	13
4.1	Ergebnisse des Spaltzug-Schwellversuchs zur Prüfung der Ermüdungsresistenz	15
4.2	Links: Rissbildung im Referenzasphalt bei der 20 mm dicken Beschichtung mit Repro 3K, Rechts: minimale Rissbildung bei 5 mm dicken Beschichtung mit Repro 3K . . .	16

Tabellenverzeichnis

4.1 Lastwechsel bis zum Makroriss 15

1 Veranlassung

Aufgrund des ständig zunehmenden Verkehrsaufkommens, insbesondere im Straßengüterverkehr, einhergehend mit einer zunehmenden Verkehrsdichte, ermüden Verkehrsflächenbefestigungen heutzutage schneller als früher. Hinzu kommt eine über mehrere Jahre aufgebaute Investitionslücke, die darin resultierte, dass nur ein Teil der verkehrsspezifischen Steuereinnahmen zweckgebunden in den Straßenbau bzw. die Straßenerhaltung zurückflossen. Als Konsequenz stieg die Beanspruchung der Verkehrsflächenbefestigungen bei gleichzeitiger Überalterung der in der Verkehrsfläche verbauten Baustoffe.

Aus diesem Grund wurde der letzte Bundesverkehrswegeplan unter dem Motto „Erhaltung vor Neubau“ aufgelegt. Dabei sollen künftig die verbauten Baustoffe verstärkt in den Stoffkreislauf zurückgeführt werden. Dass dieser Ansatz materialbedingt gewissen Grenzen unterworfen ist, wird deutlich, wenn die Zugabemengen an Ausbauphase die Grenze von 60 M.-% erreichen oder überschreiten.

Darüber hinaus sorgte die schwankende Verfügbarkeit der hochwertigen Rohölprovenienzen auf dem Weltmarkt für erhebliche Irritationen, die mit schwankender Bitumenqualität, ansteigenden Preisen und z.T. sinkender Qualität einherging. Daher wird es künftig unabdingbar sein, neue Baustoffe oder neue Bindemittel selektiv in den Verkehrswegebau einzuführen. Bevor diese Einführung allgemeingültig geschehen kann, ist immer zunächst die mechanische Gleichwertigkeit mit den konventionellen Baustoffen bzw. Baustoffgemischen zu prüfen und die Interaktion der neuen Baustoffe mit den in den Verkehrsflächen verbauten Baustoffen zu prüfen.

Darüber hinaus ist es erforderlich, die Umweltverträglichkeit bzw. die ökologische Gleichwertigkeit der neuen Baustoffe mit den bereits verbauten Baustoffen zu überprüfen.

Mit der vorliegenden Studie soll untersucht werden, inwiefern die Anwendung des Produktes Triflex Asphalt Repro 3K im Straßenbau bei der Überbauung einer konventionellen Asphaltdeckschicht die Mechanik der Verkehrsflächenbefestigung bzw. der überbauten Schicht beeinträchtigt.

Mit Mail der Triflex GmbH & Co. KG vom 16.04.2020 wurde das zuvor besprochene Angebot der Unterzeichner vom 17.02.2020 beauftragt. Beauftragt wurde hier die Variante 1 zur Durchführung von Ermüdungsversuchen.

Ziel des Vorhabens war es, die Anwendung des Produktes Triflex Asphalt Repro 3K im Straßenbau dahingehend zu untersuchen, inwieweit die Applikation des Produktes Triflex Asphalt Repro 3K die Ermüdungsbeständigkeit einer herkömmlichen Asphaltprobe beeinflusst. Die Überprüfung der Oberflächeneigenschaften oder der Umweltverträglichkeit bzw. Wiederverwendbarkeit steht in dieser ersten Pilotstudie nicht im Vordergrund.

2 Vorgehensweise

Um die Auswirkung des Produktes Repro 3K auf eine herkömmliche Asphaltdeckschicht zu untersuchen, wurden zunächst Asphaltprobeplatten mit dem Walzsektor-Verdichtungsgerät nach den TP Asphalt-StB Teil 33 hergestellt. Als Referenzmischgut wurde ein Asphaltbeton AC 11 DS nach den TL Asphalt-StB mit einem Bitumen 70/100 als Bindemittel verwendet (siehe auch Abbildung 2.1).



Abbildung 2.1: Herstellung der Probeplatten, links: Mischgutherstellung, mitte: Walzsektor-Verdichtungsgerät, rechts: Probeplatten

Nach dem Abkühlen der Probeplatten wurden diese an der Oberfläche sandgestrahlt, um den Bindemittelfilm an der Oberfläche von den Gesteinskörnungen abzutragen und somit eine unter Verkehr abgenutzte Fahrbahnoberfläche zu simulieren (siehe auch Abbildung 2.2).

Im Anschluss wurden die Probeplatten zum Auftraggeber Triflex verbracht. Dort wurden die Platten mit dem Produkt Triflex Asphalt Repro 3K in unterschiedlichen Dicken sowohl einseitig als auch beidseitig beschichtet. Nach der Beschichtung wurden die Probeplatten wieder ins Straßenbaulabor der Fachhochschule Erfurt verbracht. Dort wurden aus jeder Asphaltplatte sechs Bohrkerne mit einem Durchmesser von 100 mm ausgebohrt und bis zur Versuchsdurchführung in der dynamischen Prüfmaschine temperiert und gelagert. Vor der Prüfung wurden die Raumdichten der Bohrkerne durch Ausmessen geprüft und die Probekörper hinsichtlich der vorhandenen Raumdichten in äquivalente Prüfgruppen sortiert. In Abbildung 2.3 sind die Bohrkerne aller Serien dargestellt.

An allen Bohrkerne wurden Ermüdungsversuche nach den TP Asphalt-StB Teil 24 mittels dynamischem Spaltzug-Schwellversuch durchgeführt.



Abbildung 2.2: Sandstrahlung der Probeplatten, links: sandgestrahlte Oberfläche, rechts: unbehandelte Oberfläche

Insgesamt wurden folgende Probekörper untersucht:

- Serie A Referenzserie unbeschichtet
- Serie B einseitig mit Repro 3K 1:6 beschichtet (20 mm Beschichtungsdicke)
- Serie C beidseitig Seiten mit Repro 3K 1:6 beschichtet (20 mm Beschichtungsdicke)
- Serie D einseitig mit Repro 3K 1:3 beschichtet (5 mm Beschichtungsdicke)
- Serie E beidseitig mit Repro 3K 1:3 beschichtet (5 mm Beschichtungsdicke)
- Serie F Vollkörper aus Repro 3K 1:3
- Serie H Vollkörper aus Sondermaterial

In Abbildung 2.4 sind die Bohrkerne der einzelnen Serien in der Ansicht dargestellt.

Die beidseitige Beschichtung der Asphaltprobekörper beschreibt eine Abweichung von der in der Baupraxis angestrebten Anwendung. Allerdings war zu vermuten, dass sich die einseitig beschichteten Probekörper unter der zuvor beschriebenen Prüfmethodik, insbesondere unter der diametral aufgetragenen Belastung, aufgrund der verschiedenen Steifigkeiten des Materials Triflex Asphalt Repro 3K und des Asphalttes wölben und dadurch eine Auswertung unmöglich wird.

Durch die beidseitige Beschichtung sollte daher eine Symmetrie innerhalb des Probekörpers geschaffen werden.



Abbildung 2.3: Alle ausgebohrten Probekörper

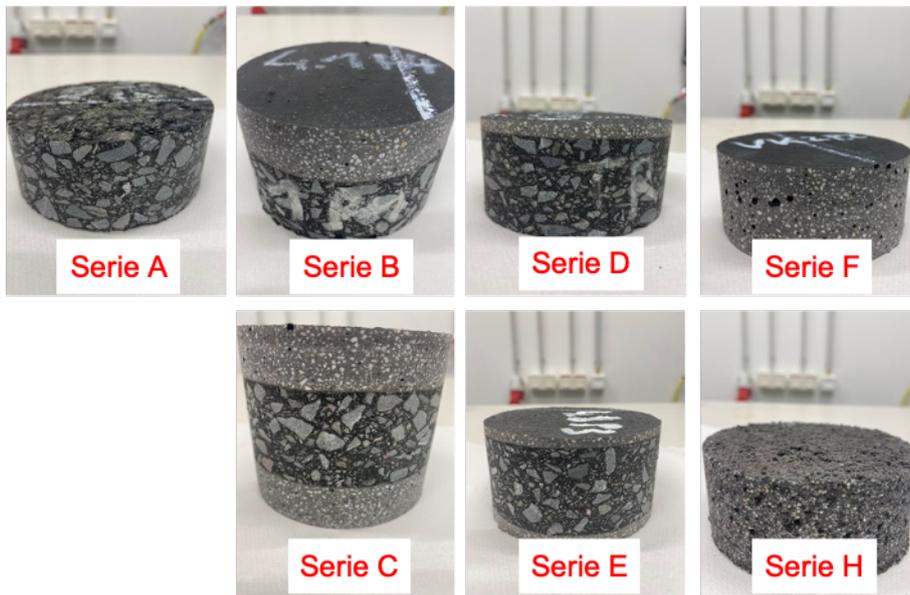


Abbildung 2.4: Probekörperserien

3 Stand der Technik

Im Folgenden wird der Stand der Technik zur Prüfung des Ermüdungsverhaltens an Asphaltprobekörpern mit dem dynamischen Spaltzug-Schwellversuch nach den TP Asphalt-StB Teil 24 vorgestellt.

3.1 Ermüdungsverhalten nach den TP Asphalt-StB Teil 24

3.1.1 Allgemeines

Die Untersuchungen zum Ermüdungsverhalten wurde an ausgewählten Asphaltprobekörpern mit dem Dynamischen Spaltzug-Schwellversuch nach den TP Asphalt-StB Teil 24 durchgeführt. Dabei wird ein kreiszylindrischer Probekörper mit einer sinusförmigen Druckschwellbelastung angeregt.

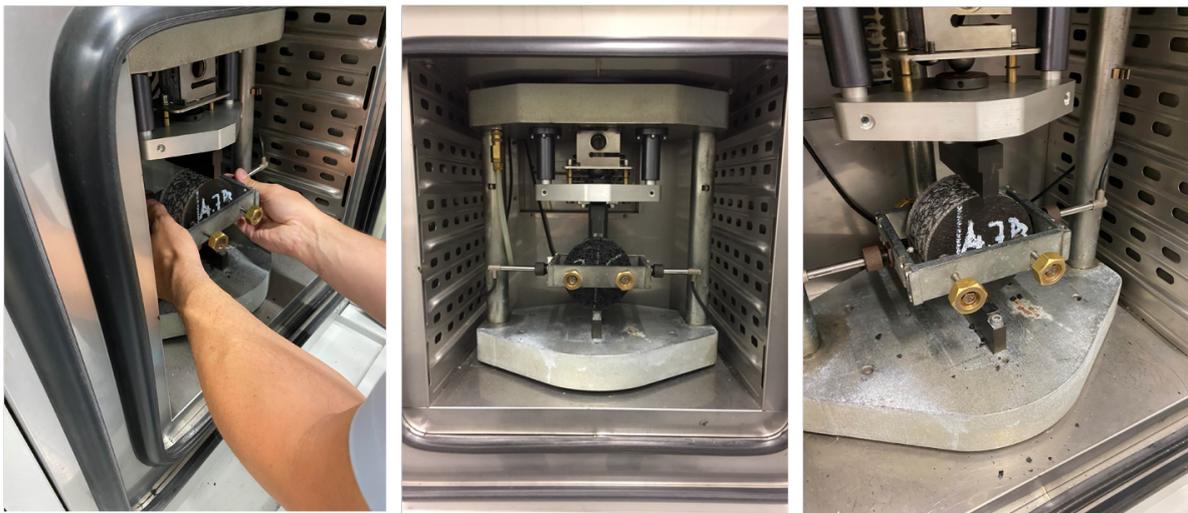


Abbildung 3.1: Spaltzug-Schwellversuch mit Probekörper

Über die diametral gegenüberliegenden Lasteinleitungsschienen wird die Druckbelastung bei einer vorgegebenen Belastungsfrequenz (hier 10Hz) in den Probekörper eingetragen. Durch die Belastung bildet sich ein 2-achsiger Spannungszustand aus. Im Bereich der Lasteinleitung führt die Belastung zu einer Druckbeanspruchung und in der Probekörpermitte durch Umlagerung zu einer Zugbeanspruchung. Der Widerstand gegen Ermüdung über die indirekte Zugbeanspruchung wird somit im Bereich des Bindemittels (Kohäsionsversagen) oder in der Grenzfläche Bitumen-Gestein untersucht.

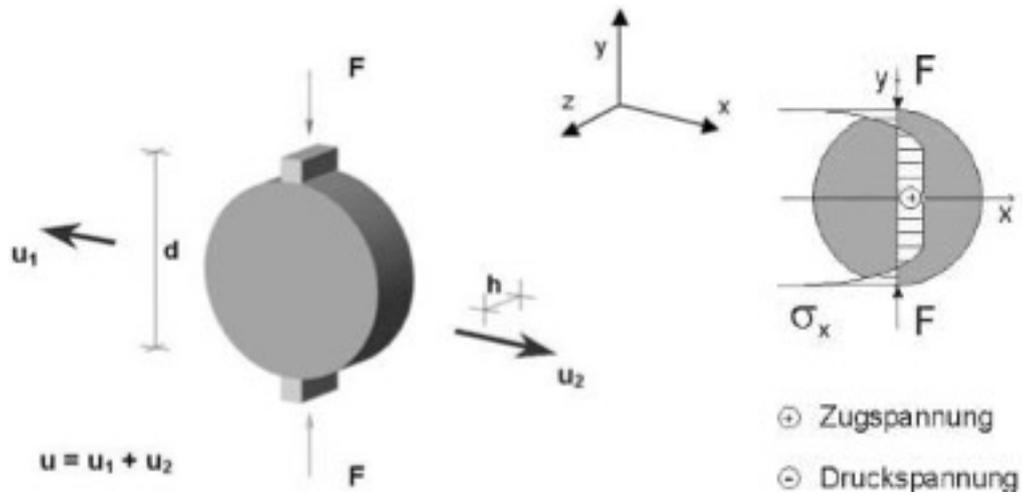


Abbildung 3.2: Prinzip des Spaltzug-Schwellversuchs links, ebener Spannungsverlauf im Probekörper rechts

3.1.2 Auswertung

Die resultierende Zugspannung in Probekörpermitte berechnet sich wie folgt:

$$\sigma = \frac{2 * F}{\pi * d * h} \quad (3.1)$$

σ = Spannung [N/mm²]

F = Kraft [N]

d = Probekörperdurchmesser [mm]

h = Probekörperhöhe [mm]

Durch das gegenläufige Einschwingen der Ober- und Unterspannung kommt es systembedingt zu einem Rauschen der Messdaten. Nach der Prüfvorschrift müssen die Schwankungen der Messdaten mit Hilfe des folgenden Regressionsansatzes für die weitere Verwendung ausgeschlossen werden.

Für die Kraft F in [N] gilt:

$$F(t) = A + B * \sin(2\pi * f * t + C) \quad (3.2)$$

$F(t)$ = Kraft [N]

f = Belastungsfrequenz [Hz]

A = absolutes Glied (Verschiebung auf der x-Achse [N])

B = Amplitude [N]

C = Phasenverschiebung [rad]

und die gemessene horizontale Verformung u in [mm]:

$$u(t) = a + b * \sin(2\pi * f * t + c) + d * t \quad (3.3)$$

$u(t)$ = horizontale Gesamtverformung des Probekörpers [mm]

f = Belastungsfrequenz [Hz]

t = Zeitpunkt bei dem ein Messwert aufgezeichnet wurde [Hz]

a = absolutes Glied des Sinussignals der horizontalen Verformung (Versatz auf der Ordinate) [mm]

b = Amplitude (halbe Schwingweite) des Sinussignals der horizontalen Verformung [mm]

c = Phasenwinkel des Sinussignals der horizontalen Verformung [rad]

d = linearer Term des Sinussignals der horizontalen Verformung [mm/s]

Der Steifigkeitsmodul $|E^*|$ in [MPa] berechnet sich wie folgt:

$$|E^*| = \frac{\Delta F}{\Delta u * H} * \left(\frac{4}{\pi} - 1 + \nu \right) \quad (3.4)$$

$|E^*|$ = absoluter Wert des komplexen E-Moduls (Steifigkeitsmodul) [MPa]

ΔF = Differenz von maximaler und minimaler Kraft [N]

Δu = Differenz von maximaler und minimaler horizontaler Gesamtverformung des Probekörpers [mm]

H = Probekörperhöhe [mm]

ν = Querdehnzahl/Poissonzahl [-]

$$\nu = 0,15 + \frac{0,35}{1 + e^{(1,83034 - 0,07619 * T)}} \quad (3.5)$$

ν = Querdehnzahl/Poissonzahl [-] auf drei Nachkommastellen)

T = Prüftemperatur [C]

Zur Bestimmung der Ermüdungsfunktion werden nach Prüfvorschrift mindestens zehn Probekörper benötigt. Neun Probekörper werden in drei Gruppen zu jeweils drei Probekörpern aufgeteilt. Aufgrund des Einflusses des Hohlraumgehaltes auf die Lastwechselzahl, werden die Probekörper nach ihrer Raumdichte in drei Belastungsgruppen eingeteilt.

Ein Probekörper ist dabei für die Festlegung der Oberlast mit Hilfe eines Multistage-Versuchs zu verwenden. Dabei ist die Oberlast nach der Prüfvorschrift derart festzulegen, dass die zwischen dem 98. und 102. Lastwechsel auszuwertende anfängliche elastische Horizontaldehnung im Bereich von 0,1 bis 0,3 ‰ liegt. Sollten bei der Versuchsdurchführung dennoch Lastwechselzahlen < 1000 auftreten, sind diese Versuchsergebnisse zu verwerfen.

Für die Untersuchung des Ermüdungsverhaltens wird in dieser Arbeit das Ermüdungskriterium Makroriss N_{Makro} nach HOPMAN [1] basierend auf der dissipierten Energie angewendet. Dabei gilt für die Energy-Ratio (ER):

$$ER_N = |E * N| * N \quad (3.6)$$

ER_N = Energy Ratio bei der betrachteten Lastwechselzahl [MPa]

$|E * N|$ = berechneter Steifigkeitsmodul bei der betrachteten Lastwechselzahl N [MPa]

N = betrachtete Lastwechselzahl [-]

Das Kriterium Makroriss wird über das Maximum der Funktion ER_N definiert. Über die ermittelten Lastwechselzahlen N_{Makro} der Belastungsstufen und den jeweils berechneten elastischen horizontalen Anfangsdehnungen $\epsilon_{el,anf}$ können die materialspezifischen Modellparameter k und n über Regression bestimmt werden.

Für die Ermüdungsfunktion gilt:

$$N_{\text{Makro}} = k * \epsilon_{el,anf}^n \quad (3.7)$$

N_{Makro} = Anzahl der Lastwechsel bis zum Makroriss [-]

$\epsilon_{el,anf}$ = anfängliche elastische horizontale Dehnung in Probekörpermitte [%]

k, n = materialspezifische Parameter der Ermüdungsfunktion [-]

Wird ER_N als Funktion der Lastwechselzahl N graphisch dargestellt, dann kann anhand des Verlaufs dieser Funktion die Ermüdungslastwechselzahl für das Kriterium Makroriss N_{Makro} bei dem Maximum der Funktion ER_N ermittelt (siehe 3.3).

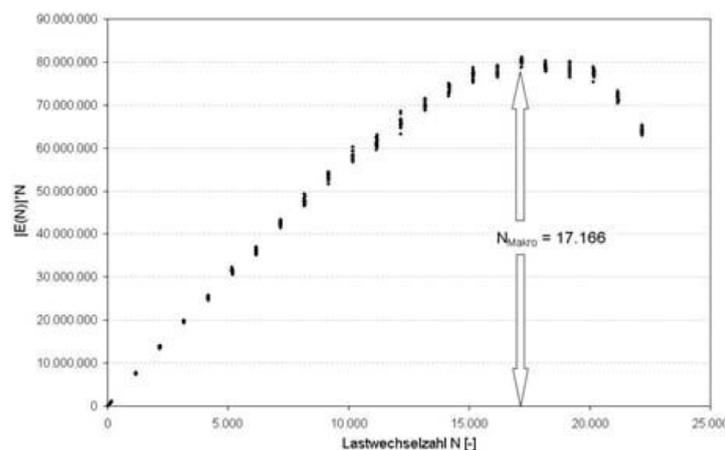


Abbildung 3.3: Beispiel für die Bestimmung der Lastwechselzahl N_{Makro} bis zum Kriterium „Makroriss“

4 Ergebnisse

Im Folgenden werden die Ergebnisse der Ermüdungsversuche im dynamischen Spaltzug-Schwellversuch dargestellt und beschrieben.

Hierbei sind nur die Serien A, B und D im Auswertungsdiagramm enthalten. Ergänzend wurde eine mit polymermodifiziertem Bitumen (pmB) hergestellte Asphaltdeckschicht in das Diagramm integriert.

Die Serie C (20 mm beidseitig beschichtet), E (5 mm beidseitig beschichtet), F (Vollkörper Repro 3K) und H (Vollkörper Sondermaterial) wurden ebenfalls nach der in Abschnitt 2 beschriebenen Methodik geprüft. Bei den Versuchen zeigte sich, dass mit dem dynamischen Spaltzug-Schwellversuch, unter den in den TP Asphalt-StB Teil 24 beschriebenen Bedingungen, keine Ermüdung geprüft werden konnte. Es konnten nach 2.000.000 Lastwechseln visuell keine Anrisse bzw. beginnende Schädigungen erkannt werden, die auf eine Ermüdung des Probekörpers hätten schließen lassen.

Bei der Prüfung der Serie B war festzustellen, dass sich im Bereich der Lasteinleitung parallel zur Oberfläche im Referenzasphalt ein Riss ausbildete, der einen Abriss der Repro 3K-Schicht (allerdings innerhalb des Referenzasphaltes) ankündigt.

In folgender Abbildung sind die Ergebnisse der Serien A, B und D, ergänzt durch eine Serie eines unbeschichteten Asphaltes mit polymermodifiziertem Bitumen (pmB) hinsichtlich des Kriteriums „Lastwechsel bis zum Makroriss“ vergleichend dargestellt.

In Abbildung 4.1 ist Folgendes zu erkennen:

- Der unbeschichtete Referenzasphalt der Serie A (blau) weist den geringsten Widerstand gegen Ermüdung auf.
- Der mit polymermodifiziertem Bitumen hergestellte, unbeschichtete Asphalt (gelb) zeigt einen höheren Widerstand gegen Ermüdung.
- Der einseitig mit 5 mm Triflex Asphalt Repro 3K beschichtete Referenzasphalt der Serie D (orange) weist gegenüber den beiden unbeschichteten Asphaltvarianten (blau und gelb) eine signifikante Steigerung der Ermüdungsresistenz auf.
- Der einseitig mit 20 mm Triflex Asphalt Repro 3K beschichtete Referenzasphalt der Serie B (grau) weist gegenüber den beiden unbeschichteten Asphaltvarianten (blau und gelb) sowie gegenüber der Serie D (orange) eine signifikante Steigerung der Ermüdungsresistenz auf.

Im Vergleich zeigen somit die mit Triflex Asphalt Repro 3K beschichteten Probekörper gegenüber den unbeschichteten Varianten eine deutliche Steigerung des Widerstandes gegen Rissbildung.

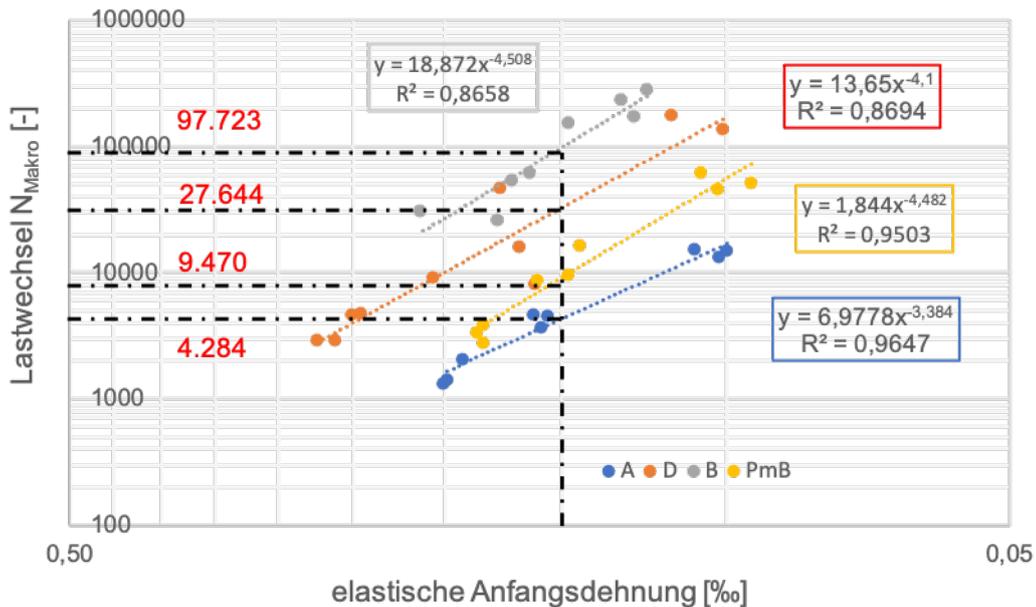


Abbildung 4.1: Ergebnisse des Spaltzug-Schwellversuchs zur Prüfung der Ermüdungsresistenz

In Abbildung 4.1 wurde auf der Abszisse eine elastische Dehnung von 1 ‰ gewählt und auf der Ordinate die ertragbaren Lastwechselzahlen bis zum Erreichen des Ermüdungskriteriums "Makroriss" abgelesen. Die Ergebnisse sind rot in Abbildung 4.1 eingetragen und in folgender Tabelle erneut zusammenfassend dargestellt.

Tabelle 4.1: Lastwechsel bis zum Makroriss

Serie	Lastwechsel	Faktor
A (Referenzasphalt mit 70/100)	4.284	1,00
PmB (Asphalt mit PmB)	9.470	2,21
D (einseitig Repro 3K 5 mm)	27.644	6,45
B (einseitig Repro 3K 20 mm)	97.723	22,81

In Tabelle 4.1 ist die Steigerung der Ermüdungsresistenz als Faktor bezogen auf die Referenzserie A beschrieben. Hier zeigt die einseitige Beschichtung mit einer Dicke von 5 mm bereits eine um den Faktor 6,45 höhere Ermüdungsresistenz. Die mit 20 mm ausgeführte Beschichtung zeigt eine um den Faktor 22,81 höhere Ermüdungsresistenz.

Bei der 20 mm dicken Beschichtung (Serie B) sollten allerdings die bereits beschriebenen Effekte der Schubrissbildung zwischen der Beschichtung und dem Asphalt berücksichtigt werden, die bei der 5 mm dicken Beschichtung (Serie D) nicht so deutlich ausgeprägt waren (siehe auch Abbildung 4.2).



Abbildung 4.2: Links: Rissbildung im Referenzasphalt bei der 20 mm dicken Beschichtung mit Repro 3K, Rechts: minimale Rissbildung bei 5 mm dicken Beschichtung mit Repro 3K

5 Diskussion

In den vorangegangenen Kapiteln wurde die Vorgehensweise zur Erprobung der Repro3K-Beschichtung auf Asphaltdeckschichten beschrieben und die Ergebnisse der Überprüfung der Auswirkung der Beschichtung auf die Ermüdungsresistenz dargestellt.

Im Folgenden werden die Ergebnisse bewertet und versucht, einen Ausblick für ein weiteres Vorgehen zu geben.

Von den hier getroffenen Aussagen bleibt die Erprobung der Wirksamkeit der Oberflächen unberührt, da diese nicht Gegenstand der durchgeführten Untersuchungen war. Ebenso können keine Aussagen bezüglich des Widerstandes gegen bleibende Verformungen (Standfestigkeit) getroffen werden.

5.1 Zusammenfassende Bewertung

Wie die Ergebnisse der durchgeführten dynamischen Spaltzugversuche in 4.1 zeigten, kann bei einer Beschichtung einer Asphaltdeckschicht mit dem Produkt Repro3K nicht von einer negativen Beeinträchtigung des mechanischen Verhaltens der konventionellen Asphaltbefestigung ausgegangen werden.

Vielmehr zeigten die mechanischen Versuche eine deutliche Steigerung des Widerstandes gegen Ermüdung in der Form, dass sich die ertragbaren Lastwechselzahlen bis zu einer Ausbildung eines Makrorisses um ein Vielfaches steigerten (siehe auch Tabelle 4.1).

Die Untersuchung der beidseitig beschichteten Probekörper sowie der Vollkörper zeigten im dynamischen Spaltzug-Schwellversuch nach den TP Asphalt-StB Teil 24 trotz Anpassung der aufgetragenen Belastung auch nach 2.000.000 Lastwechseln keinerlei Anzeichen einer sich ankündigenden Ermüdung. In der genannten Prüfvorschrift wird eine Lastwechselzahl bis zum Erreichen des Ermüdungskriteriums zwischen 1.000 und 1.000.000 Lastwechseln gefordert.

Die Ermüdungsversuche zeigten weiterhin den Effekt, dass sich, vermutlich aufgrund der unterschiedlichen Steifigkeiten zwischen dem Produkt Repro3K und dem Referenzasphalt, ein Schubriss ausbildet (siehe auch Abbildung 4.2). Dieser Schubriss viel bei der 20 mm dicken Beschichtung deutlicher und breiter aus als bei der 5 mm dicken Beschichtung. Dies ist vermutlich auf die größeren Steifigkeitsunterschiede zwischen der dickeren Beschichtung zum Asphalt, verglichen mit der dünneren Beschichtung, zurückzuführen.

Bei den hier durchgeführten Untersuchungen wurde ein Asphaltbeton mit einem unmodifizierten, weichen Bitumen 70/100 als Referenzasphalt (Serie A) gewählt. Die deutlichere Ausprägung

des Schubrisses in der Variante mit dickerer Beschichtung (Serie B) lässt daher die Folgerung zu, dass die Dicke der Beschichtung mit Repro3K in Abhängigkeit von der Steifigkeit der Unterlage (z.B. in Abhängigkeit von der Belastungsklasse, oder in Abhängigkeit von der Tragfähigkeit der Verkehrsflächenbefestigung) dimensioniert werden sollte.

Demnach sollte eine dickere Beschichtung auf einer Unterlage mit höherer Steifigkeit erfolgen, während die dünnere Beschichtungsvariante sowohl auf einer weicheren, als auch auf einer steiferen Unterlage möglich erscheint.

Zusammenfassend können, auf der Grundlage der erzielten Untersuchungsergebnisse, folgende Aussagen getroffen werden:

- Eine Beschichtung einer Verkehrsflächenbefestigung in Asphaltbauweise mit dem Produkt Triflex Asphalt Repro 3K führt zu keiner negativen mechanischen Beeinträchtigung.
- Die Beschichtung einer Asphaltdeckschicht mit dem Produkt Triflex Asphalt Repro 3K führt zu einer signifikanten Steigerung der Ermüdungsresistenz dieser Schicht.
- Die Dicke der Beschichtung muss in Abhängigkeit von der Steifigkeit der zu beschichtenden Unterlage gewählt werden, wobei aus den hier durchgeführten Untersuchungen der 5 mm dicken Variante der Vorzug zu geben ist.
- Durch die hohlraumfreie Gestalt des Triflex Asphalt Repro 3K ist davon auszugehen, dass die überbaute Verkehrsflächenbefestigung durch das Produkt Repro 3K gegen den Zutritt von Wasser geschützt wird und daher die Lebensdauer zusätzlich verlängert wird.

5.2 Ausblick

Aus den zuvor beschriebenen Aussagen lassen sich, wie bereits beschrieben, keine Aussagen hinsichtlich der Oberflächeneigenschaften (Reflektivität, Griffigkeit, akkustische Wirksamkeit o.ä.) ableiten. Ebenso können keine Aussagen bezüglich des Widerstandes gegen bleibende Verformung (Standfestigkeit) getroffen werden.

Die aus den Ergebnissen sicher nachgewiesene Steigerung der Ermüdungsresistenz einer Asphalt-schicht lassen aber Ideen für mögliche Anwendungsbereiche des Produktes Triflex Asphalt Repro 3K im Straßenbau als Ersatz von Deckschichten oder aber als rissüberbrückende Schichten oder Zwischenschichten in unterschiedlichsten Bereichen zu.

Daher werden folgende weitergehende Untersuchungen im Zusammenhang mit dem Asphaltstraßenbau empfohlen:

- Ermittlung der Masterkurven der bereits getesteten Varianten A (unbeschichtet), B (einseitig 5 mm dick beschichtet) und D (einseitig 20 mm dick beschichtet) nach den TP Asphalt-StB Teil 26.

- Durchführung von rechnerischen Dimensionierungen alternativer Befestigungskonzepte unter Verwendung der Masterkurven und der RDO Asphalt-StB.
- Untersuchung der Recyclierbarkeit von Triflex Asphalt Repro 3K im Kontext mit den in der Praxis verwendeten Fräsverfahren und Überprüfung des Einsatzes als Zuschlagstoff in neuem Asphalt.

Erfurt, den 4. Januar 2021


Prof. Dr.- Ing. Steffen Riedl


Dr.- Ing. Ronny Sorge

Literaturverzeichnis

- [1] HOPMAN, P.; Pronk A. P.; Kunst K. P.; Kunst: A Renewed Interpretation Model for Fatigue Measurement, Verification of Miner's Rule. In: *4th Eurobitume Symposium* Bd. Vol. 1. Spain, 1989, S. 557–561