

Optimierung und Qualitätssicherung offenporiger Asphaltdeckschichten

Teil II: Veränderung der Eigenschaften nach längerer Liegezeit

FA 7.198

Forschungsstelle: Technische Universität Braunschweig, Institut für Straßenwesen
(Prof. Dr.-Ing. R. Leutner)

Bearbeiter: Renken, P.

Auftraggeber: Bundesministerium für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen, Bonn

Abschluss: Dezember 2004

1. Aufgabenstellung

Im Zuge der Grunderneuerung der BAB A 2 wurden in den Jahren 1996 bis 1999 zirka 180 km Richtungsfahrbahn der Asphaltdeckschichten zwischen Helmstedt und Bad Eilsen auf niedersächsischem Gebiet in offenporiger Asphaltbauweise ausgeführt. Grund für die Wahl dieser Bauweise war die erzielbare Reduzierung der Lärmemission bei offenporigem Asphalt 0/8 gegenüber einem Asphaltbeton 0/11 von 5,0 dB(A). Dieses Lärminderungsmaß wird als D_{Stro} -Wert bei der Planfeststellung berücksichtigt und ist über mehrere Jahre der Nutzungsdauer der offenporigen Asphaltdeckschicht einzuhalten. Realisiert wird dieser hohe Lärminderungseffekt durch einen sehr großen Hohlraumgehalt der offenporigen Asphaltdeckschicht. Die Strategie der offenporigen Asphaltbauweise etabliert daher bei der Herstellung der Decke für den Hohlraumgehalt ein Vorhaltemaß, so dass trotz Abnahme des Hohlraumgehaltes durch Nachverdichtung, innerer Strukturänderung oder Zusetzen am Ende der Nutzungsdauer immer noch die geforderte Reduzierung der Lärmemission realisiert werden kann.

Neben dem Vorteil der Reduzierung der Lärmentwicklung sind die mit der Offenporigkeit verbundenen guten Drainageeigenschaften und die Vermeidung von Aquaplaning, Sprühhafenbildung sowie die günstigen Reflexionseigenschaften bei Dunkelheit und Nässe als weitere Vorteile hervorzuheben.

Als nachteilig werden die bisher beobachteten kürzeren Lebensdauern der offenporigen Asphaltdeckschichten gesehen, die früheren deutschen Erfahrungen nach nur wenige Jahre, holländischen Untersuchungen zufolge aber bis zu zwölf Jahren betragen können.

Die Nutzungsdauer der offenporigen Asphaltdeckschicht hängt unmittelbar mit der Größe des für das Lärminderungspotenzial erforderlichen Hohlraumgehaltes zusammen. Aufgrund der einkörnigen Konzeption der offenporigen Asphaltdeckschicht wirken zum einem durch die Korn-zu-Korn Druckübertragungsmechanismen, insbesondere wegen der günstig geformten Körner, erhöhte Beanspruchungen auf die Gesteinskörnung ein. Zum anderen wirken wegen des Zutritts von Sauerstoff und Wasser erhöhte Beanspruchungen hinsichtlich Alterung, Klebefähigkeit und Affinität auf das enthaltene Bindemittel beziehungsweise auf die Grenzfläche zwischen Gesteinskörnung und Bindemittel ein.

Aufgrund der teilweise schlechten Erfahrungen mit der offenporigen Asphaltbauweise der Neunzigerjahre hat die Niedersächsische Bauverwaltung die Vorgabe des Merkblattes für den Bau offenporiger Asphaltdeckschichten aus dem Jahre 1991 fortgeschrieben und in ihrer Baubeschreibung für die Ausführung der Bauarbeiten auf der BAB A 2 wesentliche Anforderungen neu formuliert, so die Erhöhung des Verdichtungsgrades auf einen Wert von > 97 %, ein Festlegen des Hohlraumgehaltes auf

mindestens 22 Vol.-%, spezielle Anforderungen an die Kornform (< 8 %), spezielle Anforderungen an die Polierresistenz (PSV > 55) sowie Herstellen des offenporigen Asphalttes in einer Lieferkörnung 5/8 in einem Mengenanteil von mehr als 90 % und einem Bindemittelgehalt von mindestens 6,5 M.-%. Das einzusetzende Bindemittel sollte besonders leistungsfähig sein, sodass auf den Bauabschnitte BAB A 2 ausschließlich hochviskose Sonderbindemittel zum Einsatz kamen, von denen die gewünschte Alterungsbeständigkeit, die Klebfähigkeit und die Affinität zum eingesetzten Gestein zu erwarten war.

Der Einbau der offenporigen Asphaltdeckschicht in Bauabschnitte östlich von Hannover wurde im Rahmen des Forschungsvorhabens 7.174¹⁾ wissenschaftlich begleitet und einige relevante Kenngrößen sowie Eigenschaften der OPA-Deckschichten dokumentiert. Im Bereich westlich von Hannover lagen einige Werte zur Zusammensetzung und zu den Dichtebestimmungen der Strecken im Rahmen der ZEB-Erfassung durch das Niedersächsische Landesamt für Straßenbau, Hannover vor, sodass der Ist-Zustand nach Herstellung der OPA-Deckschichten verhältnismäßig gut dokumentiert war.

Nach einer Liegedauer der Straßenabschnitte von nunmehr bis zu sechs Jahren sollte überprüft werden, inwieweit sich die Eigenschaften der OPA-Deckschicht im Verlauf der Nutzungsdauer verändert haben und wie weit Rückschlüsse auf die Oberflächenbeschaffenheit gezogen werden können.

2. Untersuchungsmethodik

Zur Erzielung des Forschungsziels wurden unter systematischem Aspekt zwölf Bauabschnitte ausgewählt und hieraus eine Reihe von Bohrkernen mit einem Durchmesser von 300 mm und solche mit einem Durchmesser von 150 mm entnommen.

Die offenporige Asphaltdeckschicht der Bohrkernproben wurde zunächst hinsichtlich Verdichtungsgrad und Hohlraumgehalt untersucht. Anschließend wurden die Korngrößenverteilung und der Bindemittelgehalt festgestellt, sowie die Bindemittelleigenschaften analysiert und auch mechanische Eigenschaften der offenporigen Asphaltdeckschicht, wie das Splitthaltevermögen und das Kälteverhalten, angesprochen.

Hinsichtlich der Bindemittelleigenschaften wird dem Bindemittel in der Dichtungsschicht zwischen der OPA-Schicht und der Asphaltbinderschicht eine besondere Bedeutung zugemessen, da für diese Schicht immer das gleiche Bindemittelprodukt vom gleichen Hersteller verwendet wurde, welches auch für die Herstellung der OPA-Deckschicht eingesetzt wurde. Da dieses Bindemittel in geschlossener, dichter Phase in der Straßenbefestigung vorliegt, ist dieses Bindemittel einem erheblich geringeren Alterungsangriff ausgesetzt als das Bindemittel in der OPA-Deckschicht. Das aus dieser als "Zwischenschicht" bezeichneten Lage extrahierte Bindemittel bietet sich zum unmittelbaren Vergleich der Veränderung der Bindemittelleigenschaften nach langer Liegedauer an, da hier auch etwaige Einflüsse aus der Extraktion des Bindemittels mit Trichlorethen als Lösemittel Berücksichtigung finden.

¹⁾ Renken, P.: Optimierung und Qualitätssicherung offenporiger Asphaltdeckschichten. Schlussbericht zum Forschungsvorhaben 7.174/1996/CR des Bundesministeriums für Verkehr, Bau und Wohnungswesen; Braunschweig 1998.

Folgende vergleichende Untersuchungen – jeweils nach Einbau und nach langjähriger Nutzungsdauer – werden durchgeführt:

- Beurteilung der Oberflächenbeschaffenheit mittels Sandfleck-Methode und mittels Ausflussmessung (nur nach langjähriger Liegedauer),
- Beurteilung der Änderung des Verdichtungsgrades und des Hohlraumgehaltes,
- Beurteilung der Veränderung der Korngrößenverteilung aufgrund des Einbaus und der Nutzung nach längerer Liegezeit,
- Veränderung der Bindemittleigenschaften mittels konventionellen Prüfverfahren sowie mittels DSR-Analytik und KD-Analytik,
- Beurteilung des Splitthaltevermögens bzw. des Haftverhaltens. Hierzu wurden für die Gewinnung eines Ausgangswertes im Einbauzustand hilfsweise walzsektor-verdichtete Asphaltprobepplatten aus Mischgut-Rückstellproben hergestellt und modifizierte Cantabro-Tests durchgeführt.
- Beurteilung der Kälteeigenschaften an Bohrkernproben im Vergleich mit walzsektor-verdichteten Asphaltprobepplatten aufgrund der Ergebnisse von Zugversuchen bei unterschiedlichen Temperaturen und Abkühlversuchen.

3. Untersuchungsergebnisse

3.1 Oberflächeneigenschaften

Die Ausflussmessungen mit dem VIT-Gerät und die Rautiefenmessungen mit der Sandfleck-Methode wurden in der Regel im Hauptfahrstreifen und in der Standspur durchgeführt. Ausgewählte Werte für diese Untersuchungen im Hauptfahrstreifen sind den Bildern 1 und 2 zu entnehmen.

Zunächst werden große Unterschiede der Ausflussmessungen zwischen den Ergebnissen des Hauptfahrstreifens und der Standspur festgestellt. Das heißt, die Standspur wurde zugesetzt und der Hauptfahrstreifen offensichtlich durch den rollenden Verkehr vollständig wieder freigespült.

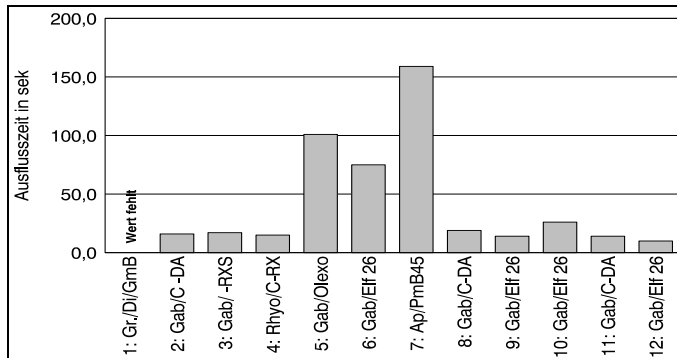


Bild 1: Ausflusszeiten bei Messmarke 6 im Hauptfahrstreifen

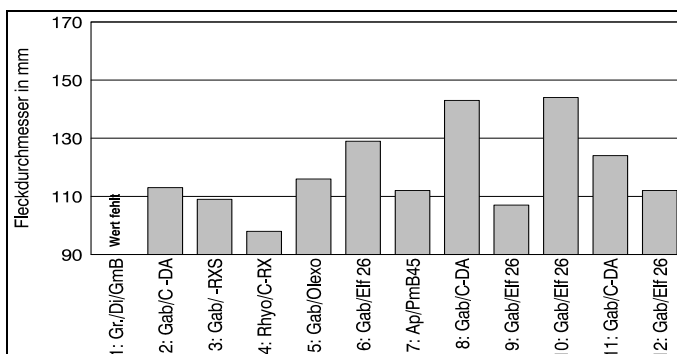


Bild 2: Durchmesser des Sandflecks bei der Rautiefenmessung im Hauptfahrstreifen

Im Einzelnen wurde festgestellt, dass die Ausflusszeit und der Sandfleck-Durchmesser unabhängige Größen sind, da die Ausflusszeit durch den Hohlraumgehalt und der Sandfleck-Durchmesser durch die Oberflächentextur beeinflusst werden. Des Weiteren wurde festgestellt, dass die Ausflusszeit geeignet ist, ein Zusetzen der Hohlräume und Hohlraumgehalte von weniger als 20 Vol.-% anzuzeigen.

3.2 Änderung der Verdichtungsgrade und der Hohlraumgehalte

Die Untersuchungen zum Verdichtungsgrad und zum Hohlraumgehalt haben zunächst gezeigt, dass die Konzeption für die OPA-Rezeptur erfolgreich war und es praktisch in allen Fällen gelungen ist, offenporige Asphaltdeckschichten mit Hohlraumgehalten von mehr als 22 Vol.-% und gleichzeitig mit Verdichtungsgraden von $k > 97\%$ zu realisieren.

Durch die langjährige Nutzungsdauer erhöhen sich in der Regel die Verdichtungsgrade und verringern sich gleichzeitig auch die Hohlraumgehalte (Bilder 3 und 4).

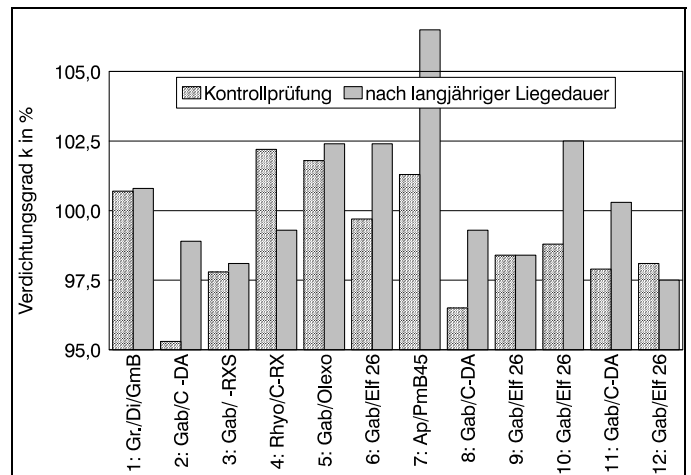


Bild 3: Verdichtungsgrade k der OPA- Deckschichten nach Einbau und nach langjähriger Liegedauer

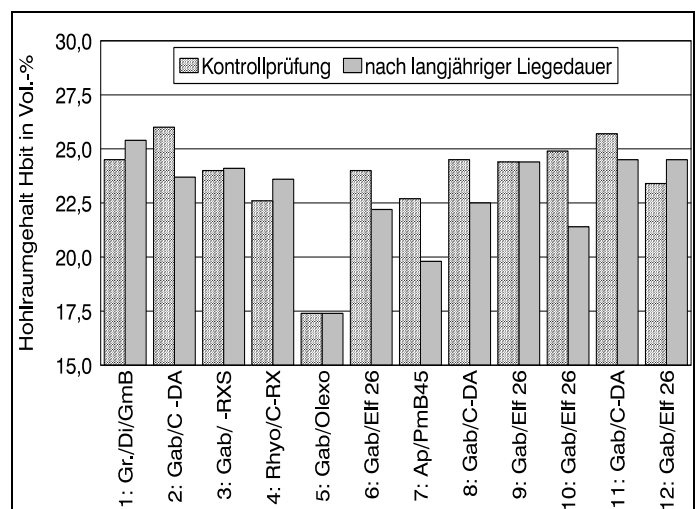


Bild 4: Hohlraumgehalte Hbit der OPA-Deckschichten nach Einbau und nach langjähriger Liegedauer

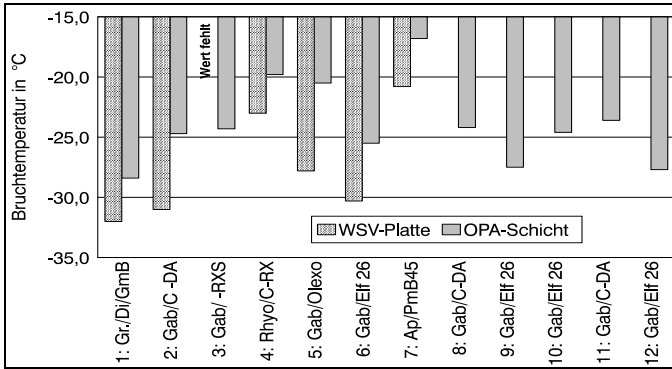


Bild 13: Bruchtemperatur im Abkühlversuch

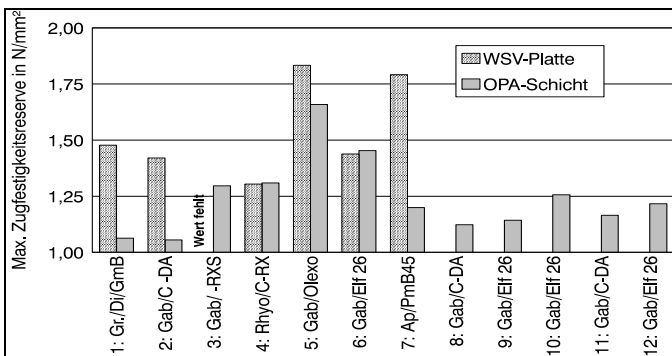
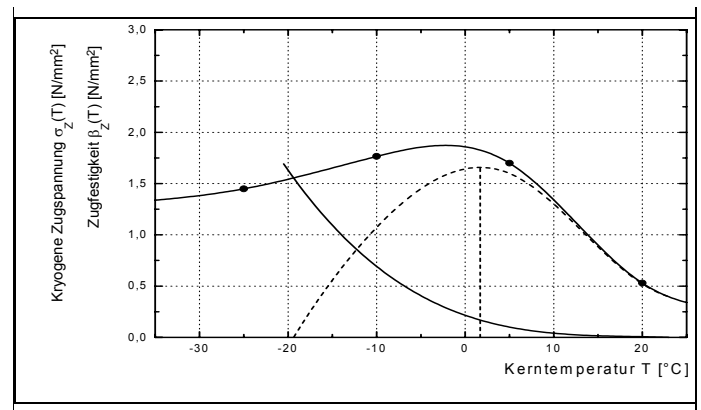
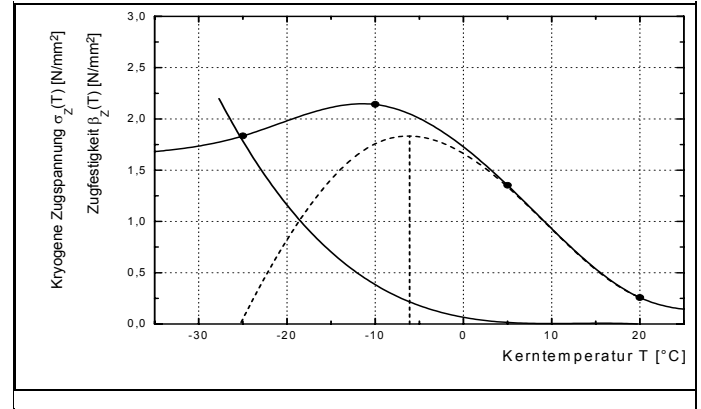
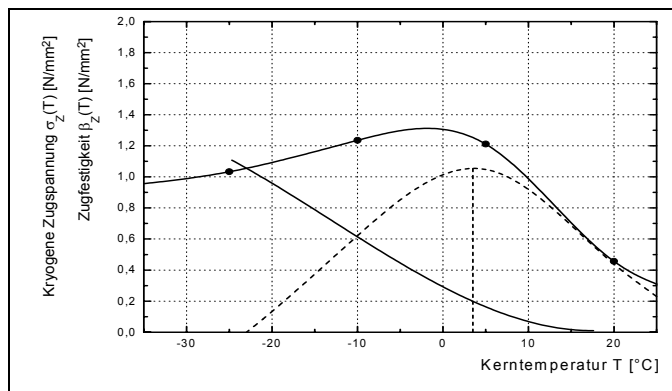
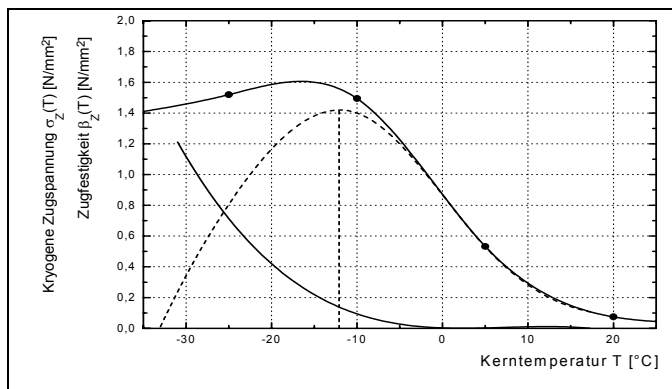


Bild 14: Maximale Zugfestigkeitsreserve



Bilder 16: Ergebnisse der Zug- und Abkühlversuche an walzsektor-verdichteten Asphaltprobeplatten (oben) und an Bohrkernproben aus der Straße (unten) für Bauabschnitt 5



Bilder 15: Ergebnisse der Zug- und Abkühlversuche an walzsektor-verdichteten Asphaltprobeplatten (oben) und an Bohrkernproben aus der Straße (unten) für Bauabschnitt 2

Für die Veränderung der Kälteeigenschaften aller offenporigen Asphaltdeckschichten ist zusammenfassend festzustellen, dass sich die Eigenschaften während der Liegedauer je nach Produktkombination Bindemittel/Gesteinsart unterschiedlich verhalten und auch unterschiedlich stark verändern.

Die Bruchtemperatur aus dem Abkühlversuch steigt, ebenfalls fällt die maximale Zugfestigkeitsreserve erheblich, wobei sich gleichzeitig die Temperatur der maximalen Zugfestigkeitsreserve auf ein höheres (wärmeres) Niveau verschiebt.

Insgesamt verschlechtern sich die Kälteeigenschaften und damit erhöht sich gleichzeitig auch die Neigung der OPA-Deckschichten zur Splittablösung.

Da die Kälteeigenschaften aber bereits beim Einbau insgesamt auf einem sehr hohen Niveau lagen, sind diese trotz der festgestellten Verringerung der Eigenschaften in Gegenwart von Kälte – bei sehr wenigen Ausnahmen – immer noch mit gut bis befriedigend zu beurteilen. Aus diesem Grunde konnten nennenswerte Schäden aufgrund Schwächen der inneren Struktur der offenporigen Asphaltdeckschicht generell nicht beobachtet werden.

4. Zusammenfassung und Folgerungen für die Praxis

Für die Umsetzung der Ergebnisse in die Praxis können die folgenden Fazite gezogen werden:

- Ausflussmessungen mit dem modifizierten Ausflussstandzylinder sind geeignet, zerstörungsfrei Hohlraumgehalte unter 20 Vol.-% in der verdichteten, offenporigen Asphaltdeckschicht zu erkennen.

- Es stellt kein Problem dar, offenporige Asphaltdeckschichten mit Verdichtungsgraden von mehr als 97 % und gleichzeitig Hohlraumgehalten von mehr als 22 Vol.-% zu konzidieren und herzustellen. Durch langjährige Nutzungsdauer erhöht sich der Verdichtungsgrad, gleichzeitig verringert sich der Hohlraumgehalt.
- Die Leitkörnung 5/8 der OPA-Deckschicht wird erheblich zerstört. Dieser Umstand drückt sich überraschenderweise nicht in einer Verringerung des Hohlraumgehaltes aus.
- Das Bindemittel in der OPA-Deckschicht altert in Abhängigkeit vom Bindemittelprodukt und den Herstellungs- und Einbaubedingungen erheblich. Für die Beurteilung der Alterung bietet sich die Betrachtung des Unterschiedes des aus der OPA-Deckschicht und der "Zwischenschicht" zurückgewonnenen Bitumens an; als Kriterium genügen die Feststellung des Erweichungspunktes Ring und Kugel und des Verlaufes der Kraftduktilitätskurve.
- Der modifizierte Cantabro-Test ist grundsätzlich geeignet, das Splitthaltevermögen zu prognostizieren. Allerdings ist das Verfahren wegen der kleinen Probekörperperformaten zu optimieren.
- Die Kälteeigenschaften werden nach längerer Liegedauer nachteilig verändert. Die Zugversuche bei verschiedenen Temperaturen und die Abkühlversuche sind geeignet, das Kälteverhalten der offenporigen Asphaltdeckschichten differenziert anzusprechen. Zudem sind die Werte für die Zugfestigkeit bei höheren Temperaturen geeignet, Aussagen zu mutmaßlichen Splittabblöseverhalten zu formulieren.

Zusammenfassend wurde festgestellt, dass trotz der Veränderung der Eigenschaften in einen eher ungünstigen Bereich mit wenigen Ausnahmen in den Bauabschnitten 1 und 6 nennenswerte Schäden an den offenporigen Asphaltdeckschichtvarianten zum Zeitpunkt der Probenahme nicht festgestellt wurden.

Da das Splittabblösevermögen die dominante Schadensursache für offenporige Asphaltdeckschichten darstellt wird empfohlen, zunächst den in der Euro-Norm beschriebenen Cantabro-Test für die dünnen Probekörperperformaten zu modifizieren und zu optimieren. Des Weiteren wird vorgeschlagen zu überprüfen, inwieweit Abreissversuche oder einaxiale, ggf. dynamische Zugversuche geeignet sind, das Splittabblöseverhalten zu prognostizieren.

Da sich – für die offenporige Asphaltbauweise zum Vorteil, aber für die eindeutige Interpretation der Versuchsergebnisse zum Nachteil – praktisch noch kein Versagensfall eingestellt hat, sind die Versuchsergebnisse mit einem Schadensereignis nicht korrelierbar, zumal eine objektive Bewertung des Oberflächenzustandes beim Befahren der Strecke wegen Anwesenheit unvermeidbarer, mechanischer Verletzungen aufgrund äußerer Einflüsse erschwert wird.

Aus diesem Grund muss dringend empfohlen werden, den Verlauf der Änderungen einzelner Bauabschnitte bis zum Ende der bautechnischen Nutzungsdauer in regelmäßigen Abständen prüftechnisch zu erfassen und zu dokumentieren. □