

- Asphaltrecycling in der Heißmischanlage
- Einfluss feiner Gesteinskörnungen auf die Griffigkeit von Straßen
- Wege zum optimierten Mischguteinbau
- Auswirkungen von Lastpausen und Heilung
- Mehrskalmodellierung
- Nachhaltige Straßensanierung mit Asphaltbewehrung
- Zukunft Straßenbau – Szenarien und Strategien

GESTRATA



JOURNAL

Das Asphalt-Magazin

März 2012, Folge 134

Asphalt verbindet Menschen und Welten





Inhalt

GESTRATA Bauseminar 2012	04 – 05
Asphaltrecycling in der Heißmischanlage	06 – 11
Einfluss feiner Gesteinskörnungen auf die Griffigkeit von Straßen	12 – 17
Wege zum optimierten Mischguteinbau	18 – 24
Auswirkungen von Lastpausen und Heilung auf die Ermüdungseigenschaften von Asphaltgemischen	26 – 35
GESTRATA Herbstseminar 2011	36
Mehrskalenmodellierung zur Beschreibung des Ermüdungsverhaltens von Asphalt	38 – 40
Nachhaltige Straßensanierung unter Einsatz einer Asphaltbewehrung	42 – 50
Zukunft Straßenbau – Szenarien und Strategien	52 – 56

GESTRATA Bauseminar 2012 Optimismus für schwieriges Asphaltjahr

Vom 16. bis zum 26. Januar 2012 ging in den Bundesländern das GESTRATA Bauseminar über die Bühne. Hochrangige Referenten zeigten in ihren Ausführungen einmal mehr die beeindruckende Themenvielfalt rund um den Baustoff Asphalt.

Die alljährliche Informationstour der GESTRATA durch Österreich begann in Vorarlberg und führte durch alle Bundesländer bis nach Kärnten. Auf diese Weise ist es den Mitgliedern der GESTRATA und vielen Schülern der Höheren Technischen Lehranstalten in den Regionen möglich, sich ohne weite Anfahrtswege direkt über Aktuelles und Wissenswertes aus der Asphaltwelt informieren zu lassen. In Salzburg begrüßte Dipl.-HTL-Ing. Alfred Zeiler, Vorstand der GESTRATA, die zahlreichen Seminar Teilnehmer und bedankte sich für ihr Kommen. In seinen Begrüßungsworten ging Zeiler auf den Zustand der Straßen in den Bundesländern ein und konnte dazu aktuelles Zahlenmaterial aus der Studie „Erhaltungsbedarf Straßenoberbau Landesstraßen“ präsentieren, mit der Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr. Johann Litzka 2010 beauftragt worden war. Anlass für die Studie waren wiederholte Anfragen nach dem Erhaltungsbedarf beim österreichischen Landesstraßennetz gewesen, mit denen die Straßenbaudirektoren der österreichischen Bundesländer konfrontiert waren.

In der Studie wurde das gesamte österreichische Landesstraßennetz mit einer Länge von knapp 34.000 km detailliert untersucht. Die Ergebnisse dabei hätten gezeigt, so Zeiler, dass bereits 22 % des Landesstraßennetzes in einem schlechten bis sehr schlechten Zustand wären. Das würde bedeuten, dass bei diesen Straßen eine Generalsanierung dringend nötig sei. Weiters wurde in der Studie festgestellt, dass sich bei gleichem Verhalten bis zum Jahr 2020 weitere 7 % des Landesstraßennetzes ebenfalls in schlechtem bis sehr schlechtem Zustand befinden würden. Allein um den jetzigen Zustand der Straßen erhalten zu können, wären aber rund 60 Mio. Euro zusätzlich zu jenen Mitteln nötig, die jetzt zur Verfügung stünden. Kein gesichertes Datenmaterial gebe es laut Zeiler im Bereich des Straßen- und Wegenetzes der Gemeinden. Hier könne er nur aus seinen eigenen Erfahrungen berichten, und da würden die Gemeindestraßen ebenfalls schlecht abschneiden. Dipl.-HTL-Ing. Alfred Zeiler verglich die aktuelle Situation des Straßenzustands mit dem Verlust des Triple A am österreichischen Finanzsektor, wo man zum gegenwärtigen Zeitpunkt die Situation zur Kenntnis nehmen müsse und zum Reagieren gezwungen wäre. Auch im Bereich der Straßen wäre man in naher Zukunft mit massiven Auswirkungen konfrontiert, wenn nicht gehandelt würde. Die GESTRATA hätte es sich deshalb zum Ziel gesetzt, in allen möglichen Gremien und Bereichen auf diese Situation aufmerksam zu machen. In Österreich wäre nicht die Frage, ob genug Geld vorhanden sei, sondern wie man Gelder am sinnvollsten einsetzen

könne. Vor diesem Hintergrund sei es unverständlich, dass allorts nur von Sparplänen gesprochen und damit die Zukunft massiv negativ beeinflusst werde. Deshalb sprach sich GESTRATA-Vorstand Zeiler auch einmal mehr für die Zweckbindung der Mineralölsteuer aus: „Man muss einfach wieder dahin kommen, dass es einen fixen Betrag gibt, der für die Straßen verwendet wird.“

Da genüge die Aussage der Länder nicht, jedes Jahr die gleichen Beträge zur Verfügung zu stellen, weil die Kosten für die Straßenerhaltung und den Straßenbau in den letzten Jahren massiv gestiegen wären. Als Beispiel führte Zeiler den Bitumenpreis an. 1994 hätte die Tonne Bitumen im Durchschnitt 109 Euro gekostet, für 2012 wären Preise um 520 Euro prognostiziert. Damit hätte sich der Preis im angeführten Zeitraum fast verfünffacht, wobei eine solche Entwicklung nicht nachvollziehbar wäre. Für Bauunternehmen mache eine derartige Preisgestaltung die Kalkulation sehr schwierig. Dazu würde auch eine geringere Mischgutproduktion Probleme bereiten. Der Mitarbeiterstand könne häufig nicht mehr gehalten, gut ausgebildete Asphaltfachkräfte müssten entlassen werden.

Ein immer wichtigeres Anliegen der Unternehmen in der Asphaltbranche wäre außerdem die Qualität von Bitumen. Durch die neuen Raffineriemethoden hätte man den Eindruck, dass hier nicht mehr die gewohnten Qualitäten zur Verfügung stünden. Man müsse deshalb immer öfter zu polymermodifizierten Bindemitteln greifen, was sich wiederum im Preis auswirke. Auch hier habe es sich die GESTRATA zum Ziel gesetzt, Forschungsarbeit zu betreiben, um so zu einer verbesserten Qualität des Produktes beizutragen.

2012 wird nach Einschätzung von Alfred Zeiler ein schwieriges Jahr, wobei er zu bedenken gab, dass auch die letzten Jahre nicht einfach gewesen wären. Deshalb sei er für 2012 optimistisch und wünsche allen Anwesenden ein gutes Asphaltjahr.



*Dipl.-HTL-Ing.
Alfred Zeiler,
Vorstand der
GESTRATA*

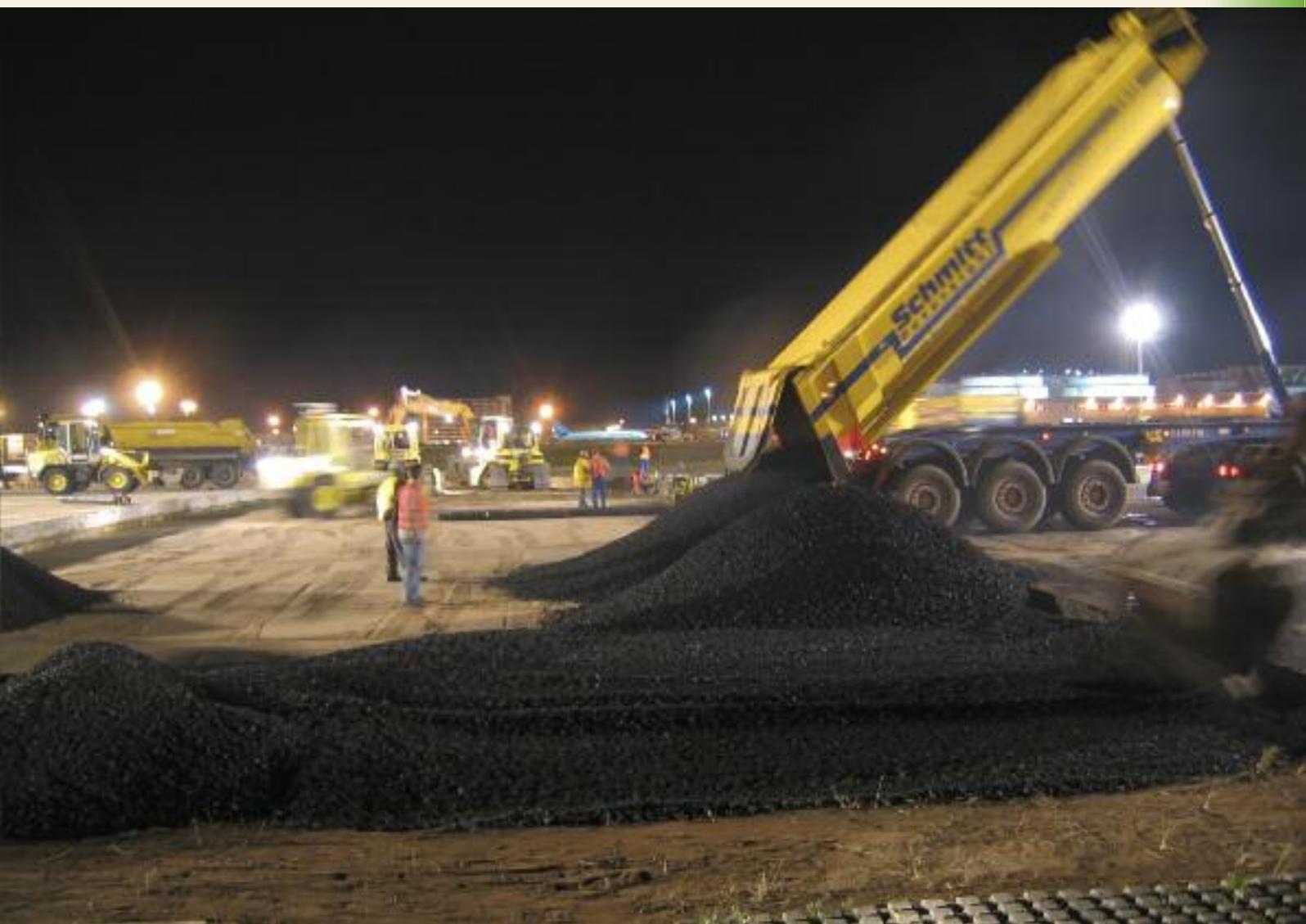
Breites Themenspektrum

Nach den aktuellen Informationen aus den Bundesländern, die von den Baureferenten der Landesregierung bzw. ihren Vertretern präsentiert wurden, übergab Ing. Maximilian Weixlbaum, Geschäftsführer der GESTRATA und Moderator der Veranstaltung, das Wort an die Referenten:

- Martin Gregori:
Umwelttechnische Aspekte im Straßenbau
- Klaus Heller, Hans Hierzer:
Asphaltrecycling in der Heißmischanlage
- Wolfgang Haslehner:
Ländliche Straßen und Güterwege
- Markus Hoffmann: Systematisches
Erhaltungsmanagement mit Lebenszykluskosten
- Michael Kostjak, Thomas Schlemmer:
GVO in der Praxis – hochbelastete Straßen
- Hannes Kugler: Einfluss feiner Gesteinskörnungen
auf die Griffigkeit von Straßen
- Ronald Blab, Bernhard Hofko:
Anti-Aging-Anforderungen an Asphalt
- Wirtgen-Group:
Wege zum optimierten Mischguteinbau
- Theo Gundringer:
Verkehrssicherung – eine deliktische Pflicht!

Den Abschluss des Bauseminars 2012 bildete ein Mittagsbuffet, bei dem noch die Gelegenheit bestand, die einzelnen Themen zu besprechen und mit den Referenten zu diskutieren.

*Dr. Luise Weithaler
Presse- & PR-Service
5020 Salzburg, Kirchenstraße 31
Tel./Fax: +43(0)662-883832
weithaleripr@aon.at*



Asphaltrecycling in der Heißmischanlage

A) RA-Zugabe im Kaltverfahren

am Beispiel AMW Weitendorf / Stmk.



AMW Weitendorf

6

Der zunehmende Anfall von Ausbauasphalt auf den Baustellen und die damit verbundene ALSAG-Thematik schafft die Notwendigkeit, Ausbauasphalt aus dem Status der Baurestmasse durch entsprechende Aufbereitung und Rückführung in den Stoffkreislauf zurück zum Bauprodukt zu SAMMELN, AUFZUBEITEN und WIEDERZUVERWENDEN.

Wir unterscheiden:

- Ausbauasphalt in Schollenform, dabei sind die Schollen vorzuverkleinern, und
- Ausbauasphalt in Form von Fräsmaterial, dieses ist geeignet, direkt in die Sieb- und Brechanlage aufgegeben zu werden.

Das angelieferte Material ist in beiden Fällen in der Eingangskontrolle zu verwiegen und zu begutachten, sowie für die weitere Klassifizierung sortenrein getrennt zu lagern.

Die Aufbereitung erfolgt über eine Brech- und Siebanlage, z.B. in Form einer Stationärbrechanlage für große RA-Aufbereitungsmengen. Für kleinere Aufbereitungstonnagen eignen sich Mobilbrechanlagen, welche im Bedarfsfall (z.B. alle 2 – 3 Monate) die Aufbereitung des Ausbauasphaltes in der Mischanlage vornehmen. Die Brechanlagen sind CE-zertifiziert und auf die Qualitätsanforderung der MA abgestimmt.

Der aufbereitete (= gebrochene und versiebte) Ausbauasphalt wird als RA-Material einer Zwischenlagerung in Form eines Freilagers oder einer Lagerhalle zugeführt. Beim Lagerplatz / Freilager ist der Feuchtigkeitsgehalt durch Beregnung sowie eine Verklebung und Verfestigung durch Sonnenbestrahlung nachteilig

festzustellen. Auch sind Freilagerflächen entsprechend den wasserrechtlichen Vorschriften zu gestalten. Besser ist die Zwischenlagerung in einer überdachten Lagerbox oder Lagerhalle.

Während der Aufbereitung des RA-Materials ist folgendes zu beachten:

- es dürfen keine Fremdstoffe (z.B. Beton, Ziegel) in den RA gelangen
- der RA muss frei von sonstigen mineralischen oder organischen Bestandteilen sein
- während der Aufbereitung ist auf eine gute Durchmischung des Ausgangsmaterials zu achten, um eine gleichbleibende Qualität des RA-Materials zu erreichen
- die Probenahme erfolgt in der Regel mindestens alle 500 to am aufbereiteten Asphaltrecyclingmaterial

Der für die Produktion von Mischgut vorgesehene RA unterliegt verschiedenen Prüfungen für die Qualitätssicherung:

- Die Prüfung der entnommenen Proben erfolgt gemäß EN 13108-8 (= Anforderungen an Ausbauasphalt) und der ÖNORM B3580-1 (= Asphaltmischgut – Mischgutanforderungen).
- Durchzuführende Untersuchungen
 - Korngrößenverteilung, Bindemittelgehalt
 - Eigenschaften des rückgew. Bindemittels (PEN, ERK)
 - Eigenschaften des Gesteins (LA, PSV, SI, C)
 - Umweltverträglichkeit (mit PAK)
 - Fremdanteil
 - Stückgrößenverteilung

Wir unterscheiden die Produktion von RA-Mischgut durch die Art der RA-Zugabe:

1) RA-Kaltzugabe

a) als kontinuierliche Zugabe:

Dabei erfolgt die Kaltzugabe über das Heißbecherwerk (max. 20 % RA) gemeinsam mit dem auf ca. 270 °C erwärmten Material der Trockentrommel. Dies ist die einfachste und kostengünstigste Installation, jedoch nur für den Bypassbetrieb geeignet und daher nur für untergeordnete Tragschichten sinnvoll.

b) als chargenweise Zugabe – Letztstand der Technik:
Die Kaltzugabe erfolgt über einen zusätzlichen RA-Elevator direkt in den Mischer (max. 25 % RA).

2) RA-Warmzugabe

Dabei erfolgt die gesonderte Erwärmung des RA-Materials über eine zusätzliche Trockentrommel, welche das Material auf ca. 120 °C schonend erwärmt

a) herkömmlich

im Gleichstromverfahren und direkt beheizt, max. 70 % RA (theoretisch).

Der Trommeldurchlauf des RA-Materials und die Flammenausbreitung des Trocknerbrenners verlaufen in die gleiche Richtung – dadurch schonende Erwärmung.

b) neu

im Gegenstromverfahren und indirekt beheizt, max. 100 % RA (theoretisch).

Das RA-Material ist keiner direkten Brennerflamme ausgesetzt – die Erwärmung erfolgt indirekt mit Heißgas.

In unserem Betrachtungsbeispiel AMW Weitendorf wird das RA-Material per Radlader in einen 13 m³ fassenden Aufgabebunker geladen und aus diesem mittels vollautomatischen Abzugsband zum Elevator gefördert. Die volumetrische Dosierung wird über die Bandgeschwindigkeit geregelt (Abb. 1).



Abb. 1

Über einen zusätzlichen Elevator wird das RA-Material mit dem Becherwerk auf die Mischerebene gefördert (Abb. 2) und dort über einen 3-to-Pufferspeicher mit Füllstandsonden und einer Bandwaage dem Mischer aufgegeben. (Abb. 3)

Das kalte RA-Material trifft im Mischer auf das 270 °C erhitze Mineral – die Eigenfeuchtigkeit verdampft, der Wasserdampf wird abgesaugt. Nach ca. 60 Sekunden Mischprozess wird das fertige Mischgut dem Verlade-silo zugeführt und auf den LKW verladen. Die dabei entweichenden Dämpfe werden abgesaugt und über den Filter in den Rohgaskamin abgeleitet.



Abb. 2



Abb. 3

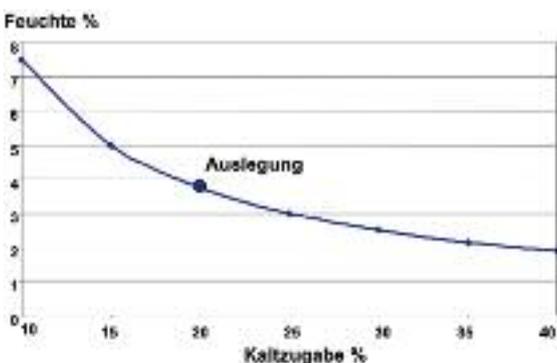
Die gesamte Steuerung erfolgt vollautomatisch, um eine gleichbleibende Mischgutqualität zu gewährleisten. Die elektronische Steuerung für die RA-Zugabeanlage muss voll in die Steuerung der Mischanlage integrierbar sein. Bei der Kaltzugabe von RA-Material wird eine dynamische Steuerung empfohlen. Diese regelt eine kontinuierliche / stufenlose Steigerung der Zugabemenge in Abhängigkeit der Mischguttemperatur. Die Steuerung dosiert auch die Heißsilierung automatisch.

Die Zugabemenge im Kaltverfahren ist abhängig vom Feuchtigkeitsgehalt des Materials (Lagerung: frei oder überdacht) und von der Außentemperatur (Frühjahr / Sommer / Herbst).

Der Einfluss der Außentemperatur ist wie folgt zu bewerten:

	Frühjahr/Herbst	Sommer
Außentemperatur	5° - 10°C	25° - 30°C
Zugabemenge RA	15%	20%
Erhitzung Mineral	270°C	230°C
Mischguttemperatur	170°C	170° - 175°C

Die Kaltzugabemenge ist feuchtigkeitsabhängig:



Für die wirtschaftliche Betrachtung sind folgende Kosten für die Installation einer RA-Kaltzugabe anzusetzen:

- Investitionskosten für maschinelle Einrichtung auf der MA
- zusätzliche befestigte Lagerflächen
- überdachte Materialboxen
- Leistungsminderung bei der Produktion um ca. 10 %, bedingt durch längere Mischzeiten
- erhöhter Energiebedarf bei Gas und Strom durch zusätzliche maschinelle Ausstattungen und schlechteren Wirkungsgrad für die höhere Erhitzung des Minerals
- Einschränkung der Flexibilität bei der Disposition (Bestellung / Produktion)

Den Mehrkosten gegenüber steht eine Einsparung beim Bitumen (max. 1 %) und der Zuschlagsstoffe (Mineral). Das Einsparungspotential liegt bei ca. € 2,-/to Mischgut in Abhängigkeit vom aktuellen Bitumenpreis.

B) RA-Zugabe im Heißverfahren mit Paralleltrommel

am BEST-PRACTICE-Beispiel der AUSTRIA-ASPHALT Mischanlage Marchtrenk / OÖ.

Auch hier ein Rückblick in vergangene Zeiten, im Bild die Anlage in den 60er Jahren.....



und beim REFIT 2007, im Vordergrund der Turmzubau für die Anlagenerweiterung mit der Paralleltrommel.



Die Optimierung der bestehenden Mischanlage erfolgte unter folgenden Gesichtspunkten, welche für ein wirtschaftliches Gesamtkonzept zur Rentabilität der Gesamtinvestition in der Höhe von ca. 4,0 Mio € maßgebend von Bedeutung sind:

- Die Eigenanlage im Konzern ist als Schwerpunktanlage für RA-Tragschichten ausgerichtet: der wirtschaftliche Betrieb der Paralleltrommel setzt eine möglichst kontinuierliche Produktion voraus, welche in der Eigenanlage im OÖ. Zentralraum bestmöglich steuer- und planbar wird.
- Eine gezielte Lenkung der Materialströme ist erforderlich – durch die zentrale Lage kann im Bedarfsfall auf umliegende Mischanlagen ausgewichen werden.
- Der steigende Anfall von Ausbausphalt aus Eigenbaustellen im Zentralraum sichern die Einlieferung von jährlich 30.000 – 40.000 to Ausbausphalt, welcher für den Paralleltrommelbetrieb notwendig ist.
- Der seit 2008 laufend steigende Bitumenpreis kompensiert teilweise die konjunkturbedingt fallenden Produktionstonnagen der Anlage und damit steigenden Fixkosten zur wirtschaftlichen Amortisation der Investition.
- Die Verbesserung der zusätzlich 120 to Trocknerleistung ermöglicht kürzere Anlaufzeiten beim Anlagenstart – dadurch keine Wartezeiten für Baustellen.

Das Gesamtkonzept der Anlagenoptimierung zeigt die Verbesserung der logistischen Abläufe, innerbetrieblichen Wegstrecken und die Vollautomatisierung der Kiesaufgabe (Kieshochlager mit 3.700 to Mineral in 14 Silozellen, Bereitstellung zusätzlicher Lagerflächen), Verwiegung und Lieferscheinverarbeitung.



Die Anlagenoptimierung setzte eine Verlagerung der Lohnstundenkapazität von der Kiesaufgabe zur RA-Aufbereitung voraus, in Verbindung mit der Automatisierung der LKW-Verwiegung (Chipsystem für Stammfrächter, Automatisierung der Lieferscheinausgabe).

Folgende Erweiterungen wurden beim bestehenden Mischturm für die RA-Zugabe getätigt:

- 2 RA-Aufgabedoseure + RA-Elevator
- RA-Trockentrommel mit Erdgasbrenner 120 to/h – Gleichstromverfahren
- RA-Zwischenbunker 40 to / elektrisch beheizt
- Direktzugabe von RA in den Mischer
- Umgehungsband für Kaltzugabe / Kleinmengen
- Vergrößerung der Filteranlage auf 64.000 Nm³/h
- Austausch Mischer auf 4 to

Ein wesentlicher Aspekt für die Aufbereitung von Ausbausphalt im großen Umfang ist die Bereitstellung von ausreichenden Lagerflächen. Dabei ist die getrennte Lagerung von Asphaltchollen und Fräsgut nach Einzelklassifizierung und Prüfintervall der Eingangskontrolle zu berücksichtigen.



Die bestehende Brech-/Siebanlage wurde zur Verbesserung der Logistik umgestellt und mit zusätzlichen Komponenten erweitert:

- zusätzlicher RA-Aufgabebunker wurde aufgestellt
- Direktbeschickung Siebanlage für Fräsgut
- Überkornrücklauf – optimiert Verschleiß und Durchlaufzeiten im Brecher
- Magnetabscheider für die Aussonderung von Metallteilen
- automatische Einbringung über Förderbandsystem in die RA-Lagerhalle

Das versiebte RA-Material 0/16 mm wird automatisch in die RA-Lagerhalle gefördert.



10

Die Lagerung in der RA-Halle mit einem Fassungsvermögen von 2.000 to verbessert die Energieeffizienz. Dadurch wird die Eigenfeuchtigkeit von 5 % auf 3 % verringert und bringt eine Einsparung beim Gas von ca. 1 Nm³/to Mischgut. Durch die zusätzliche Trocknerleistung der Paralleltrommel konnte die Gesamtkapazität der Mischanlage mit dem neuen 4-to-Mischer auf 240 to/Std. erhöht werden.

Vorteile der Paralleltrommel:

- Direkt-Zugabe des getrockneten und erwärmten RA in den Mischer
 - kürzere Mischzeiten
 - keine Wasserdampfbildung
- hohe RA-Zugaberaten bis max. 70 % möglich
- Verbesserung der Sieblichtheitsvarianz durch Heißversiebung Mineral
- die Optimierung des Mischgutes ist für alle Rezepte möglich
- die Dampfentsorgung erfolgt über die Trockentrommel
- das Verfahren ist sehr gut für große Produktionsmengen geeignet

In der Kostenbetrachtung / Rentabilität der Anlage zeigt sich die Notwendigkeit der gesamten Umbaumaßnahme im Zusammenspiel der einzelnen Komponenten.

Erfahrungen im laufenden Betrieb:

Um Ausbaupasphalt gezielt dem Stoffkreislauf rückzuführen, wird den anliefernden Eigenbaustellen eine Vergütung des Materials gutgeschrieben. Die Anlage fungiert als Verwertungsanlage und entlastet die Baustelle von den ALSAG-Bestimmungen.

Wichtig ist die genaue Eingangskontrolle des Ausbaupasphalts und die teilweise getrennte Lagerung nach den spezifischen Eigenschaften. Es wird viel Platzbedarf für Lagerflächen benötigt. Probenahmen (alle 400 to) erfordern Vorlaufzeiten von ca. 3 Wochen, bevor die einzelnen Lagerdepots zur Weiterverwendung freigegeben werden. Eine lückenlose Aufzeichnung der Materialströme von der Eingangsverwiegung bis zur Rückführung in das Asphaltmischgut ist durch die Chargenprotokolle sichergestellt. Die Rückmeldung vom Labor an den Mischbetrieb dient auch der Rezeptoptimierung in Verbindung mit der CE-Kennzeichnung.

- Kleinmengen sind über ein Umgehungsband für RA-Kaltzugabe möglich, jedoch aus wirtschaftlichen Gründen wenig sinnvoll.
- Wichtig ist die Baustellenplanung, Vorbestellung zur Optimierung der Produktionsabläufe für einen kontinuierlichen Mischbetrieb.
- Für die Trommelreinigung sind 30 – 60 Min./Tag zu kalkulieren.
- Verschiedene Bitumensorten sind vorzuhalten.

Weiters wurde eine Betriebsdatenerfassung BDE seit 2011 auf der Anlage installiert:

Diese zeichnet täglich die anlagenspezifischen Produktionsdaten wie Wetter, Außentemperatur, Eigenfeuchtigkeit, Brennerstarts, Laufzeit Brenner, Trocknerleistung, Laufzeit Mischer, Anzahl Rezeptwechsel, Produktionsmengen, Energieeinsatz (Strom, Gas, Diesel) und die Lohnstunden auf und ermöglicht eine objektive Bewertung der Anlagenproduktivität.

Mit zu betrachten ist natürlich auch der Umweltgedanke. In der Abfallrahmenrichtlinie sind klare Ziele nach folgender Prioritätsreihung definiert:

1. Vermeiden von Abfällen
2. Vorbereitung zur Wiederverwendung
3. Recycling
4. Sonstige Verwertung (z.B.: energetische Verwertung)
5. Beseitigung

Durch das Recyclieren des Ausbaupasphaltes entsprechen wir den Anforderungen der Abfallrichtlinie, wir schonen die Ressourcen durch Bitumen- und Gesteinseinsparung und führen Ausbaupasphalt einer bestmöglichen Wiederverwendung zu.

In der Gesamtbetrachtung ist die RA-Zugabe eine wirtschaftliche Gesamtlösung, dabei ist die Rechtssicherheit und Rechtskonformität in Bezug auf den ALSAG gegeben.

- Wichtig ist der klare rechtliche Rahmen zum Ende der Abfalleigenschaft von Baurestmassen mit dem Übergang zum Bauprodukt.
- Die RA-Zugabe ist eine Strategie zur nachhaltigen Nutzung von Baurestmassen und ist die Förderung von Sekundärrohstoffen auch von Ausschreibungsseite erforderlich.

- Ein weiteres Thema ist das Bewusstsein für Ressourcen schonendes Bauen und die Endlichkeit von Primärbaustoffen.
- Die zweckgebundene Rückführung – vom Baustoff zum Baustoff – setzt eine funktionierende Kreislaufwirtschaft und ein effizientes Stoffstrommanagement, Ausbau – Aufbereitung – Produktion von qualitätsgeprüften Sekundärrohstoffen voraus.
- Wichtig ist auch die ökologische Bilanz / Energie, CO2-Einsparung.
- Urban Mining – "die Stadt als Bergwerk"

Ziel ist, den Materialkreislauf im Bauwesen möglichst zu schließen. Durch Nutzung des Bauwerksbestandes kann einer mittelfristigen Verknappung bei Primärbaustoffvorkommen entgegengewirkt werden.

Asphaltrecycling ist ein notwendiger Aspekt der Ressourcenschonung und des langfristigen Erhaltes unserer Landschaftsräume.

Das neu erscheinende RVS-Merkblatt 11.03.22 mit dem Titel "Entscheidungshilfe bei der Wiederverwendung von Asphaltgranulat" wird im Frühjahr veröffentlicht.

Abschließend bin ich der Überzeugung, dass Asphaltrecycling in der Heißmischanlage als Strategie zur nachhaltigen Nutzung von Baurestmassen einen maßgeblichen Beitrag zur Ressourcenschonung in Übereinstimmung mit der europäischen Bauproduktenverordnung leistet.



Prok. Bmst. Ing. Klaus Heller, MBA
 STRABAG AG Direktion: AE / Bereich: DD
 4021 Linz, Salzburgerstraße 323
 Tel.: +43 (0)732 / 3731 - 620
 Fax.: +43 (0)732 / 3731 - 699
 Mobil: +43 (0)664 / 4661082
klaus.heller@bauholding.com

Gf. Hans Hierzer
 Pichler Bau GmbH
 8431 Gralla/Leibnitz, Pichlerstraße 6
 Tel.: +43 (0)3452 / 73 444 40
 Fax.: +43 (0)3452 / 73 444 18
office@pichlerbaumir.com

Einfluss feiner Gesteinskörnungen auf die Griffigkeit von Straßen

Die Griffigkeit wird in österreichischen Regelwerken unscharf als Eigenschaft einer Oberfläche bezeichnet, welche die relative Bewegung zwischen Reifen und Oberfläche begrenzt (ÖNORM B 3591 oder ÖNORM EN 13036-4). Deutsche Normen präzisieren dies insofern, als die Textur und die stoffliche Beschaffenheit der Fahrbahnoberfläche als wirksame Eigenschaften beschrieben werden (TP Griff-StB (SCRIM)) und zwar unter festgelegten Bedingungen (Geschwindigkeit, Reifenmerkmale, Temperatur und Zwischenmedien wie Nässe und Verschmutzung sind durch den Straßenbauer nicht beeinflussbar).

Die stoffliche Beschaffenheit wiederum umfasst ein Set an Parametern wie Korngröße, Kornform, Mineralverzahnung im Gestein und mineralspezifische Eigenschaften, woraus im Kontext mit Bitumen und Herstellungsweise unterschiedliche Texturen resultieren. Die im Zuge dieser Arbeit zu beantwortende Frage ist nun, welchen Einfluss die feine Gesteinskörnung auf dieses komplexe Gesamtsystem der Griffigkeit von Asphaltoberflächen hat.

Als feine Gesteinskörnung gilt im Asphaltstraßenbau gem. ÖNORM EN 13043 die Körnung $D \leq 2$ mm und d (überwiegend) $> 0,063$ mm, de facto also die Sandfraktion. Diese wiederum ist in erster Linie der Mikrotextur zuzuordnen, welche sich auf Rauheitselemente mit horizontaler Ausdehnung $< 0,5$ mm bezieht. Damit können sowohl Oberflächen grober Gesteinskörner beschrieben werden, als auch die Rauheit, welche sich aus der Nachbarschaft feiner Gesteinskörner ergibt. Ein leicht zu visualisierendes Beispiel diesbezüglich wäre Sandpapier, das einerseits die Größenordnung der Mikrotextur veranschaulicht und andererseits auch die griffigkeitserhöhende Wirkung von Sand erahnen lässt (Abb. 1).

Diese sandinduzierte Mikrotextur lässt sich auch auf Asphaltoberflächen wiederfinden. Abb. 2 zeigt eine Asphaltoberfläche nach Polierbeanspruchung, wobei das grobe Korn in der Mitte stark poliert wurde und keine relevante Mikrotextur mehr aufweist. Im Gegensatz dazu ist unterhalb dieses Grobkorns zT sehr feine Gesteinskörnung zu sehen, die zwar ebenfalls poliert wurde, in der Gesamtheit aber noch griffigkeitsrelevante Mikrotextur aufweist.

Inwieweit feine Gesteinskörnung nun in der Lage ist, die Griffigkeit der gesamten Oberfläche zu beeinflussen hängt neben der Menge des verwendeten Sandes wiederum von dessen Eigenschaften ab. Im Gegensatz zur groben Gesteinskörnung besteht die feine nicht aus Gesteinen (Mineralaggregaten), sondern meist aus einzelnen Mineralen.

Daher werden die Eigenschaften feiner Gesteinskörnungen von mineralspezifischen Eigenschaften wie Härte und Spaltbarkeit dominiert. Letztere beeinflusst auch die aufbereitungsbedingte Bruchrauheit, welche üblicher Weise (zumindest anfangs) höher ist als die Rauheit eines Natursandes.

Grundsätzlich kann festgehalten werden, dass Minerale geringer Spaltbarkeit und hoher Mineralhärte auch eine höhere Polierresistenz aufweisen.



Abb. 1: Rauheit (griffigkeitserhöhende Wirkung) von feiner Gesteinskörnung in Form von Sandpapier.



Abb. 2: Asphaltoberfläche nach Polierbeanspruchung. Poliertes grobes Gesteinskorn in der Mitte, darunter zT sehr feine Gesteinskörnung, die eine Mikrotextur ähnlich der von Sandpapier aufweist. Ganz oben die Millimetrierung eines Lineals.

Ein sehr geeignetes Instrument, um diese Polierresistenz zu messen ist die Prüfanlage nach Wehner / Schulze, welche in Österreich derzeit nur an der TU Wien und in der TPA Wien zur Verfügung steht (Abb. 3). Voraussichtlich im Frühjahr 2012 wird die zugehörige Prüfvorschrift RVS 11.06.23 mit detaillierten Arbeitsanleitungen erscheinen.

Darin enthalten ist auch eine alternative Prüfmethode nach dem PSV-Verfahren, welches zur groben ersten Abschätzung der Polierresistenz von Sand verwendet werden kann.



Abb. 3: Prüfanlage nach Wehner / Schulze in der TPA Wien

Mit der Prüfanlage nach Wehner / Schulze ist es nun möglich, sowohl die Polierresistenz (bzw. die Reibbeiwerte) der reinen Sandfraktion zu messen, als auch die Griffigkeit unterschiedlichster Oberflächen, so zB von Asphaltbeton (vgl. Abb. 4). Durch Variation des Sandanteiles oder der Qualität des Sandes kann so der Einfluss der feinen Gesteinskörnung abgeschätzt werden. Außerdem erlaubt das Gerät auch Abschätzungen der Griffigkeitsentwicklung mit zunehmender Polierbeanspruchung (also Gebrauchsdauer), welche ebenfalls simuliert werden kann.



Abb. 4: Prüfung von Sand (oben) und eines Asphaltbetonprobekörpers (unten).

In der Literatur gibt es bis dato relativ wenige Arbeiten, die sich (u.a.) mit dem Einfluss der Griffigkeit feiner Gesteinskörnungen in Asphalt beschäftigt haben. Einige sollen im Folgenden vorgestellt werden: Litzka et al. (2003) bzw. Pfeiler (2004) haben mit unterschiedlich polierresistenten Sanden gleiche AC 8-Probekörper hergestellt, deren Splitt einen PSV von 51 aufwies. Dabei stellte sich heraus, dass nur hoch polierresistente Sande die Griffigkeit erhöhen, der Unterschied zu Asphalten mit gering polierresistenten Sanden aber sehr groß ist (vgl. Abb. 5).

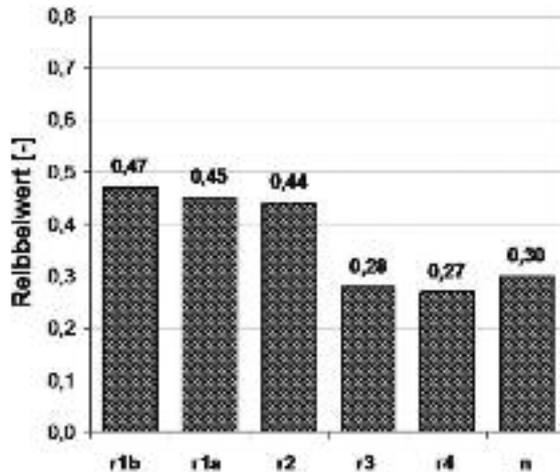
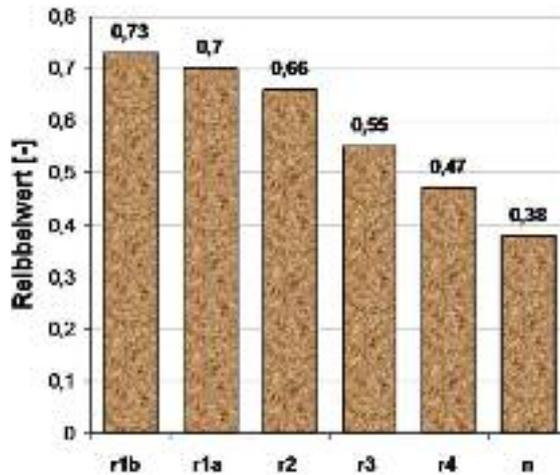


Abb. 5: Unterschiedlich polierresistente Sande (oben) und deren Auswirkung auf die Griffigkeit in AC mit Splitt PSV 51 (unten). Aus: Litzka et al. (2003) bzw. Pfeiler (2004).

Ergänzend wurden AC 8 in gleicher Weise allerdings mit schlechterem Splitt (PSV 40) hergestellt. Dabei zeigte sich, dass die Griffigkeiten insgesamt erwartungsgemäß sanken. Solche Asphalte mit hoch polierresistenten Sanden wiesen aber trotzdem höhere Griffigkeiten auf als Asphalte mit hoch polierresistentem Splitt, aber gering polierresistentem Sand (vgl. Abb. 6). Daraus lässt sich folgern, dass ein hoch polierresistenter Sand in der Lage ist, schlechten polierfähigen Splitt bis zu einem gewissen Grade zu kompensieren.

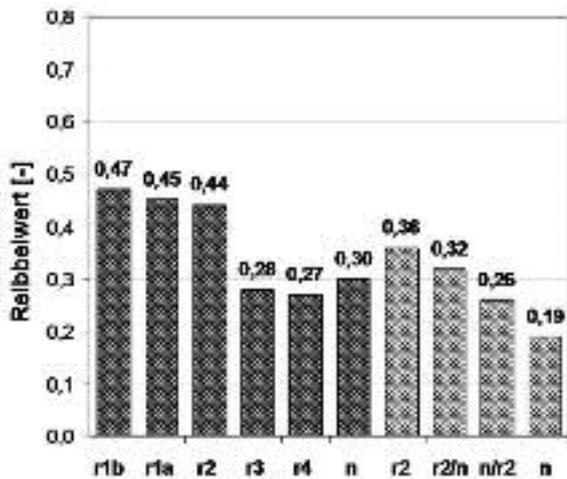


Abb. 6: Auswirkung unterschiedlich polierresistenter Sande auf die Griffigkeit in AC mit Splitt PSV 51 (dunkle Säulen links) und mit Splitt PSV 40 (hellere Säulen rechts). Aus: Litzka et al. (2003) bzw. Pfeiler (2004).

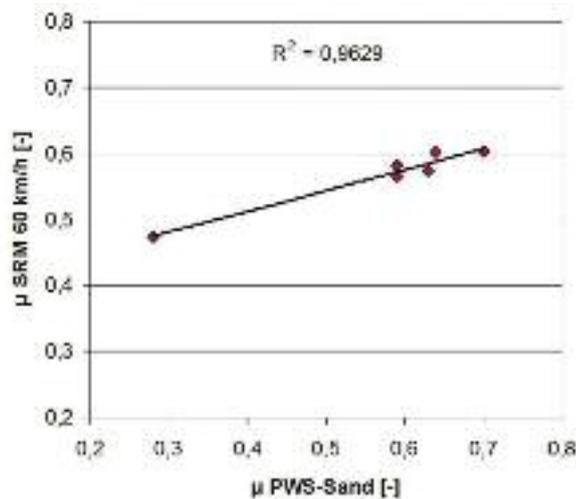


Abb. 7: Korrelation der Reibbeiwerte des reinen Sandes (Abszisse) mit den (über die Jahre gemittelten) Griffigkeiten der Asphaltoberfläche (Ordinate). Auch bei Exklusion des geringsten Wertes (Kalk), welcher eine hohe Wertespreizung und ein hohes Bestimmtheitsmaß bedingt, bleibt ein erkennbarer Zusammenhang. Aus: Ballmann (1999).

Kirchmaier et al. (2010, 2011) haben zwei Asphalte miteinander verglichen, deren Unterschied nur im verwendeten Sand lag. Im einen Fall bestand dieser aus 100% Kalk, im anderen aus 66 % Kalk und 34 % hoch polierresistenter LD-Schlacke. Dabei zeigte sich interessanter Weise eine gleiche Anfangsgriffigkeit, allerdings eine deutlich geringere Griffigkeit der Probe mit reinem Kalksand bei längerer Polierbeanspruchung. Auf die Praxis umgelegt würde dies evtl. eine erfolgreiche Abnahmeprüfung, aber zu geringe Griffigkeiten am Ende der Gewährleistung bedeuten. Dames et al. (1988) sowie Ballmann (1999) haben sich eingehend mit einer Teststrecke in Rottweil / Dt beschäftigt, bei der sechs unterschiedliche Sande eingebaut und über einen Zeitraum von 13 Jahren beobachtet wurden. Durch Messungen der Polierresistenz der verwendeten Sande sowie der Griffigkeiten der entsprechenden Asphalte mittels SRM (bei 60 km/h) konnte ein deutlicher positiver Zusammenhang festgestellt werden (Abb. 7). Je höher die Polierresistenz der Sande, desto höher ist die Griffigkeit der entsprechenden Asphalte (auch und besonders nach langer Gebrauchsdauer).

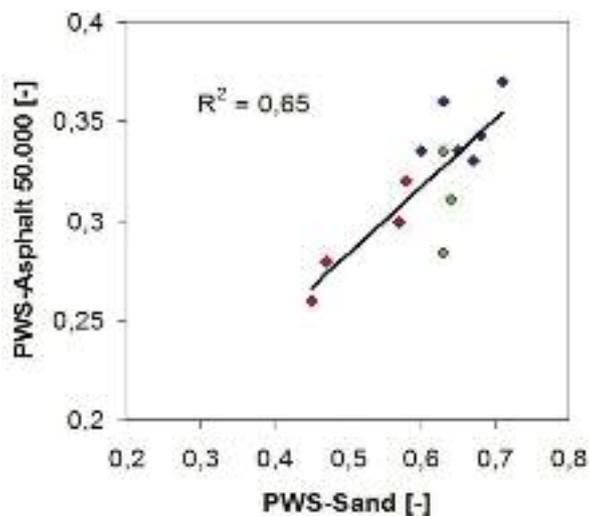


Abb. 8: Korrelation der Reibbeiwerte des reinen Sandes (Abszisse) mit den Griffigkeiten der Asphaltoberfläche nach 50.000 Überrollungen (Ordinate). Rot = Kalkreiche Sande, grün = dolomitreiche Sande, dunkelblau = Silikate. Aus: Patzak et al. (2009).

Patzak et al. (2009) haben ebenfalls verschieden polierresistente Sande (Karbonate, Silikate sowie Mischungen daraus im Verhältnis 1:1) mit entsprechenden (sonst gleichen) Labor-Asphalten verglichen. Nach 50.000 Überrollungen in der Prüfanlage Wehner / Schulze (gleichbedeutend mit Polierbeanspruchung in der Dimension von vielen Monaten bis wenigen Jahren in der Praxis) konnte auch ein erkennbarer positiver Zusammenhang festgestellt werden (Abb. 8).

Bei weiterer intensiver Polierbeanspruchung (270.000 Überrollungen) zeigt sich außerdem, dass die Griffigkeiten bei Verwendung von Sandmischungen mit Quarz auf hohem Niveau bleiben, welche jenen von Asphalten mit rein silikatischen Sanden entsprechen (Abb. 9). Die geringe Polierresistenz von Karbonatsand scheint also auf die dauerhafte Griffigkeit des Asphalts dann nur wenig Einfluss zu haben, wenn (wie im konkreten Fall) in der feinen Gesteinskörnung 50 % hoch polierresistenter Sand enthalten ist.

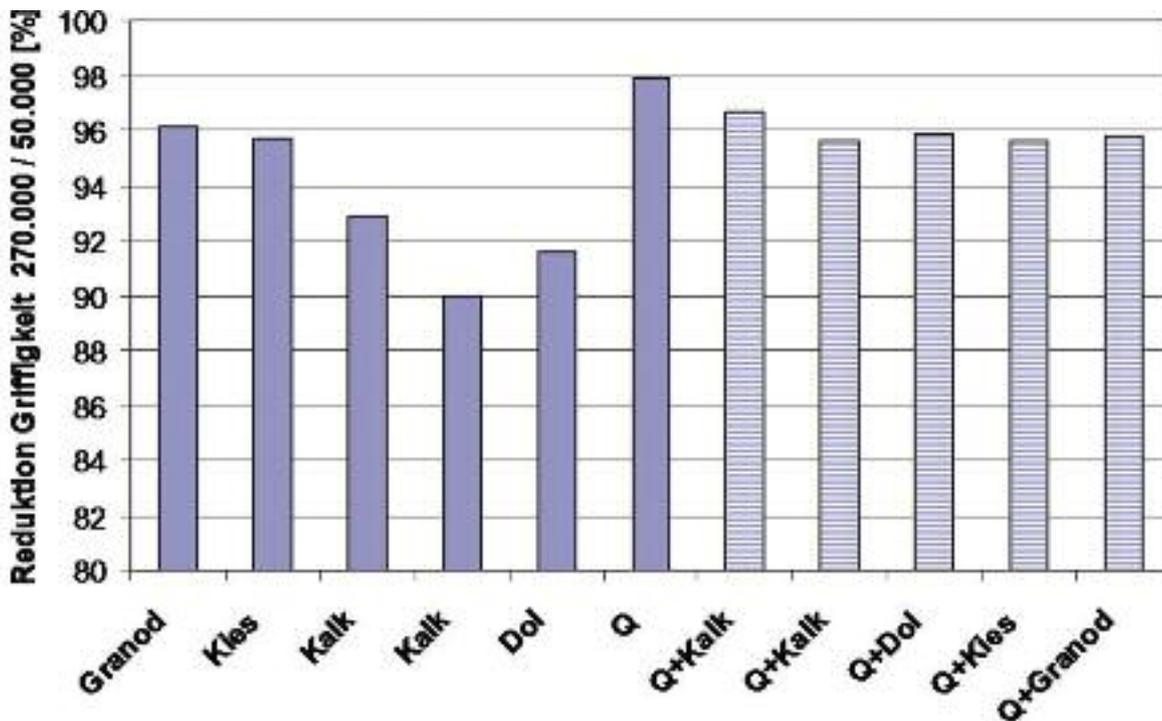


Abb. 9: Prozentuelle Reduktion der Griffigkeit von Asphalten nach 270.000 Überrollungen im Vergleich zu 50.000 Überrollungen. Die blauen Säulen links zeigen Asphalte mit Sanden gleicher (karbonatischer oder silikatischer) Zusammensetzung, die helleren Säulen rechts zeigen Asphalte mit Sandmischungen aus 50 % Quarz (Q). Granod = Granodiorit, Dol = Dolomit. Aus: Patzak et al. (2009).

Dieser Umstand, dass bei Verwendung hoch polierresistenter Sande gering polierresistente Sande wie Kalk nur geringen negativen Einfluss auf die gesamte Griffigkeit des Asphalts haben, kann damit erklärt werden, dass hier ein sekundärer Texturierungseffekt vorliegt. Darunter ist zu verstehen, dass im Zuge der Polierbeanspruchung bzw. Verkehrsbelastung weiche Mineralien rasch abgeschliffen werden, wohingegen harte polierresistente Mineralien (zB viele Silikate) als Spitzen aus einer Oberfläche herausragen und so griffigkeitsrelevante Mikrotextur erzeugen (vgl. Abb. 10 und Abb. 11). Bei Asphalten,

deren Sandkomponente neben weichem Kalk auch harte Silikate enthält, tritt also bei längerer Polierbeanspruchung dieser sekundäre Mikrotextureffekt auf und ermöglicht dauerhaft höhere Griffigkeiten als bei Verwendung von reinem Kalksand. Dieser Effekt ist auch in der Natur als Selbstschärfung bei Schneidezähnen diverser Nagetiere bekannt (Kombination harter und weicher Schichten) und wurde mittlerweile auch von der Industrie für Messertechnologie übernommen.

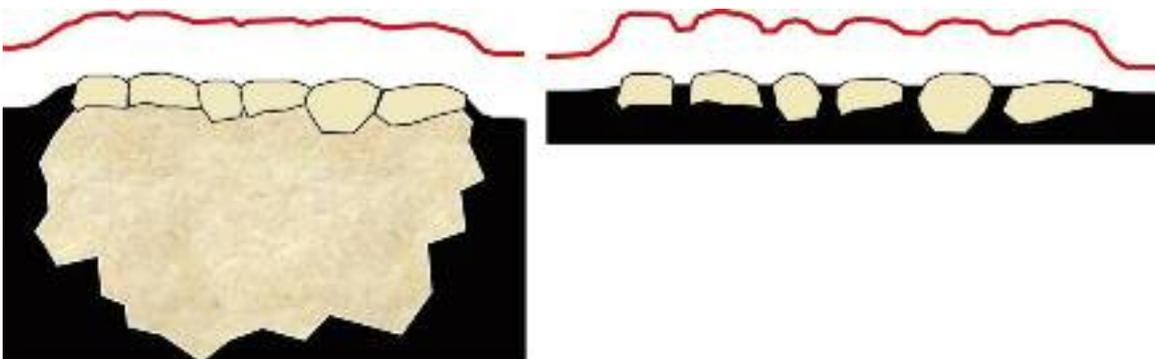


Abb. 10: Sekundärtextur am karbonatischen Splittkorn (links) und in Bereichen feiner karbonatischer Gesteinskörnung (rechts). Die rote Linie markiert die Silhouette der resultierenden Oberfläche nach Polierbeanspruchung. Trotz Weichheit des Materials erzeugt der Sand eine höhere Mikrotextur als die Oberfläche eines vergleichbaren Splittkornes.

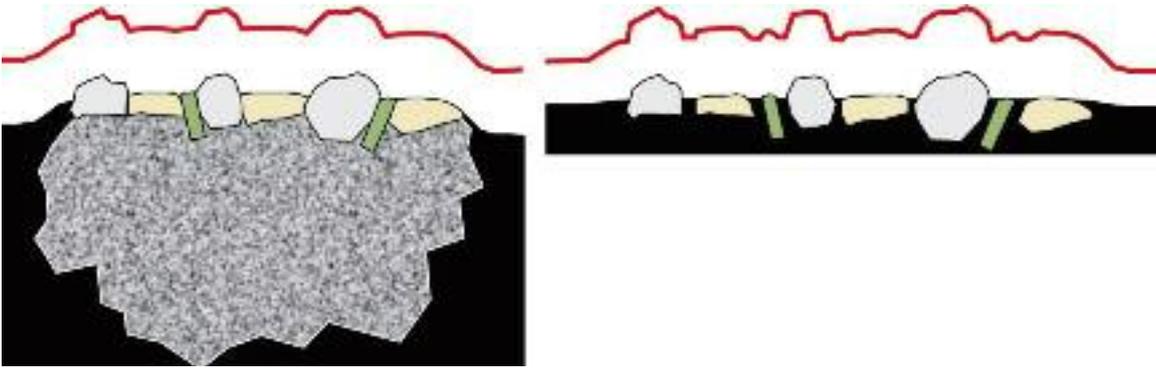


Abb. 11: Sekundärtextur am Splittkorn (links) und in Bereichen feiner Gesteinskörnung (rechts). Hellgrau = harte Minerale (zB viele Silikate), gelb = weiche Minerale (zB Karbonate), grün = gut spaltbare, weiche Minerale (zB Glimmer). Die rote Linie markiert die Silhouette der resultierenden Oberfläche nach Polierbeanspruchung. Die Mikrotextur beim Sand ist höher als beim vergleichbaren Splittkorn und deutlicher ausgeprägt als bei reinem Karbonatsand (vgl. Abb. 10).

Resümierend kann Folgendes festgehalten werden:

- Der Einfluss der feinen Gesteinskörnung („Sand“) auf das Griffigkeitsverhalten von Asphalt(beton) ist evident. Es können positive Zusammenhänge zur Polierresistenz der Sande festgestellt werden, dh je höher die Reibwerte des Sandes sind, desto größer ist die Griffigkeit des Asphalts.
- Die Intensität des Einflusses ist einerseits abhängig von der Bauweise, bzw. der Menge an verwendetem Sand (zB kein Einfluss bei SMA), andererseits von der Mineralogie des Sandes. Je härter, weniger spaltbar und kantiger der Sand ist, desto höher sind die Reibwerte des Sandes bzw. griffiger ist der Asphalt.
- Bei langer Gebrauchsdauer (bzw. hoher Polierbeanspruchung) verlieren Asphalte mit sehr hohem karbonatischem Anteil im Sand rasch an Griffigkeit. Wenn allerdings zumindest gleiche Anteile an hartem silikatischem Sand vorliegen, führt dies durch ungleiches Wegschleifen zu sekundärer Mikrotextur und damit dauerhaft höherer Griffigkeit, die auf ähnlichem Niveau liegt wie bei Verwendung reinen harten Silikatsandes.
- Ein höchst geeignetes Instrument zur Beurteilung der Polierresistenz eines Sandes bzw. der Griffigkeit eines Asphaltprobekörpers ist die Prüfanlage nach Wehner / Schulze (TU und TPA Wien). Damit können im Rahmen von performance-Prüfungen für konkrete Straßenbauvorhaben gezielt geplante Asphaltmischungen mit verschiedenen Sanden labortechnisch hergestellt und auf Griffigkeit geprüft werden. Mit diesem Gerät besteht darüber hinaus noch die Möglichkeit, die Polierbeanspruchung bis zu einem gerätebedingten Endpolierwert zu steigern (die Oberfläche wird dann mit den gegebenen Mitteln trotz andauernden Polierens nicht weiter geglättet). Dies ermöglicht es, die Griffigkeit nach unterschiedlich langer Gebrauchsdauer bzw. unterschiedlich

intensiver Verkehrsbelastung zu simulieren und sogar den schlechtesten möglichen Fall abzuschätzen. Damit kann ein wertvoller Beitrag geliefert werden, die für ein Vorhaben beste bzw. sinnvollste Asphaltmischung zu finden.

Literatur:

Ballmann, P. (1999): Einfluss unterschiedlicher Sande auf die Griffigkeit von Fahrbahnoberflächen aus Asphaltbeton - Versuchs-strecke Rottweil. Bundesanstalt für Straßenwesen.

Dames, J., Rodewald, H., Lindner, J. (1988): Einfluss der Polierbarkeit von Sand auf die Griffigkeit v. Asphaltbetonschichten. In: Straßenbau und Straßenverkehrstechnik Heft 528.

Kirchmaier, L. (2011): Einfluss feiner Gesteinskörnungen auf die Griffigkeit von Deckschichten im Straßenbau. Grundlegende Untersuchungen zum Polierverhalten mit dem Prüfgerät nach Wehner/Schulze neuer Bauart. Dissertation TU Wien, Fak. f. Bauingenieurwesen.

Kirchmaier, L., Blab, R., Eppensteiner, W., Litzka, J. (2010): Praxisrelevante Bewertung der Polierresistenz von Sanden für den Straßenbau. Straßenforschung, Schriftenreihe des Bundesministeriums für Verkehr, Innovation und Technologie (BMVIT), 586 (2010), ISSN 0379-1491; S. 1 - 104.

Litzka, J., Pfeiler, A., Zieger, M. (2003): Einfluss des Sandes auf das Griffigkeitsverhalten bituminöser Decken. Straßenforschung, Schriftenreihe des Bundesministeriums für Verkehr, Innovation und Technologie (BMVIT), Heft 534 (2003), S. 1 - 88.

ÖNORM B 3591 (2007): Oberflächeneigenschaften von Straßen- und Flugplätzen. Bestimmung der Griffigkeit von Oberflächen durch Messung des Griffigkeitskoeffizienten in Längsrichtung mit dem System RoadSTAR (p-RoadSTAR).

ÖNORM EN 13036-4 (2003): Oberflächeneigenschaften von Straßen und Flugplätzen – Prüfverfahren. Teil 4: Verfahren zur Messung der Griffigkeit von Oberflächen: Der Pendeltest.

ÖNORM EN 13043 (2004): Gesteinskörnungen für Asphalt und Oberflächenbehandlungen für Straßen, Flugplätze und andere Verkehrsflächen.

Patzak, Th., Wörner, Th., Westiner, E. (2009): Der Einfluss der feinen Gesteinskörnungen auf das Griffigkeitsverhalten von Asphaltdeckschichten. Dresdner Asphalttage 10./11.12.2009. Professur für Straßenbau der TU Dresden, Tagungsband. Dresden, 2009.

Pfeiler, A. (2004): Erhöhung der Griffigkeit von Asphaltstraßen. Der Einfluss der Polierresistenz feiner Gesteinskörnungen auf das Griffigkeitsverhalten von Asphaltdeckschichten. Dissertation TU Wien, Fak. f. Bauingenieurwesen.

RVS 11.06.23 (vorauss. 2012): Bestimmung des Polierwertes von Sand.

TP Griff-StB (SCRIM) (2001): Technische Prüfvorschriften für Griffigkeitsmessungen im Straßenbau. Teil: Messverfahren SCRIM.

Dr. Hannes Kugler
TPA - Gesellschaft für Qualitätssicherung und Innovation GmbH Direktion 04 / Bereich CC
1220 Wien, Polgarstr. 30
Tel.: +43(0)1 / 21728-620
Fax: +43(0)1 / 21728-644
mobil: +43(0)664 - 810 12 60
hannes.kugler@tpaqi.com



Wege zum optimierten Mischguteinbau

Ein einfacher Weg das Thema zu behandeln, ist das zeigen von Bildern mit gängigen Problemen und Fehlern, aufgenommen auf Baustellen in der ganzen Welt.

Anhand dieser Fotografien und Grafiken kann leicht aufgezeigt werden, was falsch läuft und was man besser machen könnte.



18

Kapitel 1 - Allgemein



Grundsätzlich besteht ein Fertiger aus einer Zugmaschine (Rad oder Ketten getrieben) und einer gezogenen, auf dem heißen Mischgut frei schwimmenden Bohle. Im Einbauprozess wird dabei der Asphalt auf die Einbaustärke über die volle Breite verteilt, glatt gezogen und vorverdichtet.

Das Prinzip „schwimmende Bohle“ bedeutet, dass die Einbaustärke lediglich über den Anstellwinkel der Bohle gesteuert wird.

An Fertiger und Bohle wirken dabei verschiedene Kräfte, die der Bediener beeinflussen kann, im ungünstigsten Fall sogar „negativ“. Ein Bediener sollte diese Kräfte kennen - und wissen, wie diese zusammenspielen.



Die Zugkraft beeinflusst und bestimmt die Einbaugeschwindigkeit. Es macht keinen Sinn, z.B. eine hohe Einbaugeschwindigkeit zu wählen wenn zu wenig Mischgut auf der Baustelle zur Verfügung steht und man damit den Einbauprozess permanent unterbricht. Die Geschwindigkeit sollte grundsätzlich während des Einbaus konstant gehalten werden, um ein qualitativ gutes Einbauergebnis zu erreichen.

Auch eine zu niedrig gewählte Geschwindigkeit kann sich unter Umständen negativ auf die Qualität des Belages auswirken.



Der Widerstand ist abhängig von der Materialvorlage, die genau wie die Einbaugeschwindigkeit möglichst konstant gehalten werden soll, um ein „auf- und abschwimmen“ der Bohle während des Einbaus zu vermeiden.

D.h. man kann durch falsche Einstellung der Materialsensoren oder durch Fehlbedienung Unebenheiten verursachen.



Das Gewicht der Einbaubohe ist konstruktiv konstant, kann aber durch die Funktion „Bohlenentlastung“ hydraulisch beeinflusst werden.



Tragfähigkeit des Asphalts/Auftrieb ist nicht nur vom Mischgut abhängig, sondern kann auch durch Faktoren wie lange Stopps aufgrund falscher Baustellenlogistik und durch Materialabkühlung seine Eigenschaften ändern.



Fehlerquelle 1: Asphalt

- Entmischung
- Zusammensetzung
- Temperatur

können den Einbauprozess und somit das Einbauergebnis beeinflussen.

Fehlerquelle 2: Bediener

- Fehlende Kenntnisse zum Asphalteinbau
- Neue Technologien
- Zeitdruck auf der Baustelle
- Keine klaren Anweisungen

sind oftmals Ursachen für vom Bediener verursachte Probleme.



Fehlerquelle 3: Fertiger

- Falsche Einstellungen
 - Fehlende Wartung
 - Verschleiß an Fertiger und Bohle
- haben ebenfalls Einfluss auf den Baustellenablauf und das Einbauergebnis.



Kapitel 2 - Vor dem Einbau



Wichtig ist die Wahl des richtigen Fertigers, z.B. die Größe abgestimmt auf die Einbauleistung. Weiters ist die Einstellung der Stampferdrehzahl und der Vibrationsfrequenz erforderlich. Da die Stampfer und Glättbleche elektrisch beheizt werden, muss auch die Bohlen-Heizung aktiviert

werden. Im gezeigten Fall wurde eine zu breite Bohle verwendet:

Das Schwimmverhalten der Bohle wurde negativ beeinflusst (Zwangsführung links, Bohle schleift am Boden).

Es gilt die Grundregel: es soll immer Material unter der Bohle sein, wobei die Mindesteinbaustärke das Dreifache des Größtkorns nicht unterschreiten darf, um Kornzertrümmerung zu vermeiden.



Zu großer Verschleiß kann Maschinenfunktion so beeinträchtigen, dass Qualität und Leistung darunter leiden werden.



Falsche oder fehlerhafte Montage von Anbauteilen wird zu Streifenbildung, Absätzen....

Abgestimmte Baustellenlogistik heißt:

- Das benötigte Mischgut ist in der Mischanlage vorbestellt
- Die LKW Flotte für den Transport von der Mischanlage ist eingeteilt
- Die Anfahrtsroute ist optimiert (eventuell sogar eine Ausweichroute für Notfälle geplant).
- Das Bedienpersonal mit dem gesamten Maschinen-equipment ist vor Ort

20



Fehlende Wartung und daraus resultierende Schäden werden sich ebenfalls auf das Einbauergebnis negativ auswirken.

So führt z.B. mangelnde Schmierung letztendlich zur Beschädigung von Bauteilen, deren exakte Funktion verloren geht und im Extremfall bis zum Totalausfall führen kann.



...oder schlechter Oberflächenstruktur führen.



Der Untergrund muss ebenso gewissenhaft vorbereitet werden.

Jede Unebenheit in den verschiedenen Schichten wird „nach oben“ abgeschwächt kopiert.



Je größer die Ungenauigkeiten in den unteren Schichten, umso größer die möglichen „Unebenheiten“ in der Deckschicht.



Haftkleber, Emulsion sollten genauso gewissenhaft an Anschlüssen aufgebracht werden...



...wie auf dem gesamten Untergrund.



Zuviel Emulsion, die sogar bis an die Oberfläche durchdringt, ist nicht was der Auftraggeber erwartet oder wünscht.



Hier einige Anmerkungen zum Thema automatische Nivellierung:

Als Beispiel die Verwendung von Referenzdraht:

Der Gebrauchszustand des Drahtes ist genauso wichtig wie der richtige Drahthalterabstand, der max. 6 m betragen soll. Wahl des richtigen Drahtdurchmessers (min. 2,5 mm)



Genügende Vorspannung des Drahtes ist zu beachten. Durchhang bedeutet eine falsche Referenz, genauso wie ein Höhenversatz wie auf diesem Bild.



Auf die Position des Materialsensors ist unbedingt zu achten. In diesem Fall ist der Sensor auf das Kanalblech gerichtet

- und somit eine falsche Referenz eingestellt.
- Konstanter Materialfluss ist nicht mehr gewährleistet.

Die Wahl des richtigen Sensors zur Abtastung bestimmt ebenfalls die Qualität des Nivellierergebnisses! In gezeigten Beispiel: Rinnsteine sind keine gute Referenz für Ultraschallsensoren! Besser wäre die Verwendung eines mechanischen Abtasters mit Ski.



Kapitel 3 - Während des Einbaus

Überfahren von Mischgut oder anderen Hindernissen, wie Kanaldeckel und anderen Einbauten führt zur Änderung der Einbaustärke.



Behandeln wir nun die Phase vor dem Einbau: Die Materialübergabe muss so erfolgen, dass der Fertiger an den LKW ran fährt und nicht umgekehrt, um Stöße und damit Abdrücke in der Oberfläche zu vermeiden.

Die Materialvorlage sollte konstant und der Einbaustärke entsprechend eingestellt werden. Das Mischgut sollte stets unterhalb der Teleskopzylinder sein – hier ist die Vorlage bereits zu hoch.

Das manuelle Eingreifen in die Steuerung sollte während des Einbaus nach Möglichkeit vermieden werden. Wo es geht, Automatikbetrieb verwenden!



Sichtbare Entmischung wie z.B. im Mittelbereich der Bohle kann in den meisten Fällen durch Verstellung der Schneckenhöhe behoben werden. Entmischungen an anderen Stellen des Belages können andere Ursachen haben, die jedoch durch entsprechende Gegenmaßnahmen vermieden werden können.



Entmischung kann entstehen, wenn großer Korngrößenunterschied und geringer Bindemittelgehalt zusammen spielen. Abhilfe: Betätigung der Bunkerwände ist zu reduzieren und der Bunker sollte nicht komplett leer gefahren werden.



Es ist extrem wichtig, auf entmischtes oder erkaltetes Material vom Mischwerk zu achten! Probleme könnten bereits in der Mischanlage auftreten - oder der Anfahrtsweg der LKWs ist zu lang. Im Extremfall ist das Mischgut nicht zu verwenden – LKW zurückschicken.

Kapitel 4 - Nach dem Einbau



Sehr wichtig sind die Auswahl der richtigen Walzengröße und deren Anzahl.

Grundsätzlich wird zwischen statischer und dynamischer Verdichtung unterschieden. Bei letzterer hat sich in Österreich aus mehreren Gründen die Verdichtung durch Oszillation bestens bewährt. Das Verdichtungsergebnis ist außerdem abhängig vom

- richtigen Walzschema
- der Anzahl der gefahrenen Übergänge und
- den eingestellten Verdichtungsparametern



Hier hat eine Walze zu lange auf einer frischen Asphaltsschicht gestopt und eine Vertiefung hinterlassen.



Auf diesem Bild wurde auf einer neuen Deckschicht zum Absplitten eine Maschine mit Zwillingrädern benutzt, die sehr tiefe Abdrücke im Asphalt hinterließen. Besser wäre hier eine Tandemwalze mit Splittstreuer gewesen, oder einfach weniger aufzuladen.



Zu frühes Öffnen für den Verkehr kann zu Spurbildung im noch warmen, weichen Asphalt führen. Wichtig daher: die Einhaltung der Abkühlzeit bis zur Verkehrsfreigabe.



Alle aufgetragenen Schichten müssen die vorgegebenen Verdichtungswerte erreichen, bevor die jeweils nächste Lage eingebaut wird. Und dies beginnend beim Unterbau!

Kapitel 5 - Entwicklung und neue Technologien

24 Nach RVS (Richtlinien und Vorschriften für das Straßenwesen) werden die Ebenflächigkeit, der Hohlraumgehalt und die daraus resultierende Verdichtung sowie der Schichtenverbund bewertet. Es können dann nach einer Art Malusssystem vom Auftraggeber verschiedene Abzüge reklamiert werden, bis hin zur „Nicht Abnahmefähigkeit“. In Skandinavien zum Beispiel werden nicht nur Abzüge in Rechnung gestellt, sondern auch Bonuszahlungen gewährt.



Es gibt z.B. einen Bonus in der Höhe bis zu 15% für den Einbau mittels Beschicker, um dabei eine bessere Wärmeverteilung zu erhalten, da auf diesem Gerät eine Zusatzheizung aufgebaut ist, wodurch an den Fertiger ein homogeneres Mischgut übergeben wird. Außerdem erfolgt der Einbau ohne Stopps mit kontinuierlicher Fahrgeschwindigkeit.



Der Nachweis wird per Infrarotwärmekamera über die gesamte Baustelle aufgezeichnet.



Denkbar wären auch andere Vergütungen, wie z.B. der Einbau von Deckschichten durch Verwendung eines Sprühfertigers



Der „Sprayjet“ ist eine Spezialmaschine, die den Haftkleber oder die Emulsion samt Asphalt in einem Arbeitsgang einbaut. Durch das Aufsprühen vor dem Mischgut kommt es nicht zum Überfahren der Kleberschicht durch Baustellenfahrzeuge und damit zu keiner Verschmutzung des Haftfilms und im umliegenden Straßennetz. Genau dosierte Sprühmengen gewährleisten einen 100%igen Verbund zwischen den Lagen.



Um dem Bedarf an Wissen über Asphalteinbau permanent weiterzugeben, bieten wir jährlich externe Schulungen vor Ort bei Kunden, in unserer Niederlassung in Steyrmühl oder im Vögele Stammwerk in Deutschland an. In verschiedenen Kursen kann sowohl Bedienpersonal als auch technisches Personal aus- und weitergebildet werden.



Auswirkungen von Lastpausen und Heilung auf die Ermüdungseigenschaften von Asphaltgemischen

Im Rahmen des Forschungsvorhabens „Schadensakkumulation bei unterschiedlicher Beanspruchung unter Berücksichtigung von Heilungs- und Affinitätseinflüssen an ausgewählten Asphalten“, gefördert durch die Deutsche Forschungsgemeinschaft (WE 1642/5-1), wurden an der TU Dresden, Professur für Straßenbau Erkenntnisse zu den Auswirkungen von Lastpausen und daraus resultierenden Heilungseffekten auf die Ermüdungsfunktion von Asphaltgemischen erarbeitet. Ebenfalls wurde deren Einfluss auf die rechnerische Dimensionierung ermittelt.

1. Einleitung

Allgemein wird Ermüdung als die dem Bruch bzw. Versagen eines Probekörpers oder einer Konstruktion vorausgehende Materialschädigung bezeichnet. Infolge wiederholter durch Verkehr induzierter Zugbeanspruchungen ermüden die Asphaltschichten einer Straßenkonstruktion. Im Zusammenhang mit der rechnerischen Dimensionierung von Straßenkonstruktionen in Asphaltbauweise ist die Kenntnis der Ermüdungsfunktion der eingesetzten Asphaltgemische insbesondere der Asphalttragschicht essentiell notwendig. Ermüdungsfunktionen können prinzipiell anhand verschiedener Schwellversuche mit Zugbeanspruchung oder mit Wechselversuchen bestimmt werden. Das in Deutschland angewendete Verfahren zur rechnerischen Dimensionierung von Asphaltbefestigungen (RDO Asphalt 09) sieht für die Ermittlung der Ermüdungsfunktionen Spaltzug-Schwellversuche vor. Derzeit wird der Ermüdungsnachweis im Rahmen der rechnerischen Dimensionierung ausschließlich an der Unterseite der Asphalttragschicht geführt. Der maßgebende Punkt liegt in der Lastachse. Im Gegensatz zu den real auftretenden Belastungsformen werden Laborversuche im Allgemeinen ohne Lastpausen (LP), d.h. mit kontinuierlich sinusförmiger Belastung durchgeführt. Die Auswirkungen der Lastpausen auf die derart bestimmten Ermüdungsfunktionen müssen somit bei der rechnerischen Dimensionierung berücksichtigt werden. Der vorliegende Beitrag beschäftigt sich mit dem Einfluss von Lastpausen und der damit einhergehenden Heilung auf die Ermüdungsfunktionen sowie deren Auswirkungen auf die rechnerische Dimensionierung.

2. Grundlagen

2.1 Ermüdung von Asphaltgemischen

Ermüdungsfunktionen stellen den statistisch ermittelten Zusammenhang zwischen der im Versuch erzeugten Dehnung und der ermittelten Lastwechselzahl bis zum gewählten Ermüdungskriterium dar. In den vorhandenen Regelwerken sind verschiedene Ermüdungskriterien festgelegt, so z.B. der Abfall des anfänglichen Steifigkeitsmoduls auf 50 % oder das Makrorisskriterium unter Anwendung der Energy Ratio. Für die vorliegenden Untersuchungen kam das Makrorisskriterium zur Anwendung.

Ermüdungsfunktionen können nur im Labor an Probekörpern bestimmt werden. Die in einer realen Asphaltbefestigung auftretenden positiven Effekte infolge der

- Spurtreue,
- Lastpausen und Heilung sowie
- Rissausbreitung

bedingen eine Erhöhung der Lastwechselzahl bis zum Versagen gegenüber den Ergebnissen aus Laborversuchen. Die Differenz zwischen den Ergebnissen der Laborversuche und der real auftretenden Nutzungsdauer wird durch sogenannte Shift-Faktoren kompensiert. Die RDO Asphalt 09 gibt im Anhang 6 einen Shift-Faktor von 1500 an, der die aufgeführten Einflussgrößen insgesamt berücksichtigt. In (Brunton 1983) sind die Shift-Faktoren der einzelnen Einflussgrößen detailliert angegeben und betragen:

• Spurtreue	1,1
• Lastpause	20
• Rissausbreitung (bis zum Erreichen kritischer Bedingungen)	3,5
• Rissausbreitung (bis zum Bruch)	20.

Da die Ermüdungsfunktion in der rechnerischen Dimensionierung eine zentrale Stellung einnimmt, ist es das Ziel, die in der Literatur benannte Größe der Shift-Faktoren (Brunton 1983, Castro 2006) durch Versuche zu verifizieren, da die Angaben stark schwanken. Aufgrund dieser Tatsache wurden die Versuche zur Ermittlung des Einflusses der Lastpause und der damit verbundenen Heilung auf die Ermüdungsfunktion von Asphaltgemischen durchgeführt.

2.2 Heilung

(Selbst-)Heilung kann die Ermüdungsresistenz eines Asphaltgemisches deutlich erhöhen. Die Heilung äußert sich u. a. in Form eines Anstieges des Steifigkeitsmoduls und durch ein Absinken des Phasenwinkels (Soltani 2005).

Bei Entlastung oder einer maßgeblichen Verringerung der Belastung des Probekörpers können (Selbst-)Heilungseffekte auftreten und sind insbesondere von den Bindemittleigenschaften abhängig. Weiches Bitumen und ein hoher Bindemittelgehalt im Asphaltgemisch begünstigen die Heilung. Untersuchungen haben gezeigt, dass sich das Heilungsverhalten von Asphaltgemischen unter Verwendung von recycelten Asphaltgranulaten verschlechtert (Goos 2008). Dieser Effekt ist auf das gealterte und somit verhärtete Bitumen zurückzuführen. Da die Mechanismen der Ermüdung für Asphalt in Abhängigkeit von der Temperatur verschieden sind, ist auch der Heilungseffekt entsprechend zu unterscheiden (Castro 2006).

- Thixotropischer Effekt: Bei Temperaturen über 15 °C wird die Ermüdung und die Heilung durch das thixotropische Verhalten des Bitumens bestimmt. Infolge der wiederholten Belastung wandelt sich die Gel-Struktur des Bitumens in die Sol-Struktur um. Bei Entlastung bzw. Verringerung

ung der Belastung erfolgt der Prozess in umgekehrter Richtung. Ist die Lastpause ausreichend lang, so ist der Umkehrprozess nahezu vollständig.

- Strukturelle Schäden: Bei tiefen Temperaturen unter 5 °C wird Ermüdung hauptsächlich durch strukturelle Schäden des Asphaltgemisches hervorgerufen, die bei Entlastung nicht zurückgebildet werden können. Es tritt daher nur eine partielle Heilung ein.

Es wird deutlich, dass der Heilungsprozess von Asphaltgemischen neben der Temperatur auch von der Länge der Lastpause abhängt. Weiterhin ist in der Literatur (Little 2007) beschrieben, dass das Heilungsverhalten in Laborversuchen von der induzierten Dehnung abhängig ist. Aus Versuche mit hohen Dehnungen folgt ein geringes Heilungsvermögen unter Einwirkung von Lastpausen.

2.3 Lastpausen

Prinzipiell können Lastpausen in Laborversuchen unterschiedlich angeordnet werden:

- Lastpausen nach einer bestimmten Anzahl an Lastwechseln (siehe Abbildung 1b)
- Lastpausen im Anschluss an jeden Lastwechsel (siehe Abbildung 1c).

Betrachtet man die tatsächlich auftretenden Belastungen in einer Straßenbefestigung, so erweist sich die Anordnung der Lastpause nach jedem Lastwechsel (Abbildung 1c) am realistischsten. In situ treten einerseits aufgrund der unterschiedlichen Achs- bzw. Fahrzeugabstände sowie der Fahrgeschwindigkeit und andererseits in Abhängigkeit der Steifigkeitsmodul-Temperaturfunktion, der Temperatur und der Lage des betrachteten Punktes verschieden große Lastpausen auf.

Betrachtet man ausschließlich die Achsabstände und lässt die Spannungsausbreitung innerhalb einer Asphaltbefestigung unberücksichtigt, so ergeben sich für übliche Schwerverkehrsfahrzeuge mit Achsabständen zwischen 3,10 und 5,90 m und einer Geschwindigkeit von 78 bis 85 km/h Lastpausen im Bereich von 0,131 und 0,272 s. Lastpausen die sich zwischen den Fahrzeugen des Schwerverkehrs ergeben weisen eine größere Bandbreite auf.

In den Laborversuchen wurden die Lastpausen gemäß Abbildung 1c angeordnet und zum Vergleich Versuche ohne Lastpausen gemäß Abbildung 1a durchgeführt. Die Versuche werden im Folgenden detailliert beschrieben.

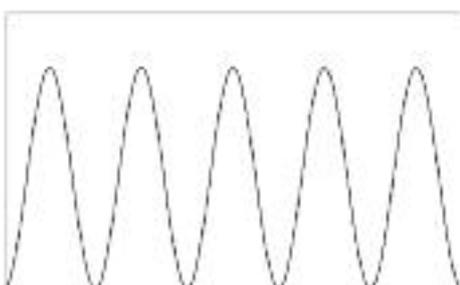


Abb. 1a: Versuch ohne Lastpause

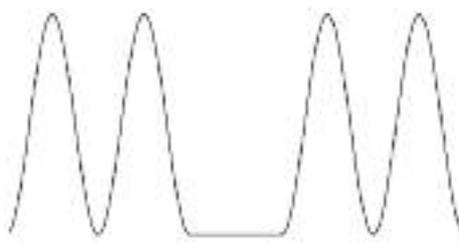


Abb. 1b: Lastpause nach einer vorgegebenen Lastwechselanzahl

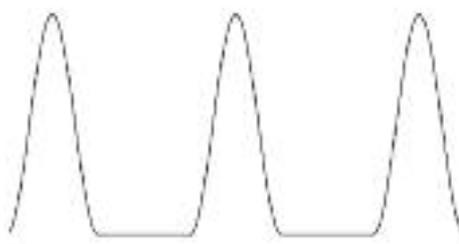


Abb. 1c: Lastpause nach jedem Lastwechsel

3. Laborversuche

3.1. Untersuchtes Asphaltgemisch und Probenvorbereitung

Die Durchführung der Spaltzug-Schwellversuche erfolgte gemäß AL Sp-Asphalt 09 an einem Splittmastixasphalt SMA 11 S mit polymermodifiziertem Bitumen 25/55-55A. Das Mischgut wurde der regulären Produktion einer Asphaltmischanlage entnommen. Die Herstellung von Platten mit den Maßen 26 x 32 x 4 cm erfolgte im Labor mit Hilfe des Walzsektor-Verdichtungsgerätes. Aus den Platten wurden mittels eines Handbohrgerätes jeweils vier Bohrkern mit einem Durchmesser von 100 mm entnommen, anschließend gereinigt und bei Raumtemperatur getrocknet. Für alle Probekörper wurden sowohl die Raumdichte (zur Berechnung des Hohlraumgehaltes) als auch die geometrischen Abmessungen bestimmt. Die Ermittlung der Raumdichte erfolgte entsprechend DIN EN 12697-6 mit Verfahren B, wobei der Probekörper vor der letzten Gewichtsmessung 10 s abtropfte und nicht mit einem Leder abgetrocknet wurde. Die Probekörper wiesen einen Hohlraumgehalt zwischen 3,0 und 4,2 Vol.-% auf.

3.2. Versuchsbedingungen und Versuchsdurchführung

Die Spaltzug-Schwellversuche wurden bei einer Temperatur von 20 °C durchgeführt, so dass der in Abschnitt 2.2 beschriebene Thixotropische Effekt prinzipiell eintreten kann. Die Belastungszeit betrug grundsätzlich 0,2 s, was ohne Anordnung von Lastpausen einer Prüffrequenz von 5 Hz entspricht. Bei der gewählten harmonischen sinusförmigen Belastungskonfiguration konnte der korrekte Kraftverlauf sichergestellt werden.

Die Prüfbedingungen der einzelnen Versuchsreihen sind in Tabelle 1 zusammengefasst. Die gewählten Lastpausen repräsentieren einerseits die Achsabstände eines Fahrzeugs und andererseits die Abstände zwischen verschiedenen Fahrzeugen. In der Literatur (Raithby & Sterling 1972) beschriebene Untersuchungen haben gezeigt, dass eine deutliche Verbesserung der Ermüdungsfunktion (Heilungseffekte) nur für Lastpausen mit einer Länge bis zum 10fachen Wert der Belastungszeit auftritt.

Darüber ist der Zuwachs nur noch marginal. Die Oberspannungen wurden derart ausgewählt, dass die Lastwechselzahl bis zum Makrorisskriterium (Ermüdungskriterium gemäß AL Sp-Asphalt 09) zwischen 100 und 100.000 liegt. Die Oberspannungen wurden bei längeren Lastpausen aus laborökonomischen Gründen erhöht, so dass die Versuchsdauer beschränkt werden konnte. Vor Versuchsstart erfolgte eine Temperierung der Probekörper für mindestens 4 Stunden.

Belastungszeit [s]	Lastpause [s]	Unterspannung σ_u [N/mm ²]	Oberspannungen σ_o [N/mm ²]		
0,2	0,0	0,035	0,272	0,352	1,000
	0,2		0,400	0,600	1,000
	0,7		0,500	0,750	1,000
	2,0		0,600	0,750	1,000

Tabelle 1: Versuchsbedingungen

3.3. Ergebnisse der Laborversuche

Die Auswertung der Spaltzug-Schwellversuche erfolgte in Anlehnung an die AL Sp-Asphalt 09. Aufgrund der Lastpausen (siehe Abbildung 1c) war die Ermittlung der elastischen horizontalen Verformung mit Hilfe der in der Arbeitsanleitung vorgeschriebenen Sinusregression nicht möglich. Unter Verwendung eines Suchalgorithmus wurden die Minima bzw. Maxima der horizontalen Verformung eines jeden Lastwechsels ermittelt und daraus

die elastische Dehnung berechnet. Dieses Verfahren wurde auch für die Versuchsreihe ohne Lastpause angewandt. In Abbildung 2 sind die Lastwechselzahlen bis zum Makrorisskriterium bezogen auf die mit Hilfe des Suchalgorithmus ermittelte Anfangsdehnung für die fünf Versuchsreihen dargestellt. Bei der Darstellung und Beurteilung der Ergebnisse werden mögliche Einflüsse aus Materialstreuung nicht berücksichtigt.

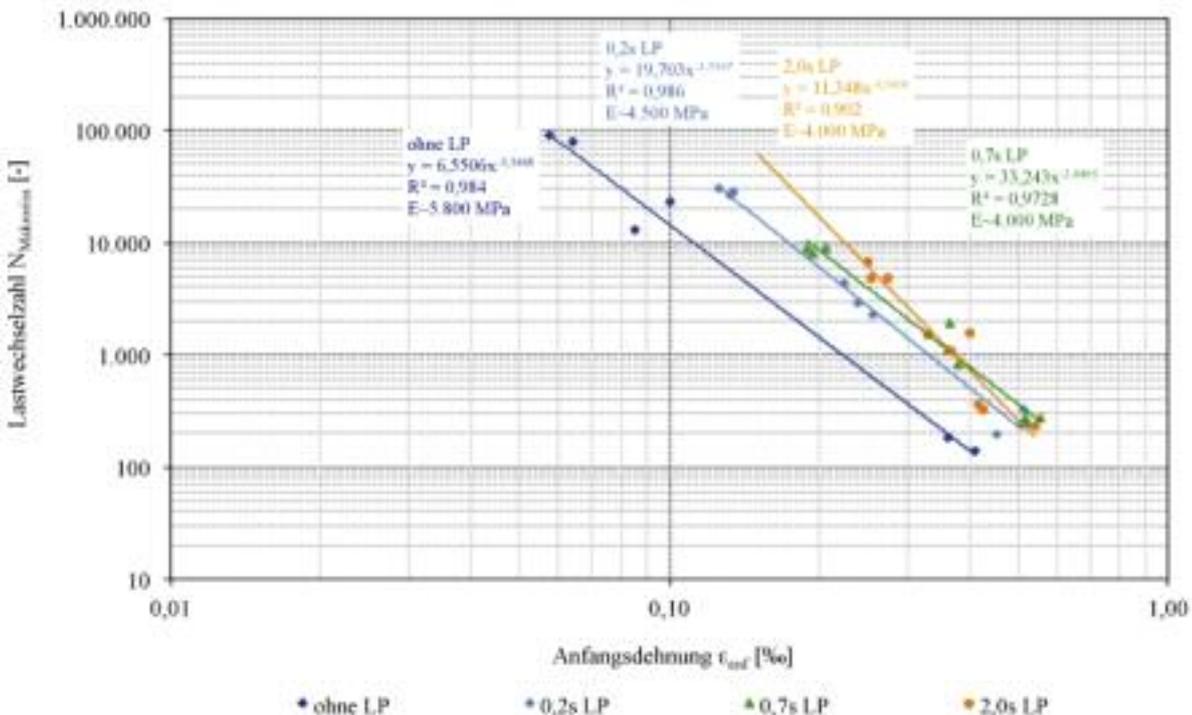


Abbildung 2: Vergleich der Ermüdungsfunktionen für unterschiedliche Lastpausen

Es muss jedoch die Auswirkung der Lastpause auf die elastische Anfangsdehnung und somit den Steifigkeitsmodul $|E|$ (siehe Abbildung 2) betrachtet werden. Bei der Ermittlung der maßgebenden horizontalen Verformungen und somit des Steifigkeitsmoduls im Spaltzug-Schwellversuch ist zu berücksichtigen, dass sich infolge der Lastpause viskoelastische Verformungsanteile zurückbilden, die bei der Berechnung des Steifigkeitsmoduls berücksichtigt wurden. In Abbildung 3 ist der Verlauf von elastischen, viskoelastischen und viskoplastischen Dehnungsanteilen infolge einer konstanten Belastung dargestellt, wobei die Be- und Entlastung sprunghaft erfolgte. Der elastische Dehnungsanteil (ϵ_{el}) stellt sich beim Aufbringen der Last spontan ein. Bei Wegnahme der Belastung geht der elastische Dehnungsanteil sofort zurück. Infolge der andauernden Belastung bilden sich zeitverzögert, aber kontinuierlich viskoelastische (ϵ_{ve}) und viskoplastische (ϵ_{vp}) Dehnungsanteile aus. Bei spontaner Entlastung bilden sich die viskoelastischen Dehnungsanteile verzögert zurück, die viskoplastischen Dehnungen sind jedoch irreversibel.

An dieser Stelle ist zu beachten, dass der Steifigkeitsmodul $|E|$ eines Asphaltgemisches ausschließlich unter Berücksichtigung der elastischen Dehnung bestimmt wird. In Abbildung 4 ist der Kraft- sowie Verformungsverlauf für einen Spaltzug-Schwellversuch ohne Lastpause dargestellt. Der Verlauf der horizontalen Verformung ist bei dieser Belastungsform ebenfalls sinusförmig, d.h. aufgrund der wiederholten Be- und Entlastung ist es nicht möglich die viskoelastischen und viskoplastischen Anteile zu bestimmen. Anhand des Verlaufes der horizontalen Verformung können die elastische Verformung und der Zuwachs der plastischen Verformungen pro Lastwechsel bestimmt werden. In Abbildung 5 ist der Kraft- und Verformungsverlauf für einen Spaltzug-Schwellversuch mit einer Belastungszeit von 0,2 s und einer darauffolgenden Lastpause von 2,0 s gezeigt. Die Rückbildung der viskoelastischen Verformungsanteile ist deutlich zu erkennen. Die Bestimmung des rein elastischen Verformungsanteils ist bei sinusförmiger Belastung mit nachfolgender Lastpause nur unter Berücksichtigung der Phasenverschiebung möglich.

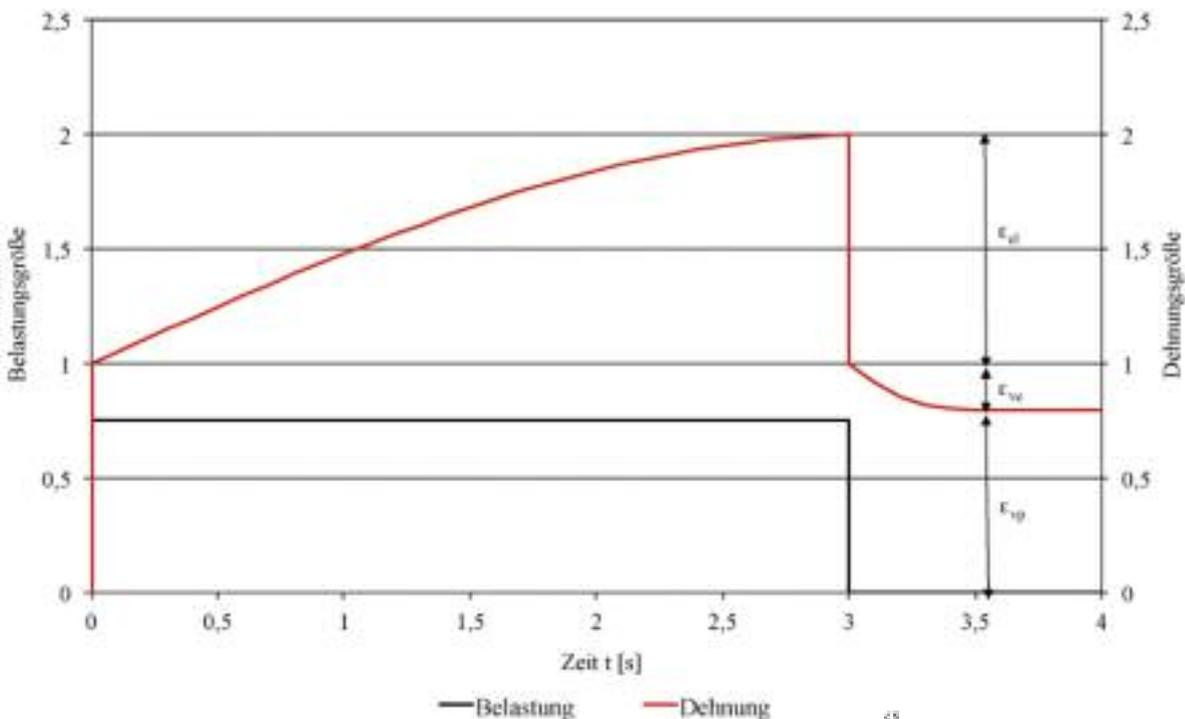


Abbildung 3: Elastische (ϵ_{el}), viskoelastische (ϵ_{ve}) und viskoplastische (ϵ_{vp}) Dehnungsanteile infolge einer konstanten Belastung

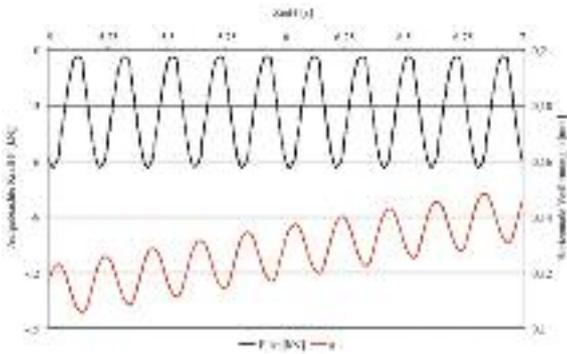


Abbildung 4: Belastungsverlauf und horizontale Verformung ohne Lastpausen ($\sigma_0=1,00 \text{ N/mm}^2$)

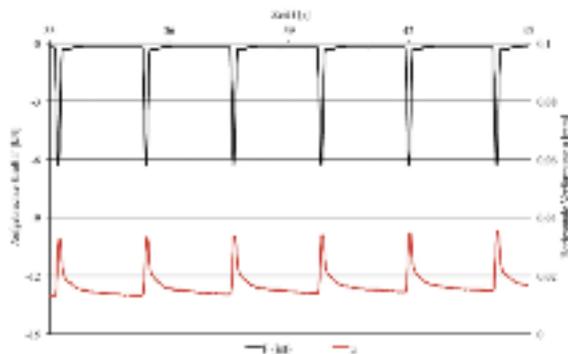


Abbildung 5: Belastungsverlauf und horizontale Verformung bei einer Lastpause von 2,0 s ($\sigma_0=1,00 \text{ N/mm}^2$)

Aufgrund der dargestellten Problematik wurden die elastischen Anfangsdehnungen für die Versuchsreihen mit Lastpause unter Berücksichtigung des Phasenwinkels zwischen der aufgebrachtten Kraft und der induzierten horizontalen Verformung (2 ms ermittelt in den Versuchen ohne Lastpause) bestimmt. Der Vergleich der auf den elastischen Anfangsdehnungen basierenden Ermüdungsfunktionen in

Abbildung 6 zeigt, dass der Einfluss der Lastpausendauer weniger ausgeprägt ist, als zunächst angenommen wurde. Zwischen den Ermüdungsfunktionen ist der Unterschied gering. Die Ermüdungsfunktion für eine Lastpausendauer von 2,0 s ist durch einen abweichenden Anstieg gegenüber den anderen Ermüdungsfunktionen charakterisiert.

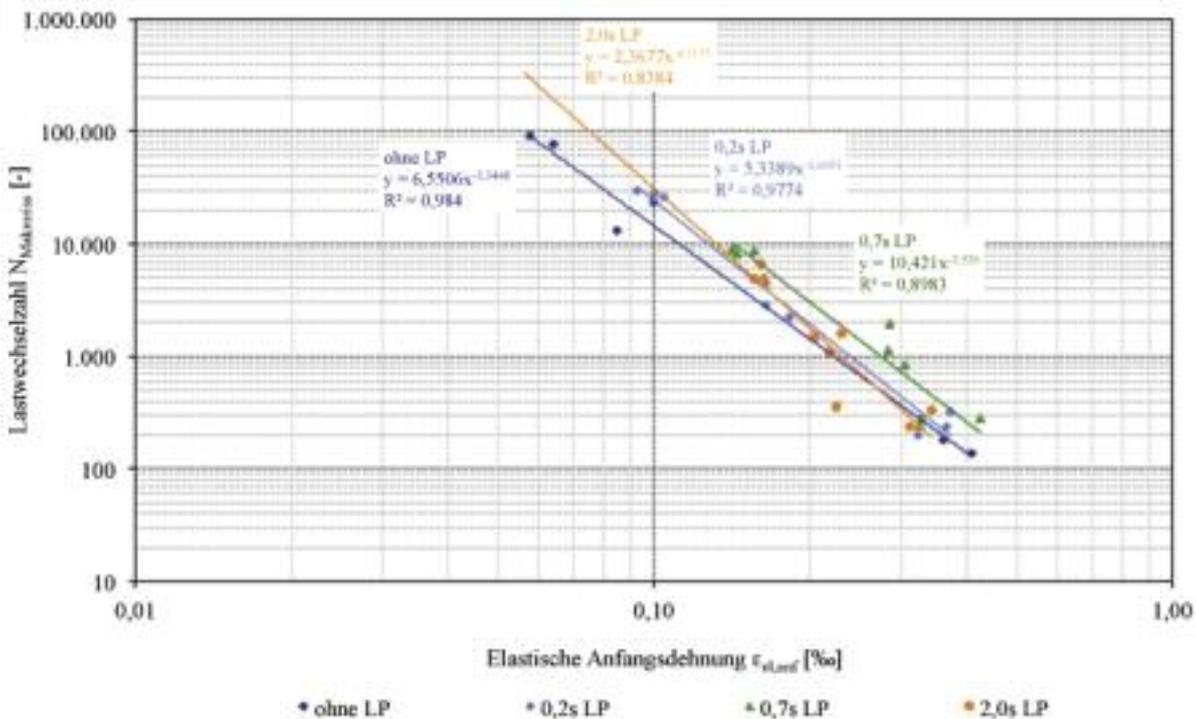


Abbildung 6: Vergleich der Ermüdungsfunktionen für unterschiedliche Lastpausen (elastische Anfangsdehnung)

Auch das Merkblatt über die mechanischen Eigenschaften von Asphalt (FGSV 1985) beschreibt den Einfluss von Lastpausendauer und Temperatur auf die Lastwechselzahlen. Die im Merkblatt aufgeführten Werte gelten für Schubversuche und sind in Abbildung 7 zusätzlich zu den Versuchsergebnissen

eingefügt, auch wenn die Belastungszeit 0,12 s beträgt. Der Vergrößerungsfaktor der ertragbaren Lastwechselzahl ist über die Lastpausendauer aufgetragen. Die Datenpunkte für die Spaltzugversuche wurden durch Mittelwertbildung aus den ertragbaren Lastwechselzahlen bei den Spannungen

0,2, 0,5 und 1,00 N/mm² (spannungsbasierte Ermüdungsfunktionen) bestimmt. Die im Rahmen des Projektes ermittelten Werte liegen in Abhängigkeit von der Lastpausendauer im Mittel zwischen 3,07 und 7,31 und erscheinen unter Berücksichtigung der Prüftemperatur und des abweichenden Prüfverfahrens plausibel. Ein Einfluss der während des Versuchs induzierten Dehnung auf die Heilung kann nur bei sehr großen Lastpausen festgestellt werden. In Abbildung 7 ist ebenso die Bandbreite der Lastpausendauer dargestellt. Es zeigt sich, dass der Einfluss der induzierten Dehnung auf den Heilungseffekt insbesondere bei großen Lastpausen ausgeprägt ist. Je geringer die aufgebrachte Spannung und somit die induzierte Dehnung, desto größer wird der in den Versuchen bestimmte Shift-Faktor.

Literaturquellen geben für den Heilungseffekt verschiedene Shift-Faktoren an. So wird in den Niederlanden im Rahmen der rechnerischen Dimensionierung ein Faktor von 4 angewandt (Goos 2008). Aus den USA sind Shift-Faktoren zwischen 3 und 13 bekannt (Little 2007). Die Ergebnisse von dehnungsregelten 4-Punkt-Biegeversuchen (Kogo 2008)

ergaben in Abhängigkeit von der induzierten Dehnung Shift-Faktoren zwischen 1,35 (1 s Lastpause, große Dehnung) und 6 (10 s Lastpause, kleine Dehnung). Die in den durchgeführten Spaltzug-Schwellversuchen festgestellte Abhängigkeit des Shift-Faktors von der induzierten Dehnung wurde in den aufgeführten Quellen auch mit anderen Prüfverfahren (insbesondere 4- Punkt-Biegeversuchen) festgestellt.

In Abbildung 8 sind die Shift-Faktoren der im Versuch bestimmten Ermüdungsfunktionen mit Lastpausen bezogen auf die Versuche ohne Lastpause in Abhängigkeit der induzierten elastischen Dehnung dargestellt. Da die elastische Dehnung einerseits von der Belastung abhängt und sich andererseits während der Lebensdauer einer Asphaltbefestigung bzw. eines Probekörpers im Laborversuch aufgrund der Ermüdung vergrößert, sollten diese Abhängigkeiten zukünftig in der rechnerischen Dimensionierung Berücksichtigung finden. Der Shift-Faktor ist demnach von der Lastpausendauer und der induzierten Beanspruchung bzw. der bereits ertragenen Lastwechselanzahl/Ermüdungsstatus abhängig.

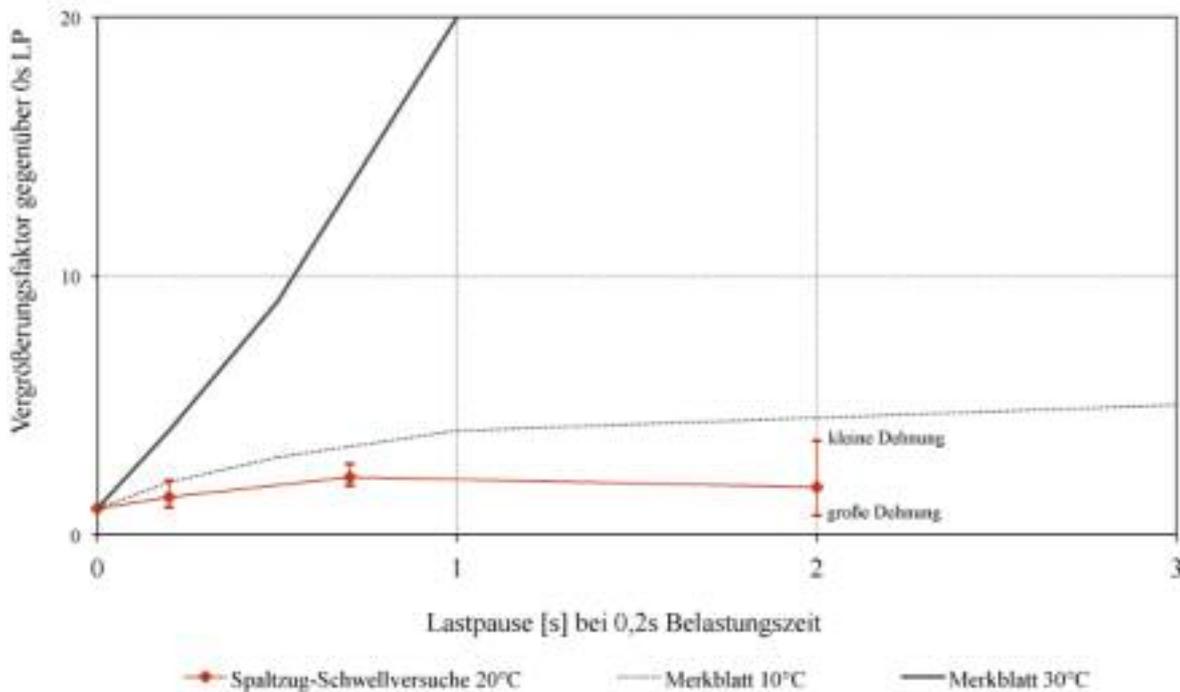


Abbildung 7: Vergrößerungsfaktoren (Shift-Faktoren) für die Lastwechselzahlen bis zur Ermüdung für verschiedene Lastpausen und Bandbreite des Shift-Faktors für große bzw. kleine Dehnungen

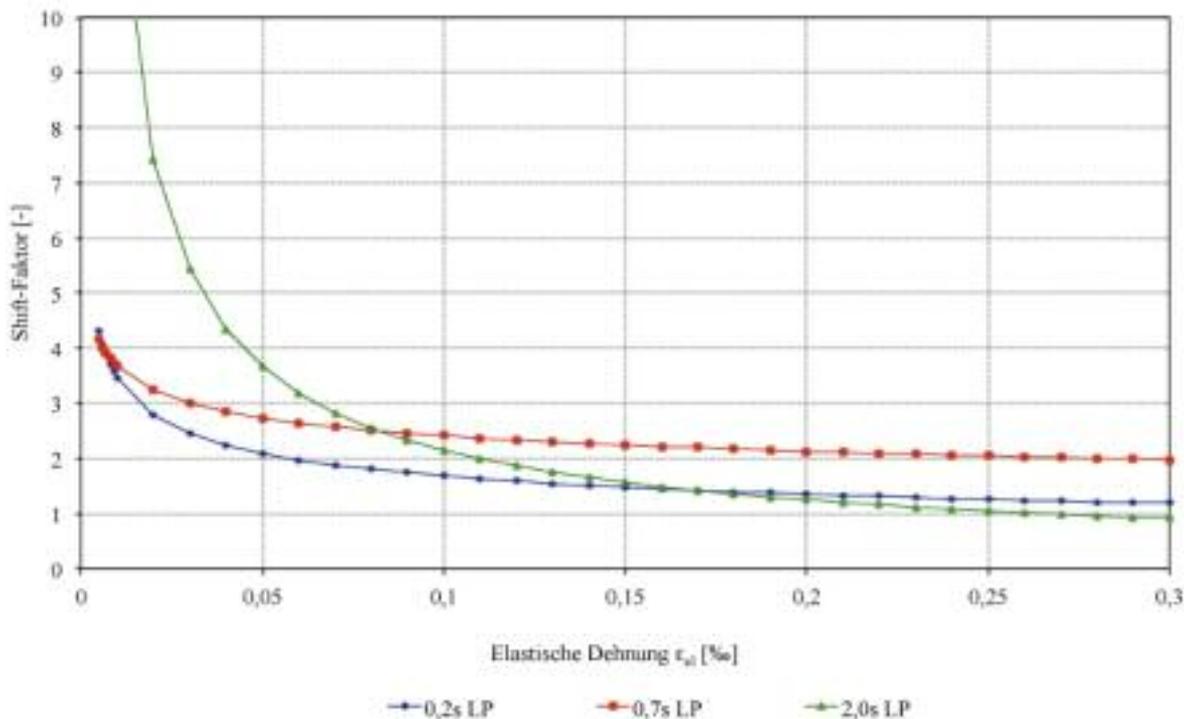


Abbildung 8: Shift-Faktoren in Abhängigkeit von der induzierten Dehnung bezogen auf die Versuchsreihe ohne Lastpause

4. Auswirkungen auf die rechnerische Dimensionierung

Da für die beschriebenen Versuche ein Asphaltdeckschichtgemisch Verwendung fand, sollen die Auswirkungen der Lastpausendauer und der damit einhergehenden Heilung auf die Problematik der Rissbildung von oben angewendet werden. Die für die Rissbildung von oben noch ungeklärten Problemstellungen (Temperaturabhängigkeit des Nachweispunktes, Systemausdehnung, Achslastkombinationen, Kontaktproblem Reifen-Fahrbahn) müssen unberücksichtigt bleiben. Für die Berechnungen wurden die folgenden Festlegungen getroffen:

- Bauklasse II gemäß RStO 01 (3-10 Mio. 10t-Achsübergänge)
- Dicke des Frostsicheren Oberbaus: 75 cm
- Schichtenaufbau:
 - 4 cm Asphaltdeckschicht
SMA 11 S PmB 25-55/55A
 - 8 cm Asphaltbinderschicht
AC 16 B S PmB 25-55/55A
 - 14 cm Asphalttragschicht
AC 32 T S 50/70
 - 49 cm Frostschutzschicht
es wird nahezu vollständiger Schichtenverbund angenommen.

Die Materialkennwerte für die Asphalte wurden z.T. in zurückliegenden Forschungsvorhaben bestimmt. Die Steifigkeitsmodul-Temperaturfunktionen der drei Asphaltgemische wurden im Bereich unterhalb von

40 °C mit einem Polynom 6. Grades und oberhalb von 40 °C mit einer Potenzfunktion abgebildet. Die Querdehnzahl für Asphalt wurde gemäß (Witczak 1999) temperaturabhängig angesetzt. Der Spannungs-Dehnungszustand wurde mit BISAR linear elastisch berechnet. Zur Auswertung wurden insgesamt 1716 Lastfälle herangezogen, die sich aus der Kombination von 12 Temperaturverläufen (ncT1 bis ncT12, (Kayser 2008)), 13 Oberflächentemperaturklassen (-10 bis +50 °C) und 11 Achslastklassen (0-22t) sowie den zugeordneten Häufigkeitsfunktionen ergeben. Der Radius der Reifenaufstandsfläche wurde konstant bei $r=15$ cm gehalten.

Die größten Dehnungen an der Oberseite der Asphaltdeckschicht sind zwischen den Lasteinleitungsflächen zu erwarten, da sich die Dehnungen hier überlagern (siehe Abbildung 9). Mit Hilfe von BISAR können nur rotationssymmetrische Systeme horizontal unendlicher Ausdehnung betrachtet werden, d.h. neben den Rollspuren können keine Flächenbegrenzungen angeordnet werden. Für die hier angestellten Betrachtungen ist der genaue Nachweispunkt und die Größe der auftretenden Zugdehnungen prinzipiell von untergeordneter Bedeutung. Daher wurde ein rechnerisch maßgebender Punkt der Straßenkonstruktion ausgewählt, der eine große Zugspannung an der Oberseite der Asphaltdeckschicht aufweist. Dieser liegt 130 cm neben der Lastachse. Die auftretenden Dehnungen sind abhängig von der Temperatur und der Verkehrsbelastung. Der Verlauf der Dehnung an der Oberseite der Asphaltdeckschicht in Abhängigkeit von der Entfernung zur Lastachse kann Abbildung 9 entnommen werden.

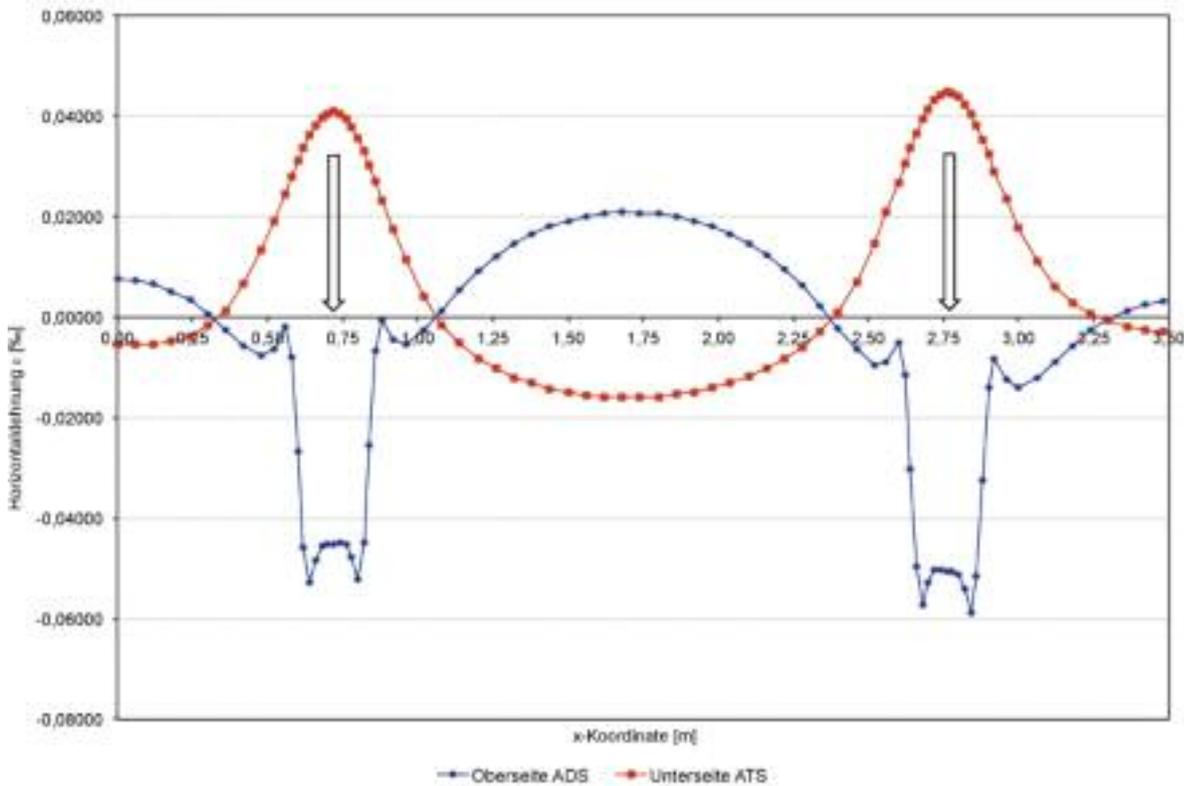


Abbildung 9: Dehnungen an der Oberseite der Asphaltdeckschicht und der Unterseite der Asphalttragschicht infolge zweier fiktiver Radlasten (Belastung 1N/mm^2)

Zur Berechnung der bis zum Ermüdungskriterium (Makrorisskriterium) ertragbaren Lastwechselzahlen wurden die Dehnungen im Nachweispoint in die Ermüdungsfunktionen (basierend auf der elastischen Anfangsdehnung – siehe Abschnitt 3.3) eingesetzt und die Lastwechselzahlen mit den Häufigkeiten der Temperatur (Straßentemperaturzone 5 (Kayser 2008)) und der Verkehrsbelastung (Achslastverteilung für Mischverkehr (Uhlig 2010)) überlagert.

Es ist zu berücksichtigen, dass die maximalen Dehnungen an der Oberseite der Asphaltdeckschicht weitaus geringer ausfallen als die maximalen Dehnungen an der Unterseite der Asphalttragschicht und die ertragbaren Lastwechselzahlen entsprechend groß ausfallen. Asphaltdeckschichten sind zusätzlich zu den verkehrslastinduzierten und bereits berücksichtigten thermischen auch kryogenen Zugspannungen und Veränderungen aus Alterung ausgesetzt, was Einfluss auf die ertragbare Lastwechselzahl hat, in diesem Beispiel jedoch unberücksichtigt bleibt.

In Tabelle 2 sind die aus den angenommenen Bedingungen (Temperaturverläufe und zugehörige Häufigkeiten, Achslastkollektiv) und den bis zum Ermüdungskriterium ertragbaren Lastwechselzahlen für den Nachweispoint Oberseite der Asphaltdeckschicht (130 cm außerhalb der Lastachse) resultierenden Shift-Faktoren zusammengefasst. Dafür wurden ausschließlich die ertragbaren Lastwechselzahlen unter Berücksichtigung der rein elastischen Anfangs-

dehnung (siehe Abbildung 6) verwendet, da die Berechnung der Dehnungen anhand von BISAR unter der Annahme rein elastischen Materialverhaltens erfolgt. Weiterhin ist anzumerken, dass die Versuche bei induzierten Dehnungen größer als 0,05% ausgeführt wurden. Die an der Oberseite der Asphaltdeckschicht bei extremen Belastungen (ncT12, Oberflächentemperatur $50\text{ }^\circ\text{C}$, Achslast 22t) maximal auftretenden Dehnungen betragen hingegen nur 0,05911%. D.h. die in den Versuchen bestimmten Ermüdungsfunktionen müssen in den Bereich der auftretenden Dehnungen extrapoliert werden. Weiterhin sind die auftretenden Dehnungen sehr klein und dementsprechend der Shift-Faktor groß.

Lastpausendauer [s]	Shift-Faktor [-]	Mittelwert [-]
0,0	1,00	20,17
0,2	6,69	
0,7	5,34	
2,0	67,40	

Tabelle 2: Shift-Faktoren im Vergleich zur Ermüdungsfunktion ohne Lastpause für das Berechnungsbeispiel

Die Berechnungsergebnisse zeigen, dass hinsichtlich des Einflusses der Lastpausendauer und somit der Heilung für das gewählte Beispiel unterschiedlich große Shift-Faktoren ermittelt werden können.

Unter Berücksichtigung, dass Lastpausen größer als die 10fache Belastungszeit kaum noch zu Verbesserungen führen, sind die ermittelten Shift-Faktoren mit den in der Literatur benannten vergleichbar, wenn der Mittelwert gebildet wird. Im Hinblick auf die Häufigkeit verschiedener Lastpausen wäre ein gewichteter Mittelwert sinnvoll, der die jeweilige Verkehrssituation widerspiegelt und so die Genauigkeit der rechnerischen Dimensionierung erhöhen kann.

5. Ausblick

Die infolge von Lastpausen eintretende Heilung von Asphaltgemischen bringt ein großes Potential hinsichtlich der Verbesserung der Genauigkeit der rechnerischen Dimensionierung von Asphaltbefestigungen mit sich. Derzeit wird die positive Auswirkung von Lastpausen gegenüber der nach AL Sp-Asphalt vorgeschlagenen Ermittlung der Ermüdungsfunktionen ohne Lastpausen in den RDO Asphalt 09 mit einem anteiligen Shift-Faktor von 20 angenommen (siehe Abschnitt 2.1). Die Ergebnisse der Versuche zeigen eine deutliche Differenzierung für die einzelnen Lastpausendauern, obwohl der Mittelwert des Shift-Faktors für das Berechnungsbeispiel ebenso bei rund 20 liegt.

Weiterhin müssen die erarbeiteten Ergebnisse unter Berücksichtigung des in Abschnitt 2.2 beschriebenen Thixotropischen Effekts beurteilt werden. Dieser tritt nur bei Temperaturen von über 15 °C auf.

Unter 15 °C kann nur eine partielle Heilung der strukturellen Schäden angenommen werden. In den hier durchgeführten Untersuchungen und Berechnungen wird der positive Effekt der Lastpause konsequent auf alle Temperaturzustände angewandt. Es wird also vernachlässigt, dass die Heilungsfähigkeit bei tiefen Temperaturen eingeschränkt ist. Die Auswirkungen auf das Beispiel sind jedoch als gering einzuschätzen, da bei tiefen Temperaturen und somit geringen Dehnungen sehr hohe ertragbare Lastwechselzahlen zu erwarten sind und die Änderungen prozentual klein ausfallen.

Die Dehnungsabhängigkeit des Shift-Faktors sollte zukünftig im Rahmen der rechnerischen Dimensionierung Berücksichtigung finden. Es zeigt sich bereits in den Ermüdungsfunktionen, dass große Dehnungen grundsätzlich eine geringe Anzahl an ertragbaren Lastwechseln bedingen. Zusätzlich zeigen die Ergebnisse der hier durchgeführten Untersuchungen, dass gegenüber kleinen Dehnungen für große Dehnungen der Shift-Faktor geringer anzusetzen ist, was zu einer weiteren Abminderung der ertragbaren Lastwechselanzahl führt. Diese Beanspruchungszustände, die nach derzeitigem Kenntnisstand vorwiegend bei sommerlichen Temperaturen auftreten, haben somit offensichtlich einen wesentlich stärkeren negativen Einfluss auf die Nutzungsdauer (Risskriterium an der Oberfläche), als bisher angenommen.

Quellen

AL Sp-Asphalt 09 (2009)

Prüfverfahren für die Dimensionierung von Asphaltbefestigungen - Arbeitsanleitung zur Bestimmung des Steifigkeits- und Ermüdungsverhaltens von Asphalten mit dem Spaltzug-Schwellversuch
Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, Arbeitsgruppe Infrastrukturmanagement, FGSV Verlag GmbH

TP Asphalt-StB 07 (2007)

Technische Prüfvorschriften für Asphalt im Straßenbau
Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, Arbeitsgruppe Asphaltbauweisen, FGSV Verlag GmbH

RDO Asphalt 09 (2009)

Richtlinien für die rechnerische Dimensionierung des Oberbaus von Verkehrsflächen mit Asphaltdeckschicht
Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, Arbeitsgruppe Infrastrukturmanagement, FGSV Verlag GmbH

Merkblatt über die mechanischen Eigenschaften von Asphalt (1985) Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, Arbeitsgruppe Asphaltstraßen, FGSV Verlag GmbH

Brunton, J.M., 1983. Developments in the Analytical Design of Asphalt Pavements using Computers
PhD Thesis University of Nottingham, Department of Civil Engineering

Castro, M.; Sánchez, J.A., 2006. Fatigue and Healing of Asphalt Mixtures: Discriminate Analysis of Fatigue curves / Journal of Transportation Engineering, Februar 2006, S. 168-174

Goos, D., 2008. Healing: Important Factor for the Design of Asphalt Pavements / Proceedings of the 4th Eurasphalt an Eurobitume Congress, Copenhagen

Kayser, S.; Wellner, F., 2008. Grundlagen zur Erfassung der Temperaturbedingungen für eine analytische Bemessung von Asphaltbefestigungen
Forschung Straßenbau und Straßenverkehrstechnik, Heft 996

Kogo, K.; Himeno, K., 2008. The Effect of different Waveforms and Rest Period in cyclic loading on the fatigue behaviour of the asphalt mixtures
Pavement Cracking, Proceedings of the 6th RILEM International Conference on Cracking in Pavements, Chicago

Little, N. D.; Bhasin, A., 2007. Exploring Mechanism of Healing in Asphalt Mixtures and Quantifying its Impact / Self Healing Materials. An Alternative Approach to 20 Centuries of Materials Science, S.205-218, Springer Verlag

Raithby, K. D.; Sterling A. B., 1972. Some Effects of Loading History on the Fatigue Performance of Rolled Asphalt / Transport and Road Research Laboratory, Rep. No. LR 496, Crowthorne

Soltani, A.; Anderson, D. A., 2005. New Test Protocol to Measure Fatigue Damage in Asphalt Mixtures / Road Materials and Pavement Design, Volume 6 – No. 4/2005, S. 485-514

Uhlig, W., 2010. Grundlagen zur Bestimmung dimensionierungsrelevanter Achslastkollektive für die rechnerische Dimensionierung von Oberbauten von Verkehrsflächen / Manuskript zur Dissertation, TU Dresden, unveröffentlicht

Witczak, M.; Mirza, M.W., 1999. Development of relationships to predict Poisson's Ratio for paving materials / InterTEAM Technical Report for NCHRP 1-37A, University of Maryland, College Park

Dr.-Ing. Christiane Weise
Technische Universität Dresden, Fakultät
Bauingenieurwesen
Institut für Stadtbauwesen und Straßenbau
Professur für Straßenbau
01062 Dresden
Tel.: +49 (351) 463-34133
Fax.: +49 (351) 463-37705
Christiane.Weise@tu-dresden.de
www.strassenbau.tu-dresden.de



GESTRATA Herbstseminar 2011

Am 10. November 2011 trafen sich die Mitglieder der GESTRATA zum Herbstseminar im Hotel Marriott in Wien. In vorweihnachtlicher Stimmung nutzte man die Gelegenheit, um sich mit Neuheiten aus der Branche zu versorgen.

Begrüßt wurden die Teilnehmer am Herbstseminar von Dipl.Ing. Karl Weidlinger, Vorstandsvorsitzender der GESTRATA, der auf ein ausgesprochen interessantes Programm verweisen konnte und sich erfreut zeigte, dass auch viele junge Gäste anwesend waren. Versierte junge Leute in der Branche zu haben, wäre sehr wichtig, so Weidlinger, und keine Selbstverständlichkeit. Durch das Programm, das drei Vorträge umfasste sowie die Vorstellung des diesjährigen GESTRATA-Preisträgers und seiner Arbeit zum Inhalt hatte, führte im Anschluss Ing. Maximilian Weixlbaum, Geschäftsführer der GESTRATA.

Ing. A. Loibl, OMV Refining & Marketing GmbH: CE-Kennzeichnung von Bitumen.

Die CE-Kennzeichnung sei die Voraussetzung für das In-Verkehr-Setzen eines Produktes im Europäischen Wirtschaftsraum und werde vom Hersteller oder autorisierten Repräsentanten in Eigenverantwortung angebracht, so Loibl. Basis dazu wäre die „Bauproduktenrichtlinie“. Vor diesem Hintergrund müsse der Hersteller ein WPK-System einführen, dokumentieren und betreiben, um sicherzustellen, dass die auf den Markt gebrachten Produkte über die angegebenen Gebrauchseigenschaften verfügen. In der Praxis hätten sich bei der Umsetzung der Bauproduktenrichtlinie allerdings Probleme ergeben wie z. B. eine unterschiedliche Interpretation der Bedeutung der CE-Kennzeichnung in den EU-Mitgliedsstaaten oder Unklarheiten für Hersteller bei der Implementierung der WPK.

Dipl.-Ing. Bernd Theßeling, Huesker Synthetic GmbH: Nachhaltige Straßensanierung unter Einsatz einer Asphalteinlage.

Auslöser für den Einsatz von Asphalteinlagen sind u. a. Rissbildungen, die im Alterungsprozess beim Straßenoberbau auftreten können. Als Alternative zu konventionellen Sanierungsmethoden, bei denen schon nach kurzer Zeit wieder Reflexionsrisse auftreten könnten, würde sich der Einsatz einer Asphaltbewehrung anbieten, um dieses Schadensbild deutlich zu verzögern, so Theßeling. An Varianten stünden dabei zur Verfügung: die Sanierung von Deckschichten durch ganzflächige Bewehrung, die teilflächige Bewehrung der Binderschicht bei einer Fahrbahnverbreiterung oder eine ganzflächige Bewehrung des Asphaltoberbaus bei einer Betondecke. Als Projektbeispiel wurden u.a. die Arbeiten am Flughafen Salgado Filho/Brasilien vorgestellt.

Univ. Prof. Dipl.-Ing. Dr. tech. Ronald Blab: Zukunft Straßenbau, Szenarien und Strategien.

Aus den zukünftigen ökologischen, energiepolitischen und demographischen Rahmenbedingungen stünde der Gesellschaft ein gravierender Wandel bevor, der eine entschlossene Schwerpunktbildung

auch bei der Errichtung neuer und der Erhaltung der bestehenden Straßeninfrastruktur erforderlich mache, so Univ. Prof. DI Dr. Blab. Dabei gebe es zwei Möglichkeiten darauf zu reagieren: mit „gereiftem Fortschritt“ oder mit „rasendem Stillstand“. Als Trends der nächsten 20 Jahren ortete Blab innovative Recyclingtechnologien, Bindemittel aus nachwachsenden Rohstoffen (NAWAROS), nanotechnologisch optimierte Oberflächen, neue Vertrags- und Geschäftsmodelle sowie Straßen als multifunktionale Bauwerke. Eine solche Entwicklung würde neue gesellschaftlich positiv besetzte Geschäftsfelder mit hohem Entwicklungspotenzial eröffnen. Sie müssten allerdings mit strategischen Investitionen in das Humankapital sowie Forschung & Entwicklung vorbereitet werden.

Optimierung von Baustoffen

Das diesjährige GESTRATA-Stipendium wurde an Dipl.-Ing. Dr. Josef Füssl für seine Dissertation „Mehrskalenmodellierung des Versagens von bituminösen Materialien – vom Ermüdungsverhalten bis zu Festigkeitseigenschaften von Asphalt“ verliehen. Die Mehrskalenmodellierung wurde dabei als die „logische Erweiterung klassischer Berechnungskonzepte“ vorgestellt, die zur Bestimmung von Materialeigenschaften in Abhängigkeit der Mikrostruktur diene und die Optimierung von Baustoffen am „grünen Tisch“ ermögliche.

Der GESTRATA-Förderpreis ist mit 2.000 Euro dotiert und wurde 2011 zum 6. Mal vergeben.



B1: Dipl. Ing. Karl Weidlinger, Vorstandsvorsitzender der GESTRATA.

B2: Ing. Maximilian Weixlbaum (li.), Geschäftsführer der GESTRATA, überreicht Dipl.-Ing. Dr. Josef Füssl den GESTRATA-Förderpreis.

Dr. Luise Weithaler

Presse- & PR-Service

5020 Salzburg, Kirchenstraße 31

Tel./Fax: +43(0)662-883832

weithalerjpr@aon.at



Mehrskalenmodellierung zur Beschreibung des Ermüdungsverhaltens von Asphalt

Aufgrund des kontinuierlich ansteigenden Straßenverkehrs innerhalb der Europäischen Union und der sich verändernden Belastungen durch neue Trends in der Automobil- und Reifenindustrie, werden neue Prognosewerkzeuge für die Beurteilung der Funktionstauglichkeit von Verkehrsinfrastruktur immer notwendiger.

Bei flexiblen Straßenbefestigungen führten nicht ausreichende Kenntnisse über das temperaturabhängige, mechanische und zeitabhängige Materialverhalten von Asphalt zur Entwicklung eines Mehrskalenmodells für Asphalt innerhalb des "Christian-Doppler-Labors für gebrauchsvorhaltensorientierte

Optimierung flexibler Straßenbefestigungen" (installiert im Jahr 2002) an der Technischen Universität Wien [1]. Das Ziel dieses Mehrskalenmodells (siehe Abbildung 1) ist die Verknüpfung des makroskopischen Verhaltens von Asphalt mit der Materialzusammensetzung und den Materialeigenschaften der einzelnen Bestandteile auf niedrigeren Betrachtungsebenen. Dies ermöglicht zum Beispiel die Vorhersage der Asphaltsteifigkeit in Abhängigkeit des Bitumengehalts, des Hohlraumanteils und der Sieblinie. Auch die Auswirkung von unterschiedlichen Bitumeneigenschaften auf die Asphaltsteifigkeit lässt sich damit prognostizieren.

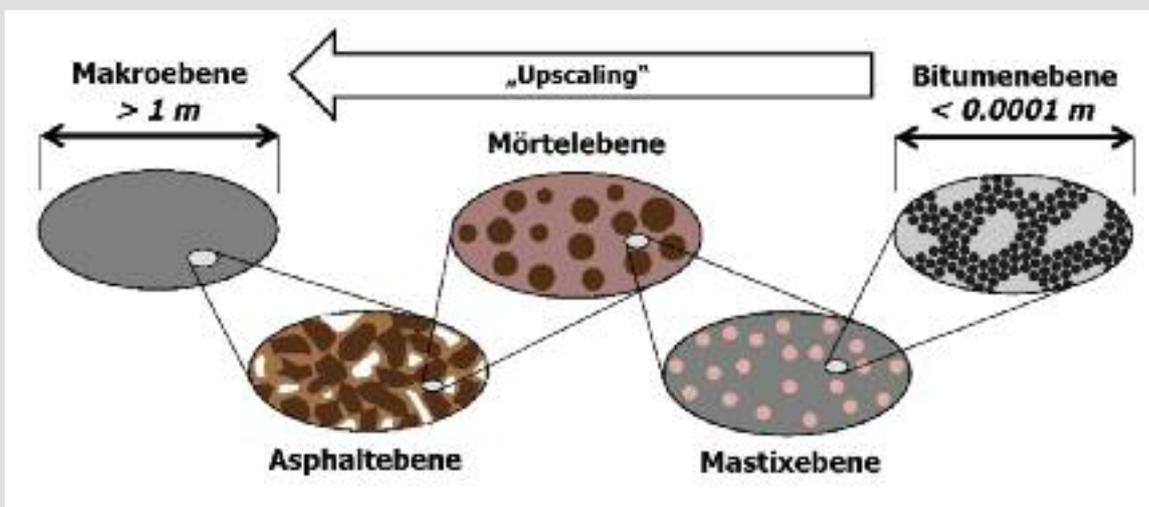


Abbildung 1: Mehrskalenmodell für Asphalt, bestehend aus fünf Betrachtungsebenen.

Um dies zu erreichen, müssen innerhalb des Mehrskalenmodells mechanische Eigenschaften von einer Skala zur nächsthöheren Skala transferiert werden. Dieser Prozess wird als „Upscaling“ bezeichnet und erfordert geeignete Homogenisierungsverfahren, abhängig vom zu homogenisierenden Materialverhalten (Elastizität, Viskosität, Festigkeit, ...). Die Homogenisierung der elastischen Eigenschaften von Asphalt kann mit Hilfe von Mittelwertbildung im Rahmen der Kontinuumsmikromechanik unter Verwendung von bewährten Schemen (Mori-Tanaka Schema oder generalisiertes Selbstkonsistenz Schema [2]) durchgeführt werden. Viskose Eigenschaften hingegen können unter Verwendung dieser Schemen im Laplace-Carson Raum homogenisiert werden [3].

Für das „Upscaling“ von Materialschädigung hingegen, wie es z.B. bei der Ermüdung von Asphalt auftritt, gibt es keine etablierten Verfahren. Ein physikalisch konsistentes Konzept, basierend auf dem Mehrskalenmodell für Asphalt, wurde in der Dissertation [4] entwickelt und soll im Folgenden kurz vorgestellt werden.

Ermüdung ist die Abnahme der Materialsteifigkeit bei sich wiederholender Belastung, wobei das Lastniveau deutlich unter der Festigkeit des Materials

liegt. Bei mittleren und tiefen Temperaturen kann angenommen werden, dass einer der Hauptprozesse der Ermüdung Rissentstehung und Mikrorissbildung in der Mastixphase des Asphalts ist. Bei Ermüdungsexperimenten wurde beobachtet, dass es mit zunehmender Lastwechselanzahl zu einer Abnahme des dynamischen Steifigkeitsmoduls bei gleichzeitiger Zunahme des Phasenverschiebungswinkels kommt. Diese Phänomene sollen mit Hilfe der Mehrskalmodellierung abgebildet werden.

Dafür wurde als unterste Betrachtungsebene die Mörtel Ebene gewählt, bestehend aus Bitumenmastix und Sand. Die in der Mastix entstehenden Mikrorisse können in der Kontinuumsmikromechanik über eine sogenannte Rissdichte d berücksichtigt werden. Um den Anstieg der Rissdichte zu beschreiben, wurde das Kontinuumsmikromechanische Konzept um ein bruchmechanisches Konzept erweitert. Dieses liefert über ein bewährtes Risswachstumsgesetz für viskose Materialien [5] den Zusammenhang zwischen der Rissdichte d und der Lastwechselanzahl N . Zusätzlich zu dieser Information sind die Sieblinie, die Sandeigenschaften und die Mastixeigenschaften notwendige Eingangsgrößen auf der Mörtel Ebene (siehe Abbildung 2). Die viskosen Eigenschaften der Mastix können über Dynamic-Shear-Rheometer (DSR) Tests gewonnen werden.

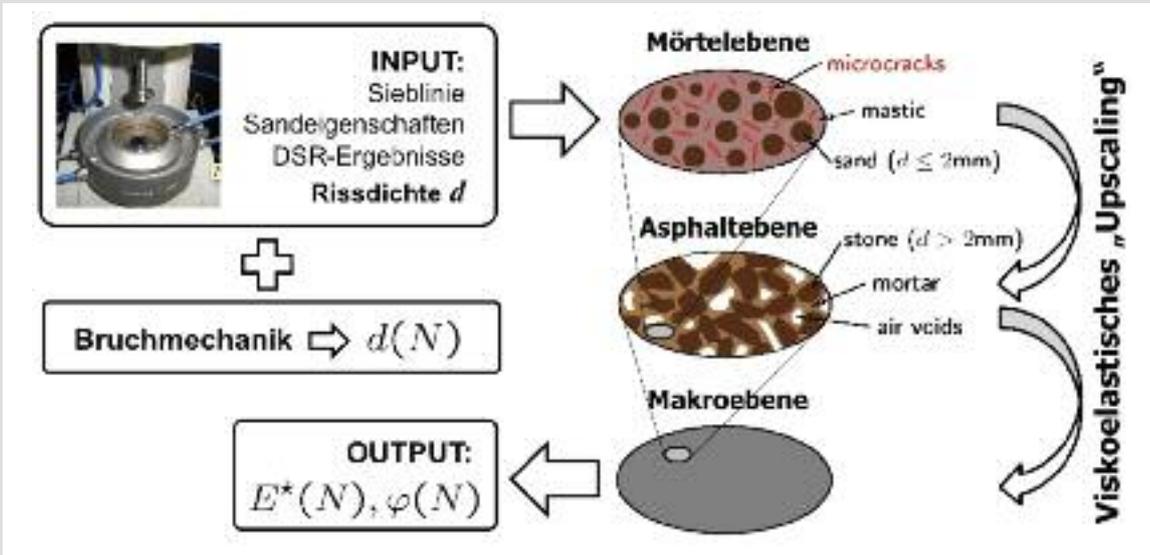


Abbildung 2: Grafische Darstellung des Ermüdungsmodells für Asphalt (E^* : dynamischer Elastizitätsmodul, φ : Phasenverschiebungswinkel, N : Lastwechselanzahl).

Nach Durchführung von zwei viskoelastischen Homogenisierungsschritten bekommt man schließlich den dynamischen Elastizitätsmodul und den Phasenwinkel der Asphaltmischung als Funktion der Lastwechsel. Die Validierung des Ermüdungsmodells, welches ohne empirische Parameter auskommt,

erfolgte durch kraftgesteuerte zyklische ein-axiale Zugversuche. Abbildung 3 zeigt einen Vergleich der Vorhersage des Ermüdungsmodells mit den Ergebnissen der Ermüdungsversuche für drei unterschiedliche Spannungsamplituden σ_0 .

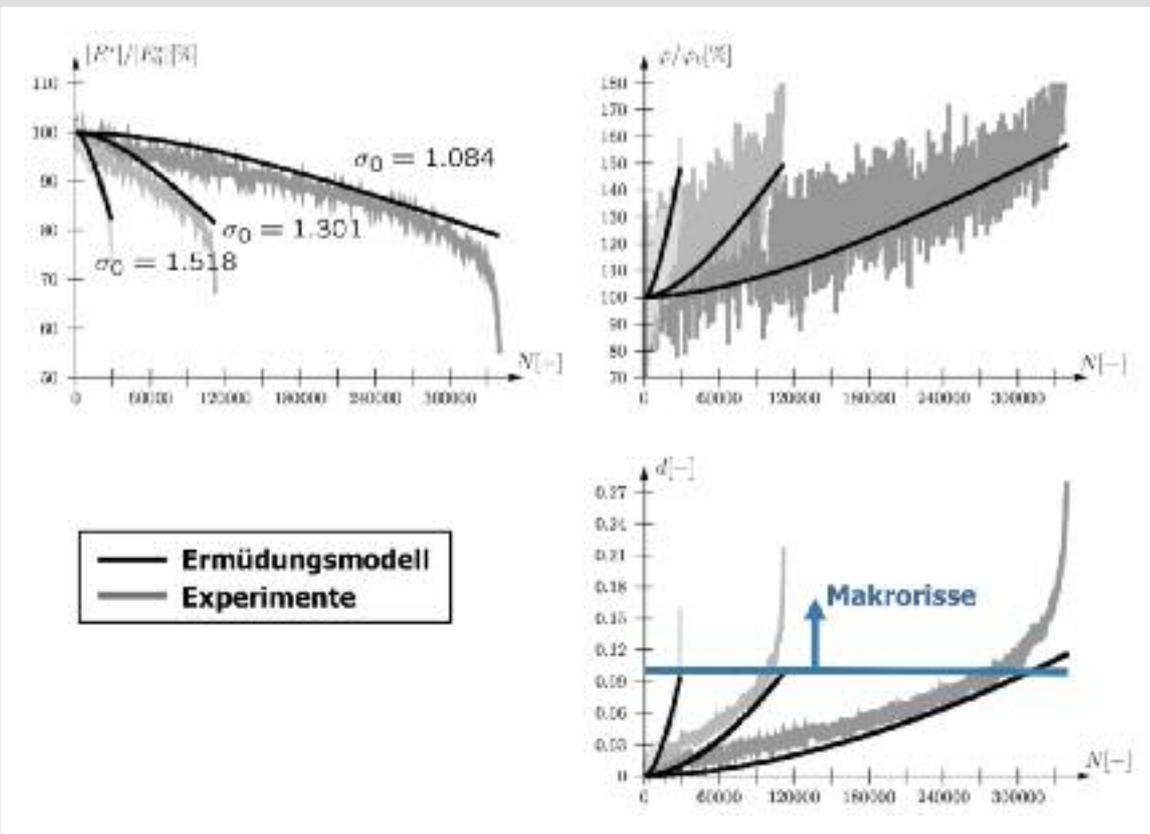


Abbildung 3: Vergleich der Vorhersage des Ermüdungsmodells mit den Ergebnissen aus zyklischen ein-axialen Zugversuchen für drei unterschiedliche Spannungsamplituden σ_0 (Asphalt: PmB45-80-65 bei -10°C , Frequenz: 30 Hz).

Das Ermüdungsverhalten, charakterisiert durch die Abnahme des dynamischen Steifigkeitsmodul und die Zunahme des Phasenverschiebungswinkel mit zunehmenden Lastwechsel, kann mit dem vorgestellten Ermüdungsmodell sehr gut nachgebildet werden. Das deutet darauf hin, dass das zugrundeliegende Risswachstumsgesetz die ansteigende Rissdichte mit zunehmenden Lastwechsel passend beschreibt.

Dieses Modell dient auf der einen Seite zum besseren Verständnis der mechanischen Schädigungsprozesse die während der Ermüdung im Asphalt stattfinden, und auf der anderen Seite, um nach ausreichender Validierung, aufwendige Ermüdungsexperimente einzusparen und die Charakterisierung einer Asphaltmischung hinsichtlich Ermüdung zu vereinfachen.

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass durch die Mehrskalmodellierung im Allgemeinen und dem Ermüdungsmodell im Speziellen die gebrauchsvorhaltensorientierte Optimierung von bituminösen Mischungen in Bezug auf ihr Material/Ermüdungsverhalten möglich wird.

Literatur:

- [1] R. Blab und J. Eberhardsteiner, Methoden der Strukturoptimierung flexibler Straßenbefestigungen – Tätigkeitsbericht des Christian Doppler Labors 2002 bis 2005, Mitteilungen des Institut für Straßenbau und Straßenerhaltung, Heft 17, 2005.
- [2] T. Mori und K. Tanaka, Average stress in matrix and average elastic energy of materials with misfitting inclusions, Acta Metallurgica, 21:571-574, 1973.
- [3] E. Aigner, R. Lackner und C. Pichler, Multiscale prediction of viscoelastic properties of asphalt concrete, Journal of Materials in Civil Engineering, 21(12):771-780, 2009.
- [4] J. Füssl, Multiscale fracture modeling of bituminous mixtures – from fatigue behavior to ultimate strength properties of asphalt concrete, Dissertation, 2010.
- [5] R. A. Schapery, A theory of crack initiation and growth in viscoelastic media, part iii: Analysis of continuous growth, International Journal of Fracture, 11:549-562, 1975.



Nachhaltige Straßensanierung unter Einsatz einer Asphaltbewehrung

Die bauliche Erhaltung von Verkehrsflächenbefestigungen ist für den Straßenbaulastträger hinsichtlich der Erhaltung der Substanz und des Gebrauchswertes vorhandener Straßenbefestigungen und ihrer Nutzungsdauer von zentraler Bedeutung. Denn falls im Verlauf der Nutzungsdauer Risse aufgrund von Witterungs- und Verkehrsbeanspruchung entstehen sollten, verursachen sie einen hohen Erhaltungsaufwand.

Funktion

Asphalt ist ein nahezu idealer Baustoff für den Straßenbau. Allerdings verfügen Asphaltsschichten nur über eine geringe Zugfestigkeit, die bereits bei geringen Dehnungen überschritten werden kann. Die Sanierung einer Asphaltfahrbahn erfolgt üblicherweise durch das Abfräsen der Asphaltdeckschicht, oder auch der Deck- und Binderschicht. Anschließend wird die Fläche mit neuen Asphaltsschichten überbaut. Rollt jetzt eine Radlast über einen, in den unteren Asphaltsschichten noch immer vorhandenen Riss, entstehen in der darüber liegenden Asphaltsschicht Biege- und Scherspannungen. Die Größe dieser Spannungen übersteigt die Zugfestigkeit der darüber liegenden Asphaltsschicht, und können somit nicht von ihr aufgenommen werden.

Wenn alte Asphalt- oder Betonschichten überbaut werden, können deshalb vorhandene Risse wieder in die neuen Schichten durchschlagen. Dabei entstehen neue „alte“ Reflexionsrisse, die nach der Sanierung einer Straße immer wieder Probleme bereiten. Um das Entstehen von Reflexionsrissen zu verzögern, werden seit den 70er Jahren Asphaltbewehrungsgitter eingesetzt. Seitdem wurden sie in Bezug auf die besonderen Bedingungen des Asphaltstraßenbaus weiterentwickelt und angepasst. Durch den Einsatz von Asphaltbewehrungsgittern lassen sich die Sanierungsintervalle von Asphaltfahrbahnen z.T. deutlich verlängern. Die positive Wirkung ist durch viele wissenschaftliche Untersuchungen und viele Jahre Erfahrung in der Praxis nachgewiesen.



Bild 1: Verlegen einer HaTelit® Asphaltbewehrung



Bild 2: Überbau der Bewehrung mit einer Asphaltdeckschicht

Grundlegend ist allerdings, dass vor Auswahl der geeigneten Asphalteinlage eine ordnungsgemäße Zustandserfassung der vorhandenen Fahrbahn erfolgen muss. Außerdem muss die Asphalteinlage bestimmte Anforderungen erfüllen, welche in Regelwerken erläutert werden. Ein Regelwerk ist die EN 15381.

EN 15381 „Geotextilien und geotextilverwandte Produkte - Eigenschaften die für die Anwendung beim Bau von Fahrbahndecken und Asphaltdeckschichten erforderlich sind“

Diese Norm [1] legt die relevanten Eigenschaften von metallischen und nicht-metallischen Geotextilien und geotextilverwandten Produkten, sowie die geeigneten Prüfverfahren zur Bestimmung dieser Eigenschaften fest. Die bestimmungsgemäße Anwendung besteht in der Erfüllung einer oder mehrerer der folgenden Funktionen: Bewehren, Spannungsentlastung und Abdichten. Die EN 15381 legt u.a. Anforderungen fest, die von Herstellern und Händlern zur Darstellung von Produkteigenschaften zu beachten sind.

Bestimmung der Zugfestigkeit

Die EN 15381 gibt vor, die Zugkraft und die Höchstzugkraftdehnung gemäß EN ISO 10319 „Geokunststoffe - Zugversuch am breiten Streifen“ zu prüfen. Allerdings gibt es den Hinweis, dass sie für bestimmte Zwecke nicht geeignet sein kann. In diesen Fällen sind andere Verfahren wie z.B. die EN ISO 13934-1 oder die ASTM D 6637-01 anzuwenden. Auf jeden Fall sind Prüfungen der Zugfestigkeit an Fertigprodukten durchzuführen. Hierdurch soll vermieden werden, dass Hersteller nur theoretische Zugfestigkeiten angeben, die nicht am Endprodukt geprüft wurden.



Bild 3: Zugversuch am breiten Streifen nach EN ISO 10319

Relevante Eigenschaften

Gemäß EN 15381 muss eine Leistungsbeschreibung festlegen, welche Funktionen und Anwendungsbedingungen zutreffen. Der Hersteller eines Produktes muss also die erforderlichen Angaben, beruhend auf den Anforderungen und Prüfverfahren der Norm, zur Verfügung stellen. Diese besonderen Anwendungsbedingungen werden in der EN 15381 aufgeführt, auf die wichtigsten (z.B. Einbaubeschädigung, Alkali- und Witterungsbeständigkeit) wird im Folgenden eingegangen.

Einbaubeschädigung / Einbau auf gefrästen Flächen

Die EN 15381 weist darauf hin, dass „Beschädigung beim Einbau“ bei der Verlegung, des Überbaus und bei der Verdichtung des Asphalts stattfindet. Entsprechende Prüfverfahren sind noch in Vorbereitung.

Der beim Einbau (Befahren durch Baustellenverkehr und Fertiger) und Verdichten des Asphaltmischguts (Walzeneinsatz) auftretende Festigkeitsverlust soll bei der Auswahl von Asphalteinlagen Berücksichtigung finden. Auch die Art der Unterlage z.B. (gefräst oder eine saubere Ausgleichsschicht) spielt hierbei eine gewichtige Rolle. Gerade sehr spröde Rohstoffe sind anfällig gegen äußere Einflüsse.

Alkalibeständigkeit

Angaben zur Alkalibeständigkeit sind für alle Funktionen erforderlich, wenn das zu verwendende Produkt in direktem Kontakt mit einer ungeschützten Beton- oder mit einer zementverstärkten Oberfläche ist.

Schmelzpunkt

Wenn die Temperatur des verlegten Asphalts höher ist als der Schmelzpunkt des Bewehrungspolymeres selbst, müssen hierzu Angaben gemacht werden.



Einflüsse auf die Beschädigung beim Einbau in der Praxis

Witterungsbeständigkeit

Angaben zur Witterungsbeständigkeit sind erforderlich, wenn das Produkt nicht am selben Tag der Verlegung mit einer Asphaltschicht bedeckt wird. Einige Rohstoffe können mehr oder weniger Zugfestigkeit verlieren wenn sie witterungsbedingt (z.B. bei Regen) in Kontakt mit Wasser kommen. Grundsätzlich kann eine **wirksame Zugfestigkeit** kann also erst nach Abzug der Festigkeitsverluste durch die bei besonderen Anwendungsbedingungen (z.B. Einbauschädigung, Kontakt mit Wasser) auftretenden Festigkeitsverluste ermittelt werden. Gerade bei den unterschiedlichen Rohstoffen und Produkten kann es zu mehr oder weniger großen Unterschieden kommen.

Nachweis der Wirksamkeit - Wissenschaftliche Untersuchungen -

Um den Einfluss dynamischer Lasten (Verkehrsbelastung) zu untersuchen, wurden vom „Aeronautic Technological Institute“ in Brasilien dynamische Ermüdungsversuche durchgeführt [2]. In den Versuchen wurden zunächst zweischichtige Asphaltbalken mit den Abmessungen 7,5 cm x 15 cm x 46 cm im

Labor hergestellt. Um einen vorhandenen Riss nachzubilden wurden in der unteren Schicht Fugen in einer Breite von 3 mm, 6 mm und 9 mm eingesägt. Bei den bewehrten Probekörpern wurde auf der unteren Schicht, also direkt über dem Riss, eine Asphaltbewehrung gelegt. Die verwendete Bewehrung bestand aus hochmodularem Polyester mit einer Maschenweite von 4 x 4 cm und einer Zugkraft von 50 kN/m bei 12% Dehnung.



Bild 5: Versuchsaufbau

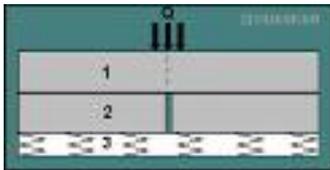


Abb 1: Versuchsaufbau

1. Asphaltdeckschicht
- 1/2 Polyestergerüst als Bewehrung
2. Asphaltbewehrung mit simuliertem Riss
3. Elastische Auflage

Die Belastung erfolgte sinusförmig, bei einer aufgegebenen Last von 330, 425 und 550 kN/m². Die Versuche wurden an bewehrten und unbewehrten Probekörpern, jeweils im Scher- und im Biegemodus durchgeführt. Als Auflage für die Asphaltbalken diente eine Gummimatte, welche die Spannungs-konzentrationen auf die darunter vorhandene, relativ steife Stahlplatte minimieren sollte. Das erste Erscheinen eines sichtbaren Risses an der Oberfläche der Probekörper definierte das Ende eines Versuches.

Ergebnisse der wissenschaftlichen Untersuchung

Bei den Probekörpern ohne Bewehrung war der Reflexionsriss bereits nach wenigen Lastwechseln durchgeschlagen. Die Entwicklung erfolgte im Scher-, wie im Biegemodus sehr schnell und fast senkrecht zum simulierten Riss (Bild 6). Der Versuch wurde für beendet erklärt, nachdem der entstandene Reflexionsriss vollständig durch die obere Asphalt-schicht (7,5 cm) durchgeschlagen war, also Ober-fläche des Asphaltprobekörpers erreicht hatte. In Abhängigkeit von der Breite des simulierten Risses (3 - 9 mm) wuchs der Riss bei den bewehrten Probekörpern nur bis ca. 2 bis 3 cm in die obere Asphalt-schicht hinein.

Es konnte also gefolgert werden, dass die Bewehrung das Durchschlagen des Risses gestoppt hat. Nach weiteren Lastwechseln entstanden in den bewehrten Probekörpern zunächst kleine Mikrorisse, die sich im weiteren Verlauf untereinander verzweigten aber auch deutlich über eine größere Fläche verteilten (Bild 7). Dieses veränderte Rissbild wurde sowohl im Scher-wie auch im Biegemodus festgestellt. Bei den be-wehrten Probekörpern wurde der Versuch beendet, sobald ein kleiner Riss die Oberfläche der Probekör-per erreicht hat.



Bild 6: Riss in unbewehrter Probe nach 80.000 Lastspielen



Bild 7: HaTelit® bewehrte Probe nach 480.000 Lastspielen

Beim unbewehrten Probekörper mit einem simulierten Riss von 3 mm erreichte der Reflexionsriss die Oberfläche nach nur 79.884 Lastwechseln. Im Gegen-satz dazu widerstand der bewehrte Probekörper 477.155 Lastwechseln.

Aus den Ergebnissen aller Versuche wurde ein Effektivitätsfaktor berechnet. Dieser Faktor gibt das Verhältnis zwischen bewehrter und unbewehrter Probe wider, und lag zwischen 4,6 und 6,1.

Die vollständige Beschreibung und die Ergebnisse des Untersuchungsprogramms wurden auf der 5. inter-nationalen RILEM Konferenz veröffentlicht [2]. Für Details wird auf dieses Werk verwiesen.

Nachweis der Wirksamkeit - Beispiele aus der Praxis -

Sanierung der Rosenstraße in Ochtrup (Nordrhein-Westfalen)

Ochtrup ist eine Stadt im nordwestlichen Münsterland (Nordrhein-Westfalen) im Grenzgebiet zu den Niederlanden. Die Rosenstraße in Ochtrup verläuft östlich der Innenstadt und führt als Durchgangsstraße direkt zum Grenzübergang zu den Niederlanden. Um die Anwohner vom hohen Verkehrsaufkommen mit erheblichem Schwerverkehr zu entlasten, wurde eine Umgehungsstraße gebaut. Nach Fertigstellung wurde im Januar 2005 die bislang als Kreisstraße 57 deklarierte Rosenstraße zu einer Gemeindestraße zurückgestuft. Aber auch heute noch nutzen ortskundige Fahrer häufig die kürzere Strecke über die Rosenstraße als Alternative zur Umgehungsstraße.

Erstsanierung Mai 1996

Vor der Sanierung der Rosenstraße im Jahr 1996 wurden auf der gesamten Fahrbahnbreite Substanzschäden in Form von Netzrissen festgestellt. Die Sanierungsplanung sah vor, die vorhandene 5 cm starke Asphaltdeckschicht abzufräsen und zu erneuern. Nach dem Abfräsen der Deckschicht stellte sich jedoch sowohl die Binder- als auch die Tragschicht extrem rissig und in einem sehr schlechtem Zustand dar (Bild 8).



Bild 8: Rissige Binder- und Tragschicht vor der Sanierung

Aufgrund dieser Tatsache war die ausschließliche Erneuerung der Deckschicht nicht mehr vertretbar. Es musste damit gerechnet werden, dass kurzfristig wieder erste Risse aus der Binderschicht in die neue Deckschicht durchschlagen würden. Damit wäre die Rosenstraße nach kurzer Zeit wieder sanierungsbedürftig.

Bei der Wahl einer neuen Sanierungsvariante spielte u.a. auch der Zeitfaktor eine wesentliche Rolle. Eine langfristige Vollsperrung der Rosenstraße war - als stark frequentierte Durchgangsstraße zu den Niederlanden - nicht erstrebenswert.

Außerdem hätte die Erneuerung des gesamten Oberbaus zu erheblichen Mehrkosten geführt. Aus diesen Gründen wurde (damals noch als kurzfristige Lösung gedacht) der Einsatz der Asphaltbewehrung HaTelit® in Erwägung gezogen. HaTelit® sollte das Durchschlagen der Risse aus der Binderschicht in die neue Deckschicht verzögern. Hierdurch war eine kosten-günstige Sanierung möglich, welche die Sanierungsintervalle verlängert. Auch der Zustand der sanierten Straße ließ sich somit über einen längeren Zeitraum auf hohem Niveau halten. Diese Vorteile waren ausschlaggebend zur weiteren Sanierung die Asphaltbewehrung HaTelit® einzusetzen. Dabei wurde die gefräste Unterlage entsprechend der Einbauanleitung mit Bitumenemulsion angespritzt. Hierauf wurde anschließend die Asphaltbewehrung verlegt und mit 5 cm Asphaltbetondecke 0/11 überbaut.

Projektverlauf: -Juni 2002-

Sechs Jahre nach der Sanierung bat die Firma HUESKER den Landrat des Kreises Steinfurt um einen Zustandsbericht der Rosenstraße. Der zuständige Sachbearbeiter hat dabei wie folgt Stellung bezogen: „...teile ich Ihnen gern mit, dass sich die damalige Fahrbahnsanierung der Kreisstraße 57, Rosenstraße, mit der Asphaltarmierung HaTelit® 30/13 in vollem Umfang bewährt hat. Durch die Aufbringung der Asphaltarmierung unterhalb der Asphaltbetondecke 0/11 haben sich bis zum heutigen Tage keine Risse in der Asphaltbetondecke gezeigt. Seinerzeit wurde dieses Verfahren gewählt, um nicht die rissige Binder- und Tragschicht zusätzlich aufnehmen zu müssen...“ [3].

Projektverlauf: -April 2009-

Fast 13 Jahre nach dem Einbau der Asphaltbewehrung trafen sich verantwortliche der Firma HUESKER mit Vertretern der Stadt Ochtrup zu einer Ortsbesichtigung. Auch zu diesem Zeitpunkt wurden keine Risse auf der Fahrbahn festgestellt. Die zuständige Sachbearbeiterin der Stadt Ochtrup bestätigt in einem Schreiben vom 02.04.2009: „Ich teile Ihnen gerne mit, dass sich das damalige Aufbringen der Asphaltbewehrung bewährt hat, und sich bis zum heutigen Tage keine Netzrisse in der Asphaltbetondecke gezeigt haben“ [4].

Projektverlauf: -August/September 2009- Zustandsbewertung der TÜV Rheinland LGA Bautechnik GmbH, NL Weimar

Die TÜV Rheinland LGA Bautechnik GmbH wurde mit Zustimmung der Stadt Ochtrup von der Firma HUESKER beauftragt, den Zustand der Rosenstraße über die im Jahr 1996 sanierte Länge hinsichtlich der Rissbildung zu erfassen und zu bewerten [5]. Dabei wurde der aktuelle Zustand mit dem Zustand vor der Sanierung im Jahr 1996 verglichen. Anhand dieses Vergleiches konnte abgeleitet werden, ob der Einsatz der Asphaltbewehrung HaTelit® das

Auftreten von Reflexionsrissen verzögern kann. Am 24.08.2009 wurde eine visuelle Zustandsbewertung gemäß dem FGSV Arbeitspapier Nr.9 durchgeführt. Als Unterlagen dienten der LGA eine Bilddokumentation der Bauausführung vom Mai 1996. Ebenfalls gab der damalige Bauleiter des Kreises Steinfurt, der die Sanierung der Rosenstraße betreute, weitere notwendige Informationen.

Projektverlauf: -Ergebnis-

Für den im Jahre 1996 unter Einsatz von HaTelit® sanierten Abschnitt der Rosenstraße wurde nach 13 Jahren Liegezeit der Zustandwert ZWRIS mit einem Gesamtzustandswert von 1,09 ermittelt. Gemäß der LGA wurden bei der visuellen Aufnahme der Fahrbahnoberfläche nahezu keine Substanzschäden festgestellt. Auf dem gesamten Streckenabschnitt wurden zwei eingelegte Flickstellen aufgenommen, welche auf Arbeiten am Entwässerungssystem zurückzuführen sind. An einer Stelle wurden am äußeren Rand der Fahrbahnbefestigung Querrisse in geringem Maße festgestellt (Bild 9). An wenigen weiteren Stellen wurden ebenfalls nur am äußeren Rand kleine Risse längs zur Fahrbahn festgestellt. Die Fotodokumentation vom Einbauzustand 1996 (Bild 10) zeigt, dass der Abstand von HaTelit® zum Fahrbahnrand immer bei ca. 15 - 20 cm liegt. Die TÜV Rheinland LGA Bautechnik GmbH bestätigt ebenfalls: „Der gesamte übrige Fahrbahnbereich ist frei von Rissen.“



Bild 9: Querriss im Randbereich



Bild 10: verlegte Bewehrung

Fazit

Das Ergebnis der Zustandsbewertung des TÜV Rheinland LGA zeigt, dass die Rosenstraße in Ochtrup trotz stetig starkem Verkehr bis heute in sehr gutem Zustand ist. Der Einsatz der Asphaltbewehrung hat sich bei der Sanierung in vollem Umfang bewährt. Diese Maßnahme zeigt erneut, dass HaTelit® das Durchschlagen von Reflexionsrissen deutlich verzögert und somit der Zustand einer sanierten Straße über einen langen Zeitraum auf hohem Niveau gehalten werden kann.

Sanierung des „Corso Giovanni Agnelli“ in Turin

Situation:

Im Jahr 2006 fanden in Turin die olympischen Winterspiele statt. Im Zuge dessen musste der stark sanierungsbedürftige „Corso Giovanni Agnelli“, der als Hauptverkehrsstraße direkt am Olympiastadion vorbei führt, saniert werden.

Der vorhandene Asphaltbelag zeigte bis dahin viele Risse wobei auch nahezu jede Fuge der unterhalb liegenden Betonplatten an die Oberfläche reflektiert war. Über eine Länge von ca. 500m wurde dabei die Asphaltbewehrung HaTelit® C 40/17 der Firma HUESKER eingesetzt. Um eine Vergleichsstrecke zu schaffen wurde ein weiterer Teil ohne den Einsatz einer Asphaltbewehrung saniert.

Bauablauf:

Im Juni 2005 wurde der zu bewehrende Abschnitt saniert. Hierbei wurde die vorhandene Asphaltdecke bis auf die darunterliegenden Betonplatten abgefräst und anschließend eine Asphaltausgleichsschicht eingebaut. Auf die Ausgleichsschicht wurde die Asphaltbewehrung gemäß der Einbauanleitung verlegt (Bild 11) und mit 4 cm Asphaltdeckschicht überbaut. Zwei Wochen später, im Juli 2005 wurde der Vergleichsabschnitt ohne den Einsatz einer Asphaltbewehrung saniert. Hierbei wurde die vorhandene Asphaltdecke abgefräst. Auf die gereinigte Unterlage wurde dann eine neue 5 cm starke Asphaltdeckschicht eingebaut (Bild 12).



Bild 11: HaTelit® Verlegung im Juni 2005



Bild 12: Deckenerneuerung im unbewehrten Abschnitt im Juli 2005

Projektverfolgung:

Im Mai 2006 erfolgte die erste Begutachtung der Strecke. Der bewehrte Abschnitt zeigte keine Risse. Der unbewehrte Abschnitt zeigte allerdings erste Anzeichen einer Rissbildung über den Dehnungsfugen der Unterlage (Bild 13)



Bild 13: unbewehrter Abschnitt im Mai 2006

Im Juli 2009, also 4 Jahre nach der Sanierung, erfolgte die zweite Begutachtung der Strecke. Hierbei zeigte sich der bewehrte Abschnitt noch immer ohne Risse (Bild 14). Im Gegensatz hierzu waren im unbewehrten Abschnitt nahezu alle Dehnungsfugen an die Oberfläche reflektiert (Bild 15).



Bild 14: Juli 2009, HaTelit® bewehrter Abschnitt



Bild 14: Juli 2009, unbewehrter Abschnitt

Ergebnis:

Die Asphaltbewehrung HaTelit® C 40/17 hat das Durchschlagen der Dehnungsfugen aus der Unterlage bis dato verhindert. Dieses Beispiel zeigt, dass eine richtig ausgewählte Asphaltbewehrung die Lebensdauer einer Fahrbahn um ein Vielfaches verlängert. Die damit verbundenen Einsparungen führen zu einer erheblichen Kostenreduzierung bei der Unterhaltung von Asphaltfahrbahnen.

Fräsen und Wiederverwerten von bewehrtem Asphalt

Selbst die beste Asphaltbewehrung ist kein Garant für die unbegrenzte Haltbarkeit einer Asphaltfahrbahn. Gerade der reibungslose Rückbau, unter anderem unter Einsatz von Fräsen, rückt dabei immer wieder ins Zentrum der Diskussionen. Um zu zeigen dass ein Polyestergeritter (HaTelit®) ohne Einschränkung fräsbar ist und dabei auch die Wiederverwendung des Fräsgutes möglich ist, wurden von der Firma Huesker, in Zusammenarbeit mit der RWTH Aachen (2008), Fräsversuche durchgeführt [6].

Am Institut für Straßenwesen der RWTH Aachen wurde der Einfluss einer Asphaltbewehrung aus hochmodularem Polyester auf das Fräsverhalten unter definierten Bedingungen untersucht. Auf der institutseigenen 26 m langen und 1 m breiten Einbaustrecke können unterschiedliche Straßenaufbauten praxisadäquat eingebaut und ebenfalls rückgebaut werden. Ausgehend von einer Frostschutzschicht können verschiedene, auch über die in den RStO 01 [7] hinausgehende, Straßenaufbauten eingebaut werden. Der Einbau des Mischgutes erfolgt dabei mittels eines schienengeführten Fertigers, der mit einer Hochleistungsverdichtungsbohle ausgestattet ist. Die Nachverdichtung des Materials erfolgt durch eine Tandemvibrationswalze. Für die Fräsversuche wurde eine Kleinfräse mit einer Fräsrollenbreite von 500 mm eingesetzt.

Ziel der Untersuchungen war es, das Fräsverhalten des bewehrten Straßenaufbaus unter maschinen- und verfahrenstechnischen Gesichtspunkten zu analysieren und zu bewerten. Neben der Untersuchung hinsichtlich der Stückgrößenverteilung und der Art und Größe der Faseranteile im Fräsasphalt sollte die Möglichkeit der Wiederverwertung von Ausbaupasphalt mit Asphaltbewehrungsfasern in Form von Asphaltgranulat in bitumengebundenen Schichten überprüft werden.

Versuchsdurchführung

Aufbauend auf einer Frostschutzschicht und einer Asphalttragschicht wurde eine 6 cm Asphaltbinderschicht (AB 0/16S) in die Versuchsstrecke eingebaut. Nach einer Liegezeit von circa einer Woche wurde die Asphaltbewehrung aus Polyester (HaTelit®) gemäß der Einbauanleitung verlegt (Bild 16). Anschließend erfolgte der Überbau mit einer 4 cm starken Asphaltdeckschicht (AB 0/11S). Während des Einbaus der Asphaltdeckschicht wurden keine Beeinträchtigungen durch die Asphaltbewehrung festgestellt (Bild 17).



Bild 16: Verlegen der Asphaltbewehrung



Bild 17: Einbau der Asphaltdeckschicht auf die Asphaltbewehrung

Rückbau - Fräsversuche

Zur Untersuchung des Einflusses der Asphaltbewehrung auf den Rückbau der Asphaltkonstruktion wurde die Einbaustrecke in zwei Versuchsabschnitte unterteilt. Auf den ersten Metern (1. Versuchsabschnitt) wurde versucht, die Deckschicht wenige

Millimeter oberhalb der Asphaltbewehrung durch Fräsen zurückzubauen, wobei die Asphaltbewehrung selbst unberührt bleiben sollte. Grundgedanke war dabei, im Sanierungsfall die Bewehrung im Straßenaufbau zu belassen und nur die Deckschicht abzufräsen.

Ergebnis:

Obwohl die Asphaltbewehrung in Teilbereichen nur noch eine Überdeckung von wenigen Millimetern aufwies, waren weder Ablösungen zu beobachten noch wurden Fasern der Asphaltbewehrung aus ihrem Verbund herausgelöst. Es konnte ein sortenreines Fräsgut gewonnen werden, das keine Bestandteile der Asphaltbewehrung aufwies.

Im zweiten Bereich (verbleibende Versuchsstrecke) sollte die Asphaltbewehrung im Fräsbereich liegen. Hierzu wurde eine Frästiefe von circa 5 cm gewählt, so dass die Asphaltdeckschicht und der erste Zentimeter der Asphaltbinderschicht (inklusive Bewehrung) in einem Arbeitsgang von der Fräse erfasst wurden (Bild 18). Diese Ausführung entspricht der Empfehlung der Firma Huesker zum Rückbau von HaTelit® bewehrten Fahrbahnen.

Ergebnis: Während des Rückbaus konnten aus verfahrenstechnischen Gesichtspunkten keine Beeinträchtigungen der Fräsarbeiten festgestellt werden. Das Fräsgut wies, wie im 1. Versuchsabschnitt, eine feine Stückgrößenverteilung auf. Die durch den Fräsvorgang entstandenen Fasern der Asphaltbewehrung waren gleichmäßig im Fräsgut verteilt. Die Fasern wiesen dabei eine durchschnittliche Länge von circa 10 cm auf (Bild 19).



Bild 18: Fräsen der Asphaltdeckschicht inklusive der Bewehrung

Nach Abschluss der Arbeiten wurde die Fräswalze auf anhaftende Fasern untersucht. Dabei wurde deutlich, dass sich über die gesamte Versuchsstrecke nahezu keine Fasern in der Fräswalze gefangen hatten (Bild 20). Im Rahmen dieser Versuche wurde keine Beeinträchtigung der Fräsarbeiten festgestellt.



Bild 20: Nahezu keine Fasern haben sich um die Fräswalze gelegt

**Wiederverwertbarkeit:
Einfluss der Bewehrungsfasern
auf die Marshall-Stabilität**

Im Rahmen von asphalttechnischen Untersuchungen wurde der Einfluss von Asphaltbewehrungsfasern im Ausbaupasphalt auf dessen Wiederverwertung untersucht. Dazu wurden Marshall-Probekörper aus Asphaltbindermischgut mit und ohne Asphaltbewehrungsfasern hergestellt und die Marshall-Kennwerte Stabilität und Fließwert bestimmt. Die Nullvariante entspricht dem eingebauten Asphaltbindermischgut. Für die Variante mit Asphaltbewehrungsfasern wurde eine der Nullvariante entsprechende Korngrößenverteilung des Mineralstoffgemisches sowie der gleiche Bindemittelgehalt sichergestellt. Das erfolgte durch die definierte Zugabe von unbeanspruchten Mineralstoffen und Bindemittel zum Ausbaupasphalt.

Die eingesetzten Mineralstoffe und das verwendete Bindemittel wurden der gleichen Charge der Mineralstoffe und Bindemittel entnommen, die zur Herstellung des Asphaltbindermischguts (Nullvariante) verwendet wurden. Somit sind die Nullvariante und die Variante mit Ausbaupasphalt und Asphaltbewehrungsfasern hinsichtlich Korngrößenverteilung und Bindemittelgehalt als gleichwertig anzusehen. Als maßgebender Unterschied zwischen beiden Varianten ist der Einfluss der Asphaltbewehrungsfasern festzuhalten, der an dieser Stelle gezielt untersucht werden sollte.

Innerhalb der Untersuchungen wurde festgestellt, dass sich die hergestellten Marshall-Probekörper hinsichtlich Raumdichte und Hohlraumgehalt nur relativ geringfügig unterschieden. Auch die Marshallkennwerte Stabilität und Fließwert waren nahezu identisch.

Die Ergebnisse der Marshall-Kennwerte sind in der folgenden Tabelle dargestellt.

	Nullvariante	mit Bewehrungsfasern
Marshall-Stabilität	8,4 kN	8,5 kN
Marshall-Fließwert	3,6 mm	4,3 mm

Tabelle 1: Untersuchungsergebnisse des Marshall-Probekörpers

Abschließende Beurteilung:

Im Rahmen der asphalttechnischen Untersuchungen zur Bestimmung des Einflusses von Asphaltbewehrungsfasern im Ausbaupasphalt auf dessen Wiederverwertung konnte (auf Grundlage der Marshall-Stabilitäts-Kennwerte) keine negative Beeinflussung festgestellt werden.

Zusammenfassung

Die Bildung von Reflexionsrissen bereitet nach der Sanierung einer Straße immer wieder Probleme. Die oben gezeigten Beispiele aus wissenschaftlichen Untersuchungen sowie aus der Praxis zeigen sehr deutlich, dass der Einsatz einer Asphaltbewehrung aus Polyester das Entstehen von Reflexionsrissen deutlich verzögert. Hierdurch werden die Nutzungsdauer sowie die Sanierungsintervalle einer Fahrbahn merkbar verlängert. Die damit verbundenen Einsparungen führen zu einer erheblichen Kostenreduzierung bei der Unterhaltung von Asphaltfahrbahnen. Anhand einer Untersuchung an der RWTH Aachen wurde ebenfalls gezeigt, dass auch das Fräsen und Wiederverwerten von bewehrten Asphaltfahrbahnen problemlos machbar ist. Der Einsatz einer Asphaltbewehrung ist somit eine kostensparende und ökonomisch sinnvolle Alternative zur konventionellen Sanierungsbauweise.

Referenzen:

[1]

EN 15381 „Geotextilien und geotextilverwandte Produkte - Eigenschaften die für die Anwendung beim Bau von Fahrbahndecken und Asphaltdeckschichten erforderlich sind“

[2]

Montestruque G.E., Rodrigues R.M., Nods M., Elsing A., „Stop of reflective crack propagation with the use of PET geogrid as asphalt overlay reinforcement“, Proceedings of the Fifth International RILEM Conference, Limoges, France, 2004

[3]

Informationsmitteilung über eine durchgeführte Fahrbahnsanierung in Ochtrup auf der K57, Rosenstraße; Kreis Steinfurt, 5. Juni 2002

[4]

Informationsmitteilung über eine durchgeführte Fahrbahnsanierung in Ochtrup auf der ehemaligen K57, Rosenstraße; Stadt Ochtrup, 2. April 2009

[5]

TÜV Rheinland LGA Bautechnik GmbH, Prüfbericht Nr. BBV 0913526 „Zustandserfassung und -bewertung der Rosenstraße in Ochtrup und Erstellung eines Vergleichs des Zustands der Fahrbahn vor und nach der Sanierung mit einem Asphaltgitter 1996, September 2009

[6]

RWTH Aachen, Institut für Straßenwesen, Schlussbericht Nr. 0802791 „Untersuchung des Einflusses der Asphaltbewehrung HaTelit® auf das Fräsverhalten von Asphalt sowie der Wiederverwertung des Ausbausphaltes“

[7]

Richtlinien für die Standardisierung des Oberbaues von Verkehrsflächen (RStO), Ausgabe 2001, FGSV 499

[8]

FGSV Arbeitspapier Nr. 69 „Verwendung von Vliesstoffen, Verbundstoffen und Gittern im Asphaltstraßenbau“

[9]

De Bondt, A.H., Anti-Reflective Cracking Design of (Reinforced) Asphaltic Overlays, Ph.D.-thesis, Delft, Netherlands, 1999

[10]

Thesseling, B., „Experiences in pavement rehabilitation using an asphalt reinforcement grid of high modulus polyester“, 5th International Conference on Bituminous mixtures and Pavements, Thessaloniki, Greece, 2-3 June 2011

Dipl.-Ing. Bernd Theßeling
HUESKER Synthetic GmbH
Fabrikstraße 13 - 15
48712 Gescher
info@huesker.de



Zukunft Straßenbau – Szenarien und Strategien

1. Einleitung

Unsere Mobilitäts- und Verkehrsbedürfnisse bilden ein komplexes System, in dem zahlreiche Faktoren eine Rolle spielen, darunter die Siedlungs- und Verbrauchsmuster der Bevölkerung, die Organisation der Produktion und die Verfügbarkeit von Infrastruktur. Um nachhaltige Konzepte und Strategien für den Straßenbau als wesentlichen Bestandteil der Verkehrsinfrastruktur zu entwickeln, sind daher zunächst die allgemeinen gesellschaftlichen, ökonomischen und ökologischen Entwicklungstendenzen zu untersuchen.

Dabei wird offensichtlich, dass die Verkehrswissenschaft in den nächsten Jahrzehnten mit gewaltigen Herausforderungen konfrontiert ist. Die Tragweite dieser Herausforderungen ist so groß, dass in den kommenden Jahrzehnten eine grundlegende Umgestaltung der Verkehrssysteme erforderlich sein wird. Dies wird auch wesentliche Auswirkungen auf die zukünftige Planung, den Bau und das Erhaltungsmanagement der Straßeninfrastruktur haben.

2. Entwicklungs- und Planungsumfeld

Zu den wichtigsten Einflussgrößen und Entwicklungstendenzen auf das zukünftige Planungsumfeld in Europa zählen (siehe Abbildung 10)

- Alterung der europäischen Gesellschaft: 2060 wird der Anteil der über 65 Jährigen an der Gesamtbevölkerung 30 % ausmachen, bei gleichzeitigem
- Wachstum der Weltbevölkerung: diese wächst bis 2050 auf über 9 Milliarden Menschen an mit den Konsequenzen von weiterer Ressourcenverknappung und steigendem Mobilitätsbedürfnis sowie der damit einhergehenden
- Ökologischen Herausforderung: der Klimawandel erfordert eine drastische Reduktion der Treibhausgase um 80 % bis 2050, bei einer immer noch bestehenden dramatischen
- Abhängigkeit von fossilen Energieträgern: derzeit erfolgen 97% der Güter- und Personentransporte auf Grundlage von fossilen Treibstoffen, bei denen in den nächsten Jahrzehnten eine zunehmende Verknappung der weltweit verfügbaren Reserven zu erwarten ist, und die weiter zunehmende
- Urbanisierung: 84% der europäischen Bevölkerung wird im Jahr 2050 in Ballungsräumen leben, mit den sich daraus ergebenden Kapazitätsproblemen für die gesamte (Straßen-) Infrastruktur

Eine Gesellschaft mit einem höheren Anteil älterer Menschen wird mehr öffentliche Mittel für die Pensionen, Gesundheitsfürsorge und Pflege verwenden müssen. Daher wird die Auswirkung dieser demographischen Entwicklung in Europa auf die öffentlichen Finanzen die Bereitstellung und Instandhaltung von Verkehrsinfrastrukturen einschränken und die für den öffentlichen Verkehr verfügbaren Mittel begrenzen.



Abb. 1: Verkehrsrelevante Entwicklungstrends in Europa [1]

3. Szenarien

Zahlreiche aktuelle Studien (vgl. z.B. [2]) befassen sich mit den gesellschaftlichen Auswirkungen, die aufgrund dieser zukünftigen Entwicklungstendenzen zur erwarten sind. Zusammenfassend ergeben sich über einen Betrachtungszeitraum von 20 bis 25 Jahren für Europa folgende zwei wahrscheinliche Szenarien (Abbildung 2):

Szenario „Gereifter Fortschritt“:

Die allgemein eher schwache wirtschaftliche Entwicklung führt zu einem deutlichen Bevölkerungszustrom vor allem in die prosperierenden Städte und Regionen. Kurze Pendel- und Versorgungswege machen das Leben in den Städten wieder attraktiv, während ländliche Regionen einen dramatischen Abwanderungsprozess durchmachen. Infrastrukturelle Maßnahmen, z.B. Lärmschutzwälle oder spezielle lärmindernde Asphaltoberflächen sind nur mehr punktuell finanzierbar und vor allem auf Streckenabschnitte der stark belasteten Zubringerachsen zu den Ballungsräumen beschränkt. Die knappe öffentliche Budgetsituation führt zu einem Rückgang öffentlicher Mittel für Straßeninfrastrukturinvestitionen. Insgesamt werden sich die Mittel für Infrastrukturinvestitionen gegenüber 2010 nicht wesentlich erhöhen, die Beteiligung privater Investoren an der Infrastrukturfinanzierung im Rahmen neuer Vertragsmodelle kann die fehlenden öffentlichen Mittel jedoch in etwa kompensieren. Aufgrund des stetig gestiegenen Instandhaltungsbedarfs u.a. aufgrund zunehmender witterungsbedingter Schäden, konzentrierten sich die Investitionen in die Straßeninfrastruktur in den Wirtschaftszentren vor allem darauf, die Qualität der Infrastruktur auf den hochbelasteten Netzabschnitten und darüber hinaus auf den wichtigsten Fernverkehrsverbindungen zu erhalten. Diese Fokussierung hat allerdings zur Folge, dass der Instandhaltungsrückstand auf Teilen der untergeordneten Straßen- und Wegenetzes weiter zunehmen wird. Obwohl der Straßenverkehr durch zunehmende Restriktionen und Nutzungsgebühren (City- und flächendeckende Lkw Maut) sowie stark steigende Kraftstoffkosten belastet wird, sind dennoch nur

wenige bereit, auf das eigene Auto zu verzichten. Die Entwicklungen führen vielmehr zu einer verstärkten Nachfrage nach verbrauchs- und emissionsarmen Fahrzeugen. Technologische Durchbrüche in der Speichertechnologie ermöglichen es, dass Elektrofahrzeuge hinsichtlich Reichweite und Ladezeiten gegenüber der Vergangenheit deutlich verbessert werden konnten. Durchbrüche sind auch bei Wasserstoff- bzw. Brennstoffzellen-Antrieben zu erwarten.

Szenario „Rasender Stillstand“:

Das Umfeld in den nächsten 20 bis 25 Jahren in Europa ist geprägt durch mehrere globale krisenhafte Entwicklungen, deren Auswirkungen sich gegenseitig verstärken. Dabei handelt es sich um zeitlich unabhängig voneinander auftretende Einzelereignisse – weitere Finanz- und Wirtschaftskrisen und einen Ölangebotsschock. Zusätzlich werden die Auswirkungen des fortschreitenden Klimawandels sowohl weltweit als auch direkt in Österreich spürbar. Im Durchschnitt wird die Wirtschaftsleistung in Österreich in den nächsten zwanzig Jahren nicht weiter wachsen. Die hohe Staatsverschuldung in Folge der Bekämpfung der Krisen und der Auswirkungen des Klimawandels sowie eine schrumpfende Bevölkerung dämpfen die wirtschaftliche Entwicklung zusätzlich und belasten die sozialen Sicherungssysteme stark.

Aufgrund der stark angespannten öffentlichen Haushaltslage und anderer Prioritätensetzungen gehen die öffentlichen Mittel für die Straßeninfrastrukturinvestitionen deutlich zurück. Die wiederkehrenden Konjunkturprogramme orientierten sich neben ökonomischen Zielsetzungen aufgrund der immer spürbareren Auswirkungen des demographischen Wandels und des Klimawandels auf die Sozialausgaben auch an ökologischen Notwendigkeiten, so dass die Straßeninfrastruktur davon immer weniger profitieren kann. Die Investitionen in die Straßeninfrastruktur konzentrierten sich vor allem auf den Erhalt der Hauptverkehrsachsen in den wachsenden Städten und Ballungsräumen, dennoch kann selbst hier die erforderliche Qualität nicht gleichmäßig aufrecht erhalten werden. Auf Ausbaumaßnahmen muss aufgrund der damit verbundenen hohen Kosten bis auf wenige punktuelle Maßnahmen komplett verzichtet werden. Innerhalb der Kernstädte Österreichs kann der Instandsetzungsrückstand auf den Hauptverkehrsstraßen in etwa konstant gehalten werden, wohingegen selbst die Hauptverkehrsachsen im suburbanen Raum zunehmend qualitative Mängel aufweisen. Der Instandsetzungsrückstand auf vielen Nebenstraßen bzw. -strecken wird deutlich zunehmen. Somit wird sich selbst in den gewachsenen Regionen die Qualität des Straßennetzes gegenüber 2010 verschlechtern.

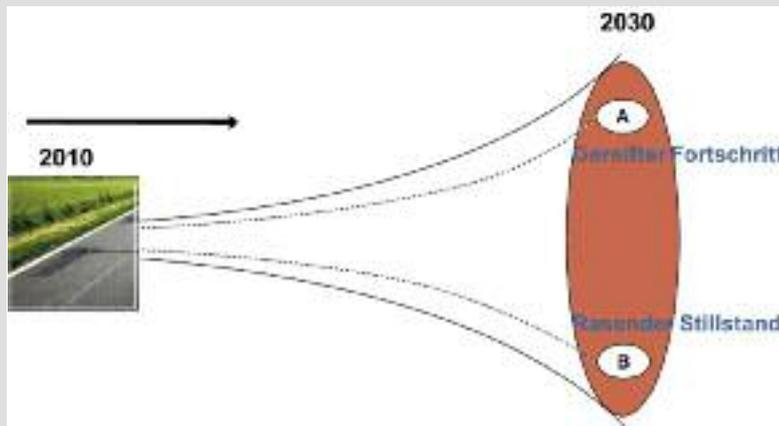


Abb. 2: Europäische Entwicklungsszenarien für den Straßenbau

4. Entwicklungstrends

Aus den vorliegenden Szenarien für die zukünftige gesellschaftliche Entwicklung und das Planungs- und Investitionsumfeld in Europa können für den Straßenbau folgende (Mega-)Trends abgeleitet werden:

Innovative Recyclingtechnologien

Unter dem Gesichtspunkt steigender Rohölpreise und der daran gekoppelten Kosten für Bitumen wird dem Recycling von Altasphalten und Asphaltaufbruch eine immer größere Bedeutung zukommen. Neben den bereits bestehenden Technologien zur Kalt- und Warmverarbeitung durch Zugabe von Recyclingasphalt in der Mischanlage kann in Zukunft die komplette Rückgewinnung des Bindemittels aus dem Altasphalt wirtschaftlich werden. Das rückgewonnene, gealterte Bindemittel kann dabei gezielt verbessert und anschließend mit dem neuerlich gesiebten Gesteinsmaterial in der Mischanlage zu einem Asphaltmischgut der gewünschten Sorte recycelt werden. Dadurch entsteht ein geschlossener Materialkreislauf im Lebenszyklus einer Verkehrsfläche aus Asphalt mit optimaler Ressourcennutzung (Abbildung 3).



Abb. 3: Asphaltrecycling im Lebenszyklus

Bindemittel aus nachwachsenden Rohstoffen

Bitumen als Bindemittelkomponente von Asphaltmischgut kommt im Straßenbau eine große Bedeutung zu. Als Erdölprodukt sind Verfügbarkeit und Preis stark von der Situation am Rohölmarkt abhängig. Dass der Peak-Oil, also der Zeitpunkt, an dem die maximal mögliche Fördermenge von Rohöl bereits erreicht wurde und die nächsten Jahrzehnte eine stetige Abnahme der Förderkapazitäten bringen werden, ist inzwischen eine anerkannte Tatsache. Aus diesen Gründen, vor allem aber auch um den Bau von

notwendiger Infrastruktur nachhaltiger gestalten zu können, wird die Entwicklung biogener Alternativen zu Bitumen aus nachwachsenden Rohstoffen (NAWAROS) erforderlich sein.

Erste Entwicklungsschritte dazu (z.B. mit Rapsöl) wurden bereits unternommen, durch neue wissenschaftliche Entwicklungen im Bereich der Verfahrens- und Biotechnologie sind hier jedoch mittel- und langfristig vollkommen neue Herstellungs- und Gewinnungsmethoden auf Basis von Holzölen oder (Meeres-) Algen vorstellbar (Abbildung 4).

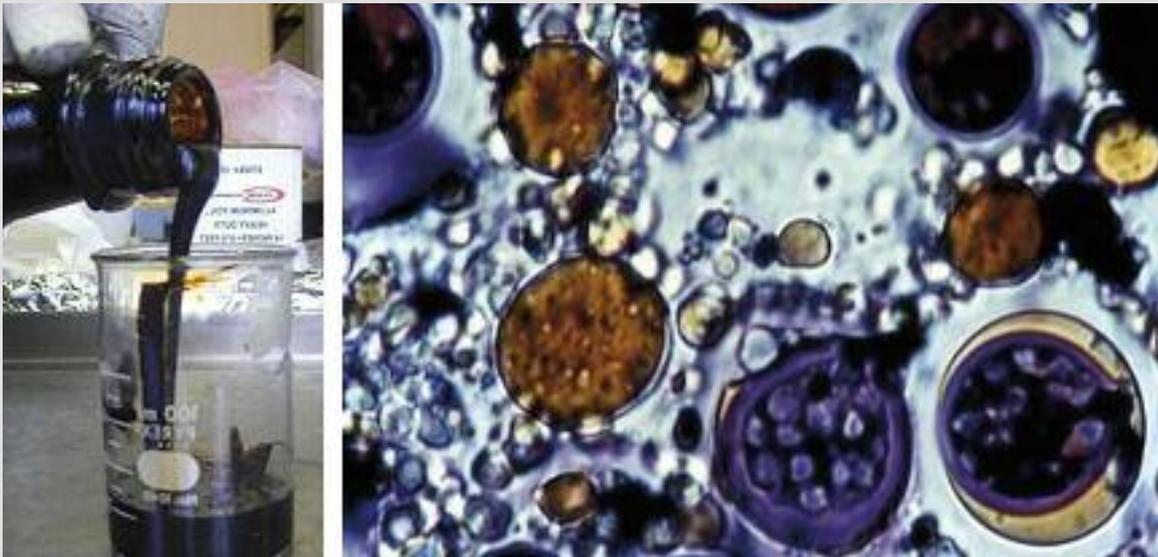


Abb. 4: Biogene Bindemittel für den Straßenbau aus NAWAROS (Hölzöl links, Algen [3] rechts)

(Nano)Technologisch optimierte Oberflächen

Lärmbelästigung infolge von Schallimmission durch den Straßenverkehr zählt bereits aktuell zu den größten Beschwerdeträgern in der Bevölkerung. Durch die zunehmende Urbanisierung und der damit einhergehenden Konzentration der Bevölkerung und des Verkehrs in den Ballungsräumen wird den lärmtechnischen Eigenschaften einer Straßenoberfläche und insgesamt der zulässigen Lärmimmissionen durch die Nutzer der Straßeninfrastruktur in Zukunft noch höhere Bedeutung zukommen. Dies bedeutet für die modernen Deckenbauweisen, dass in Zusammenarbeit mit der Fahrzeug- und Reifenindustrie spezielle Oberflächen entwickelt werden müssen, die diesen erhöhten Anforderungen gerecht werden

können. Dies gilt in selber Weise für sämtliche Lärmschutzbauten an Straßen.

In diesem Zusammenhang werden weitere Fortschritte in den Nanotechnologien die heutigen Produkt- und Produktionslandschaften gravierend verändern. Schon heute sind trotz des noch jungen Forschungsfeldes eine Vielzahl von Produkten mit nano-optimierten Werkstoffen oder Oberflächen auf dem Markt. Die als heutige Schlüsseltechnologie erkannte Nanotechnologie besitzt dabei das Potential neben der Verbesserung der lärmtechnischen Eigenschaften gleichzeitig auch andere erwünschte Effekte wie z.B. eine schadstoffabbauende und schmutzabweisende Wirkung an (Verkehrs-)Oberflächen zu erzielen (Abbildung 5).

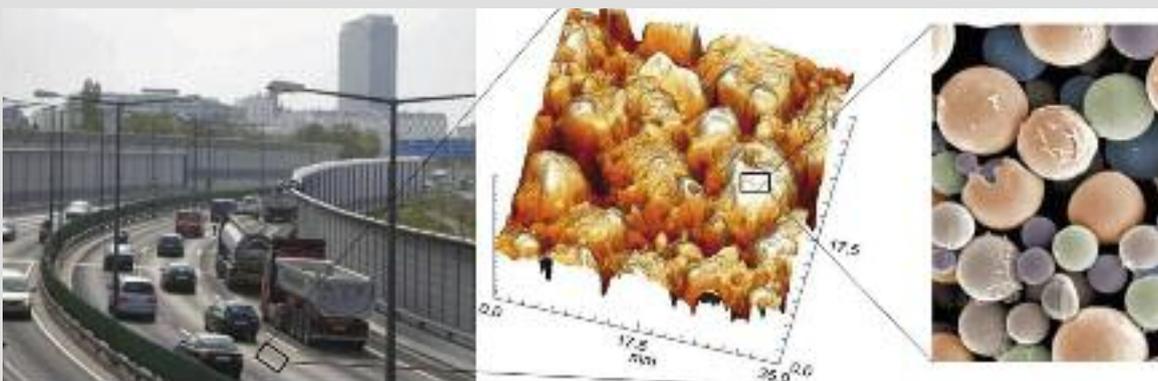


Abb. 5: (Nano)Technologisch optimierte Oberflächen

Neue Vertrags- und Geschäftsmodelle

Die wohl auch in den nächsten Jahren sehr knappe öffentliche Budgetsituation wird zu einem Rückgang öffentlicher Mittel für Straßeninfrastrukturinvestitionen führen. Um die fehlenden Mittel zu kompensieren, werden sich im Rahmen neuer Vertrags- und Geschäftsmodelle private Investoren an der Infrastrukturfinanzierung beteiligen. Während dabei die spezifische Mobilitätsform (privater Pkw, Car Sharing, ÖV-Mittel, Flug) für den Einzelnen immer mehr an Bedeutung verliert, wird gleichzeitig der Bedarf an ausreichender Verfügbarkeit einer geeigneten Infrastruktur für die steigenden (individuellen)

Mobilitätsbedürfnisse zunehmen (Abbildung 6). Die zukünftigen Geschäftsfelder privater Straßenbauunternehmen werden sich daher vom reinen Straßenbau hin zum Bau und Betrieb der Straßeninfrastruktur entwickeln. Durch die abnehmende Bedeutung der Mobilitätsform und den Anspruch an ein ausreichendes Verfügbarkeitsniveau werden anstatt Verkehrswegebauer zukünftig privatwirtschaftlich geführte Generalisten gefragt sein, die als Mobilitätsprovider den gesamten Bau, den Betrieb und die Erhaltung der Verkehrsinfrastruktur anbieten und managen können.

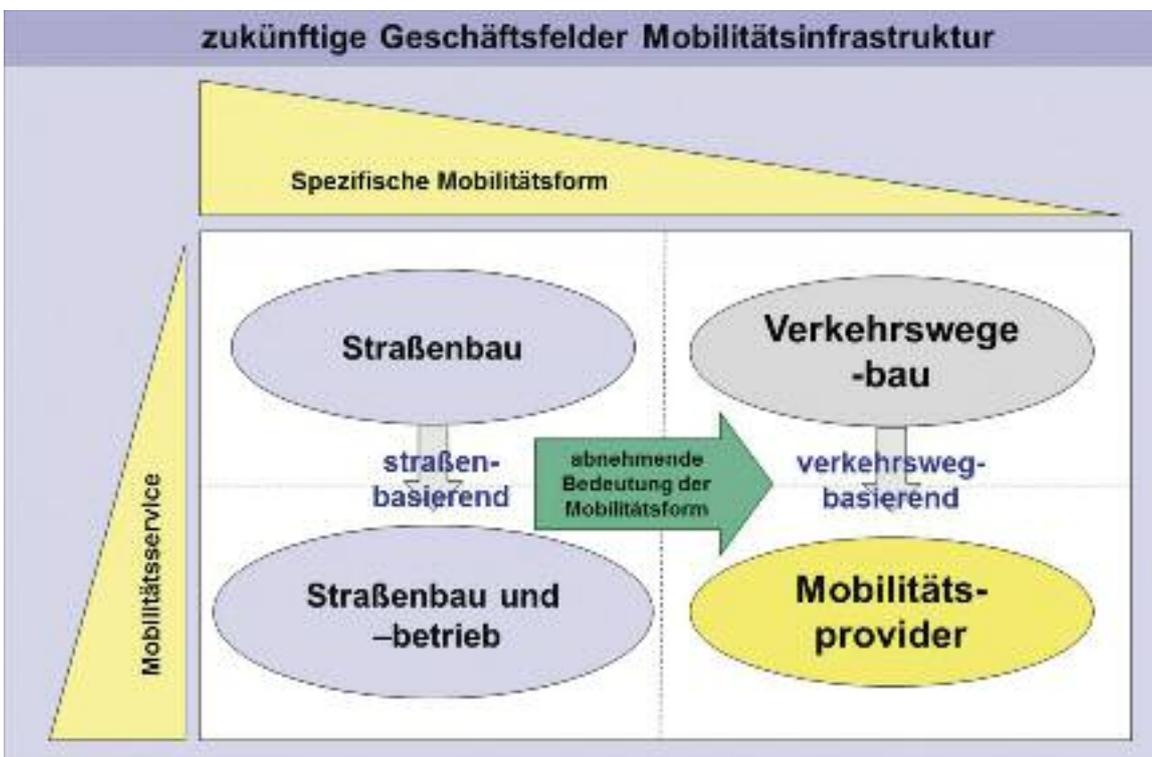


Abb. 6: Zukünftige Geschäftsfelder im Bereich der Mobilitätsinfrastruktur

Multifunktionales Bauwerk Straße

Im Zuge der bereits eingeleiteten Energiewende und der damit verbundenen ökologischen Aspekte ist eine Entwicklung des Bauwerks „Straße“ mit seiner heutigen primären Funktion nämlich der Abwicklung des Straßenverkehrs hin zu einem multifunktionalen Bauwerk ein logischer und notwendiger Schritt. Dazu werden in die Straßenkonstruktion Elemente zur oberflächennahen Geothermie zum Heizen und Kühlen von umgebenden Gebäuden sowie -wenn derzeit eher als kühne Vision- auch Photovoltaikzellen integriert. Neue Technologien im Bereich der Thermoelektrizität und der Piezoelektrizität mit ähnlichen Anwendungsmöglichkeiten in der Straßenkonstruktion werden in den Labors bereits entwickelt. Asphaltkonstruktionen sind dazu aufgrund der bekannten Baustoff- und Gebrauchseigenschaften ausgezeichnet geeignet. Weltweit wurden dazu erste Pilotprojekte realisiert, wenn auch deren Wirtschaftlichkeit unter den heuti-

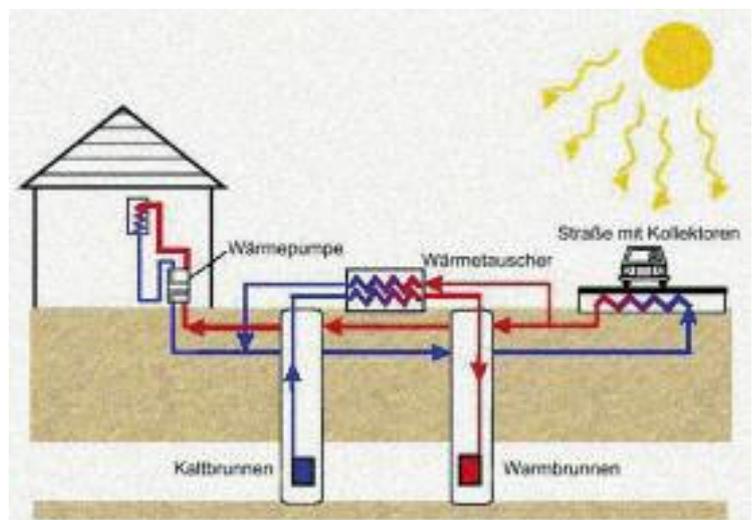


Abb. 7: Oberflächennahe Geothermie in einer Straßenkonstruktion als Nutzungsbeispiel [4]

gen Rahmenbedingungen oft noch nicht darstellbar ist. Durch den wissenschaftlichen und technischen Fortschritt insbesondere im Bereich der Effizienz derartiger Systeme wird aber deren wirtschaftlicher Einsatz im Straßenkörper zukünftig auch wirtschaftlich möglich sein.

Die Straßenverwaltung als lokales Versorgungsunternehmen bzw. der Autobahnbetreiber als Produzent von erneuerbarem Solarstrom sind somit potentiell neue, gesellschaftlich positiv besetzte Geschäftsfelder mit einem enormen Entwicklungspotential.

5. Vision

Die Straßeninfrastruktur der Zukunft wird einem drastischen Wandel unterliegen, der aus den bevorstehenden ökologischen, energiepolitischen und demographischen Rahmenbedingungen resultiert. Das zukünftige Entwicklungs- und Planungsumfeld in Österreich, welches infolge der wirtschaftlichen Integration eng verbunden ist mit der gesamteuropäischen Entwicklung, erfordert daher eine entschlossene Schwerpunktbildung bei der Errichtung neuer und der Erhaltung der bestehenden Straßeninfrastruktur sowie in der wissenschaftlichen Straßenforschung.

Als Vision für die Straße der Zukunft entsteht ein multifunktionales Bauwerk, das sicher und effizient die Mobilitätsbedürfnisse einer alternden europäischen Gesellschaft garantiert. Dessen (nano-) technologisch optimierte Oberflächen können Schadstoffe abbauen und wirken lärmindernd.

Hergestellt, erhalten und erneuert werden diese Straßenkonstruktionen der Zukunft nachhaltig durch Recyclingbaustoffe unter Verwendung von Bindemitteln aus nachwachsenden Rohstoffen. Durch Integration von geothermischen Elementen, Photovoltaikmodulen und thermo- sowie piezoelektrischen Systemen in den Straßenaufbau bzw. in die straßenbegleitende Infrastruktur befriedigen unsere Straßen der Zukunft nicht nur die vorhandenen Mobilitätsbedürfnisse, sondern liefern wichtige Beiträge zum Heizen oder Kühlen von angrenzenden Bauwerken und entwickeln sich zu einem wichtigen Standbein für die Absicherung der energetischen Versorgung unserer zukünftigen Gesellschaft.

Literatur

- [1] Future of Transport, Eine nachhaltige Zukunft für den Verkehr. Generaldirektion für Energie und Verkehr, Europ. Kommission, 2009.
- [2] Zukunft der Mobilität: Szenarien für das Jahr 2030. Institut für Mobilitätsforschung- imfo, 2010.
- [3] J. Sheehan, T. Dunahay, J. Benemann, P. Roessler: A Look Back at the U.S. Department of Energy's Aquatic Species Program: Biodiesel from Algae. National Renewable Energy Laboratory, Colorado, 2008.
- [4] Geothermie sorgt für Verkehrssicherheit- GeoVerSi: Studie im Auftrag des Ministeriums für Verkehr, Energie und Landesplanung des Landes Nordrhein-Westfalen, 2005.



Veranstaltungen der GESTRATA

GESTRATA – Studienreise 2012

Die heurige Studienreise der GESTRATA wird von 17. bis 19. September stattfinden und nach Hamburg führen.

Die Unterlagen für diese Veranstaltung werden im Mai an alle Mitglieder versandt, die Anmelde-möglichkeiten finden Sie dann rechtzeitig auf unserer website **www.gestrata.at**.

62. GESTRATA – Vollversammlung und GESTRATA-Herbstanstaltung

Die beiden Veranstaltungen werden am **Dienstag, 13. November 2012** im Vienna Marriott Hotel stattfinden. Wir ersuchen Sie bereits jetzt um Vormerkung dieses Termins.

Die Programme zu unseren Veranstaltungen sowie das GESTRATA-Journal können Sie jederzeit von unserer Homepage unter der Adresse www.gestrata.at abrufen. Weiters weisen wir Sie auf die zusätzliche Möglichkeit der Kontaktaufnahme mit uns unter der e-mail-Adresse: office@gestrata.at hin.

Sollten Sie diese Ausgabe unseres Journals nur zufällig in die Hände bekommen haben, bieten wir Ihnen gerne die Möglichkeit einer persönlichen Mitgliedschaft zu einem Jahresbeitrag von € 35,- an. Sie erhalten dann unser GESTRATA-Journal sowie Einladungen zu sämtlichen Veranstaltungen an die von Ihnen bekannt gegebene Adresse. Wir würden uns ganz besonders über IHREN Anruf oder IHR E-Mail freuen und Sie gerne im großen Kreis der GESTRATA-Mitglieder begrüßen.

Wir gratulieren!

Herrn KR. Ing. Robert PRADE,
Ehrenvorsitzender der GESTRATA,
zum 90. Geburtstag

Herrn Ing. Siegfried RAUTER
zum 88. Geburtstag

**Herrn Erich KRENN, Ehrenmitglied und
ehemaliges Vorstandsmitglied der GESTRATA,**
zum 86. Geburtstag

Herrn Dipl.-Ing. Dr. Wolfgang SCHNIZER
zum 85. Geburtstag

**Herrn Ing. Oswald NEMEC, ehemaliges
Vorstandsmitglied der GESTRATA,**
zum 84. Geburtstag

Herrn Georg EBINGER
zum 80. Geburtstag

Herrn Dipl.-Ing. Günther HEKERLE
zum 79. Geburtstag

Herrn Alfred REINHARD
zum 74. Geburtstag

Herrn Dipl.-Ing. Peter ABWESER
zum 72. Geburtstag

Herrn Dipl.-Ing. Josef BRAUNRATH
zum 71. Geburtstag

Herrn Ing. Herwig HANDLER
zum 71. Geburtstag

Herrn Dipl.-Ing. Udo KOPETZKY
zum 71. Geburtstag

Herrn Dipl.-Ing. Johann SCHMIDT
zum 71. Geburtstag

Herrn Claus-J. DAMERAU
zum 70. Geburtstag

Herrn Dipl.-Ing. Dr. Herwig KLINKE
zum 70. Geburtstag

Herrn Dipl.-Ing. Andreas BRANDNER
zum 60. Geburtstag

Herrn Dipl.-Ing. Norbert STEINBACHER
zum 60. Geburtstag

Herrn Dipl.-Ing. Herbert BILLMAIER
zum 55. Geburtstag

Herrn Dipl.-Ing. Dietmar KRAMMER
zum 55. Geburtstag

Herrn Ing. Theodor PEICHLER
zum 55. Geburtstag

Herrn Dipl.-HTL-Ing. Hubert AMLACHER
zum 50. Geburtstag

Herrn Ing. Wolfgang EBERHART
zum 50. Geburtstag

Herrn Ziv. Ing. Dr. Martin GREGORI
zum 50. Geburtstag

Herrn Ziv. Ing. Paul HUTER
zum 50. Geburtstag

Herrn Dipl.-Ing. Dr. Hannes LEHNER
zum 50. Geburtstag

Herrn Dipl.-Ing. (FH) Peter RIEDERER
zum 50. Geburtstag

Herrn Dipl.-Ing. Dr. Johannes STEIGENBERGER
zum 50. Geburtstag

BEITRITTE

Außerordentliche Mitglieder:

Firma WOPFINGER Baustoffindustrie GmbH, Wopfung

Persönliche Mitglieder:

Herr Ing. Christian FRANK, Gastein

Herr Ziv. Ing. Dr. Martin GREGORI, Gumpoldskirchen

Herr Thomas HAMMERSCHMIDT, Wels

Herr Dipl.-Ing. Knut JOHANNSEN, Bottrop

Herr Markus KENDRICK, Melk

Herr Dipl.-Ing. Dr. Hannes KUGLER, Wien

Herr Dipl.-Ing. Günter PIRINGER, Wien

Herr Dipl.-Ing. Herbert REITERER, Graz

Herr Dir.-Stv. Ing. Andreas SCHABHIETL, Parndorf

Herr Dipl.-Ing. Thomas SCHLEMMER, Wien

Ordentliche Mitglieder:

ALLGEM. STRASSENBAU GmbH*, Wien
ALPINE BAU GmbH*, Linz
AMW Asphalt-Mischwerk GmbH & Co KG, Sulz
ASFINAG Bau Management GmbH, Wien
ASPHALT-BAU Oeynhausen GesmbH, Oeynhausen
ASPHALT-Unternehmung Robert Felsingner GmbH
Wien
BHG – Bitumen HandelsgmbH + CoKG, Loosdorf
BP Europa SE - BP Bitumen Deutschland, Bochum
BRÜDER JESSL KG, Linz
COLAS GesmbH, Gratkorn
Gebr. HAIDER Bauunternehmung GmbH,
Großbraming
GLS – Bau und Montage GmbH, Perg
GRANIT GesmbH, Graz
HABAU Hoch- u. TiefbaugesmbH, Perg
HELD & FRANCKE BaugesmbH, Linz
HILTI & JEHLE GmbH*, Feldkirch
HOCHTIEF Solutions AG, Niederlassung Austria,
Wien
HOFMANN GmbH + CoKG, Redlham
KLÖCHER BaugmbH & CoKG, Klöch
KOSTMANN GesmbH, St. Andrä i. Lav.
KRENN GesmbH*, Innsbruck
LANG & MENHOFER BaugesmbH + CoKG,
Eggendorf
LEITHÄUSL GmbH, Wien
LEYRER & GRAF BaugesmbH, Gmünd
LIESEN Prod.- u. HandelsgesmbH, Lannach
MANDLBAUER BaugmbH, Bad Gleichenberg
MARKO GesmbH & CoKG, Naas
MAX STREICHER Österreich GmbH,
Haag am Hausruck
MIGU ASPHALT BaugesmbH, Lustenau
NYNAS NV, Zaventem - Brüssel
OMV Refining & Marketing GmbH, Wien
PITTEL + BRAUSEWETTER GmbH, Wien
POSSEHL SpezialbaugesmbH, Griffen
PRONTO OIL MineralölhandelsgesmbH, Villach
PUSIOL GesmbH, Gloggnitz
RIEDER ASPHALT BaugesmbH, Ried i. Zillertal
RHOMBERG Bau GmbH, Bregenz
Bauunternehmen STEINER GesmbH + CoKG,
St. Paul
STRABAG AG*, Spittal/Drau
SWIETELSKY BaugesmbH*, Linz
TEERAG ASDAG AG*, Wien
TEERAG ASDAG AG - BB&C Bereich Bitumen
und Chemie, Wien
TRAUNFELLNER BaugesmbH, Scheibbs
VIALIT ASPHALT GesmbH & CoKG, Braunau
VILLAS AUSTRIA GesmbH, Fürnitz
WURZ Karl GesmbH, Gmünd

Außerordentliche Mitglieder:

AMMANN Austria GmbH, Neuhaus
AMT FÜR GEOLOGIE
u. BAUSTOFFPRÜFUNG BOZEN, Italien
ASAMER Holding AG, Ohlsdorf
BAUTECHN. VERSUCHS-
u. FORSCHUNGSANSTALT Salzburg, Salzburg
BENNINGHOVEN GesmbH, Kalsdorf
BOMAG MaschinenhandelsgesmbH, Wien
DENSO GmbH & CoKG Dichtungstechnik,
Ebergassing
DYNAPAC - Atlas Copco GmbH, Wien
Friedrich EBNER GmbH, Salzburg
HARTSTEINWERK LOJA – Schotter- u. Betonwerk
Karl Schwarzl GmbH, Persenbeug
HENGL Schotter-Asphalt-Recycling GmbH,
Limberg
HOLLITZER Baustoffwerke Betriebs GmbH,
Bad Deutsch Altenburg
HUESKER Synthetik GesmbH, Gescher
JOSEF FRÖSTL GmbH, Wien
KIES UNION GesmbH, Langenzersdorf
KLÖCHER BASALTWERKE GmbH COKG, Klöch
LISAG – Linzer Schlackenaufbereitungs-
u. VertriebsgmbH, Linz
MINERAL ABBAU GmbH, Villach
NIEVELT LABOR GmbH, Stockerau
S & P Handels GesmbH, Eisenstadt
TENCATE Geosynthetics Austria GmbH, Linz
Carl Ungewitter TRINIDAD LAKE ASPHALT
GesmbH & CoKG, Bremen
UT EXPERT GesmbH, Baden
VOLVO Baumaschinen Österreich GmbH,
Bergheim/Salzburg
WELSER KIESWERKE Dr. TREUL & Co, Gunkskirchen
WIESER Verkehrssicherheit GesmbH,
Wals-Siezenheim
WIRTGEN Österreich GmbH, Steyrermühl
WOPFINGER Baustoffindustrie GmbH, Wopfing
ZEPPELIN Österreich GmbH, Fischamend

* *Gründungsmitglied der GESTRATA*

GESTRATA JOURNAL

Eigentümer, Herausgeber und Verleger: GESTRATA
Für den Inhalt verantwortlich: GESTRATA
A-1040 Wien, Karls gasse 5,
Telefon: 01/504 15 61, Fax: 01/504 15 62
Layout: bcom Advertising GmbH,
A-1180 Wien, Thimiggasse 50
Druck: Seyss - Ihr Druck- und Medienpartner | www.seyss.at
Franz Schubert-Straße 2a, 2320 Schwechat
Namentlich gekennzeichnete Artikel geben die Meinung
des Verfassers wieder. Nachdruck nur mit Genehmigung
der GESTRATA und unter Quellenangabe gestattet.