- Erweiterte Zustandserfassung · Beispiel Generalerneuerungsbaulos
- Gesteinskörnungen – 10 Jahre CE-Kennzeichnung
- Asphaltdeckschichten „per se“ die Alleskönner
- Lösungen für bituminöse Fahrbahnaufbauten auf Brücken
- Bedeutung der Ermüdung im Asphaltstraßenbau
- Deckensanierung mittels Asphalteinlagen
- High Quality im Asphaltstraßenbau

GESTRATA

JOURNAL

Das Asphalt-Magazin

Juli 2015, Folge 144

Asphalt verbindet Menschen und Welten

Inhalt

Erweiterte Zustandserfassung am Beispiel Generalerneuerungsbaulos B 17 ..... 04 – 07

Gesteinskörnung – 10 Jahre CE-Kennzeichnung ..... 09 – 10

Asphaltdeckschichten „per se“ – die Alleskönner ..... 12 – 14

Konstruktionslösungen für bituminöse Fahrbahnaufbauten auf Brücken ..... 16 – 20

Bedeutung der Ermüdung im Asphaltstraßenbau ..... 22 – 23

Deckensanierung mittels Asphalteinlagen Neues von einem alt-bewährten Bauverfahren ..... 25 – 28

High Quality im Asphaltstraßenbau ..... 29 – 34

Dipl.-Ing. Dr. Karl KAPPL
Dipl.-Ing. Sandra MACKINGER

Erweiterte Zustandserfassung am Beispiel Generalerneuerungsbaulos B 17

GENERALERNEUERUNGSKONZEPT DES LANDES NIEDERÖSTERREICH

Das Landesstraßennetz in Niederösterreich umfasst ca. 13.600 Straßenkilometer und rund 4.450 Brückenobjekte. Auf einem Teilnetz von ca. 1.000 km Landesstraßen mit einem DTV (durchschnittlich täglichen Verkehr) von über 7.000 Kfz/Tag (siehe auch Abbildung 1) wurde ein Generalerneuerungskonzept entwickelt.
Der Straßenoberbau dieser Generalerneuerungsabschnitte hat die technische Lebensdauer bereits überschritten. Daher soll eine Substanzerneuerung, welche bis in den Tragschichten hineinreicht, durchgeführt werden. Die Sanierungsarbeiten erfolgen dabei in größeren Straßenabschnitten und beinhalten auch die im Projektbereich gelegenen Brückenobjekte. Die jeweiligen Auftragswerte für diese Baulose liegen im Unterschwellenbereich.
Die Umsetzung des Generalerneuerungskonzeptes erfolgt, beginnend ab dem Jahr 2014, in den nächsten 10 Jahren. Dafür wird eine erweiterte Zustandserfassung (gebrauchsverhaltensorientiert basierte Untersuchungsmethoden, GVO) durchgeführt, um passende Instandsetzungsmaßnahmen / -varianten zu ermitteln.

Das im Vortrag beispielhaft betrachtete Generalerneuerungsbaulos „B 17 Günselsdorf“ liegt an der Landesstraße B 17, südlich von Günselsdorf, zwischen Baden und Wiener Neustadt. Die maßgebende Verkehrsbelastung beträgt 750 LKW/24h (JDTLV jährlich durchschnittliche, tägliche Lastverkehrsstärke; Jahr 2013) und die Bemessungsnormlastwechsel (BNLW) sind mit 1,8 Mio. bis 2,3 Mio. anzunehmen. Gemäß RVS 03.08.63 (Oberbaubemessung) ergibt sich im gegenständlichen Beispiel eine Lastklasse II.
Im Zuge der Bauarbeiten an diesem Generalerneuerungsbaulos wurde einerseits zur Erhöhung der Verkehrssicherheit ein Linksabbiegestreifen errichtet, als auch eine Reduktion der Fahrbahnbreite von 10,0 m auf 8,5 m angestrebt.

Abbildung 1: Straßennetz mit über 7000 Kfz/Tag

Standard Vorerhebungen
Visuelle Schadenserfassung:
Zu den routinemäßig angewendeten Vorerhebungen zählt die visuelle Schadenserfassung, bei der unter anderem Oberflächenschäden, Risse, Spurrinnen, Flickstellen und Ausmagerungen mit Hilfe einer Tablet basierten Applikation aufgenommen und anschließend weiterverarbeitet werden. In dieser GPS nutzenden App sind einerseits die Niederösterreichische Straßendatenbank und als auch die zugehörigen Luftbilder hinterlegt. Die Straßendatenbank gibt Auskunft über den vor Ort vorhandenen Straßenaufbau inklusive der zeitlichen Abfolge der am betrachteten Straßenabschnitt zuletzt gesetzten baulichen Maßnahmen. Nach der visuellen Schadenserfassung kann der Sachbearbeiter entweder direkt am Tablet vor Ort, oder im Anschluss - von seinem Computerarbeitsplatz aus - den untersuchten Straßenabschnitten je nach Schadensbild unterschiedliche Sanierungsmaßnahmen zuweisen.

Bohrkernentnahme:
Nach der visuellen Schadenserfassung wurden im Auftrag des Landes entlang des gegenständlichen Bauloses mehrere Bohrkerne von einer akkreditierten Prüfstelle entnommen und zur vertiefenden Beurteilung des betrachteten Straßenabschnittes herangezogen.

Erweiterte Zustandserfassung
Zusätzlich wurde im gegenständlichen Generalerneuerungsbaulos eine sogenannte „erweiterte Zustandserfassung“ mit folgenden Verfahren durchgeführt:

Tragfähigkeitsmessung mittels Fallgewichtsdeflektometer (Falling Weight Deflectometer, FWD):
Das FWD dient zur zerstörungsfreien Ermittlung der Tragfähigkeit der gebundenen und ungebundenen Fahrbahnbefestigungen. Durch ein Fallgewicht wird ein Kraftimpuls auf die Fahrbahn aufgebracht und die Reaktion (= Deflektion) auf diese dynamische Belastung gemessen. Aus den von Messwertaufnehmern (= Geophonen) aufgezeichneten Deflektionsmulden kann eine Rückrechnung auf die Schichtsteifigkeiten aus den vorhanden Daten erfolgen. Gleichzeitig zu den Deflektionsmessungen werden sowohl Luft- als auch Asphalttemperaturen gemessen. Diese werden ebenfalls als Eingangswerte zur Bestimmung der E-Module des Straßenaufbaus, benötigt. In einem Straßenabschnitt konnten mit Hilfe der - im gegenständlichen Falle - aufgezeichneten Deflektionskurven und FWD-Messergebnissen „geschädigte“ Teilbereiche erkannt werden. In diesen Teilbereichen wurden weitere, tiefergehende Untersuchungen durchgeführt (erweiterte Prüfungen im Labor).

Frostsicherheit ungebundene Tragschichten:
In den durch die FWD Deflektionsmessungen gefundenen, schadhaften Teilbereichen wurden Bohrkerne (mit Durchmesser 300 mm) entnommen, um Materialeigenschaften der ungebundenen Tragschichten bestimmen zu können. Bei den gem. RVS 08.15.01 (ungebundene Tragschichten) durchgeführten Prüfungen wurde festgestellt, dass bei km 30,800 die ungebundene, obere Tragschichte keine ausreichende Frostsicherheit mehr aufwies (zu großer Feinkornanteil). Auf Grund dessen wurde entschieden, die ungebundene Tragschichte dieses Teilbereiches mittels Zementstabilisierung (ST-Z) gemäß den Anforderungen in RVS 08.17.01 zu sanieren.

Erweiterte Prüfungen im Labor
Im weiteren Verlauf des gegenständlichen Generalerneuerungsbauloses wurden im Asphaltlabor des Instituts für Verkehrswissenschaften, Forschungsbereich Straßenwesen an der TU Wien sogenannte gebrauchsverhaltensorientierte und konventionelle Bindemitteluntersuchungen durchgeführt.

Dynamische Scher-Rheometer Prüfungen (DSR)
Das dynamische Scher-Rheometer ist eine gebrauchsverhaltensorientierte Bindemittelprüfung, bei welcher unter anderem Oszillationsversuche, welche über ein breites Temperatur- und Frequenzband durchgeführt werden, zur Ermittlung erweiterter Materialkennwerte (wie z.B. sogenannte „Mastercurves“) verwendet werden. Die „Mastercurves“ wurden unter anderem zur Umrechnung der FWD Messergebnisse der gegenständlich untersuchten Asphaltschichten auf maßgebliche Temperaturen und Belastungsfrequenzen im Zuge von Lebensdauerberechnungen verwendet.

Steifigkeitsprüfungen - indirekte Zugfestigkeitsprüfungen an zylindrischen Probekörpern (IT-CY)
In indirekten Zugfestigkeitsprüfungen IT-CY wurden zylindrische Probekörper (entnommene Bohrkerne) einer periodischen (z.B. sinusförmigen), kraftgesteuerten, vertikal gerichteten Druckbelastung unterworfen. Dabei bildeten sich in den Probekörpern zweiachsige Spannungszustände aus (horizontal gerichtete Zugspannungen und vertikale Druckspannungen). Die Bestimmung der Steifigkeitsmoduli erfolgte bei einer Temperatur von 20 °C bei gleichzeitiger Variation der Druckbelastungsprüffrequenzen. Während der Prüfungen wurden die horizontalen Verformungen der Probekörper infolge der Belastungen als Funktion der Zeit gemessen. Daraus wurden anschließend die „dynamischen“ Steifigkeitsmoduli der Asphaltprobekörper berechnet.

Mischgutuntersuchungen
Bei den konventionell durchgeführten Laboruntersuchungen wurden unter anderem die Korngrößenverteilungen der im betrachteten Straßenabschnitt entnommen Bohrkerne, sowie volumetrische Kenngrößen (z.B. Rohdichte, Raumdichte, Bindemittelgehalt) ermittelt.

Konventionelle Bindemitteluntersuchungen
Im Rahmen der konventionellen Bindemitteluntersuchungen wurden Penetration (PEN) und Erweichungspunkte Ring und Kugel (ERK) der aus den Bohrkernen rückgewonnenen Bitumen bestimmt.

Umwelttechnische Untersuchungen
Die im gegenständlichen Baulos vorhandenen Asphaltmischgutsorten wurden gemäß technischen und rechtlichen Anforderungen (z.B. Bundesabfallwirtschaftsplan, AWG, etc.) von einer akkreditierten Prüfanstalt für eine mögliche Wiederverwendung als Recyclingbaustoff untersucht. Der vorhandene Ausbau-/Fräsasphalt war der Qualitätsklasse A+ für Recyclingbaustoffe zuzuordnen und konnte somit wiederverwertet werden.

Ergebnisse der Zustandserfassung
Aus all den vorher beschriebenen Voruntersuchungen und erweiterten Untersuchungen wurden abschließend die theoretischen Restlebensdauern der einzelnen, betrachteten Straßenteilstücke rechnerisch ermittelt.
Wie in Abbildung 2 ersichtlich zeigt sich ein sehr inhomogener Verlauf der theoretischen Restlebensdauern des Straßenoberbaus im gegenständlichen Generalerneuerungsbaulos (dies ist unter anderem auf unterschiedliche Schichtstärken und -abfolgen des vorhandenen Straßenoberbaus zurückzuführen). Ein Großteil des bituminös gebundenen Straßenoberbaus weist ausreichend hohe Tragfähigkeiten, und damit verbunden, theoretische Restlebensdauern von über 10 Jahren auf. Somit ist eine generelle Erneuerung aller Asphaltschichten nicht zwingend erforderlich. Bereiche mit ungenügender Tragfähigkeit sind auf lokale Stellen beschränkt, die durch gezielte Verstärkungsmaßnahmen bei der Instandsetzung saniert werden können.

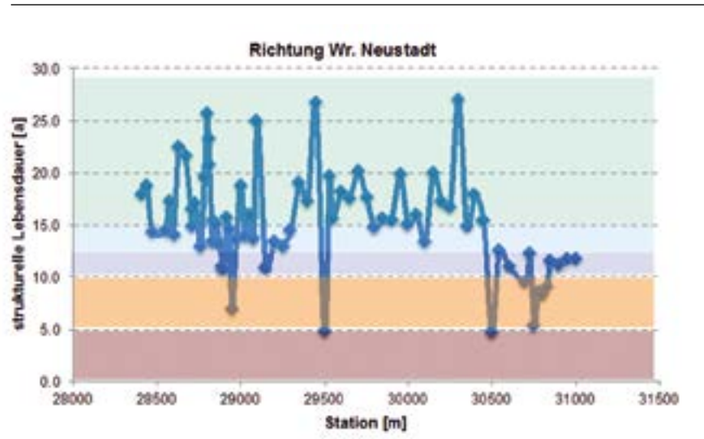


Abbildung 2:
Kategorisierung der Restlebensdauer

Der Fahrstreifen Richtung Wien weist tendenziell eine leicht geringere Tragfähigkeit (geringere strukturelle Lebensdauer = theoretische Restlebensdauer) des bituminösen Oberbaus auf (d.h. der Beladungs- und Belastungsgrad durch den Schwerverkehr und folglich die resultierenden Straßenschäden in Fahrtrichtung Wien waren größer).

Dipl.-Ing. Dr. Karl KAPPL
Dipl.-Ing. Sandra MACKINGER

Instandsetzungsmaßnahmen
Die auf diese Restlebensdauer abgestimmten Instandsetzungsmaßnahmen sind in Abbildung 3 schematisch und Abbildung 4 auszugsweise dargestellt.

Bauart 1
Auf Grundlage der Ergebnisse der materialtechnischen Laboruntersuchungen konnte abschließend festgestellt werden, dass auch teilweise in den Bereichen mit ausreichender Tragfähigkeit (theoretische Restlebensdauer) die obere bituminöse Tragschichte (AC D binder) auf eine Dicke von 6 cm erneuert werden musste, da einerseits ein signifikant hoher Rundkornanteil in der Asphalttragschicht-Mischgutzusammensetzung (und damit verbunden die Gefahr der Entstehung bleibender Verformungen) vorgefunden wurde. Andererseits konnte eine starke Versprödung des Bitumens in gegenständlichen Asphalttragschichten (und damit die Gefahr des Auftretens plötzlicher, thermischer Rissbildung bei tiefen Temperaturen) mit Hilfe der erweiterten Laboruntersuchungen entdeckt werden.

Der Aufbau der instandgesetzten bituminös gebunden Schichten gemäß Bauart 1 besteht somit aus einer 6 cm dicken AC 22 binder PmB 45/80-65, H1, G4 Schicht und einer 3 cm dicken SMA 11 PmB 45/80-65, S2, G1 Schicht zu einer Gesamtstärke von 9 cm.

Bauart 2
In jenen Abschnitten, in welchen eine theoretische Restlebensdauer von unter 12,5 Jahren vorgefunden wurde, sowie in jenen Bereichen, mit ausgeprägten Rissbildungen (Netzrisse, Querrisse) oder mangelhaftem Schichtverbund zwischen den Asphaltschichten, wurde eine „tiefergreifende" Instandsetzung erforderlich. Dazu wurde zusätzlich zur Asphaltdeck- und Asphaltbinderschicht auch ein Teil der Asphalttragschicht AC trag abgefräst und der Bestand mit einer Gesamtstärke von 15 cm erneuert.
Der Aufbau gemäß Bauart 2 besteht aus 6 cm AC 22 trag 70/100, T1, G4, 6 cm AC 22 binder PmB 45/80-65, H1, G4 und einer 3 cm dicken SMA 11 PmB 45/80-65, S2, G1 Schicht mit einer Gesamtstärke von 15 cm.

Bauart 3
Im Abschnitt zwischen km 30,700 und dem Anschluss an die Umfahrung „Sollenau - Theresienfeld" wurde bei den materialtechnischen Prüfungen eine nicht ausreichend frostsichere, ungebundene Tragschichte vorgefunden. Die Korngrößenverteilung zeigten sehr große, überwiegend sandige Feinanteile auf, die sich gut mit hydraulischem Bindemittel stabilisieren lassen. Daher wurde für diesen Abschnitt zusätzlich die Herstellung einer 20 cm dicken zementstabilisierten Tragschichte (ST-Z; rd. 90 kg/m³ Zement) im Baumischverfahren (BMV) gemäß RVS 08.17.01 festgelegt. Durch die Zementstabilisierung konnte der bestehende, gebundene Straßenoberbau wirtschaftlich frostsicher und für die geforderte theoretische Restlebensdauer ausreichend tragfähig hergestellt werden.

Der Aufbau gemäß Bauart 3 besteht somit einer 20 cm starken zementstabilisierten Tragschicht, 6 cm AC 22 trag 70/100, T1, G4, 6 cm AC 22 binder PmB 45/80-65, H1, G4 und 3 cm SMA 11 PmB 45/80-65, S2, G1 mit einer Gesamtstärke von 35 cm.

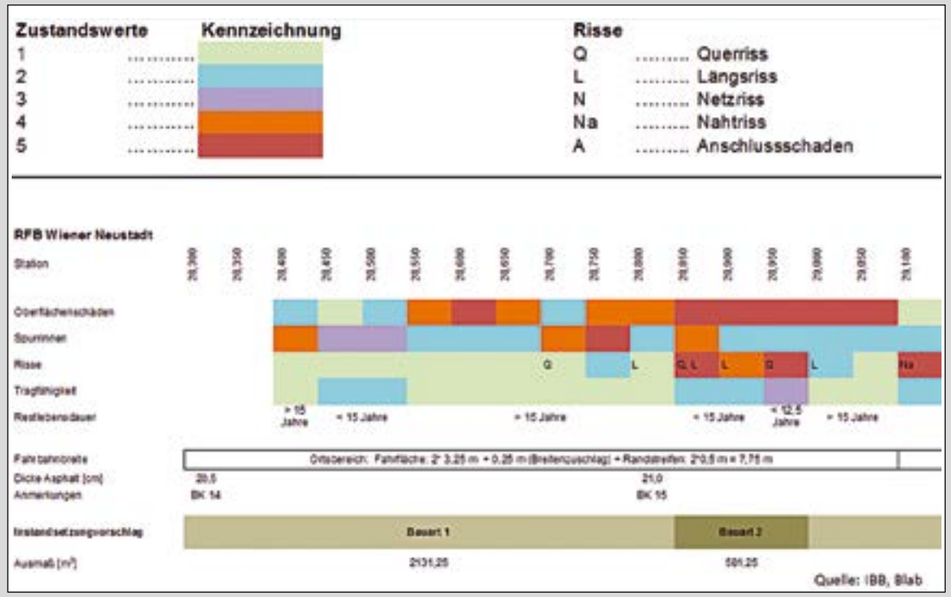


Abbildung 3: Instandsetzungsmaßnahmen B 17

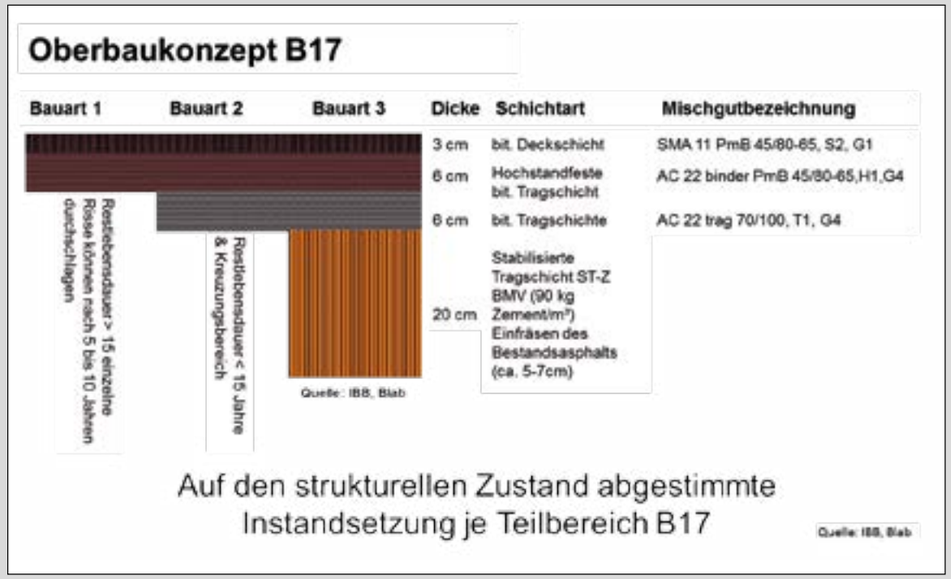


Abbildung 4: Oberbaukonzept B 17

In Abbildung 4 ist das im gegenständlichen Generalerneuerungsbaulos verwendete Oberbau-Instandsetzungskonzept schematisch dargestellt.

Zusammenfassung
Die Durchführung von erweiterten Zustandserfassungen mit Hilfe Tablet basierter Applikationen als auch tiefergehende Laboruntersuchungen (GVO, FWD Prüfungen) am gegenständlichen Baulos führte zu einem Wissensgewinn für zukünftige Generalerneuerungsbaulose und zu einer Optimierung der Instandsetzungsmaßnahmen aufgrund detaillierterer Prüfergebnisse.
Durch die im hier beschriebenen Generalerneuerungsbaulos angewandten Instandsetzungsmaßnahmen wurde eine konstante theoretische Restlebensdauer im generalerneuerten Straßenabschnitt erreicht.
Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass auf Grundlage detaillierter Prüfungsergebnisse ein zweckmäßiger, wirtschaftlicher und sparsamer Einsatz der zur Verfügung stehenden Geldmittel erfolgt ist.

Literatur

ÖNORM EN 14770: 2012 07 15: „Bitumen und bitumenhaltige Bindemittel - Bestimmung des komplexen Schermoduls und des Phasenwinkels - Dynamisches Scherrheometer (DSR)", Österreichisches Normungsinstitut Austrian Standards, 1020 Wien, 2012.

ÖNORM EN 12697-26: 2012 11 01: „Asphalt - Prüfverfahren für Heißasphalt - Teil 26: Steifigkeit", Österreichisches Normungsinstitut Austrian Standards, 1020 Wien, 2012.

RVS 11.06.72 (Entwurf): „Dynamisches Fallgewichtsdeflektometer (FWD)", Österreichische Forschungsgesellschaft Straße Schiene und Verkehr, 1040 Wien, 2014.

ÖNORM EN 12697-xx Serie
Asphaltmischgut – Prüfverfahren für Heißasphalt – GVO Prüfverfahren, Österreichisches Normungsinstitut Austrian Standards, 1020 Wien.

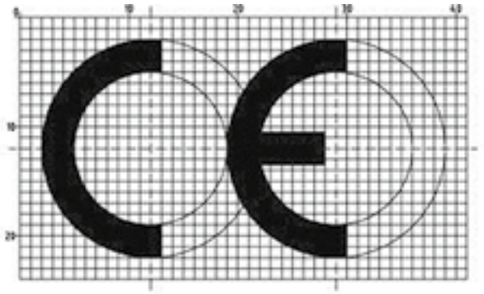
Univ. Prof. DI. Dr. R. Blab, DI B. Gagliano: Projektbericht 1310IB „B 17 Wr. Neustädter Straße km 28,300 bis km 30,800 – Voruntersuchungen zur baulichen Fahrbahninstandsetzung", TU Wien IVWS und IBB Blab, 2013.

Dipl.-Ing. Dr. Karl Kappl
Amt der NÖ Landesregierung
Abteilung Landesstraßenbau und -verwaltung
3109 St. Pölten, Landhausplatz 1, Haus 17
Tel.:+43 2742 9005 - 60462
E-Mail: karl.kappl@noel.gv.at
www.noel.gv.at

Dipl.-Ing. Sandra Mackinger
Amt der NÖ Landesregierung
Straßenbauabteilung 4
2700 Wr. Neustadt, Günser Straße 88
Tel.:+43 2622 22192
E-Mail: sandra.mackinger@noel.gv.at
www.noel.gv.at

Dipl.-Ing. Thomas SCHLEMMER

Gesteinskörnungen – 10 Jahre CE-Kennzeichnung



Ab 1. Juni 2014 wurde die CE-Kennzeichnungspflicht für Gesteinskörnungen in Österreich verpflichtend und damit ein Paradigmenwechsel in der Beschreibung von Bauprodukten herbeigeführt. Eine kurze Rückschau über die damaligen Geschehnisse und einen Ausblick auf kommende Aufgaben finden Sie im folgenden Bericht.

Die Wurzeln der CE-Kennzeichnungspflicht für Gesteinskörnungen für ungebundene Schichten, Gesteinskörnungen für die Herstellung von Beton, Mörtel und Asphalt, Gesteinskörnungen für Gleisschotter, Wasserbausteine und leichte Gesteinskörnungen liegen ca. 20 Jahre zurück. Am 1.1.1995 wurde Österreich neben Finnland und Schweden im Zuge der vierten Erweiterung der europäischen Gemeinschaft EU-Mitglied. Viele Erleichterungen prägen seither das tägliche Leben, jedoch hat sich Österreich aber auch einige Pflichten auferlegt. Eine dieser Pflichten war die Übernahme der Bauproduktrichtlinie. Im Zuge der Übernahme dieser Richtlinie gab es wesentliche Änderungen im Bereich der Normung (CEN) und der Zulassung (EOTA) umzusetzen, österreichische Normen mussten auf europäisches Niveau gebracht werden. Aber auch für die Unternehmer ergaben sich neue Verpflichtungen im Rahmen der Qualitätskontrolle und Qualitätssicherung (EN 29000/ISO 9000).

Bauproduktrichtlinie (RL 89/106 EWG)
Diese - mittlerweile veraltete - Richtlinie galt damals umfassend für alle Bauprodukte, die hergestellt wurden um dauerhaft in Bauwerken des Hoch-und Tiefbaus eingebaut zu werden. Das primäre Ziel der Richtlinie war die Abschaffung innereuropäischer Handelsbarrieren und daher die Schaffung eindeutiger Voraussetzungen für das Inverkehrbringen von Bauprodukten auf dem europäischen Markt.

Die Bauproduktrichtlinie umfasste sechs wesentliche Anforderungen:

1) Mechanische Festigkeit und Standsicherheit
2) Brandschutz
3) Hygiene, Gesundheit und Umweltschutz
4) Nutzungssicherheit
5) Schallschutz
6) Energieeinsparung und Wärmeschutz

Umgesetzt wurden diese Forderungen über Normen und Richtlinien.

Überwachungssysteme für Gesteinskörnungen in Österreich vor dem EU-Beitritt
In Österreich war für viele Bauprodukte die Eignungsprüfung üblich, es erfolgte der Nachweis der Eignung eines Produktes für einen bestimmten Verwendungszweck. Das Bestreben vieler Unternehmer hohe Produktqualitäten herzustellen, um somit die Basis für dauerhafte Bauwerke zu schaffen, wurde teilweise in freiwilligen Verpflichtungen (z.B. über die Statuten des Güteschutzverbandes der österreichischen Kies-Splitt und Schotterwerke) verankert. So unterwarfen sich viele Produzenten dabei auch einer freiwilligen Fremdüberwachung durch unabhängige Überwachungsstellen, lange bevor dies durch das Qualitätssystem 2+ der CE-Kennzeichnung vorgeschrieben war. Das damalige Bekenntnis zur Produktqualität führte nicht nur zur Erlangung eines Gütezeichens, es schuf vielmehr die Basis für den hohen Qualitätsstandard österreichischer Bauprodukte.

Der Weg zum CE-Kennzeichen
Die Arbeiten an den europäischen Normen, deren österreichischen Umsetzungsdokumenten, die Entwicklung von Qualitätssicherungssystemen und andere Vorarbeiten nahmen fast zehn Jahre in Anspruch. Vor allem die Darstellung der Prozesse der werkseigenen Produktionskontrolle, wie in den Anhängen der Euronormen verlangt, war eine große Herausforderung. Mithilfe von umfassenden Informationen und Schulungen durch das Forum mineralischer Rohstoffe, Musterhandbüchern und schlussendlich dem Einsatz aller Beteiligten bei der Erstellung der Erstprüfungen, den Erstinspektionsaudits uvm. war es trotzdem möglich, für die meisten Betriebe den angestrebten Termin 1.6.2014 zu halten.

Die Gegenwart – Bauprodukteverordnung EU/305/2011
Nachdem auch andere Baustoffe, wie etwa Asphalt, der CE-Kennzeichnungspflicht unterworfen wurden, hat vor fast zwei Jahren die Bauprodukteverordnung die Bauproduktrichtlinie abgelöst. Die Verordnung gilt seit 1.7.2013 verbindlich und direkt in allen Mitgliedsstaaten, damit erfolgt die CE-Kennzeichnung europaweit nach einheitlichen Vorgaben.

Die Kernelemente der Richtlinie, wie etwa die Pflicht zur CE Kennzeichnung, die Verpflichtung zur werkeigenen Produktionskontrolle, die Einhaltung der Anforderungen harmonisierter Normen, blieben erhalten.

Neuerungen gab es in folgenden Bereichen:
- Erweiterung der wesentlichen Eigenschaften bzw. Grundanforderungen, beispielsweise die Sicherheit von Arbeitnehmern, Energieeffizienz und die nachhaltige Nutzung natürlicher Ressourcen.
- Der Begriff „Leistungserklärung“ wird als Beschreibung der zugesicherten Eigenschaft eingeführt und ist obligatorische Voraussetzung für die CE-Kennzeichnung.

- Detaillierte Beschreibung der Pflichten von CE-Akteuren, wie Hersteller, Bevollmächtigte und Importeure, wobei nun auch „Bausätze“ in den Geltungsbereich der Verordnung einbezogen sind.
- Einführung vereinfachter Nachweisverfahren, beispielsweise für Kleinstunternehmen bis 10 Mitarbeiter und EUR 2 Mio. Jahresumsatz.
- Erweiterte Pflichten zur CE-Kennzeichnung, beispielsweise muss das CE-Kennzeichen eine Identifikation des Herstellers und dessen Anschrift ermöglichen.
- Mehr Rechte und Durchgriffsmöglichkeiten für Marktüberwachungsbehörden, für Österreich wurde das OIB (Österreichisches Bauinstitut) für diese Aufgaben ernannt.

Die neuen Bedingungen sind bereits von den Unternehmen umgesetzt worden.

Mit der Auflage einer delegierten Verordnung (547/2014, gültig ab 1.6.2014) zur Änderung der Bauprodukteverordnung wurden nochmals Anpassungen für die Erstellung der Leistungserklärung vorgenommen. Die Umsetzung dieser Änderungen für Gesteinskörnungen in der ONR 23130 ist derzeit in Arbeit.

Ausblick

Die nächsten Änderungen bezüglich der CE-Kennzeichnung sind mit der Auflage der harmonisierten europäischen Gesteinskörnungsnormen im Winter 2016 zu erwarten. Die Gesteinskörnungsnormen wurden zwar bereits überarbeitet und 2013 finalisiert, aufgrund eines Formalfehlers jedoch nicht im europäischen Amtsblatt veröffentlicht und sind somit nicht gültig. Da die inhaltlichen Diskussionen bereits im Rahmen der letzten Überarbeitung geführt wurden, sind mit der Auflage 2016 keine großen Änderungen zu erwarten. Die Vorgaben für die werkseigene Produktionskontrolle werden aus den einzelnen Gesteinskörnungsnormen herausgelöst und in eine Norm (EN16236) eingebettet.

Zehn Jahre CE-Kennzeichnung haben gezeigt, dass durch die stetige Überarbeitung der Verordnungen, Gesteinskörnungsnormen und daraus resultierenden nationalen Dokumenten nicht nur die Druckerpressen permanent gefordert sind, sondern auch die Mitarbeiter der Unternehmen und der Verbände. Mitgliederinformation, Diskussion und Lösung der einzelnen Problemstellungen sowie die Umsetzung dieser Lösungen auf europäischer Ebene haben für uns stets höchste Priorität, damit wir nicht nur auf Vorschriften reagieren, sondern - im Interesse aller - agieren können.

Dipl.-Ing. Thomas Schlemmer
Fachverband der Stein- und keramischen Industrie
1045 Wien, Wiedner Hauptstraße 63
Tel.: +43 590 900 - 3528
E-Mail: thomas.schlemmer@wko.at
www.baustoffindustrie.at

Ing. Andreas KRAJCSIR
Ing. Maximilian WEIXLBAUM

Asphaltdeckschichten „per se“ — die Alleskönner

Wir möchten ihnen mit unserem Beitrag einen Einblick geben über die Erwartungen die wir alle an eine Asphaltdeckschicht; gemäß dem Regelwerk, haben. Asphaltdeckschichten dienen zur direkten Verkehrsaufnahme und dem Schutz der Tragschicht per Definition. Es wird im gängigen Regelwerk nicht unterschieden, ob diese im Zuge einer Neubaumaßnahme hergestellt wird, der gesamte Aufbau der gebundenen Schichten erfolgt oder ob es sich um eine reine Deckschichtsanierung handelt. Die Anforderungen in der Abnahmeprüfung und am Ende der Gewährleistungsfrist sind in allen Fällen ident. Normativ stellen wir an Asphaltdeckschichten eine Reihe von Anforderungen bzw. werden hinsichtlich Fahrkomfort und Sicherheit von dem Straßenbenützer erwartet, wie: Griffigkeit, Dauerhaftigkeit, Verformungsbeständigkeit, Risseresistent, Ermüdungsbeständig und fallweise auch entsprechend hell und leise.

Ein Blick auf die heutige Situation im Straßenbau beschert uns des Umstandes, dass im Erhaltungsbereich der Länder nicht jene Geldmittel zur Verfügung stehen, wie diese benötigt würden, um eine merkliche Verbesserung des Straßenzustandes im Landesstraßennetz zu bewirken. Die flächendeckende LKW-Maut wird derzeit als ein möglicher Ausweg vielfach schon diskutiert, da nicht zu erwarten ist, dass die Erhaltungsbudgets der Länder in den nächsten Jahren sich entsprechend positiv entwickeln.
Der Konkurrenzkampf seitens der Industrie führt oft zwangsweise auch unter den häufig gegebenen Rahmenbedingungen wie Nacht- und/oder Wochenendarbeiten sowie verkürzte Bauzeiten fallweise zu einer Preisoptimierung auf Kosten einer Qualitätsoptimierung. Riskante und aufwendige Dispositionen um maximale Tageseinbauleistungen realisieren zu können sind weitere Aspekte, welche als suboptimal für ein gelungenes Produkt Asphalt eingestuft werden müssen.

Dabei sind die Qualitätsansprüche respektive Merkmale für Auftraggeber wie auch Auftragnehmer dahingehend nahezu ident. Gemäß den internationalen Normungen wird als Qualität die Gesamtheit von Merkmalen einer Einheit bezüglich ihrer Eignung, festgelegte und vorausgesetzte Erfordernisse zu erzielen, verstanden. Das Maß der Bewertung für die Qualität ergibt sich somit, ob die festgelegten und vorausgesetzten Anforderungen, im Einzelfall (Bauvorhaben), erfüllt wurden.

Die regional geführten Qualitätsdiskussionen zum Thema Asphaltdeckschichten beinhalten im Wesentlichen folgende Versagensmerkmale:

- Risse - Einzel- oder auch Netzrisse, wie auch offene Nähte und Fugen
- Substanzverlust an der Oberfläche durch Mörtel- oder auch Kornverlust
- Unebenheiten in Querrichtung durch Spurrinnen, Setzungen oder auch Verformungen und
- Mangelnde Griffigkeit

Um diese Qualitätsdiskussion relativieren zu können müssen seriöserweise die Hauptbestandteile jeder Asphaltbaustelle thematisiert und untersucht werden, nämlich der Baustoff Asphalt selber, wie auch die Herstellungs- und Einbaubedingungen. Erlaubt muss auch sein den Fragen nach zu gehen:

- Was hat sich in den letzten 20 Jahren wirklich dahingehend verändert?
- Hat es bei den Baustoffen Bitumen oder Gestein eine Veränderung ergeben?
- Wurde die Zusammensetzung in seinen Anforderungen oder Konzeption verändert?
- Gibt es evtl. Schichtenanforderungen durch die es zu den Erscheinungen kommen kann?

Mit der relativ starken Zunahme des Schwerverkehrs durch die Ostöffnung und des Rückganges der spikebereiften Fahrzeuge Mitte der 1990 Jahre stehen die Eigenschaften Verformungsbeständigkeit und Griffigkeit an oberster Stelle der Prioritäten. Die Mischgutzusammensetzungen wurden insgesamt splittreicher, die verwendeten Bitumen wiesen dabei eine höhere Viskosität auf und sind vielfach polymermodifiziert. Um einer Überbetonung des Merkmals der Verformungsbeständigkeit entgegen zu wirken, wurde das Kriterium der Rissebeständigkeit für polymermodifizierte Walzasphalte zusätzlich in die RVS aufgenommen.
Die dabei gesetzte Entwicklung zielte für polymermodifizierte Deckschichten eindeutig auf eine erhöhte Verformungsbeständigkeit sowie Rissbeständigkeit ab. Dies führte zwangsläufig in der Verarbeitung zu einem erhöhten Aufwand in der Verdichtungsleistung. Hinsichtlich der bituminösen Tragschichten und hochstandfesten Tragschichten erleben wir seitdem eher schlecht zu verarbeitende grobe Mischgutsorten mit hoher Neigung zur Entmischung in allen Phasen der Produktion und des Einbaues.
Betrachtet man die Eigenschaften des Bindemittels Bitumen über die letzten beiden Jahrzehnte so sind dabei keine signifikanten Veränderungen fest zu stellen. Die Bitumenqualität ist in der Regel nicht zu beanstanden und entspricht den Anforderungen der maßgeblichen Regulative der ÖNORM B 3610 sowie der ÖNORM B 3613.

Die in Österreich eingesetzten Gesteinsrohstoffe erfahren höchstens eine qualitative Änderung in geologischen Zeiträumen und bleiben daher für unser Betrachtungsszenario eher unbedeutend. Zudem sind in den letzten 20 Jahren praktisch keine neuen Lagerstätten erschlossen worden.

Eine funktionierende Wechselwirkung zwischen dem eingesetzten Bitumen sowie dem verwendeten Gestein ist von prägender und eminenter Bedeutung für die Qualität des Baustoffes Asphalt.

In den Ausführungen von S.KAMMERER im Zuge des GESTRATA Bauseminars 2014 wurde die Thematik „Alterungsbeständigkeit von Bitumen“ detailliert beleuchtet und auf die Sensibilität im Temperaturhaushalt während des Herstellungsprozesses dieses organischen Baustoffes hingewiesen. Die Alterung von Bitumen ist ein natürlicher Vorgang, welcher klarerweise in der Herstellung wie auch schlussendlich über die Mischgutkonzeption massiv beeinflusst wird.

Die Alterung des Asphaltes unterscheidet sich von der Alterung des Bitumens alleine schon durch das vorhanden sein der Gesteinskörnung sowie der konzeptionellen Zusammensetzung. Unterschiedliche Mineralogien der Gesteinszuschlagstoffe bringen ebenfalls unterschiedliche Auswirkungen auf das Alterungsverhalten des Baustoffes Asphalt mit sich.
In den letzten Jahren hat sich im Anforderungsprofil unseres Bitumen-Regelwerkes für z.B. 70/100 die Viskosität massiv verändert. Dieses Bindemittel stellt nach wie vor die hauptsächlich eingesetzte Qualität dar, welches für die Erzeugung unserer Hauptmischgutsorten verantwortlich zeichnet. Dargestellt anhand des Merkmales Penetration hatten wir vor dem Jahre 2000 eine Penetration von 80 - 130 mm/10. Ab 2000 wurde umgestellt auf die europäische Produktnorm und die Penetration ist auf ein Niveau von 70 – 100 mm/10 abgesunken und wurde damit härter.

Eine frühere kritische Alterung des Bitumens und damit eine um Jahre früher startende Rissentwicklung an der Asphaltdeckschicht einhergehend war regional die Folge. Auf Basis dieser Erkenntnisse wurde im Regelwerk nachgebessert und die Sorte 100/150, welche dem früheren B 100 etwa entspricht, aufgenommen.

Weitere, im Hinblick auf die Dauerhaftigkeit zum Teil nicht unkritische Aspekte im Zusammenwirken zwischen Gestein und Bitumen fließen im Merkmal

Haftverhalten bzw. Affinität zusammen. Sei es zum einen durch die Ladungsart des Gesteines (sauer/basisch) durch hydrophobe oder hydrophile Oberflächenladung sowie auch Wassergehalt oder zum anderen die Grenzflächenspannung und Viskosität des Bitumens seien hier nur einige Einflussfaktoren dahingehend beschrieben.
Ein Blick zurück in die maßgeblichen Regelwerke für die konzeptionelle Zusammensetzung der unterschiedlichen Asphaltqualitäten bringt uns die Erkenntnis, dass weder volumetrisch oder auch vom Kornaufbau her eine signifikante Veränderung durch die letzten Jahre erkennbar wäre.
Die herzustellenden Asphaltdeckschichten sind vorzugsweise kontinuierlich und maschinell einzubauen. Aufgrund ihrer geringen Schichtdicken weisen diese jedoch eine eher bescheidene Wärmekapazität auf, welche jahreszeitlich bedingt zu zusätzlichen Erschwernissen führt.

Im Regelfall auftretende Randbedingungen:

- Bauen unter schwer (nicht) planbarer Witterung
- Mischgutanlieferung und Einbau unter Verkehrsbeeinflussung

Je größer die Entfernung vom Herstellerwerk bis zur Einbaustelle ist, umso unkalkulierbarer sind die Taktzeiten der Anlieferungsfahrzeuge zu timen. Die gegebenen Wetter- und Temperaturverhältnisse sowie Wind stellen zusätzliche Risikofaktoren dar, welche die Qualität der zu bauenden Schichte massiv beeinflussen wird.

Die Gesamtleistung aus den Qualitäten des erzeugten Asphaltes sowie des Einbaus sind nach Beendigung der Baumaßnahme im Zuge der Abnahmeprüfung fest zu stellen und werden gegebenenfalls pönalisiert oder mit einer Verlängerung der Gewährleistungsdauer geahndet. Mehrjährige

Ing. Andreas KRAJCSIR
Ing. Maximilian WEIXLBAUM

Beobachtungen von Auswertungen der Ergebnisse von Abnahmeprüfungen lassen erkennen, dass mehr als 90 abs.% aller Abzüge diesbezüglich auf mangelhafte Schichtqualitäten zurück zu führen sind, dabei stellen die Merkmale „Hohlraumgehalt der Schicht" respektive „Verdichtungsgrad" die Hauptursachen dar. In der Kenntnis des qualitativen Anspruches bei der Herstellung und dem Einbau von Asphalt sowie im Hinblick auf die gegebene hochwertige personelle wie auch technische Ausstattung seriöser Straßenbauunternehmen scheint dennoch unter Berücksichtigung bekannter Einflussfaktoren ein gewisses Verbesserungspotential erkennbar.

Eine gewisse „Zumutsbarkeitsgrenze" oder technische Grenzwertigkeit scheint auch unter der Annahme gegeben bzw. erreicht, wenn im Erhaltungsbereich der Länder eine Deckschichtsanierung in der Beanspruchung der Lastklasse III mit beispielsweise AC11deck, 70/100, A1, G2 in einer Schichtdicke von 3 cm realisiert werden soll und diese unter Einbeziehung der zulässigen Schichtdickentoleranz lediglich nur mehr 2,55 cm aufweist. Im Anforderungskatalog der maßgeblichen Schicht-RVS gelten dafür die identen Kriterien vor Ablauf der Gewährleistung wie im Zuge einer Neubaumaßnahme.

Im stetigen Bestreben nach Verbesserungen sind die österreichischen Straßenbauexperten in den maßgeblichen Gremien der FSV wie auch dem Normungsinstitut tätig, um dabei u.a. auch jene Praxiserfahrungen mit ein zu bringen, welche helfen sollen, die gesetzten Qualitätsansprüche sowohl für die Bauweise als auch für den Baustoff umzusetzen. Die dabei eingeleiteten Maßnahmen dürfen jedoch keinesfalls überregulierend wirken, um hier die nutzbare Bandbreite an technisch sinnvollen Lösungen nicht negativ zu beeinflussen. Von jeglichen überzogenen Maßnahmen ist zu warnen. Bei vorhanden sein von regionalen Schäden sollte auch mit regionalen Anpassungen dagegen gesteuert werden.

Anerkannte wissenschaftliche Methoden und empirisches Wissen haben dazu geführt, dass wir über die Jahre und Jahrzehnte den Baustoff Asphalt in seiner Benutzbarkeit- und Wirkungsweise besser und gesamtheitlicher verstehen. Die maschinellen Einrichtungen für die Herstellung und den Einbau bzw. Verdichtung sind hochtechnisierte Einrichtungen, um die höchstmögliche Gewähr für das Gelingen des Produktes „Asphalt" zu bieten. Dennoch bleibt ein nicht unwesentliches Restpotential an echter „Handwerkskunst" übrig, welches nach wie vor zum Gelingen beitragen muss.

Ing. Andreas Krajcsir
TPA Gesellschaft für Qualitätssicherung
und Innovation GmbH
1220 Wien, Polgarstraße 30
Tel.: +43 1 217 28-600
E-Mail: andreas.krajcsir@tpaqi.com
www.tpaqi.com

Ing. Maximilian Weixlbaum
GESTRATA Geschäftsführung
TPA Gesellschaft für Qualitätssicherung
und Innovation GmbH
1220 Wien, Polgarstraße 30
Tel.: +43 1 217 28-600
E-Mail: maximilian.weixlbaum@tpaqi.com
www.tpaqi.com

Dipl.-Ing. Torsten HESSMANN

Konstruktionslösungen für bituminöse Fahrbahnaufbauten auf Brücken

Einleitung
Bituminöse Fahrbahnaufbauten auf Brücken unterscheiden sich hinsichtlich der Beanspruchungen erheblich von dem Straßenaufbau im Freilandbereich, weshalb die konstruktiven und materialtechnologischen Anforderungen den Besonderheiten angepasst werden müssen. Daher wurden die Anforderungen an den bituminösen Fahrbahnaufbau in einer eigenständigen RVS-Richtlinie (RVS 15.03.15 „Fahrbahnaufbau auf Brücken") erstmals im Jahre 2001 geregelt und damit von dem Regelwerk für den Straßenaufbau im Freilandbereich entkoppelt. Die Fortschreibung des Regelwerkes und damit eine systematische Verbesserung der Bauweisen für Fahrbahnaufbauten ist seit dem ein bedeutsames Anliegen und Ausgangspunkt für ein von der ASFINAG initiiertes Forschungsprojekt, das von der TU Wien (Institut für Verkehrswissenschaften - Forschungsbereich Straßenwesen) gemeinsam mit der TU Graz (Institut für Baustofftechnologie und Materialprüfung) bearbeitet wurde. Einen ersten Überblick über das Forschungsvorhaben wurde bereits von Eustacchio (2013) an gleicher Stelle gegeben. Die im folgenden Beitrag näher beschriebenen Konstruktionslösungen für bituminöse Fahrbahnaufbauten stellen ein Teilergebnis des Forschungsvorhabens dar.

Problemstellung
Bituminöse Fahrbahnaufbauten auf Brücken, als System aus bituminösen Belag und Abdichtung, übernehmen im Gegensatz zum Straßenaufbau im Freilandbereich eine Doppelfunktion. Neben der Aufnahme der Verkehrsbeanspruchung soll zusätzlich das Brückentragwerk vor dem Angriff von schädlichen Stoffen geschützt werden. Dadurch ist eine Zuordnung des Fahrbahnaufbaus als Bestandteil der Straße oder als Bauteil der Brücke nicht immer ganz eindeutig abzugrenzen.
Wird der Fahrbahnaufbau durch verkehrsbedingte Beanspruchungen sowie durch Überlagerung mit klimatischen und bauwerksbedingten Einwirkungen geschädigt, können Wasser und darin gelöste Stoffe in den Fahrbahnaufbau eindringen und zu einer progressiven Schädigung des bituminösen Fahrbahnaufbaus, der Dichtungsschicht und des Tragwerkes selbst führen. Die Schädigung des Fahrbahnaufbaus ist ein nach außen sichtbarer Primärschaden, der wenn auch mühsam und unter meist großem finanziellem Aufwand saniert werden kann. Von weitaus größerer Bedeutung ist die mögliche Schädigung des Brückentragwerkes, sollte die Abdichtung des Fahrbahnaufbaus geschädigt sein und aggressive Stoffe dort durchdringen. In diesem Fall treten Schädigungen der Brückenkonstruktion auf, die vergleichsweise zur Sanierung eines Fahrbahnaufbaus ein Vielfaches an finanziellem Mehraufwand erfordert und im schlimmsten Fall eine Gefährdung für die Standsicherheit des Bauwerkes und damit der Verkehrsteilnehmer darstellt.
Aufgrund der Schädigungswirkung des Wassers und anderer aggressiver flüssiger Substanzen sind Undichtigkeiten im Fahrbahnaufbau in besonderer Weise zu vermeiden. Dabei treten im Wesentlichen drei Dichtigkeitsmerkmale in Erscheinung, die ein Eindringen von schädlichen Stoffen vermeiden sollen. Der Asphalt des Fahrbahnaufbaus ist hinsichtlich des Hohlraumgehaltes so zu konzipieren, dass dieser auch unter den Pumpeffekten, die bei dem Überrollvorgang eines Reifens auftreten können, eine hohe Dichtigkeit aufweist. Der Asphalt ist ferner so zu konzipieren, dass keine Risse entstehen können. Hierbei ist zu bedenken, dass im Bereich der Fahrstreifen ein Optimierungsprozess zwischen Standfestigkeit und Risswiderstand erfolgen muss. Dabei charakterisieren die außerordentliche Temperaturbeanspruchung auf Brücken (unterschiedlichste allseitige Abkühl- und Erwärmungsprozesse), die Beanspruchung des Fahrbahnaufbaus durch Spannungen infolge Verkehrsbeanspruchung und die Verformungen des Brückentragwerkes als Unterlage des Fahrbahnaufbaus die komplexen Rahmenbedingungen.

Die Dichtigkeit der Anschlüsse an die Randbereiche wie den Entwässerungseinrichtungen und Randbalken, bildet die dritte wesentliche Voraussetzung für einen schadensfreien Zustand des Brückenbauwerkes. Wie zahlreiche Zustandserfassungen belegen, ist die Schädigung des Entwässerungsstreifens von Bedeutung. Insbesondere ist die Verdichtung des Walzasphaltes im Entwässerungsstreifen problematisch, da ein Gegengefälle zum eigentlichen Fahrbahnaufbau angeordnet wird (Abbildung 1).
In der Folge tritt eine unzureichende Verdichtung auf, die in Abbildung 2 anhand eines typischen Schadensbildes im Bereich des Entwässerungsstreifens aufgezeigt wird. Dargestellt ist der Schnitt durch ein Brückentragwerk. Der Asphalt zum Randbalken weist eine erhebliche strukturelle Zerstörung auf, die auf eine mangelhafte Verdichtung zurückzuführen ist.

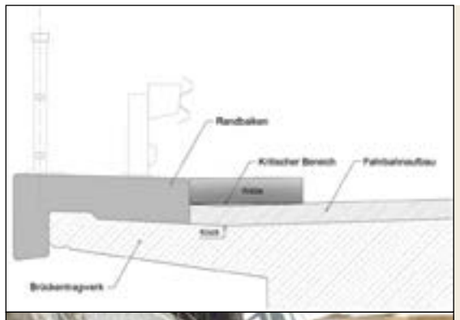


Abbildung 1: Schematische Darstellung der Verdichtungsproblematik

Abbildung 2: Typisches Schadensbild von Walzasphalten im Bereich des Entwässerungsstreifens

Bei der Herstellung des derzeitig durchgeführten Fahrbahnaufbaus wird im Bereich des Entwässerungsstreifens ein durchlässiges Konstruktionsprinzip angewendet (Abbildung 3). So wird direkt auf der Abdichtung ein Filterbetonstreifen angeordnet, der im Fall des Eindringens von Wasser in den Fahrbahnaufbau den Bereich vor dem Randbalken drainieren und das Wasser über die Abdichtungsentwässerung und die seitlichen Schlitze der Oberflächenentwässerung abführen soll.

Die Anordnung des Filterbetonstreifens erfolgt in einem Bereich, bei dem das Eindringen von Wasser besonders kritisch ist. Da die Abdichtung in der Regel nicht direkt vollflächig auf dem Tragwerk aufgebracht werden kann, sind die einzelnen Lagen der Abdichtung genau in der Entwässerungsachse anzuschließen. Daher werden hier entsprechend die Lagen der Abdichtung verstärkt aufgebracht und die Überlappungen möglichst sorgfältig ausgeführt. Es soll zielsicher vermieden werden, dass Wasser unter dem Randbalken und zwischen den Lagen des Abdichtungssystems gelangt. Es ist daher kritisch zu hinterfragen, ob eine zielgerichtete Wasseransammlung und eine wasserdurchlässige Schicht genau in dem Bereich angeordnet werden sollte, in dem das Schadenspotential am größten ist.
Der Zufluss von Wasser in den Filterbetonstreifen erfolgt vordringlich durch die Oberfläche des Asphaltes des Entwässerungsstreifens, wie das Schadensbild in Abbildung 2 anschaulich dokumentiert. Hingegen ist ein Zufluss von Wasser aus dem Fahrbahnbereich bei intakter (rissfreier) Deckschicht als eher unwahrscheinlich einzustufen. Ist dieses dennoch der Fall, kann aufgrund der Frost-Tauwirkung und der Pumpeffekte des Wassers von einer gravierenden Schädigung des bituminösen Fahrbahnaufbaus im Fahrflächenbereich ausgegangen werden, gekennzeichnet durch einen progressiven Schadensverlauf vor allem in den hochbeanspruchten Fahrstreifen. Damit ist ein unmittelbarer Handlungsbedarf gegeben, den Fahrbahnaufbau in dem geschädigten Bereich zeitnah zu erneuern und den Wassereintrag somit zu stoppen. Ein Zufluss von Wasser aus dem Fahrflächenbereich in den Filterbeton sollte daher ausgeschlossen sein.

Konstruktive Durchbildung des Entwässerungsstreifens

Lösungsansatz
Die grundsätzliche Bestrebung ist es einen konstruktiven Vorschlag zu erarbeiten, der es weiterhin ermöglicht den Entwässerungsstreifen unter Verwendung von Walzasphalten weitestgehend maschinell herzustellen. Um eine hohe Ausführungsqualität sicherzustellen, sollen bautechnisch bewährte Methoden angewendet werden. Aus den vorangegangenen Überlegungen ist der Grundsatz abzuleiten, einen durchgehend dichten Fahrbahnaufbau im Bereich der Entwässerungsachse zu konstruieren, bei dem das Wasser so gering wie möglich in den Fahrbahnaufbau eindringen kann. Damit ergibt sich die Notwendigkeit, das Wasser auf der ersten Lage abzuführen. Die abdichtende Wirkung ist somit nicht nur auf das Abdichtungssystem beschränkt, sondern umfasst den gesamten Fahrbahnaufbau. Neben dem Asphalt sind die Anschlüsse, Nähte und Fugen hinsichtlich der Anordnung, Materialauswahl und Herstellung sorgfältig zu planen.
In den weiteren Ausführungen wird ein Überblick über die Herstellung des Entwässerungsstreifens im Bereich der Entwässerungseinrichtungen und dazwischen geben. Ferner wird abschließend die Empfehlung für einen leicht verdichtbaren Walzasphalt vorgestellt, der für die Herstellung des Gegenkeils des Entwässerungsstreifens von Bedeutung ist.

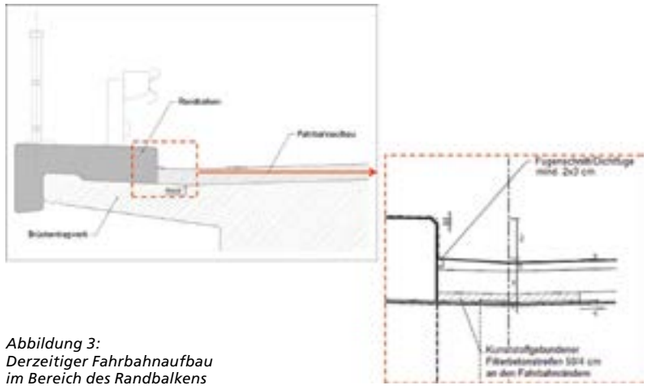


Abbildung 3: Derzeitiger Fahrbahnaufbau im Bereich des Randbalkens

Herstellung der Entwässerungsstreifen im Bereich des Randbalkens
Der Entwässerungsstreifen wird in der Breite der Entwässerungseinrichtungen am Randbalken angeordnet. Als erstes Systemelement des Fahrbahnaufbaus direkt auf der Abdichtung ist eine Schutzschicht vorgesehen, die möglichst nahtlos über die gesamte Breite der Brücke eingebaut und bis zum Randbalken durchgezogen wird. Entlang des Randbalkens wird ein Fugeneisen (Dicke ca. 1,0 cm bis 2,0 cm) eingelegt, das nicht mit Trennmittel beaufschlagt werden darf. Insbesondere im Bereich des Fugenspaltes, der durch das Fugeneisen entsteht, kann ein Trennmittel zu massiven Haftproblemen der Fugenmasse mit den Fugenflanken verursachen.
Der Knick in der Betonplatte des Tragwerkes im Bereich der Entwässerungsachse wird von der Oberfläche der Schutzschicht nicht aufgenommen. Dementsprechend verringert sich die Dicke der Schutzschicht zum Randbalken. Dabei ist auf die Mindestdicke der Schutzschicht von dem 2,5-fachen des Größtkorns zu achten. Ist aufgrund von höhenmäßigen Vorgaben ein dreischichtiger Aufbau notwendig, wird eine Zwischenschicht eingefügt.
Auf der Schutzschicht bzw. der Zwischenschicht (Abbildung 4) wird in der Breite der Entwässerungseinrichtungen der Entwässerungsstreifen eingebaut. Zur seitlichen Begrenzung ist es erforderlich den Entwässerungsstreifen mit einem Winkelprofil einzuschalen. Zwischen den Entwässerungseinrichtungen ist die Schalung zusätzlich gegen seitliches Ausweichen, insbesondere bei der Verdichtung, zu sichern. Die Schenkelhöhe des Winkelprofils ist auf die Dicke

des Entwässerungsstreifens am Übergang zur Deckschicht abzustimmen. Der Einbau des Gussasphaltes/ Sonderasphaltes erfolgt händisch und die Verdichtung mittels einer leichten Vibrationsplatte. Zusätzlich ist es möglich, mit einer handgeführten Tandemwalze die Verdichtung zu unterstützen und die Oberfläche zu glätten.

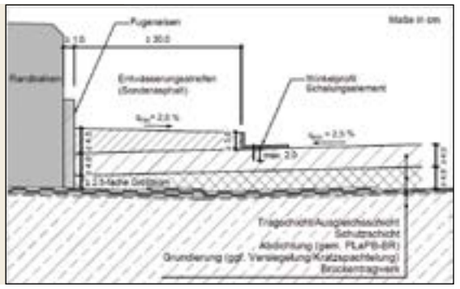
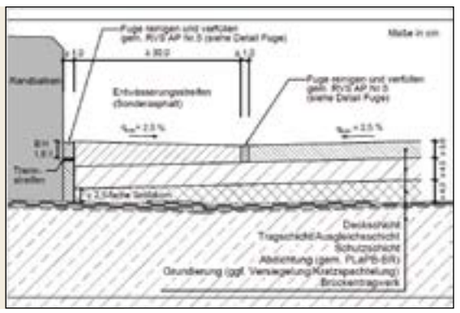


Abbildung 4:
Herstellung des Entwässerungsstreifens (dreischichtiger Fahrbahnaufbau)

Nach dem Entfernen der Schalungselemente wird die Deckschicht mit der vorgegebenen Querneigung auf der Schutzschicht bzw. Zwischenschicht eingebaut. Die Naht zwischen Deckschicht und Entwässerungsstreifen wird nach dem Einbau der Deckschicht nachträglich durch einen Fugenschnitt bis auf die Zwischen- bzw. Schutzschicht aufgeweitet. Die Fuge ist anschließend zu reinigen und mit einer Fugenvergussmasse gemäß dem RVS Arbeitspapier Nr. 5 zu verfüllen. Durch die Bauweise mit Fugenvergussmasse wird eine dauerhaftere Fugenabdichtung angestrebt.
Den Abschluss der Herstellung des Entwässerungsstreifens bildet die Entfernung des Fugeneisens. Das Fugeneisen wird maschinell gezogen und der entstehende Fugenspalt gereinigt, mit einem Voranstrich versehen und mit Fugenvergussmasse verfüllt. Die Abbildung 5 zeigt den Endzustand der Entwässerungsachse im Bereich des Randbalkens für einen dreischichtigen Fahrbahnaufbau.

Abbildung 5:
Endzustand des Entwässerungsstreifens (dreischichtiger Fahrbahnaufbau)



Herstellung der Entwässerungsstreifens im Bereich der Entwässerungseinrichtungen
Im Zuge der Herstellung des Entwässerungsstreifens sind im Bereich der Entwässerungseinrichtungen gesonderte Maßnahmen zu ergreifen. Zunächst muss die Öffnung des Brückenablaufes mit einer Abdeckung verschlossen werden. Die Abmessungen und Ausrichtung der Abdeckung sind so zu wählen, dass der Bereich des Ablaufes und des später einzubauenden Filterbetons abgedeckt wird. Die Lage des Brückenablaufes ist einzumessen und am Randbalken kenntlich zu machen. Der Einbau der Schutzschicht erfolgt mit einem Asphaltfertiger, in dem die abgedeckte Öffnung des Ablaufes überzogen wird (Abbildung 6). Unmittelbar nach der Verdichtung wird die Abdeckung wieder freigelegt. Anschließend wird ein 10 cm breiter Filterbetonstreifen bis auf die Höhe der Oberkante Schutzschicht rund um den Ablauf eingebaut. Dazu wird zunächst das Oberteil des Brückenablaufes eingesetzt und höhenmäßig ausgerichtet. Der so entstandene Freiraum zwischen Schutzschicht und Ablauf wird mit einem kunststoffgebundenem Filterbeton verfüllt (Abbildung 7). Bei einem dreischichtigen Fahrbahnaufbau wird in einem weiteren Arbeitsschritt der Brückenablauf abermals überzogen.

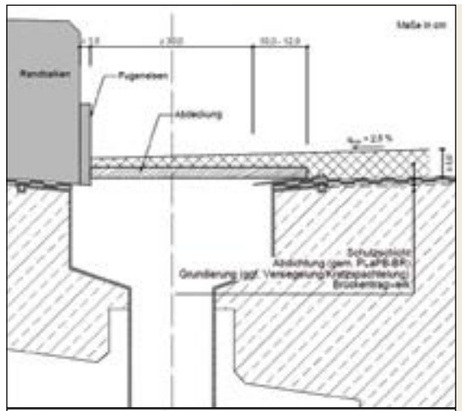


Abbildung 6:
Aufbringen der Schutzschicht im Bereich des Brückenablaufes

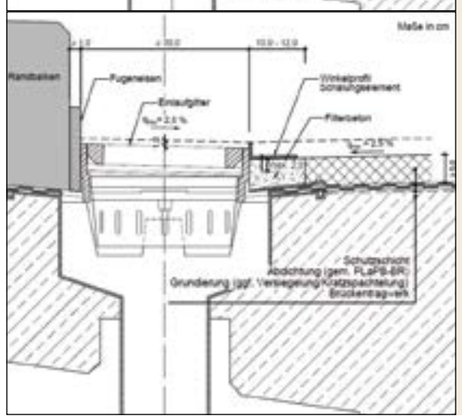


Abbildung 7:
Herstellung des Entwässerungsstreifens – Schnitt (zweischichtiger Fahrbahnaufbau)

Zur Herstellung des Entwässerungsstreifens wird in Längsrichtung ein Winkelprofil bündig an den Ablauf angefügt und befestigt. In Querrichtung werden schmale Schalungselemente (z.B. Flacheisen) bündig an den Ablauf angeordnet. Abschließend erfolgt der Einbau des Gussasphaltes oder des leicht verdichtbaren Sonderasphaltes des Entwässerungsstreifens.

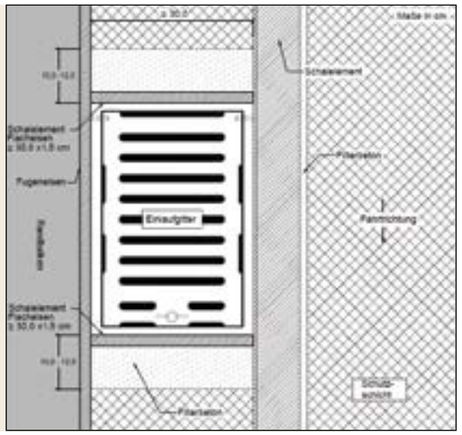


Abbildung 8:
Herstellung des Entwässerungsstreifens – Draufsicht (zweischichtiger Fahrbahnaufbau)

Nach dem Einbau des Entwässerungsstreifens werden die Schalungselemente entfernt und die Deckschicht hergestellt. Die Fugen längs vor dem Randbalken und quer in der Entwässerungsachse sowie zwischen Fahrbahnbereich und Entwässerungsstreifen werden entsprechend der zuvor beschriebenen Vorgehensweise mit Fugenvergussmasse hergestellt. Der endgültige Bauzustand ist in Abbildung 9 im Schnitt und in Abbildung 10 in der Draufsicht für einen dreischichtigen Fahrbahnaufbau dargestellt.

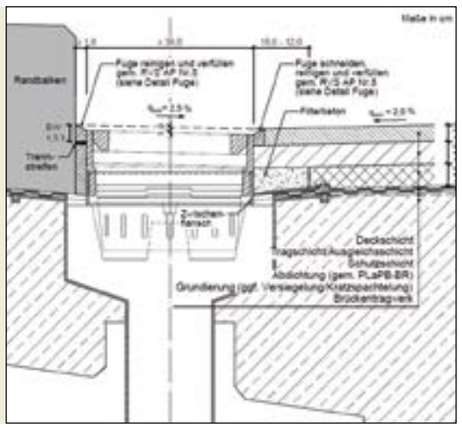


Abbildung 9:
Herstellung des Entwässerungsstreifens – Schnitt (zweischichtiger Fahrbahnaufbau)

Walzasphalt für den Entwässerungsstreifen
Zentraler Bestandteil der dichten Ausführung des Entwässerungsstreifens ist ein Gegenkeil, der mit Gussasphalt oder alternativ mit einem leicht verdichtbaren Walzasphalt hergestellt werden kann. Im Labor des Forschungsbereichs Straßenwesen der TU Wien wurde ein leicht verdichtbarer Asphaltbeton entwickelt, dessen Gebrauchseigenschaften hinsichtlich Riss- und Verformungsbeständigkeit den zu erwartenden Beanspruchungen standhält und zudem leicht verdichtbar ist sowie eine dichte Struktur aufweist. Aufgrund der Einbaudicke der Deckschicht des Fahrbahnaufbaus ist ein Größtkorn von 11 mm gewählt worden. Die Sieblinie des AC 11 deck wurde hinsichtlich der Kriterien geringer Verdichtungswiderstand sowie geringer Hohlraumgehalt optimiert. Der Nachweis der Rissbeständigkeit im Tieftemperaturbereich wurde durch den Abkühlversuch gemäß ÖNORM EN 12697-46 geführt. Für einen niedrigen Bindemittelgehalt von 5,6 M.-% konnte die mittlere Bruchtemperatur T_{crack} zu ca. -34°C bestimmt werden und liegt damit deutlich unter den Anforderungswert der ÖNORM B 3580-2 für AC11 deck von T_{crack} = -30°C.
Die Verformungsbeständigkeit im Hochtemperaturbereich wurde durch den triaxialen Druckschwellversuch gemäß ÖNORM EN 12697-25 ermittelt.
Die Mischgutvariante mit einem Bindemittelgehalt von 5,6 M.-% erfüllt bei einer gemessenen Kriechgeschwindigkeit von f_c =0,256 µm/m/n fast die Anforderungswerte für einen Asphalt mit hoher Verformungsbeständigkeit (f_c =0,2 µm/m/n) nach RVS 08.97.06. Der Einfluss des Bindemittelgehaltes ist bei dem vorliegenden Asphaltmischgut jedoch erheblich. Bei einer Erhöhung des Bindemittelgehaltes um 0,9 M.-% steigt die Kriechgeschwindigkeit um fast das 3-fache an. Deshalb ist bei der Bindemittelzugabe entsprechend zurückhaltend zu handeln.

Die Anforderungen an den Sonderasphalt hinsichtlich der Erstprüfung sind in Tabelle 1 zusammenfassend aufgeführt. Kennzeichnend für den Asphaltbeton ist eine dichte, stetige Sieblinie mit einem relativ hohen Bindemittelgehalt von mindestens 5,6 M.-%. Zur Verbesserung der Rissbeständigkeit ist die Verwendung von polymermodifiziertem Bitumen vorzusehen. Besonderes Augenmerk ist auf die Verdichtbarkeit des Asphaltes zu legen, weshalb zusätzlich ein Anforderungswert an den Verdichtungswiderstand gemäß ÖNORM EN 12697-10 gefordert wird. Einen Eindruck der Oberfläche und der Struktur des AC 11 deck gibt Abbildung 11.

Fazit
Durch die neu vorgeschlagene konstruktive Durchbildung des Entwässerungsstreifens soll sichergestellt werden, dass sich in Zukunft die derzeit festgestellte Schadensprogressivität und -häufigkeit an bituminösen Fahrbahnaufbauten auf Brücken deutlich reduzieren lassen. Auch wenn sich die Empfehlun-

Abbildung 8:
Herstellung des Entwässerungsstreifens – Draufsicht (zweischichtiger Fahrbahnaufbau)

Tabelle 1: Empfohlene Kategorien und Bandbreiten für die Erstprüfung des Sonderasphaltes am Entwässerungsstreifen bei Fahrbahnaufbauten auf Brücken

Eigenschaften	Anforderungen	
Bindemittelsorte	polymermodifiziertes Bitumen gemäß ÖNORM B 3613	max. Bandbreite
Gesteinsmaterial	G1 gemäß Anhang 2, Tabelle 7 und 8	
Größtkorn D [mm]	11	
Bindemittelgehalt [M.-%]	$B_{min5,6}$	0,6
Zusätze	-	
Hohlraumgehalt [Vol.-%]	$V_{min1,0}$ / $V_{max3,5}$	2,0
Prop. Spurrinnentiefe [%]	$PRD_{Luft,NR}$	
Brandverhalten	-	
Marshallwerte	-	
Verdichtungswiderstand [21Nm]	T_{max17} gemäß ÖNORM EN 12697-10	4,0

Siebgröße [mm]	Anforderungen	
31,5		
22,4		
16	100	6
11	97 bis 100	6
8	82 bis 88	6
5,6	–	6
4	59 bis 65	6
2	42 bis 48	6
1	29 bis 35	6
0,5	20 bis 26	6
0,25	14 bis 20	6
0,063	8 bis 12	4

gen auf das hochrangige A+S-Netz der ASFINAG beziehen, ist eine Übertragung der vorgestellten Ergebnisse auf das übrige Straßennetz in Betracht zu ziehen und sollen somit einen weiteren wesentlichen Diskussionsbeitrag zur Vermeidung von Schäden von Fahrbahnaufbauten auf Brücken bilden.

Literaturverzeichnis

Eustacchio, Enrico (2013): Bituminöse Fahrbahnkonstruktionen auf Brücken; Gestrata Journal, Heft 137, 2013.
ÖNORM B 3580-2: Asphaltmischgut - Mischgutanforderungen - Teil 2: Asphaltbeton - gebrauchsverhaltensorientierte Anforderungen - Regeln für die Umsetzung der ÖNORM EN 13108-1, 2011.
ÖNORM EN 12697-10: Asphalt – Prüfverfahren für Heißasphalt – Teil 10: Verdichtbarkeit, 2009.
ÖNORM EN 12697-25: Asphalt – Prüfverfahren für Heißasphalt – Teil 25: Druckschwellversuch, 2013.
ÖNORM EN 12697-46: Asphalt - Prüfverfahren für Heißasphalt - Teil 46: Widerstand gegen Kälterisse und Tieftemperaturverhalten bei einachsigen Zugversuchen, 2012.
RVS 08.97.06 Technische Vertragsbedingungen, Baustoffe, Anforderung an Asphaltmischgut - gebrauchsverhaltensorientierter Ansatz, 2012.
RVS Arbeitspapier Nr. 5: Ausbildung von Rändern, Nähten, Anschlüssen und Fugen im Asphaltstraßenbau; Forschungsgesellschaft Straße-Schiene-Verkehr, Wien, 2013.

Dipl.-Ing. Torsten Hessmann
Institut für Verkehrswissenschaften
Forschungsbereich Straßenwesen
Technische Universität Wien
1040 Wien, Gußhausstraße 28/230-3
Tel. +43 1 58801 – 23312
E-Mail: torsten.hessmann@tuwien.ac.at
www.ivws.tuwien.ac.at

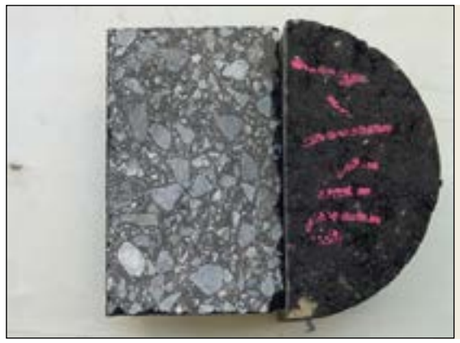


Abbildung 11: Oberfläche und Struktur des leicht verdichtbaren Asphaltbeton mit einem Bindemittelgehalt von 5,6 M.-%

Univ.-Ass. Dipl.-Ing. Dr. techn. Lukas EBERHARDSTEINER
Dipl.-Ing. Dr. techn. Martin BUCHTA

Bedeutung der Ermüdung im Asphaltstraßenbau

Verbiegt man eine Büroklammer einige Mal, so bricht diese. Dieses Phänomen, das wohl jeder von uns kennt, nennt man Materialermüdung. In der ÖNORM EN 12697-24 ist diese definiert als „...die Verringerung der Festigkeit eines Materials bei wiederholter Belastung im Vergleich mit der Festigkeit unter Einzellast." [1] Materialermüdung beschreibt also „...eine statisch unkritische Belastung, die zu einer Funktionsuntüchtigkeit (Ermüdungsrissbildung) oder auch zum Totalausfall (Ermüdungsbruch) eines Bauteils führen kann, wenn sie oft genug auf das Bauteil einwirkt." [2] Dieser Effekt tritt auch in den bituminösen Schichten der Straße auf. Dabei stellen sich einige Fragen:

Was passiert bei der Ermüdung bituminöser Schichten genau?
Bei der Beanspruchung einer Straßenkonstruktion durch den Schwerverkehr kommt es zur Entstehung von Mikrorissen in einer Größenordnung von Bruchteilen eines Millimeters. Bei wiederholter Überrollung pflanzen sich diese Risse nach oben hin fort und verbinden sich zu sogenannten Makrorissen, die mit freiem Auge sichtbar sind. Schlagen diese Risse schließlich bis zur Deckschicht durch, kommt es zum für Ermüdungsschäden typischen Rissbild (Netzrisse – siehe Abbildung 1).

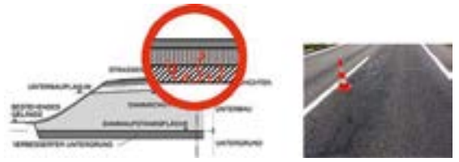


Abbildung 1:
Entstehung von Ermüdungsrissen (links) und Netzrisse (rechts)

Wo tritt Ermüdung im Straßenaufbau auf?
Materialermüdung betrifft prinzipiell alle Asphaltschichten der Straßenkonstruktion. Die größte Beanspruchung tritt dabei an jener Stelle auf, an der die größten Dehnungen auftreten. In der Regel ist dies die Unterseite der bituminös gebundenen Tragschicht, an der bei Überrollung durch ein Fahrzeug Zugsbeanspruchung entsteht.

Wie wird Ermüdung im Labor abgebildet?
In Österreich wird der Ermüdungsversuch im Labor in der Regel am Vierpunktbiegebalken nach ÖNORM EN 12697-24 [1] durchgeführt. Dabei wird ein prismatischer Probekörper an zwei Lasteinleitungspunkten dynamisch belastet, das heißt, nach oben gezogen bzw. nach unten gedrückt, bis jeweils eine definierte Dehnung in der Mitte des Probekörpers erreicht wird (siehe Abbildung 2). Die dafür benötigte Kraft wird gemessen und der E-Modul nach jedem Lastwechsel bestimmt.

Dieser nimmt aufgrund von Ermüdung mit zunehmender Anzahl an Lastwechseln ab. Als Ergebnis eines solchen Einzelversuches gilt jene Anzahl an Lastwechseln N_{zul}, bei der sich der E-Modul auf die

Abbildung 2:
Vierpunktbiegebalkenversuch gemäß ÖNORM EN 12697-24 [1]

Hälfte des Ausgangswerts verringert hat. Dieser Vierpunktbiegebalkenversuch wird bei drei unterschiedlichen Belastungsstufen (definierte Dehnung an der Unterseite des Probekörpers) an jeweils mindestens 6 Probekörpern durchgeführt. Zur Beschreibung des Ermüdungsverhaltens eines Asphaltmischguts sind also mindestens 18 Prüfungen notwendig.
Die Ergebnisse dieser Einzelversuche (N_{zul}) werden den vorgegebenen Dehnungen in einem Diagramm gegenübergestellt und so ein Zusammenhang zwischen Belastung und Ermüdungsbeständigkeit aufgestellt (Wöhlerkurve). Aus dieser Kurve kann der Kennwert für die Ermüdungsbeständigkeit ε_6 abgeleitet werden. Dieser entspricht jener Dehnung, bei der genau 1 Million Lastwechsel stattgefunden haben (siehe Abbildung 3).

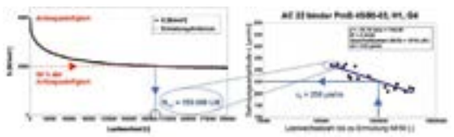


Abbildung 3:
Auswertung des Vierpunktbiegebalkenversuchs mit Hilfe der Wöhlerkurve und Ermittlung von ε_6

Wie groß der Einfluss der Bindemittelsorte bei gleicher Mischgutzusammensetzung auf die Ermüdungsbeständigkeit ist, zeigt Abbildung 4. Darin ist nicht nur ein größerer Wert für ε_6 für Mischgut mit Bindemittel Typ A in Abbildung 4 (links) ersichtlich, die technische Lebensdauer bei gleicher Belastung (Dehnungsniveau) erhöht sich dadurch um das 5-fache (siehe Abbildung 4 (rechts)).

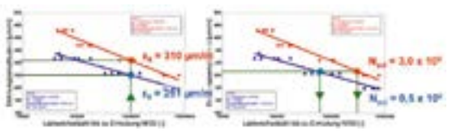


Abbildung 4:
Vergleich der Ermüdungsbeständigkeit für ein Mischgut mit unterschiedlichen Bindemittelsorten

Auch das Größtkorn einer Mischgutsorte hat erheblichen Einfluss auf das Ermüdungsverhalten. Abbildung 5 (links) zeigt einen größeren Wert für ε_6 eines AC 22 binder PmB 45/80-65 gegenüber eines AC 32 binder PmB 45/80-65. Die Mehrkosten durch erhöhten Bindemittelbedarf beim AC 22 werden also durch eine Verlängerung der technischen Lebensdauer ausgeglichen (siehe Abbildung 5 (rechts)).

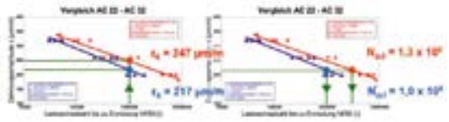


Abbildung 5:
Vergleich der Ermüdungsbeständigkeit für ein Mischgut mit unterschiedlichem Größtkorn

Wodurch wird Ermüdung in der Dimensionierung abgebildet?
Zur Beschreibung der Wöhlerkurve dient ein so genanntes Ermüdungsgesetz, wobei in der Regel mathematische Gesetze der Form angewandt werden.

$$N_{zul} = a \cdot \left(\frac{1}{\varepsilon}\right)^{b}$$

Die Dimensionierung von Asphaltstraßen in Österreich wird derzeit auf Grundlage von RVS 03.08.63 [3] durchgeführt, in der ein Bemessungskatalog mit Oberbaustandards definiert ist. Dabei können die Materialeigenschaften des eingesetzten Asphaltes nicht berücksichtigt werden. Daher wurde in den letzten Jahren eine rechnerische Dimensionierungsmethode für Asphaltstraßen entwickelt, die in Form einer neuen RVS erscheinen wird. Diese individuelle Dimensionierung erlaubt eine Berücksichtigung des im Laborversuch ermittelten Wertes ε_6 für die Ermüdungsbeständigkeit.
Der Vorteil der rechnerischen Dimensionierung soll anhand eines Beispiels verdeutlicht werden: Bemisst man einen Straßenabschnitt mit einer Verkehrsbelastung von 2.200 LKW/24h (JDTLV) und einem Mischgut der Sorte AC 22 binder PmB 45/80-65, H1, G4 mit ε_6 = 250 µm/m gemäß RVS 03.08.63, so ergibt sich ein Aufbau der Lastklasse I. Für Bautype 1 bedeutet dies, dass der Oberbau aus einer 30 cm dicken ungebundenen Unteren Tragschicht, einer 20 cm dicken ungebundenen Oberen Tragschicht und einem 23 cm dicken Asphaltpaket besteht (siehe Abbildung 6). Dieser Aufbau besitzt gemäß RVS 03.08.63 eine technische Lebensdauer von 20 Jahren. Bemisst man denselben Aufbau bei derselben Verkehrsbelastung mit Hilfe der rechnerischen Dimensionierung ergibt sich durch die Berücksichtigung der Ermüdungsbeständigkeit (ε_6 = 250 µm/m) eine technische Lebensdauer von 26 Jahren, also eine Steigerung um ca. 30 %.

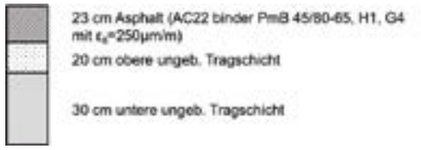


Abbildung 6:
Untersuchter Aufbau der Lastklasse 1, Bautype 1 gemäß RVS 03.08.63 [3]

Nicht nur die Qualität der bituminös gebundenen Schichten hat Einfluss auf die Ermüdungsbeständigkeit – und somit die Lebensdauer – einer Straßenkonstruktion. Verschlechtert sich die Qualität der ungebundenen Oberen Tragschicht von Klasse U2 (E_{V1} = 90 MN/m²) auf Klasse U5 (E_{V1} = 75 MN/m²), so verringert sich die technische Lebensdauer des Oberbaus um 6 Jahre.
Zusammenfassend lässt sich Ermüdung als Abnahme des E-Moduls eines Materials bei wiederholter Belastung beschreiben. Sie betrifft prinzipiell alle Asphaltschichten der Straßenkonstruktion, maßgebend für die strukturelle Lebensdauer ist jedoch die Stelle der größten Beanspruchung in den untersten Asphaltschichten. Die Ermüdungsbeständigkeit kann über den Kennwert ε_6 aus dem Vierpunktbiegebalkenversuch nach ÖNORM EN 12697-24 geprüft und beschrieben werden. In die Dimensionierung geht das Ermüdungsverhalten über ein Ermüdungsgesetz ein, wobei das tatsächliche Ermüdungsverhalten nur in einer rechnerischen Dimensionierung berücksichtigt werden kann.

Quellen:
[1] ÖNORM EN 12697-24: Asphalt – Prüfverfahren für Heißasphalt – Teil 24: Beständigkeit gegen Ermüdung, 2012
[2] Wikipedia: http://de.wikipedia.org/wiki/Materialermüdung, online am 12. Jänner 2015
[3] RVS 03.08.63: Oberbaubemessung. Forschungsgesellschaft Straße-Schiene-Verkehr, Wien, 2008

Univ.-Ass. Dipl.-Ing. Dr. techn. Lukas Eberhardsteiner
Institut für Verkehrswissenschaften
Forschungsbereich Straßenwesen
Technische Universität Wien
1040 Wien, Gußhausstraße 28/230-3
Tel. +43 1 58801 – 23330
E-Mail: lukas.eberhardsteiner@tuwien.ac.at
www.ivws.tuwien.ac.at

Dipl.-Ing. Dr. techn. Martin Buchta
Nievelt Labor GmbH
2000 Stockerau, Wiener Straße 35
Tel. +43 2266 64110
E-Mail: martin.buchta@nievelt.at
www.nievelt.at

Bmstr. Dipl.-Ing. Gernot MANNSBART

Deckensanierung mittels Asphalteinlagen
Neues von einem alt-bewährten Bauverfahren

Effizienter Einsatz von Ressourcen ist eine der Hauptanforderungen an ein modernes Erhaltungsmanagement von Straßen. Asphalteinlagen können Reflexionsrisse wirksam verhindern oder zumindest erheblich verzögern. Damit werden Sanierungsintervalle verlängert und die Lebenszykluskosten minimiert.
Entscheidend für den erfolgreichen Einsatz ist die Auswahl des passenden Produkts anhand existierender Normen und Richtlinien.

Asphalteinlagen –
Funktionen und Anforderungen
In der bituminösen Deckensanierung haben sich vor allem Vliese und Verbundstoffe als hochwertige und gleichzeitig kostengünstige Bauweise der Sanierung etabliert. Dabei werden Systeme aus Asphalteinlagen und Bindemittel als System verlegt beziehungsweise eingebaut. Seit einigen Jahren existiert dazu die ÖNORM EN 15381 [1], die die Anforderungen an Asphalteinlagen festlegt.
In dieser „Rahmennorm" sind die folgenden Funktionen von Geokunststoff-Einlagen in Asphaltdeckschichten definiert:

- Spannungsentlastung
- Abdichtung
- Bewehrung

In Abhängigkeit von diesen Funktionen hat dazu der Hersteller bestimmte Produkteigenschaften anzugeben.

In Österreich wird diese Norm auf nationaler Ebene ergänzt durch die RVS 08.16.02 [2], die voraussichtlich im Laufe des Jahres 2015 erscheinen wird. Diese RVS befasst sich mit Asphaltvliesen, die praktisch ausschließlich in den Funktionen Spannungsentlastung und Abdichtung zum Einsatz kommen.
Die RVS fordert – ganz im Einklang mit der EN 15381 – bestimmte Kennwerte hinsichtlich Höchstzugkraft und Höchstzugkraftdehnung, Durchschlagverhalten und Durchdrückverhalten, sowie Beständigkeit und Bitumenrückhaltung. (siehe Tabelle 2)

Definitionsgemäß ist ein Asphaltvlies ein Faserverbundstoff, der aus Polypropylen-Endlosfasern offen vernadelt ist [3]. Die ersten Sanierungsmaßnahmen mit dem Asphaltvlies Polyfelt®PGM sind aus Oberösterreich, Niederösterreich und der Steiermark dokumentiert. Zunächst war die nicht höhengebundene Überbauung mit Deckschichten im Heißeinbau das Hauptthema, aber von Anfang an auch bereits die Oberflächenbehandlung mit einfacher oder doppelter Splitt-Abstreuung. In den letzten Jahren erfolgt der Einsatz auch standardmäßig auf gefrästen Oberflächen sowie auf alten (meist entspannten) Betonfahrbahnen mit Ausgleichsschicht (Profilierung). Allgemein gilt, dass die Stärke der neuen Deckschicht 5 cm nicht unterschreiten sollte.

Bis heute richtungweisend sind die erfolgreichen Langzeituntersuchungen wie sie an der B 119 (Königwiesen, OÖ) oder an der B 3 (Dürnstein , NÖ) durchgeführt wurden. Ein früher großflächiger Einsatz erfolgte am Flughafen Zeltweg (Stmk) im Jahre 1990.

Eigenschaften	Prüfverfahren	Funktion		
		Bewehren	Spannungsentlastung	Abdichtung
(1) Zugfestigkeit	EN ISO 10319 [a]	H	H	H
(2) Dehnung bei Höchstzugkraft	EN ISO 10319 [a]	H	H	H
(3) Durchschlagverhalten [b]	EN ISO 13433	H	–	H
(4) Durchdrückverhalten [b]	EN ISO 12236	H	H	H
(5) Beständigkeit	Anhang B	H	H	H
(6) Wetterbeständigkeit [b]	EN ISO 12224 Anh. B1	S	S	S
(7) Bitumenrückhaltung	Anhang C	–	H	A
(8) Schmelzpunkt	EN ISO 3146	S	S	S
(9) Alkalibeständigkeit	EN 14030 Anh B2	S	S	S

Relevanz

H: für Kontrollzwecke gefordert
A: für alle Anwendungsbedingungen relevant aber nicht obligatorisch für Entwicklung und Leistungsbeschreibungen
S: für besondere Anwendungsbedingungen relevant
– bedeutet dass sie Eigenschaft für die Funktion nicht relevant ist
[a] EN ISO 10319 kann für bestimmte Zwecke (z.B. Glasfasergitter) nicht geeignet sein. In diesen Fällen sind geeignete Verfahren wie EN ISO 13934-1 oder ASTM 6637-01 anzuwenden. Auf jeden Fall sind Prüfungen der Zugfestigkeiten an Fertigprodukten durchzuführen.
[b] Die Kurzbeschreibung dieser Prüfung muss nicht für alle Materialien geeignet sein und die Gültigkeit der Prüfung für einige Produktarten wie z.B. Geogitter sollte berücksichtigt werden. Wenn Zugfestigkeit und Durchschlagverhalten in dieser Tabelle mit „H" angegeben sind, muss der Hersteller Angaben über beide zur Verfügung stellen. Die Verwendung von nur einer Eigenschaft entweder Zugfestigkeit oder Durchschlagfestigkeit ist in der Leistungsbeschreibung ausreichend.
[c] Für Kontrollzwecke gefordert (H), falls relevant für Anwendungsbedingungen (sieh 4.2).

Tabelle 1

Kennwert	Anforderung	Prüfbestimmung
Höchstzugkraft (mindestens) [kN/m]	8	ÖNORM EN ISO 10319
Höchstzugkraftdehnung (mindestens) [%]	50	
Masse pro Flächeneinheit [g/m2]	135 – 145	ÖNORM EN ISO 9864
Bitumenaufnahmefähigkeit [kg/m2] Wirksames Bindemittel im unbelasteten Asphaltvlies als Laborversuch. Erforderliche Bindemittelmenge für die Herstellung der AVS	1,0 – 1,2	ÖNORM EN 15381 Anhang C

Tabelle 2

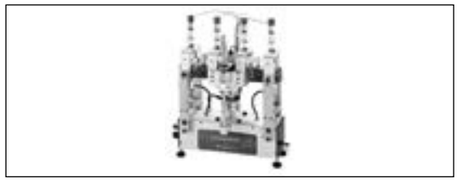
Abb.1 – v.l.: Königswiesen 1994, Prinzersdorf 2014, Zeltweg 1990

Einbau und Verlegung
Einer fachkundigen Verlegung kommt bei Asphaltvliesbauweisen größte Bedeutung zu. Die korrekte Vorgangsweise bei Einbau und Verlegung beginnt mit der Vorbereitung des Untergrunds. Die materialtechnischen Vorbedingungen (Oberflächeneigenschaften, Bitumenqualität und -menge) sowie die Witterungsverhältnisse (Temperatur, Feuchtigkeit, etc.) auf der Baustelle sind kritisch zu prüfen, abzuwiegen und entsprechende Vorkehrungen zu treffen.
Es hat sich als vorteilhaft erwiesen, dass vor allem größere Bauvorhaben durch erfahrene und kompetente Fachverleger ausgeführt werden. Das garantiert eine einwandfreie Abwicklung und erspart spätere Reklamationen. Der Qualität der eingebauten Asphalteinlagen ist ebenfalls besonderes Augenmerk zu schenken. So hat sich zum Beispiel bei einigen Baustellen die Verwendung von Kurzfaservlies mit mangelndem Faserverbund als nachteilig herausgestellt. (Abb.2)

Sogenannte Stapelfaservliese können zu Auflösungserscheinungen beim Einbau neigen. Die kompakte Vliesstruktur geht durch die Walkbeanspruchung bei mehrmaligem Überfahren verloren, es kommt zu Bildung von watteartigen Wolken, diese Vliesbereiche können Ihre Funktionen der Bitumenaufnahme und im weiteren der Abdichtung und Spannungsentlastung nicht mehr erfüllen.

Ebenso hat es sich als nicht zweckmäßig erwiesen, „Sparvarianten" zu testen, die lediglich eine Bewehrungsfunktion erfüllen. Oft wurden diese Gitter (ohne Vlieskomponente oder mit papierartig dünnen Faserlagen) bei geringen Überbauungsstärken eingesetzt und wiesen häufig mangelnde Schichthaftung auf. (Abb.2)

Asphalteinlagen mit Bewehrungsfunktion (Nachweis zur Erhöhung der Lebensdauer)
Um die Bewehrungseigenschaften von TenCate Polyfelt®PGM-G 100/100 und die Erhöhung der Lebensdauer von Asphaltbetonschichten nachzuweisen, wurde eine Reihe von Untersuchungen am Forschungslabor für Straßenbau der Polytechnischen Hochschule in Mailand durchgeführt. Dabei handelt es sich um Ermüdungsversuche an einem 4-Punkt Biegebalken (AC 11), der mit dem hochzugfesten Verbundstoff PGM G bewehrt war.



4-Punkt Biegebalken

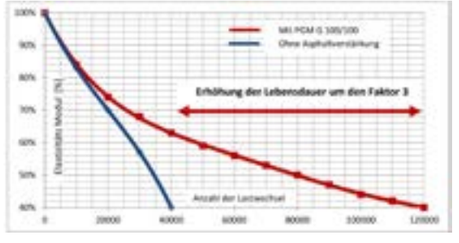
An einer UTM (Universal Testing Machine) und anhand einer großen Anzahl von Einzelversuchen an einem rechteckigen Balken wurde dabei das Bruchverhalten studiert. Die Abmessungen des Prüfkörpers, Bitumengehalt, Zuschlagsstoffe, Dichte, Hohlraumgehalt bleiben unverändert. Die Prüftemperatur betrug 5°C. Bei der Hälfte der Balken wird PGM-G 100/100 unterseitig aufgebracht; die andere Hälfte wird ohne PGM-G geprüft. Die Prüflinge werden mit einer Frequenz von 10 Hz auf Biegung beansprucht. Dadurch werden Spannungen erzeugt, die in etwa den Achslasten des Verkehrs auf einer Asphaltbeton-Deckschicht entsprechen. Die Durchbiegung der Probe führt zu Zugspannungen an der Unterseite des Balkens und in weiterer Folge zu einer Rissbildung, die sich in Richtung Balkenoberseite fortpflanzt. (Abb.4)

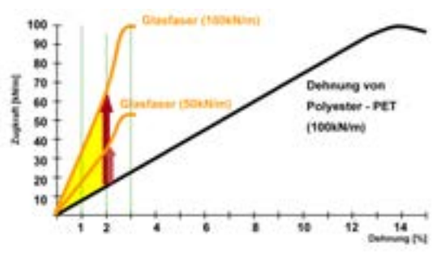
Abb. 2: Verlegefehler: Auflösung („Stapelfaservlies"), dünne Überbauung und mangelnder Lagenverbund beim Geogitter ohne Vlieskomponente

Abb.3: Korrekter Einbau mittels Verlegegerät

Mit der voll instrumentierten UTM wird der elastische Biegemodul (E-Modul) des Balkens als Maß der Steifigkeit bestimmt, so dass die Entwicklung dieses Parameters mit zunehmender Anzahl Lastwechsel verfolgt werden kann. Der Bruchzustand der Probe wurde nun definiert als Abnahme des Moduls von 60 % des Ausgangswerts. Als Ergebnis der Versuche kann nun die Lebensdauer anhand der aufnehmbaren Lastwechsel bis zum Bruch interpretiert werden. Dabei zeigte sich eine Erhöhung der Lebensdauer um einen Faktor von 3. Das heißt, dass die PGM-G verstärkte Bauweise eine 3-fach höhere Lastwechselzahl aufnehmen kann bevor der Riss neuerlich durchschlägt.

Wahl geeigneter Rohstoffe - Kompatibilität der Dehnungen
Um die Bewehrungsfunktion optimal erfüllen zu können, müssen Geokunststoffe ein Kraft-Dehnungsverhalten aufweisen, das jenem von Asphalt in etwa entspricht. Eine wesentliche Bedeutung kommt daher der Kompatibilität der Dehnungen zu. In Abhängigkeit der vorherrschenden Temperatur wird generell ein steiferer Werkstoff zu bevorzugen sein, vorausgesetzt es kommt zu ausreichender Kraftübertragung. Allgemein lässt sich feststellen, dass die Rissbildung im Asphalt bei Dehnungen von etwa 1% oder erheblich darunter auftritt. Der Bruch tritt bei einigen wenigen Prozent Dehnung ein, wobei diese Werte stark temperaturabhängig sind.
Nicht alle Materialien die gegenwärtig in der Asphaltsanierung eingesetzt werden, weisen eine ausreichende Kompatibilität der Dehnungen auf. Aufgrund Ihres Spannungs-Dehnungsverhaltens sind daher steifere Produkte (z. B. aus Glasfasern) besonders geeignet um Bewehrungsfunktion zu erfüllen. Produkte für die Asphaltbewehrung aus Polymeren wie PE oder PET sind in ihrer Bewehrungswirkung daher als weniger geeignet einzustufen.





Zusammenfassung
Abschließend seien die wesentlichen Vorteile der Bauweise und die typischen Anwendungen noch einmal hervorgehoben: Die Verwendung von geosynthetischen Asphalteinlagen stellt eine kostengünstige und gleichzeitig hochwertige Art der Sanierung von rissigen Fahrbahndecken dar. Die Bildung von Reflexionsrissen wird verhindert oder zumindest erheblich verzögert. Versuche bestätigen eine Erhöhung der Lebensdauer um einen Faktor 3.
Da stets Systeme bestehend aus Asphalteinlage und Bindemittel zum Einsatz kommen, können einzelne Bestandteile wie Art und Menge des Bindemittels, Art der Asphalteinlage nicht beliebig ausgetauscht werden ohne das Ergebnis zu gefährden. Einer fachgerechten Verlegung ist größte Bedeutung beizumessen.

Hauptanwendungen, die sich optimal für die Bauweisen mit Asphalteinlagen eignen sind: Oberflächenbehandlung (OB), Betondecken, Übergriffe bei Künettenverfüllungen sowie die vollfächige Sanierung auf gefrästen Unterlagen oder ausgemagerten Asphaltdecken.

[1] ÖNORM EN 15 381 Geotextilien und geotextilverwandte Produkte – Eigenschaften die für die Anwendung beim Bau von Fahrbahndecken und Asphaltdeckschichten erforderlich sind, 2008
[2] RVS 08.16.02, Entwurf Dez. 2014
[3] Gestrata-Handbuch 4. Auflage Jänner 2010

Bmstr. Dipl.-Ing. Gernot Mannsbart
TenCate Geosynthetics Austria GmbH
4021 Linz, Schachermayerstraße 18
Tel.: +43 732 6983 – 0
E-Mail: g.mannsbart@tencate.com
www.tencate.com

Roland H. Fadrany, MSc

High Quality im Asphaltstraßenbau

Asphalt ist ein vielseitiger und wandelbarer Werkstoff und die Anwendungsgebiete sind zahlreich. Je nach Einsatzbereich oder Designvorgabe hat Asphalt seine ganz spezifische Rezeptur. Als hoch komplexer Werkstoff fordert Asphalt die Ingenieure und neue Technologien mit jeder Anwendungsmöglichkeit neu heraus. In den letzten Jahren wurden bei der Optimierung des Werkstoffs weitere Fortschritte erzielt, und vor allem Umwelt- (aktive und passive Ressourceneinsparung) sowie Kostenaspekte (Herstellung und Haltbarkeit) wurden verbessert. Nun hat ein 2012 gegründetes Wiener Unternehmen eine einfache und kostengünstige Lösung gefunden, wie im Asphaltstraßenbau die hohe Materialqualität bis zum fertigen Einbau beibehalten werden kann. Mit der neuen Technologie werden Straßen schneller, besser und kostengünstiger gebaut. Erste, von der hiQ solutions GmbH veröffentlichte Zahlen, begeistern: 20 – 30 % direkte Kostenreduktion im Bau, europaweit mehr als 5 Milliarden indirekte Einspareffekte – pro Jahr. Weit mehr noch, wenn die volkswirtschaftlichen Effekte (Co2, Stau, Umweltbelastung uvm.) mit berücksichtigt werden.

Wie ein Wiener Unternehmen den Asphaltstraßenbau revolutioniert

Bund, Länder und Gemeinden stöhnen: Die Kosten für die Infrastrukur belasten die Budgets, der Investitionsstau steigt jährlich. Um die Haushalte zu entlasten, soll auf Qualität gesetzt werden: Die Qualitätsoffensive Straßenbau und die Regelungen des BMVI in Deutschland sind erst der Anfang eines langfristigen Nachhaltigkeitskonzepts. Das haben Simon Martin Künz und Frederik Tengg, zwei im Baubereich erfahrene Prozessexperten, frühzeitig erkannt. Sie gründeten die hiQ solutions GmbH und haben mit der asphalt solution® eine Lösung für den Asphaltstraßenbau, mit welcher die Bauverantwortlichen alle aktuellen und zukünftigen Standards bereits heute erfüllen. Zahlreiche Studien belegen, dass Europas öffentliche Auftraggeber durch die Einhaltung der Standards jährlich über 5 Milliarden Euro sparen bzw. Geld für notwendige Sanierungen und Neuinvestitionen verfügbar wird. Das Motto der hiQ solutions GmbH: Einfach, schnell und erfolgreich... und einfach, schnell, erfolgreich können Bauprojekte mit der asphalt solution® geplant und ausgeführt werden. Doch wie funktioniert das Ganze?

Die hiQ solutions GmbH mit Sitz in Wien wurde von Frederik Tengg und Simon Martin Künz 2012 gegründet, mit dem Ziel, einfache, schnelle und erfolgreiche Lösungen für Bauprozesse zu entwickeln. Mit der asphalt solution® brachte das Unternehmen 2013 bereits ihr erstes Produkt auf den Markt. 2014 erfolgte, nach einer ausgiebigen Testphase, die offizielle Markteinführung. Das System wird in Deutschland und Österreich von mehreren Kunden erfolgreich eingesetzt. Gespräche mit internationalen Kooperationspartnern zur Einbindung weiterer Systeme und Informationen laufen. Die Mess- und Wiegesysteme des österreichischen Marktführers Batsch sind bereits angebunden. Über tausend Projekte wurden bereits abgeschlossen. Durch Kundenanregungen wird die asphalt solution® ständig verbessert. 2015 erfolgte die Funktionserweiterung der asphalt solution® für Kompaktasphaltprojekte, welche im hochrangigen Straßenbau die Technologie der Zukunft ist. Aktuell macht auch Europas größter Straßenbauer, die Eurovia AG, erste Schritte mit der asphalt solution®.

Mit der asphalt solution® ist Ihr Unternehmen den Mitwerbern immer eine Nasenlänge voraus

Sie produzieren
- schon heute nach Standards, welche ab 2019 verpflichtend eingeführt sein werden (Deutschland)
- jeweils in der optimalen Qualität
- ökologisch und ökonomisch stets am idealen Schnittpunkt
- angepasst an Ihre Unternehmensumgebung zu den geringsten Kosten
- zukunftssicher, denn durch die offene Architektur bleiben Sie stets up to date
- Top: Die asphalt solution® ist ohne Kostenbelastung für Ihr Unternehmen, da sie nach Einführung nur an Ihren Einsparungen partizipiert.

Die Architektur der asphalt solution® ist baugeräteunabhängig und somit eine zukunftssichere Investition in Richtung Industrie 4.0. Für die Echtzeitsteuerung mit der asphalt solution® sind keine kostspieligen Investitionen notwendig.

Der Wiener hiQ solutions GmbH ist es gelungen, im Asphaltstraßenbau eine Technologie anzubieten, die den idealen Einbauprozess ermöglicht, sodass Straßen mit der jeweils optimalen Qualität errichtet werden können. Die optimale Qualität des Werkstoffs Asphalt kann beim Einbau nur durch einen kontrollierten Einbauprozess beibehalten werden. Obwohl nur wenige Faktoren (Material, Temperatur, Kontinuität der Einbaugeschwindigkeit und Verdichtung) die Qualität des Straßenbaus bestimmen, sind diese wenigen Faktoren innerhalb des Bauprozesses nur schwer einzuhalten. Hier entstehende Mängel bekommen Autofahrer wie auch Steuerzahler zu spüren.

Mängel im Asphaltstraßenbau sind bekannt und Investitionsstaus werden in den Medien teils mit Unverständnis diskutiert. Kennwort Buckelpiste: Wie können Straßen, die gerade fertig gestellt wurden, bereits sanierungsbedürftig sein? In Zeiten, in welchen Bund, Länder und Gemeinden mit ausgeglichenen Haushalten zu kämpfen haben, sind dies brandheiße Themen. Dies betrifft schlussendlich die Qualität des Wirtschaftsstandorts. Die Potenziale sind, wie Simon Martin Künz und Frederik Tengg ausführen, enorm: „Können Straßenbauer die für den Einbau wesentlichen Faktoren kontrollieren und steuern, sparen sie und die Volkswirtschaft jährlich Milliarden bei zugleich besseren und kostengünstigeren Straßen. Mittel, die effizient eingesetzt, bessere Verwendung finden. Denn: Welche Volkswirtschaft hat heute noch Geld zu verschenken?“

Straßenbau ist ein hoch komplexer Vorgang

Der Wunsch und die Idee für den optimalen Qualitätseinbau bestehen schon lange, doch war es bislang nicht möglich, die Komplexität der Wertschöpfungskette rund um den Einbauprozess technologisch in die Praxis überzuführen. Diese Komplexität in wenigen Schritten einfach abzubilden, ist der hiQ solutions GmbH weltweit erstmals gelungen. Bislang lagen, so Simon Martin Künz, Geschäftsführer der hiQ solutions GmbH, die Probleme in der unzureichenden Steuerungsmöglichkeit der Bauprozesse:

Mit der asphalt solution® werden selbst hochkomplexe Kompaktasphalt-Projekte optimal gesteuert.

Mit der asphalt solution® erhält jeder Beteiligte genau die Information, die er benötigt. Das System stellt sich auf den idealen Bauablauf automatisch und unbemerkt um.

„In der Praxis werden selbst einfache Baumaßnahmen schnell unübersichtlich, will man alle Qualitätskriterien berücksichtigen. Es gibt zwar nur eine Handvoll wesentliche Kriterien, aber unzählige Variablen, die für den optimalen Ablauf mitberechnet werden müssen.“ So beginnt für den Bauplaner die Herausforderung bereits an der Mischanlage, exakt in dem Moment, wenn die vom Mischmeister normgerecht ausgeführte Rezeptur zur Baustelle geliefert werden soll. In dem Moment, in dem der eben noch perfekte Asphalt den Silo verlässt, beginnt ein Wettlauf gegen die Zeit, bei dem jede Störung des Bauprozesses sich auf die Qualität des Endproduktes negativ niederschlägt. „Mit Verlassen des Mischwerks werden unzählige Variablen für Material und Einbautechnik ausgelöst, die auf die Hauptkriterien Temperatur, Kontinuität der Einbaugeschwindigkeit sowie Verdichtung Einfluss nehmen“, fasst Simon Martin Künz zusammen, „mit den bisher üblichen, statisch durchgeführten Bauplanungen ist dem heute geforderten Qualitätsanspruch, wie er zum Beispiel in Deutschland durchgesetzt wird, nicht mehr zu genügen; dynamische Bauabläufe werden notwendig. Das heißt, dass man den Bauablauf zugleich auch rückwärts denken können muss: Wenn am anderen Ende eine Variable aus dem Ruder läuft, muss sich das System auch rückwärts bis zur Mischanlage neu einstellen können.“ Damit Ende des Tages die optimale Qualität auf die Straße gebracht werden kann, ist die Abhängigkeit aller qualitätsbestimmenden Variablen zu berücksichtigen. Und dies ist zum jetzigen Zeitpunkt, mit der notwendigen, fachlich fundierten Tiefe, nur mit der asphalt solution® möglich, bestätigt auch das in Deutschland laufende Forschungsprojekt SmartSite [Anm.: Forschungsprojekt für intelligenten Straßenbau, www.smartsite-project.de].

Vorsprung durch neue Technologien

Doch wie kann die asphalt solution das leisten? Es funktioniert so, dass die smarten Logarithmen der asphalt solution® alle relevanten Parameter miteinbeziehen, die für die Steuerung des hochqualitativen Bauprozesses notwendig sind. Zugleich berücksichtigt die Prozesssteuerung die individuellen Geschäftsprozesse der Unternehmen. Dies bedeutet, dass beispielsweise zwei Unternehmen, die ein und dasselbe Projekt planen, stets dieselbe optimale Qualität liefern, aber – je nach individuellen Geschäftsprozessen – für ihre Unternehmen unterschiedlich optimierte Pläne erhalten. Wie steuert die asphalt solution® sämtliche Parameter?

Kurzgefasst werden alle Glieder der Wertschöpfungskette inklusive Wetter- und Telematikdaten, Daten von Temperatur- und Gewichtssensoren digital miteinander verknüpft. So wird der Informationsaustausch zwischen den Ausführenden in Echtzeit ermöglicht. Im Kern steuert die asphalt solution® innerhalb zweier Toleranzbereiche. Zum einen innerhalb der Temperatur des Mischguts, zum anderen innerhalb der Einbaugeschwindigkeit des Fertigers. Ist das Mischgut erst einmal auf den LKW verladen, kühlt es kontinuierlich ab und beginnt sich zu entmischen. Der Fertiger selbst arbeitet ebenso in einem sehr strengen Toleranzbereich, was die Einbaugeschwindigkeit betrifft. Idealerweise bewegt sich dieser kontinuierlich ohne Schwankungen fort. Aufgabe ist es also, das Mischgut in der idealen Temperatur kontinuierlich zum Fertiger zu bringen, sodass dieser unterbruchlos Material einbauen kann. So einfach dies beschrieben werden kann, der Teufel liegt bekanntlich im Detail. Und so gelingt es bei den meisten Baustellen nicht, die verschiedenen Glieder der Wertschöpfungskette nahtlos aneinanderzureihen. Aber warum?

Laut Simon Martin Künz fehlte bislang die leistbare Technologie für die ideale Bauprozesssteuerung. Bisher mussten z.B. bei Großprojekten mehrere Fachkräfte zeitaufwändige Bauplanungen von mehreren Tagen vornehmen, dennoch konnten diese nur ungefähre Werte (für Idealbedingungen) ermitteln. Doch was tun, wenn schlechtes Wetter aufzieht, wenn Wind und Regen die Abkühlung beschleunigen, wenn Unfall oder Stau auf der Zufahrtsstrecke die Zulieferung verhindern? Oder ein geplanter LKW nicht erscheint oder ein Gerät defekt ist? Für jeden im herkömmlichen Bauprozess war klar, dass die Planung bestenfalls als grober Fahrplan verstanden werden durfte. Notwendig, um bestimmte Mengen zu ordern, Mischwerke, LKWs, Maschinen und Mannschaften zu reservieren. Lief etwas nicht nach Plan, war sehr oft das Kommunikations- und Improvisationsgeschick der Mitarbeiter gefragt. Dazu Simon Martin Künz: „Der Vorteil unserer Technologie liegt in der kostengünstigen Echtzeitsteuerung der Informationsprozesse. Außer ein paar Mobilgeräten und einer Einweisung in die Bedienung brauchen Sie nichts weiter und können gleich loslegen. Bedenken Sie: Verzögert sich der Baubeginn bereits um kurze Zeit, hat dies Auswirkung auf den gesamten Materialzufluss und Bauablauf. Beispielsweise könnte durch eine Baubeginnverzögerung Material Stunden später nicht mehr geliefert werden, weil die Einsatzzeiten der LKW überschritten werden. Der Fertiger müsste pausieren. Eine Menge an Informationen: Wer behält die Informationen von Hunderten von Variablen im Blick? Zieht Regen auf? Bis wann und wie lange? Welche LKW stecken aktuell im Stau fest? Welche Strecken sind frei? Mit der asphalt solution bekommt jeder Mitarbeiter exakt die Information, die er braucht, um die richtige Maßnahme zu setzen.“

Die Zukunft im Asphaltstraßenbau ist vernetzt

„Das Alleinstellungsmerkmal der asphalt solution® ist, dass sämtliche Glieder der Kette bereits miteinander vernetzt werden, so, wie es das Forschungsprojekt SmartSite vorschlägt. Bei der Einführung in der Praxis stellen wir jedoch fest, dass die unterschiedlichen Unternehmensbereiche oft wie einsame Wölfe agieren. Dabei entsteht eine Unsumme an Reibungsverlusten. Reibungsverluste, die sich in Zu- und Abschlägen sowie Verfahrenskosten bemerkbar machen. Wenn man bedenkt, dass ein Starterset für die Informationsvernetzung und Echtzeitsteuerung bei wenigen tausend Euro liegt und man diese Kosten den Einsparungen gegenüberstellt, bewegt sich die Investition weit hinter der Kommastelle. Feedbacks der Bauleiter zeigen uns ganz klar, dass die asphalt solution® die beste Optimierung des Asphalteinsatzes ist, besonders dann, wenn jeder mitmacht. Sonst stellt die asphalt solution® ebenso eine Insellösung dar. Mit Ersparnissen im zweistelligen Prozentbereich eine vergleichsweise beachtliche Insellösung. Um die vollen Potenziale zu heben, müssen sich Transportunternehmen, Mischanlagenbetreiber sowie bauausführende Unternehmen vernetzen. Diese Saison starteten erste hiQ-Kunden mit der kompletten Integration über die Wertschöpfungskette.“

Frederik Tengg

Die asphalt solution® ist keine Planungssoftware

„Die asphalt solution® ist“, wie Simon Martin Künz betont, „keine Planungssoftware, obwohl mit ihr Asphaltbauprojekte in wenigen Schritten geplant werden können. Sie ist ein Werkzeug für die Prozesssteuerung, denn wesentlich ist, dass die asphalt solution® im Moment der Eingabe durch den Bauplaner sämtliche Parameter in Sekundenbruchteilen logis-

tisch miteinander verzahnt.“ In der Praxis bedeutet dies, dass Baustellen so erstmals dynamisch und kontrolliert gesteuert werden. Wird der LKW mit Material beladen, errechnet die asphalt solution® bereits die Abkühlkurve. „Dabei ist die Berechnung der Temperatur mittels mathematischer Formeln“, so Simon Martin Künz, „genauer als die zurzeit durch Sonden gemessenen Daten.“ Im Moment der Beladung ist jedes Glied der Bauprozesskette von nun an über die Ladung (Lademenge, erwartete Ankunftszeit, Temperatur etc.) informiert. Kommt es nun irgendwo in der Wertschöpfungskette zu unerwarteten Störungen, reagiert das gesamte System und stellt sich neu ein. Der eigentlich letzte Schutzmechanismus für die perfekte Qualität des Straßenbaus stellt dann die genormte Toleranz in der Einbaugeschwindigkeit durch den Fertiger dar. „In dieser Toleranz konnten mit der asphalt solution® unvorhersehbare Verzögerungen bei einem Großteil der von uns betreuten Baustellen kompensiert werden. Allerdings sind der asphalt solution® auch Grenzen gesetzt. Stau auf allen Strecken, Wetterkapriolen oder Defekte können nicht verhindert werden, doch deren Auswirkung auf den Bauprozess werden in Echtzeit berücksichtigt. Verantwortliche haben die Möglichkeit, zu agieren.“

Offene Schnittstellen als Investitionssicherheit für Kunden

Eine besondere Stellung kommt der asphalt solution® durch die System- und Baugeräteunabhängigkeit zu. Die asphalt solution® wurde von der hiQ solutions GmbH so konzipiert, dass sie ohne weitere kostenintensive Anschaffungen für jedes Unternehmen verwendbar ist. Die Lizenzierungskosten sind so gestaffelt, dass die asphalt solution® mit minimaler laufender Kostenbelastung genützt werden kann und lediglich an der Ersparnis partizipiert. Ebenso wurde die Architektur der Software offen gehalten: Dies ermöglicht eine Anbindung an andere Systeme durch standardisierte Schnittstellen innerhalb der Wertschöpfungskette und verspricht den bauausführenden Unternehmen eine sichere und stabile, zukunftsgerichtete Investition. Aktuell sind die Mess- und Wiegesysteme des österreichischen Marktführers Batsch bereits angebunden, Verhandlungen mit zahlreichen anderen Systemanbietern laufen gerade. Die Wandlungs- und Leistungsfähigkeit des Systems ist enorm. Beispielsweise wurde auf Anfrage für ein „Heiß-auf-Heiß“ sowie „Heiß-an-Heiß“-Projekt auf der B14 bei Stuttgart mit einer Mindesteinbaumenge von 450 t/h die asphalt solution® für die spezifischen Anforderungen von Kompaktasphaltprojekten in nur zwei Wochen adaptiert. Dadurch konnte das Autobahnteilstück von 2,5 Kilometern Länge in weniger als 18 Stunden komplett eingebaut werden. Natürlich steht diese Kompaktasphalt-Funktion ab sofort allen Kunden zur Verfügung.

Herausforderungen bei der Einführung

„Zurzeit ist Überzeugungsarbeit sicher die größte Herausforderung“, sieht Simon Martin Künz seine Rolle. „Obwohl die asphalt solution® ihre Praxistauglichkeit bewiesen hat und auch von SmartSite als fortschrittlichstes System anerkannt wurde, und auch die

Meisterleistung in der Prozesssteuerung: Selbst zwei Fertigerzüge im Heiß-an-heiß-Verfahren mit einer Leistung von bis zu 600 t/h werden von der asphalt solution® punktgenau gesteuert

erfolgreichen Zahlen nicht von der Hand zu weisen sind, ist die Einführung in die unternehmerische Praxis von zahlreichen Widerständen begleitet. Die Erfahrungen vieler Unternehmen in der Vergangenheit führten zu einer heute schwer zu überwindenden unternehmenspsychologischen Falle. Zwar wurden die Notwendigkeiten für Veränderungen immer wieder gesehen, aber die Bereitschaft zur Veränderung, ‚anders zu arbeiten‘ war nicht gegeben.“ So passiert es, so Simon Martin Künz, dass eine gewisse Unlust den Paradigmenwechsel behindere und Widerstand gegenüber Neuem zu vernehmen sei. Deshalb sei ein strukturiertes Vorgehen bei der Einführung durch die Unternehmensführung notwendig. Letzten Endes könne die dynamische Bauausführung nicht aufgehalten werden: Wie Deutschland zeige, entstehe ein Trend zu Auftragsvergaben an bestbietende – nicht billigstbietende – Unternehmen, welche fähig sind, Baustellen prozessoptimiert zu führen. Dies sei auch aus umwelttechnischen und volkswirtschaftlichen Gründen begrüßenswert.

Wem nützt die asphalt solution®, wer braucht sie?

Wer profitiert nun von der asphalt solution? Laut Geschäftsführer Frederik Tengg profitieren mehrere Interessensgruppen zugleich, Gewinner seien jedenfalls die nationalen Volkswirtschaften – und damit alle. „Wir selbst haben, nachdem wir mehrere hundert Projekte mit der asphalt solution durchführten, in der Fachzeitschrift ‚asphalt‘ erstmals Zahlen präsentiert. Bei gewöhnlichen, nicht vernetzen Projekten liegen die Einsparungen für die Unternehmen bereits bei bis zu 20 %. Simulationen zeigen, dass bei projektübergreifenden Bauprozesssteuerungen ein Drittel eingespart werden kann. Und wenn wir auf wissenschaftlicher Basis veröffentlichte Zahlen und Fakten auf den Tisch legen, werden wir fast ungläubig belächelt: Allein durch die Verlängerung der Sanierungszyklen durch gesteigerte Qualität kann die öffentliche Hand europaweit über 5 Milliarden Euro einsparen – pro Jahr. Heruntergerechnet auf österreichische Straßenkilometer noch immer eine erkleckliche Summe, welche in Österreich gerne willkommen geheißen wird.“

Aus der Praxis mit der asphalt solution®: Langzeiterfahrung in Zahlen gegossen

Immer mehr Baufirmen entscheiden sich für asphalt solution® als die führende Prozesssteuerung. Mittlerweile sind etwa tausend Projekte mit der asphalt solution® durchgeführt worden. Die in der Fachzeitschrift asphalt (vgl. Ausgabe 02/15) veröffentlichten Zahlen zeigen, warum. Die Zahlen basieren auf Basis der ersten 600 mit der asphalt solution® durchgeführten Baustellen. Im Vergleich mit langjährigen, durch die Praxis eruierten Erfahrungswerten stellt sich das Potenzial wie folgt dar:

Durch die asphalt solution® ausgeschöpftes Potenzial:

	Langjähriger Referenzwert	Durchschnittlicher Wert mit der asphalt solution®	Durchschnittliche Veränderung
Einbaukosten/t	Euro 109,79	Euro 86,52	-21,17%
Transportkosten/t	Euro 11,98	Euro 8,74	-27,04%
Einsatzzeit Kolonne/Baustelle	6,5 h	5,12 h	-21,23%
Betriebsstunden	3,9 h	4,3 h	+10,26
Fertiger/Baustelle			

Insgesamt konnte bei den durch die asphalt solution® durchgeführten Projekten eine Gesamteinsparung in Höhe von Euro 2,67 Mio. lukriert werden. Die Ersparnisse – das Vermeiden von Verschwendung – garantieren in Zukunft den Erfolg der Unternehmen und zeigen, was der für die meisten Unternehmen diffuse Begriff Industrie 4.0 konkret bedeutet

Dabei sei, so Frederik Tengg, mit zahlreichen Irrtümern aufzuräumen. „Private Bauunternehmen profitieren selbst dann, wenn sich die Sanierungszyklen verlängern, da ein wesentlicher Teil der Profite durch die Vermeidung von Verschwendung erzielt wird. Ebenso fließe ein Tel der Ersparnisse auch in vorzuziehende Sanierungsprojekte bzw. Neuinvestitionen, Stichwort Investitionsstau.“ Zugleich produzieren, so Frederik Tengg, Bauunternehmen ökologisch und ökonomisch am idealen Schnittpunkt, schonen die Umwelt – Stichwort CO2 – und auch die Mitarbeiter. „Mit der asphalt solution® wird das Unternehmensklima wesentlich entspannter. Die Mitarbeiterzufriedenheit steigt mit der Prozesssicherheit. Unternehmen, welche den Paradigmenwechsel von altem zu neuem Denken im Bau vollzogen haben, schreiben uns begeistert: Excel war gestern.“ Und dies beschreibe die Zukunft. Denn auch die Auftraggeber – öffentliche wie private – profitieren durch transparente Mengenabrechnungen und Baudokumentationen in Echtzeit. „In naher Zukunft wird es Standard sein, dass, wenn die Baustelle abgeschlossen ist, die Rechnung schon bereit liegt“, so Frederik Tengg. „Läuft etwas nicht ganz rund am Bau, wird sofort informiert und gegengesteuert. Jeder Einbaumeter wird transparent abgewickelt.“

Daumen hoch für optimale Qualität! – Mit der dynamischen Ausführung der asphalt solution® von hiQ baut der Fertiger kontinuierlich ein.

Auftraggeber wie Bauausführende verfolgen nur 5 Ziele

Im Zug der Programmentwicklung stellte sich heraus, dass die Anwender zwar unterschiedliche Zugänge zu Themen der digitalen Bauplanung haben, im Kern aber alle dieselben fünf Ziele verfolgen:

1. Die Kosten sollen reduziert werden
2. Die LKW sollen effizient eingesetzt werden
3. Informationen zum Projekt sollen jederzeit einsehbar sein
4. Der Ressourcenverbrauch soll dem notwendigen Maß entsprechen
5. Die Qualität muss jederzeit der Norm entsprechen

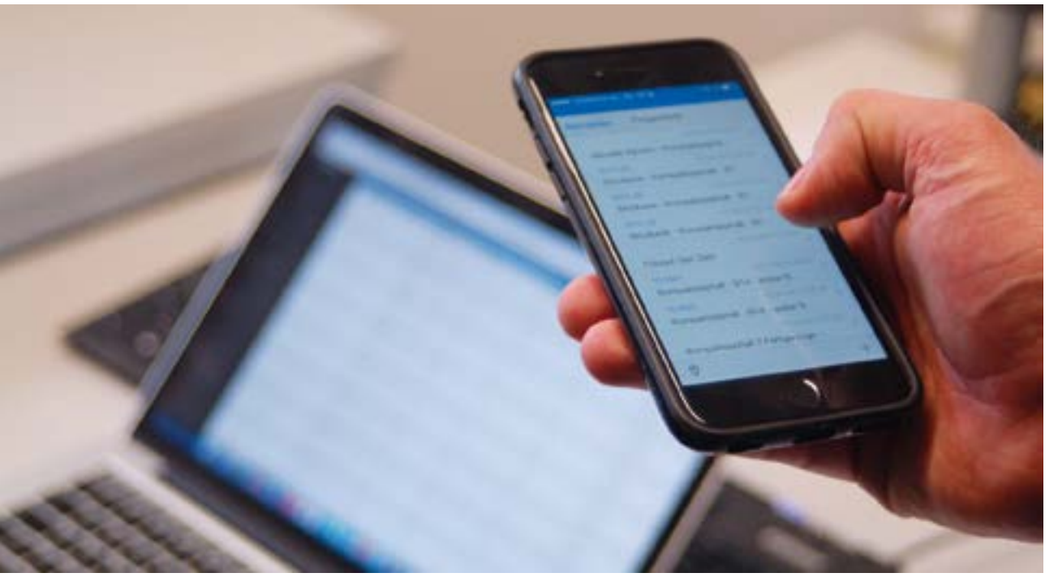
Im Wesentlichen werden diese fünf Ziele durch den idealen Bauablauf erreicht. Werden die zuvor besprochenen Toleranzbereiche hinsichtlich Mischguttemperatur und Fertigergeschwindigkeit eingehalten, sind sie – unter Einbindung der aktuell technischen Möglichkeiten – als positiv erfolgte Nebenziele zu verbuchen. Laut Simon Martin Künz, Geschäftsführer der hiQ solutions GmbH, bestand die große Herausforderung in der Entwicklung der intelligenten Vernetzung aller relevanten Faktoren. Diese smarten Logarithmen sind das Alleinstellungsmerkmal der asphalt solution®. Denn „die isolierte Optimierung eines der fünf Ziele führt nicht zum gewünschten Resultat. Teilverbesserungen haben negative Effekte auf andere Glieder der Wertschöpfungskette und führen nicht zu nachhaltigen Gewinnen, wie sie mit der asphalt solution® nachweislich erreicht werden.“ Obige Tabelle zeigt, dass Bauprojekte mit der asphalt solution® bereits in der Anfangsphase beachtliche

Roland H. Fadrany, MSc

Durchschnittsergebnisse erzielten. Ein messbarer Erfolg auf Kostenstelle ist schon nach kurzer Zeit festzustellen. Durch die Entwicklung und Einpflegung von immer mehr Daten (z.B. Mischwerk, Waage, Thermomulden oder Baugeräte) und der fortlaufenden Perfektionierung durch Verbesserung wegen weiterer Erfahrungswerte und Entwicklungsvorschlägen durch Kunden sei fortlaufend mit einer weiteren Steigerung der Einsparungen zu rechnen. Die hiQ solutions betont, dass nur mit Hilfe engagierter Kunden und Entwicklungspartner die asphalt solution® so entwickelt werden konnte, dass heute der Bauprozess ideal und praxisnah abgebildet und gesteuert wird. Laut Simon Martin Künz erzielten Kunden, welche ihre Teams für das neue Prozessdenken am Bau vorbereiteten, in der Regel bessere Resultate. Deshalb müsse die Bedeutung gut geschulten Personals für das neue Denken am Bau betont werden. Neben Software und Hardware sei die Qualifikation der Mitarbeiter auf allen Ebenen der Schlüssel zum Erfolg. Die begleitenden Schulungen, wie sie die hiQ solutions parallel anbiete – seien weder zeitraubend noch teuer, angesichts der erzielten Effekte würden diese Investitionen nicht weiter ins Gewicht fallen.

Weitere Informationen zur asphalt solution®
Mag. Frederik Tengg
hiQ solutions GmbH
1090 Wien, Alserbachstraße 14-16
Tel.: +43 1 319 20 90
E-Mail: frederik.tengg@hiq-solutions.at
www.hiq-solutions.at

iOS, Android oder Windows, die asphalt solution® beherrscht alle Plattformen.



Veranstaltungen der Gestrata

Die heurige Studienreise der GESTRATA wird von **14. bis 16. September** stattfinden und nach Linz führen.

Die Unterlagen für diese Veranstaltung wurden im Mai an alle Mitglieder versandt, bzw. stehen auf unserer Website www.gestrata.at zur Verfügung.

65. GESTRATA – Vollversammlung
u. GESTRATA – Herbstveranstaltung

Die beiden Veranstaltungen werden am Dienstag, 10. November 2015 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 http://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 BR. h.c. Dipl.-Ing. Eduard ZIRKLER,
Ehrenmitglied der GESTRATA,
zum 86. Geburtstag
Herrn Dipl.-Ing. Walter JADERNY
zum 84. Geburtstag
Herrn Dipl.-Ing. Gérard FICHTL
zum 83. Geburtstag
Herrn Dipl.-Ing. Vladimir VASILJEVIC
zum 83. Geburtstag
Herrn Ziv.-Ing. Dr. Hubert GREGORI,
Ehrenmitglied und ehemaliger Geschäftsführer der GESTRATA,
zum 80. Geburtstag
Herrn Ing. Walter GARREIS
zum 79. Geburtstag
Herrn Dipl.-Ing. Herwig SCHÖN
zum 78. Geburtstag
Herrn Dipl.-Ing. Helmut MÜLLER
zum 77. Geburtstag
Herrn Dr. Walter PICHLER
zum 77. Geburtstag
Herrn Dipl.-Ing. Ernst GERGER
zum 75. Geburtstag
Herrn Dieter KUBIENA
zum 74. Geburtstag
Herrn Dipl.-Ing. Dr. Johann LITZKA
zum 74. Geburtstag
Herrn Kommerzialrat Heinz R. SCHMITKE
zum 74. Geburtstag
Herrn Bmstr. Ing. Erwin THENIKL
zum 73. Geburtstag
Herrn Dipl.-Ing. Walter MÜLLER
zum 72. Geburtstag
Herrn Paul WODRAZKA
zum 72. Geburtstag
Herrn Dipl.-HTL-Ing. Herald PIBER
zum 71. Geburtstag
Herrn Dipl.-Ing. Dr. Günther BREYER
zum 70. Geburtstag
Herrn Dipl.-Ing. Wilhelm PAMBALK
zum 70. Geburtstag
Herrn Ing. Johann TELLIAN
zum 65. Geburtstag
Herrn Dipl.-Ing. Günter KLAMMER
zum 60. Geburtstag

Herrn w.HR. Dipl.-Ing. Helmut SALAT
zum 60. Geburtstag
Herrn Mag. Karl SAGMEISTER
zum 55. Geburtstag
Herrn Christian STANGL
zum 55. Geburtstag
Herrn w.HR. Dipl.-Ing. Herbert SCHOBER
zum 50. Geburtstag
Herrn Ing. Gernot ZAUCHNER
zum 50. Geburtstag
Herrn Dkfm. Ing. Josef ZAUNER
zum 50. Geburtstag

BEITRITTE
Ordentliche Mitglieder:
TOTAL AUSTRIA GmbH, Wien
Persönliche Mitglieder:
Wolfgang KÖNIG, Wolfurt

Ordentliche Mitglieder:

ALLGEM. STRASSENBAU GmbH*, Wien
AMW Asphalt-Mischwerk GmbH & Co KG, Sulz
ASFINAG Bau Management GmbH, Wien
ABO ASPHALT-BAU Oeynhausen GesmbH, Oeynhausen
ASW Asphaltmischanlage Innsbruck GmbH + CoKG, Innsbruck
BHG – Bitumen HandelsgmbH + CoKG, Loosdorf
ING. HANS BODNER BaugmbH & CoKG, Kufstein
BP Europa SE - BP Bitumen Deutschland, Bochum
BRÜDER JESSL KG, Linz
COLAS GesmbH, Gratkorn
FELBERMAYR Bau GmbH&Co KG, Wels
ASPHALT-Unternehmung Robert FELSINGER GmbH, Wien
GLS – Bau und Montage GmbH, Perg
GRANIT GesmbH, Graz
HABAU Hoch- u. TiefbaugesmbH, Perg
Gebr. HAIDER Bauunternehmung GmbH, Großraming
HELD & FRANCKE BaugesmbH, Linz
HILTI & JEHLE GmbH*, Feldkirch
HOCHTIEF Infrastructure GmbH, Niederlassung Austria, Wien
HOFMANN GmbH + CoKG, Redlham
KLÖCHER BaugmbH & CoKG, Klöch
KOSTMANN GesmbH, St. Andrä i. Lav.
KRENN Asphalt- und Bauunternehmung GmbH*, Innsbruck
LANG & MENHOFER BaugesmbH + CoKG, Wr. Neustadt
LEITHÄUSL GmbH, Wien
LEYRER & GRAF BaugesmbH, Gmünd
LIESEN Prod.- u. HandelgesmbH, Lannach
MANDLBAUER BaugmbH, Bad Gleichenberg
MARKO GesmbH & CoKG, Naas
MIGU ASPHALT BaugesmbH, Lustenau
OMV Refining & Marketing GmbH, Wien
PITTEL + BRAUSEWETTER GmbH, Wien
POSSEHL SpezialbaugesmbH, Griffen
PUSIOL GesmbH, Gloggnitz
RIEDER ASPHALT BaugesmbH, Ried i. Zillertal
STEINER Bau GmbH, St. Paul
STRABAG AG*, Spittal/Drau
SWIETELSKY BaugesmbH*, Linz
TEERAG ASDAG AG*, Wien
TEERAG ASDAG AG - BB&C Bereich Bitumen und Chemie, Wien
TOTAL AUSTRIA GmbH, Wien
Anton TRAUNFELLNER GmbH, Scheibbs
VIALIT ASPHALT GesmbH & CoKG, Braunau
VILLAS AUSTRIA GesmbH, Fürnitz
WURZ Karl GesmbH, Gmünd

Außerordentliche Mitglieder:

AMMANN Austria GmbH, St. Martin
AMT FÜR GEOLOGIE u. BAUSTOFFPRÜFUNG BOZEN, Italien
ASAMER Holding AG, Ohlsdorf
ASCENDUM Baumaschinen Österreich GmbH, Bergheim/Salzburg
BAUTECHN. VERSUCHS- u. FORSCHUNGSANSTALT Salzburg, Salzburg
BOMAG Maschinenhandelsgesmbh, Wien
DENSO GmbH & CoKG Dichtungstechnik, Ebergassing
DYNAPAC - Atlas Copco GmbH, Wien
Friedrich EBNER GmbH, Salzburg
JOSEF FRÖSTL Gmbh, Wien
Materialprüfanstalt HARTL GmbH, Wolkersdorf
HARTSTEINWERK LOJA Betriebs GmbH, Persenbeug
HASENÖHRL GmbH, St. Pantaleon
HENGL Bau GmbH, Limberg
HOLLITZER Baustoffwerke Betriebs GmbH, Bad Deutsch Altenburg
HUESKER Synthetik GesmbH, Gescher
INTERNATIONALE Gussasphalt-Vereinigung IGV, Bern
KIES UNION GesmbH, Langenzersdorf
LISAG Linzer Splitt- und Asphaltwerk GmbH & Co KG, Linz
NIEVELT LABOR GmbH, Stockerau
S & P Handels GesmbH, Traiskirchen
TENCATE Geosynthetics Austria GmbH, Linz
Carl Ungewitter TRINIDAD LAKE ASPHALT GesmbH & CoKG, Bremen
WELSER KIESWERKE Dr. TREUL & Co, Gunskirchen
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, Karlsgasse 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 I 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.