

Fachgerechter Einbau von Walzasphalt im Straßenbahngleisbau mit elastischen Kammerfüllelementen

von Prof. Dr.-Ing. Klaus Jordan und Dr.-Ing. Horst Eilmes, Dresden



1. Straßenbahngleis mit Asphalteindeckung. Wie muss man Walzasphalt fachgerecht einbauen, wenn elastische Kammerfüllelemente an den Schienen verwendet werden?

Aufnahme: SG

1. Problematik und Zielstellung

Nach der Einführung von elastischen Kammerfüllelementen (KFE) im Straßenbahngleisbau wurden häufig Bedenken vorgetragen, wenn Walzasphalte gegen die KFE eingebaut werden sollen.

Dieser Meinung kann grundsätzlich gefolgt werden, denn die genannte Baustoffkombination entspricht keinesfalls den üblichen Ausführungen im Straßenbau, wo Asphalt in der Regel gegen ein starres Widerlager verdichtet wird.

Ob diese Bedenken in jedem Fall zutreffen, wenn direkt gegen KFE im Gleisbereich Walzasphalt eingebaut wird, war deshalb bei Verwendung zur Zeit üblicher KFE in realen Feldversuchen zu überprüfen.

Der Asphalteinbau erfolgte in allen ausgeführten Varianten auf einem Oberbau Rheda-City der RAIL.ONE GmbH für die Straßenbahn, der zum Einbau von Asphalt grundsätzlich vorteilhaft ist.

Zu beachten ist aber, dass im Querschnitt der Straßenbahngleise einschließlich des Randstreifens nur geringe Einbaubreiten zur Verfügung stehen, die allein den Einsatz von kleinen Baumaschinen gestatten.

Des Weiteren muss darauf hingewiesen werden, dass die elastischen Eigenschaften der aktuellen KFE auch bei fachgerechtem festen Einbau in die Schienenkammern nicht vollends ausgeschaltet werden.

Gerade dadurch erfüllen diese Bauelemente die zum Teil entgegenstehenden Anforderungen hinsichtlich Schwingungsreduzierung und konstruktiver Art am vorteilhaftesten. Deshalb besteht ein erhebliches Interesse daran, dass auch mit diesen KFE ein fachgerechter Einbau von Walzasphalt möglich ist.

Die zu beachtenden Kriterien wurden in der Praxis und im Rahmen einer Untersuchung an einem Mustergleis exakt ermittelt und anhand von Kontrollprüfungen bewertet. Bei den Arbeiten an dem Mustergleis waren u.a. im Einzelnen zu erfassen:

- Wie kann der feste und unverschiebbare Einbau der KFE gesichert werden?
- Wirken sich die zur Zeit in der Praxis üblichen KFE-Bauformen auf die Einbauqualität von Walzasphalt aus?
- Unter welchen Bedingungen ist ein fachgerechter Einbau von Walzasphalten im Gleisbereich ausführbar?

Nach der Ausführung der Arbeiten war die erreichte Qualität beim Asphalteinbau im Gleisbereich und unmittelbar neben den KFE zu bestimmen, um den Einfluss der KFE, des Asphalttransports, des Einbringens, des Verteilens und des Verdichtens der Asphalte zu bewerten.

2. Konzeption und Ausführung eines Mustergleises

Für die vorstehend genannten Untersuchungen wurde ein Gleisabschnitt von ca. 30,00 m Länge mit Rheda-City-Oberbau mit 1,50 m Schwellenabstand und kontinuierlicher Lagerung der Schienen 60 R2 aufgebaut. Das o.g. Gleis wurde mit einer Spurweite von 1435 mm und einem zusätzlichen Randstreifen von ca. 700 mm Breite mit seitlichem Widerlager ausgeführt.

Um die Auswirkungen aktuell üblicher Bauarten von KFE auf die Einbauqualität der Asphaltschichten zu ermitteln, erfolgte eine Unterteilung des Mustergleises in vier Abschnitte von je 7,50 m Länge, wobei für die folgenden Betrachtungen nur die Felder 2 bis 4 von Belang sind.

In den einzelnen Feldern (Abb. 3) wurden folgende Kammerfüllelemente eingebaut:

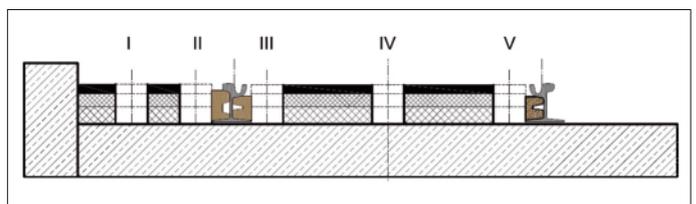
- Feld 2: KFE von edilon)(sedra GmbH mit trapezförmiger Aussparung
- Feld 3: KFE von edilon)(sedra GmbH mit rundförmiger und größerer Aussparung
- Feld 4: KFE mit vollem Querschnitt, Bauart von REGUM

In allen genannten Feldern wurden drei Asphaltschichten eingebaut, die aus den Gemischen: Asphaltdeckschicht AC 11 DS, Asphaltbinderschicht AC 16 BS und Asphalttragschicht AC 22 TS bestanden.

Auf einem fachgerechten Unterbau wurde der Straßenbahnoberbau System Rheda-City hergestellt.

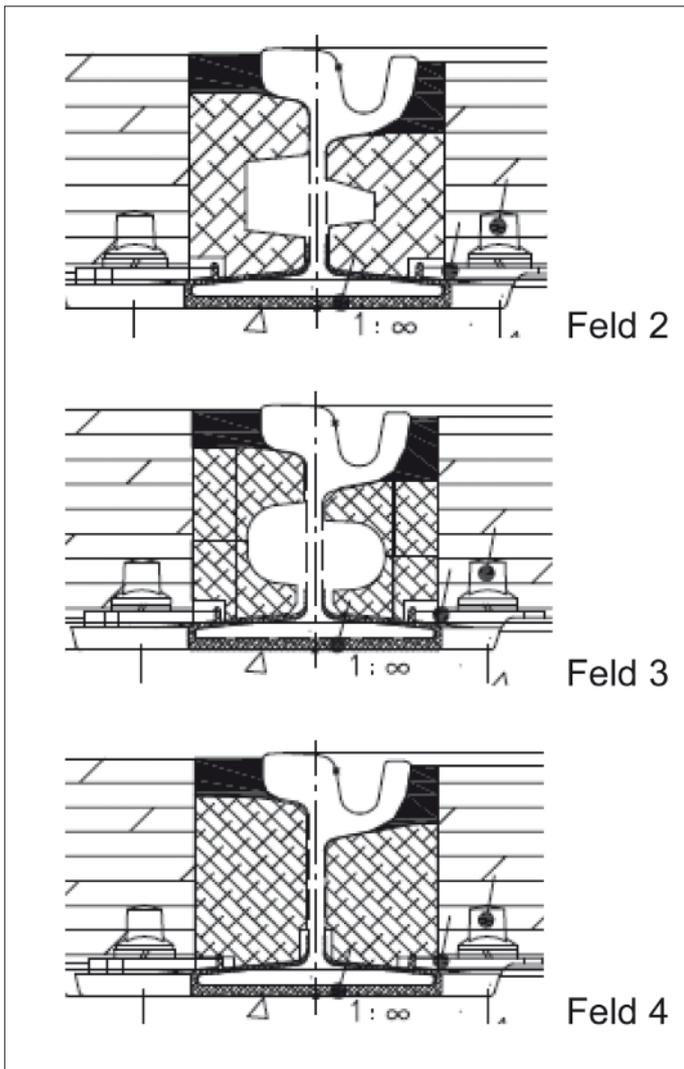
Nach ausreichender Abbindezeit des Ortbetons, dem Einbau der Schienen und der arretierten KFE erfolgte der Asphalteinbau im Gleis. Zu Beginn des Asphalteinbaus lag die Oberflächentemperatur auf der Betonplatte bei nur ca. 6,5 °C.

Der zum Einbau genutzte Fertiger erreichte mit seiner Verdichterbohle jeweils ca. 5 cm entlang der Kammerfüllelemente nicht. In diesem Bereich verbleibt auch bei guter Arbeitsweise ein nicht vorverdichteter Asphalt-



2. Schematischer Querschnitt des Mustergleises mit den Bohrkernentnahmestellen I bis V

Abbildungen ohne anderen Vermerk: Autoren



3. Querschnitte der verwendeten Kammerfüllelemente

streifen. Er bildet sich in der Regel etwas höher aus als die angrenzende, vorverdichtete Asphaltfläche. Dieser Materialüberschuss darf nicht entfernt werden, da er für die nachfolgende fachgerechte Walzverdichtung benötigt wird.

Das Verdichten muss unmittelbar nach dem Einbau erfolgen, um u.a. ein geringes seitliches Verdrücken des heißen Materials in Richtung der jeweiligen KFE zu erreichen.

Deshalb muss der Fahrer möglichst eng an den Fertiger heranfahren und die ersten zwei Vor- und Rückfahrten so ausführen, dass die Bandage jeweils in einem Abstand von ca. 10 cm von den Kammerfüllelementen geführt wird.

Das hat in der Regel zur Folge, dass zuerst unbedingt in diesem Abstand von den KFE in einer Bahn bis zum Fertiger und zurück zur fertigen Fläche zu walzen ist.

Dadurch wird längs der KFE zunächst eine geringe Aufwölbung der Asphaltoberfläche erreicht. Das ist gewünscht, denn so entsteht im unmittelbaren Bereich neben den KFE ein kleiner Materialüberschuss. Dadurch wird beim anschließenden, unmittelbar am KFE geführten Walzübergang eine kleine horizontale Verschiebung der jeweiligen KFE in die Schienenkammer realisiert, wodurch die Widerlagerwirkung deutlich erhöht wird.

Danach kann der Walzenfahrer nach freier Wahl arbeiten.

Unbedingt notwendig ist dann der Arbeitsgang „Abstampfen“ entlang der KFE.

Die Unterlage (Beton) wurde ebenso mit Haftkleber angespritzt, wie die Oberfläche der Trag- und der Binderschicht. Bevor jedoch mit dem Einbau des Asphaltes begonnen wurde, sind alle KFE auf ihre fachgerechte Lage in der Schienenkammer überprüft, teilweise nachjustiert und überwiegend mit Klammern gesichert worden, da im Mustergleis kein Verkleben erfolgte.

Das Sichern der festen und fachgerechten Lage der KFE vor dem Asphalteinbau ist nötig, weil nur bei dieser Ausgangssituation ein ausreichendes Widerlager erreicht werden kann.

Zu beachten ist aber auch, dass die Walze die KFE weder überfahren noch über den Elementen arbeiten darf.

3. Genutzte Baumaschinen und Alternativergeräte

3.1. Asphalttransport- und Einbau

Der Antransport der Asphalte erfolgte bei einer Lufttemperatur um 7 °C im Kipper-Lkw mit Planenabdeckung. Zur Umladung kam ein Bagger mit Greifer zum Einsatz.

Der genutzte Fertiger war für Einbaubreiten von 1,10 m bis zu 3,10 m geeignet.

Die Maschinen, wie z.B. der SUPER 800 und SUPER 600 können bis 5 cm an vertikale Begrenzungen heranfahren, so dass seitlich nur ein schmaler Streifen unverdichtet verbleibt.

Die Unterschiede bestehen maßgebend in der Einbaukapazität infolge unterschiedlicher Schichtdicken. Als vorteilhaft hat sich der SUPER 800 erwiesen, der über eine Ausziehbohle mit Tamper und Vibration verfügt und damit eine hohe Vorverdichtung erreicht.

Für den Randstreifen wurden die einzelnen Asphalte in Thermobehältern angeliefert. Das Einbringen der Asphalte erfolgte sowohl direkt aus dem Thermobehälter in den Randstreifen als auch mittels Schubkarren. Die Verteilung wurde in allen Fällen mit Handrechen durchgeführt.

Regum

KAMMERFÜLLELEMENTE

- Eigene Produktion
- Dienstleistungen rund ums Gleis
- Zweiteiliges, patentiertes Rasengleissystem
- Wir haben ein mehrstufiges Qualitätskonzept entwickelt, welches unseren Kunden und uns selbst größtmögliche Sicherheit gibt:



- Ständige Eigenüberwachung im eigenen Labor
- ISO-Zertifizierung nach DIN EN 9001 durch den TÜV Süd
- Fremdüberwachung durch die LGA QualiTest GmbH (TÜV Rheinland Group)
- Fremdüberwachung durch die Techn. Akademie Wuppertal

Regum



Management Service



REGUM GmbH

Heinrich-Diehl-Straße 2
D-90552 Röthenbach/Pegnitz
Tel.: +49 911 95 33 54 - 0
Fax: +49 911 95 33 54 - 850
E-Mail: info@regum.de
Internet: www.regum.de



3.2. Verdichtungsgeräte

Zur Asphaltverdichtung im Gleisbereich setzte die ausführende Firma eine Walze mit einer Bandagenbreite von 900 mm ein, die folgende Arbeitskennwerte aufwies:

Amplitude:0,42 mm
 Frequenz:57 Hz bzw. 65 Hz
 Zentrifugalkraft pro Bandage:14 kN bzw. 18 kN
 Arbeitsdrehzahl:2400 bzw. 2700 U/min
 Max. Zentrifugalkraft pro cm Bandagenbreite:200 N/cm

Beim Verdichten von Asphalt hat die Walztechnologie einen entscheidenden Einfluss auf das Verdichtungsergebnis.

Trotz der genannten speziellen Walztechnologie hat es sich gezeigt, dass ein Abstampfen der jeweiligen Asphaltsschicht in einem Streifen von ca. 10 bis 15 cm entlang der KFE unumgänglich ist.

Für diese Arbeit wurde ein Vibrationsstampfer des Typs RS 30 V der Fa. RAVI Baugeräte GmbH aus Radeberg eingesetzt.

Im Randstreifen kamen zur Asphaltverdichtung verschiedene Vibrationsplatten zum Einsatz.

Die Tragschichtverdichtung erfolgte mit der Vibrationsplatte des Herstellers Weber vom Typ CR 6 CCD. Bezieht man bei der ca. 415 kg schweren Maschine die Zentrifugalkraft von 50 kN auf die Fläche, ergibt sich die beachtliche Kennzahl von ca. 27 N/mm². Infolge der harten Unterlage und der intensiven Verdichtungsarbeit neigt die Maschine schnell zum „Aufschaukeln“ und „Springen“.

Die Binderschichtverdichtung erfolgte mit der deutlich leichteren Maschine DPU 2540 H (BPU 2540) von Wacker Neuson verdichtet. Das Gerät hat ein Betriebsgewicht von ca. 160 kg und arbeitet bei ca. 90 Hz mit einer Zentrifugalkraft von 25 kN.

Zur Verdichtung der Deckschicht kam die Vibrationsplatte von BOMAG, Typ BPR 25/40, zum Einsatz. Diese Maschine mit einem Gewicht von ca. 110 kg arbeitet mit 85 Hz und einer Zentrifugalkraft von 25 kN.

4. Verwendete Asphalte

Bei den eingesetzten Asphalten handelte es sich um Asphalte, für die jeweils Eignungsprüfungen vorlagen und die von einer Mischanlage in großen Mengen hergestellt werden und die den geltenden Vorschriften hinsichtlich des eingesetzten Bindemittels, der Zuschlagstoffe und der kompositionellen Zusammensetzung entsprechen.

5. Erreichte Einbauqualitäten der Asphalte

Die Einbauqualität der Asphalte wurde an insgesamt 40 Bohrkernen bestimmt. Für die Beurteilung der Qualität des Asphalteinbaus wurden der Schichtverbund und der Verdichtungsgrad herangezogen. Die Bohrkern wurden jeweils in der Gleisachse (Bohrkernentnahmestelle IV), unmittelbar neben den KFE im Gleis und im Randstreifen (Bohrkernentnahmestellen II und III) sowie etwa in der Mitte des Randstreifens (Bohrkernentnahmestelle I) entnommen (siehe Abb. 2).

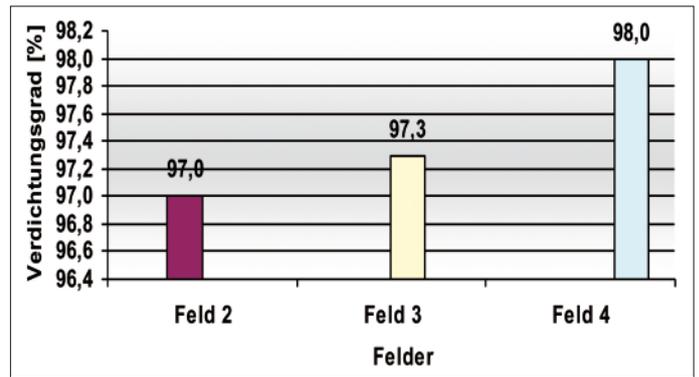
5.1. Verdichtungsgrade in der Deckschicht

- Der Mittelwert aus sechs Einzelwerten der Verdichtungsgrade, die an Bohrkernen bestimmt wurden, welche in den Feldern 2, 3 und 4 jeweils in der Gleisachse entnommen wurden (Bohrkernentnahmestelle IV), beträgt 100,3 %.
- Der Gesamtmittelwert aus den zwölf Verdichtungsgrad-Einzelwerten der Bohrkern aus den Feldern 2, 3 und 4, die zu beiden Seiten der Schiene unmittelbar neben den KFE entnommen wurden (Bohrkernentnahmestellen II und III), beträgt 97,4 %.

Dieses Ergebnis belegt, dass auch unmittelbar neben den KFE der Asphalt fachgerecht verdichtet werden kann, wobei in den einzelnen Feldern im Gleis die in Abbildung 4 dargestellten Mittelwerte für den Verdichtungsgrad ermittelt wurden.

Der höchste mittlere Verdichtungsgrad wurde neben den REGUM-Elementen erreicht.

Im Randstreifen wurden folgende mittlere Verdichtungsgrade bestimmt:



4. Mittelwerte der Verdichtungsgrade in allen Deckschichten unmittelbar neben den KFE im Gleis

- Mittelwert „Mitte Randstreifen“:94,2 %
- Mittelwert „An den KFE“:96,2 %

In der Mitte des Randstreifens lag eine unzureichende Verdichtung vor. Das belegt, dass die genutzte Vibrationsplatte mit ca. 110 kg zu leicht ist und dass das Verteilen von Wasser in den losen heißen Asphalt mittels Gießkanne keinesfalls erfolgen darf.

Hervorzuheben ist, dass in allen Feldern im Gleis die Verdichtungsqualität an den KFE besser ist als im Randstreifen. Das bestätigt eindrucksvoll die vorteilhafte Wirkung und die Notwendigkeit einer zusätzlichen Verdichtung in einem Streifen von ca. 10 bis 15 cm entlang der KFE.

5.2. Verdichtungsgrade in der Binderschicht

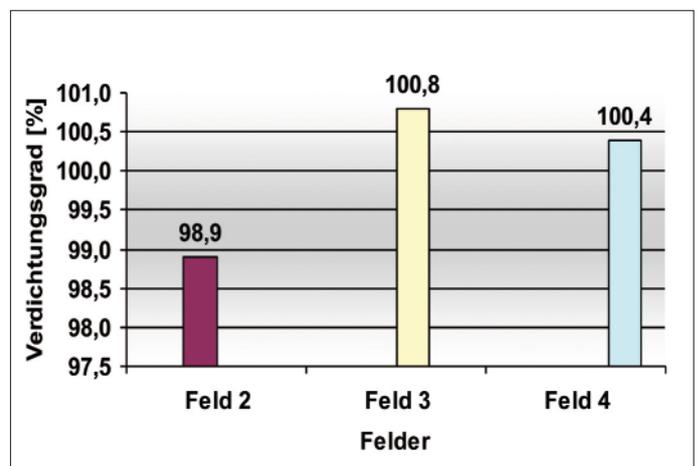
- Der Mittelwert aus sechs Einzelwerten der Verdichtungsgrade, die an Bohrkernen aus der Gleisachse in den Feldern 2, 3 und 4 abgelesen wurden, beträgt 103,5 %.
- Der Mittelwert von zwölf Einzelwerten der Verdichtungsgrade, die an Bohrkernen bestimmt wurden, die unmittelbar neben den KFE entnommen wurden, ergab sich mit 100,0 %.

Dieses Ergebnis belegt, dass auch unmittelbar neben den KFE die Binderschicht fachgerecht verdichtet werden kann, wobei der höchste Wert (Feld 3) neben KFE von edilon)(sedra der gegenwärtigen Bauart erreicht wurde.

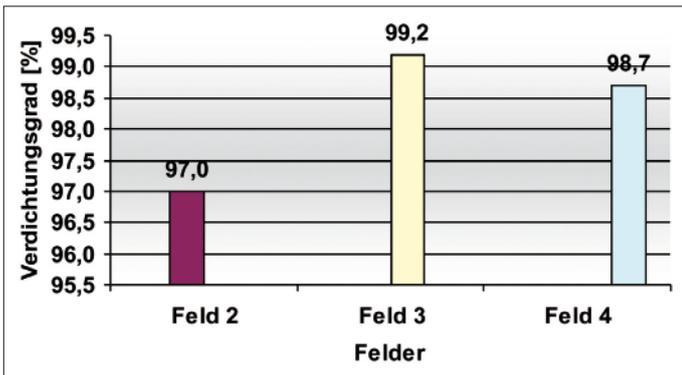
Die Werte für die einzelnen Felder ergaben die in Abbildung 5 gezeigte Reihung.

Im Bereich des Randstreifens wurden folgende mittlere Verdichtungsgrade ermittelt:

- Mittelwert „Mitte Randstreifen“:98,6 %
- Mittelwert „An den KFE“:99,6 %



5. Mittelwerte der Verdichtungsgrade in der Binderschicht unmittelbar neben den KFE im Gleis



6. Mittelwerte der Verdichtungsgrade in der Asphalttragschicht unmittelbar neben den KFE im Gleis

Sämtliche Verdichtungsgrade liegen über 97,0 %.

5.3. Verdichtungsgrade in der Tragschicht

- Der Mittelwert aus sechs Einzelwerten der Verdichtungsgrade von Bohrkernen aus der Gleisachse beträgt 100,3 %.
- Der Mittelwert für die zwölf Einzelwerte der Verdichtungsgrade, die an Bohrkernen bestimmt wurden, die unmittelbar neben den einzelnen KFE entnommen wurden, ergab sich mit 98,3 %.

Die Reihung der in der Tragschicht erreichten Verdichtungsgrade für die einzelnen Felder zeigt Abbildung 6.

Im Bereich des Randstreifens wurden folgende mittlere Verdichtungsgrade ermittelt:

- Mittelwert „Mitte Randstreifen“: 100,8 %
- Mittelwert „An den KFE“: 100,6 %

Sämtliche Verdichtungsgrade liegen über 97,0 %.

6. Schlussfolgerungen

Auf der Grundlage der Feststellungen bei der Bauausführung und der Auswertung der Prüfergebnisse der Verdichtungsqualität sind folgende wesentliche Schlussfolgerungen und Empfehlungen für einen qualitätsgerechten Einbau von Asphalt im Gleisbereich möglich:

- Der Walzasphalt muss so antransportiert und auf der Baustelle vorgehalten werden, dass stets die Temperatur für das jeweilige Mischgut laut ZTV Asphalt-StB sicher eingehalten wird. Die Temperatur ist bei Kontrollen unmittelbar nach dem Verteilen durch den Fertiger bzw. unmittelbar vor dem ersten Walzgang zu messen. In beiden Fällen muss die vorhandene Temperatur deutlich über dem unteren Grenzwert liegen.
- Die Oberfläche der jeweiligen Unterlage darf keine Temperatur unter 5 °C aufweisen und nicht feucht sein.
- Die KFE sind vor dem Asphalteinbau auf ihre vorschriftsmäßige Lage zu kontrollieren und gegebenenfalls nachzuarbeiten und/oder mit geeigneten Mitteln (z.B. Klammern) bis zum Einbau der Binderschicht zu sichern. Das Verkleben ist als sicherste Ausführung zu bevorzugen.
- Das Verteilen des Asphalttes sollte mit einem geeigneten Fertiger (z.B. Super 800 von Vögele oder technisch gleichwertig) erfolgen.
- Während der Asphaltarbeiten dürfen die KFE weder überfahren werden, noch darf über den Elementen verdichtet werden.

- Der Asphalt ist nach dem Walzschema für den Gleisbereich zu verdichten, wobei Walzen mit der Leistung von mindestens 200 N/cm und Vibrationsplatten mit einem Betriebsgewicht ab ca. 150 kg und mindestens 25 kN Zentrifugalkraft einzusetzen sind. Das Verteilen von Wasser mittels Gießkannen ist zu untersagen.
- Die jeweils erste Vor- und Rückfahrt der Walze hat im Abstand von ca. 10 cm zu den KFE zu erfolgen.
- Bei der folgenden Vor- und Rückfahrt ist die Walzenbandage unmittelbar entlang der KFE zu führen.
- Anschließend ist dieser Streifen mit einem geeigneten Gerät zusätzlich stampfend zu verdichten.
- Speziell beim Handeinbau ist unbedingt auf die Einhaltung der Temperaturanforderungen zu achten. Dabei ist der Einsatz von Thermobehältern zum Asphalttransport in der Regel unumgänglich.
- Es ist anzustreben, den Einbau der einzelnen Asphaltsschichten in zeitlich unmittelbarer Folge auszuführen.
- Die exakte Einhaltung der Einbautemperatur und der genannten Einbauanforderungen ist besonders bei temperaturabgesenkten Asphalten mit entsprechenden Additiven von besonderer Bedeutung.

Mit den vorstehend genannten Untersuchungen wurde nachgewiesen, dass ein fachgerechter Einbau von Walzasphalt im Gleisbereich auch beim Einsatz der aktuell üblichen KFE, deren mechanische Kennwerte in einer ergänzenden Untersuchung bestimmt worden waren, möglich ist. ■ ■



moBiel bewegt Bielefeld

Wir sind führender Mobilitätsdienstleister in Bielefeld. 55,5 Millionen Menschen fahren jährlich mit StadtBahn und Bus.

Für unseren Bereich Infrastruktur, Sachbereich Steuerung, suchen wir zum nächstmöglichen Termin eine/n

Sachbereichsleiter/-in

► Ihre Aufgaben:

- Fachliche und disziplinarische Führung des Sachbereiches mit ca. 28 Mitarbeiter/-innen
- Kostenstellenverantwortung für den Sachbereich
- Aufbereitung ungewöhnlicher Betriebszustände zur Erarbeitung von Strategien zur Optimierung
- Erarbeitung und Umsetzung von Störungsstrategien in der Verkehrsabwicklung
- Steuerung und Abwicklung der Ortstermine
- Planung und Durchführung von außerplanmäßigen ÖPNV-Verkehren
- Schnittstellenaufbereitung zwischen Technik und Leitstelle für ITCS, ZUB usw.
- Allgemeine Verwaltungsaufgaben sowie Sonderaufgaben

► Das erwarten wir von Ihnen:

- Ein abgeschlossenes Studium zum/zur Dipl.-Ing. Elektrotechnik
- Betriebswirtschaftliche Kenntnisse
- Ausgeprägte analytische Fähigkeiten sowie sicheres Auftreten und ein hohes Verantwortungsbewusstsein

► Wir bieten Ihnen:

- Eine anspruchsvolle und abwechslungsreiche Tätigkeit mit Führungsverantwortung
- Zusammenarbeit in einem engagierten und kollegialen Team
- Eine leistungsgerechte Vergütung nach dem Tarifvertrag Nahverkehrsbetriebe (TV-N NW)

► Sind Sie interessiert?

Wir freuen uns auf Ihre Online-Bewerbung, die Sie unter <http://www.mobiel.de/unternehmen/karriere> mit der Angabe Ihres Einkommenswunsches und des frühesten Eintrittstermins bis zum 14. April 2013 einreichen können. Für Fragen erreichen Sie uns unter der Rufnummer (05 21) 51-44 23.

www.mobiel.de