

Embedded Rail

Lärm- und Erschütterungsschutz für den innerstädtischen Straßenbahnverkehr



1 | Embedded Rail – optimierter, dauerhafter Erschütterungsschutz





Querschnitt Ummantelung

Effiziente Mobilität bei geringer Belastung der Umwelt

Im innerstädtischen Verkehr haben sich Straßenbahnstrecken mit elastisch gelagerten Gleissystemen etabliert. Getzner Embedded Rail bietet einen optimierten, dauerhaften Erschütterungsschutz, der Gleiskörper, Straße und Umgebung gleichermaßen schont.

Besonders in Städten sind Schienenfahrwege einer außerordentlich hohen Belastung ausgesetzt: Zum einen durch den Schienenverkehr, zum anderen durch den Individualverkehr, der an diversen Stellen die Fahrbahn mit dem eingedeckten Gleiskörper befährt oder kreuzt. Die dauerhafte Beanspruchung der Schienenfahr-

wege verursacht Schäden, die zu einem erheblichen Wartungsaufwand an Gleiskörper und Straße führen. Zudem werden die Themen Erschütterungs- und Lärmschutz bei der Neuplanung oder Sanierung städtischer Gleisnetze immer wichtiger.

Elastisch gelagerte Gleissysteme senken den Wartungsaufwand und reduzieren nachhaltig Vibrationen und Lärm. Deshalb sind die elastischen Systeme im innerstädtischen Verkehr mittlerweile nicht mehr wegzudenken: Sie gewährleisten eine effiziente Mobilität bei minimaler Belastung der Umgebung.

Getzner stellt Nahverkehrsbetrieben ein neu entwickeltes System zur Verfügung, das technische Innovation mit bewährten elastischen Materialien verbindet: Getzner Embedded Rail ist eine für den Nahverkehr optimierte, wirtschaftliche Lösung für den Erschütterungsschutz, die Gleiskörper, Schienenfahrzeug und Straße nachhaltig schont. Die Lösung steigert den Fahrkomfort für die Fahrgäste und die Anwohner profitieren von den reduzierten Erschütterungs- und Körperschallemissionen.



2 | Hochwirksamer Erschütterungsschutz

Komplettsystem minimiert Erschütterungs- und Lärmemissionen

Die „eingebettete“ Schiene von Getzner ist ein optimiertes, patentiertes Komplettsystem zur Verringerung von Erschütterungen und Lärm im innerstädtischen Bereich.

Das Besondere daran ist, dass das Embedded Rail System die Schiene komplett ummantelt. An die Schienenstege anliegend werden leichte und gleichzeitig widerstandsfähige Kammerfüllelemente aus Polyurethan eingebracht. An diese Füllelemente und den Schienenfuß selbst grenzen

wiederum - horizontal und vertikal - elastische Lager aus Sylodyn®. Die Lager zur Aufnahme der horizontalen Kräfte werden im Werk mit den Kammerfüllelementen dauerhaft verbunden. Jene für die vertikalen Kräfte werden direkt mit der Außenhülle verklebt und ebenfalls als Einheit ausgeliefert.

Aufbau Embedded Rail System

Sylodyn®-Streifen

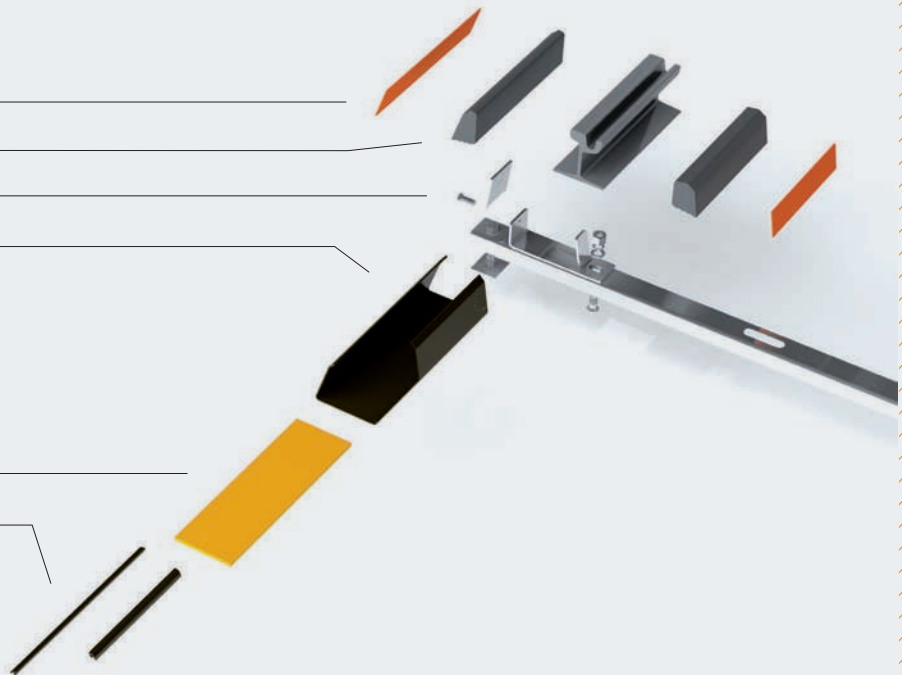
PUR-Kammerfüllelement

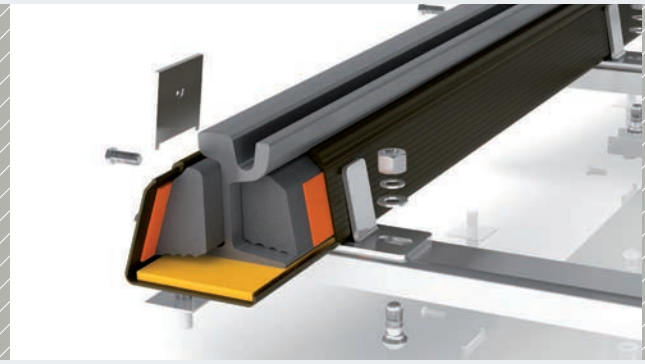
Unterflur-Spurstange & Winkelhalter

PP-Außenhülle

Sylodyn®-Streifen

NBR-Dichtlippe





Embedded Rail System

Die bewährten elastischen Elemente aus Sylodyn® sorgen dafür, dass sich die Schwingungen, die beim Befahren der Gleise entstehen, nicht auf die Umgebung übertragen. Die vertikalen und horizontalen Bewegungen des Systems finden so nur innerhalb der Ummantelung statt. Die Belastung des angrenzenden Oberbaus wird dadurch minimiert und die sonst häufig auftretende Rissbildung in der Straßendecke vermieden.

Zusätzlich zum Fugenverguss schließen eigens entwickelte Dichtlippen das Embedded Rail System nach oben hin ab. Durch die komplette Ummantelung der Schiene erzielt die Lösung hervorragende Werte bei der Streustromisolierung und beugt somit auch der Schienenkorrosion wirksam vor. Alle Komponenten des Systems bestehen aus hochwertigen Materialien, die über die gesamte Lebensdauer des Fahrzeuges optimale Ergebnisse ermöglichen.

Nutzen

- Hochwirksamer Erschütterungsschutz
- Reduktion von Körperschall (sekundärer Luftschall)
- Schonung von Straße, Gleiskörper und Schienenfahrzeug
- Höhere Gleislagestabilität
- Wirksamkeit des Systems über die gesamte Lebensdauer des Oberbaus

- Wirtschaftlichkeit durch niedrigere Unterhaltskosten
- Höhere Akzeptanz des öffentlichen Nahverkehrs in der Bevölkerung
- Steigerung der Wohn- und Lebensqualität im Umfeld
- Erhöhung des Fahrkomforts
- Einfache, schnelle und montagefreundliche Handhabung

Produktmerkmale

- Definierte Schieneneinsenkung und einstellbare Elastizität
- Bewährte elastische Komponenten
- Dichtigkeit, ausgezeichnete Streustromisolierung
- Kombinierbarkeit mit verschiedenen Befestigungs- und Eindeckungsvarianten
- Modularität (Flexibilität, Einzelbetrachtung der Komponenten)

3 | Montage



Ummantelung

Schnelle Montage, einfache Handhabung

Um auch in knapp bemessenen Sperrpausen die Zeit möglichst effizient zu nutzen, können die Ummantelung und Montage der Gleisjoche bereits vorab durchgeführt werden – zum Beispiel auf dem Gleisbauhof.

Die fertig vormontierten Gleisjoche werden anschließend auf die Baustelle transportiert und eingehoben. Nach der Ausrichtung und Verschweißung der Gleise erfolgt der Lückenschluss zwischen den

einzelnen Jochen. Um einen effizienten Bauablauf garantieren zu können, legte Getzner bei der Entwicklung des Systems neben den schwingungstechnischen Eigenschaften auch großen Wert auf die einfache Handhabung und Bearbeitbarkeit.

Höchste Flexibilität bietet sich bei der Montage einer Spurstange: Sowohl Unterflur-Spurstangen als auch klassische Spurstangen können problemlos verwendet werden. Bei der Fixierung der Schiene sind

sowohl eigens entwickelte Winkelhalterungen als auch klassische Niederhalter oder bei Bedarf auch Epsilon-Spannklemmen einsetzbar. Das System wird bei der Ausführung mit einer Asphalteindeckung bis auf die Höhe der Dichtlippe einbetoniert. Ein Verguss schließt die Fuge zwischen Schienenkopf und Eindeckung dauerhaft und elastisch. Im Sinne einer wirtschaftlich optimierten Lösung empfiehlt Getzner, einen langlebigen, hochwertigen Verguss einzusetzen.



Montage-Schritte

1. Ummantelung der Schienen
2. Montage der Gleisjoche
3. Planum (vorbereitende Arbeiten auf der Baustelle)
4. Transport der Gleisjoche zur Baustelle
5. Einheben der Gleisjoche
6. Ausrichtung, Verschweißung und Lückenschluss
7. Betonunterbau
8. Eindeckung (z. B. Beton, Asphalt, Rasen oder Pflaster)
9. Verguss (z. B. Bitumen oder PUR)



Transport der Gleisjoche



Ausrichtung



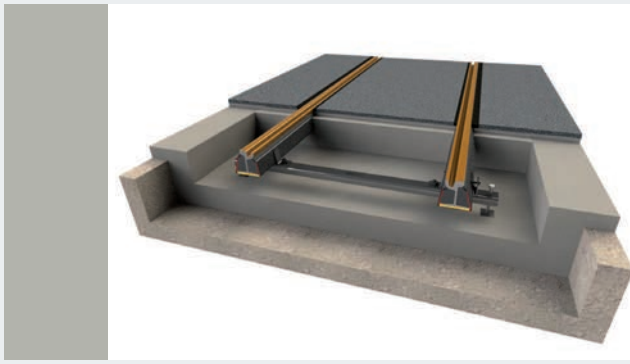
Betonunterbau



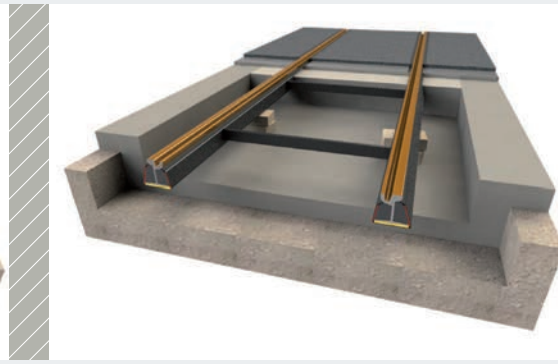
Eindeckung



Verguss



Unterflur-Spurstange mit Winkelbefestigung



Konventionelle Spurstange

Befestigungsvarianten

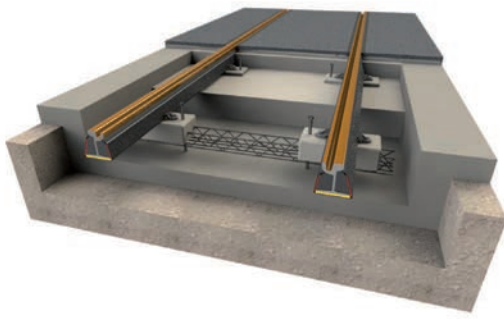
- Unterflur-Spurstange mit Winkelbefestigung
- Konventionelle Spurstange
- Unterflur-Spurstange mit Niederhalter/Epsilon-Spannklemme
- Bi-Block-Schwelle mit Winkelbefestigung
- Bi-Block-Schwelle mit Niederhalter/Epsilon-Spannklemme

Damit die Montage des Embedded Rail Systems schnell und einfach vonstattengehen kann, hat Getzner eine spezielle Unterflur-Spurstange mit Winkelbefestigung entwickelt.

Diese Befestigungsvariante vermeidet zusätzliche Arbeitsschritte wie den Zuschnitt der Außenhülle und der Kammerfüllelemente für Niederhalter oder Spannklemmen und auch mögliche unerwünschte Fehlstellen, die wiederum zu Schallbrücken und verminderter Streustromisolierung führen können. Durch das niedrige Gewicht ist die Lösung auch in der Handhabung deutlich einfacher als konventionelle Systeme. Um Zeit und Kosten zu sparen, kann bei Geraden der Spurstangenabstand auf bis zu drei Meter ausgedehnt werden. Auch beim Transport der vormontierten Gleisjoche erweist sich die niedrige Bauhöhe als Vorteil in Form von mehr Ladekapazität auf dem Tieflader.

Ein Bautrupp, bestehend aus fünf Mann, kann in einer Schicht von acht Stunden rund 100 Meter Gleis vormontieren. Diese Vormontage umfasst das Ummanteln der Schiene, die Montage der Unterflur-Spurstange und eine erste grobe Spurweiteinstellung. Die Ummantelungsarbeiten erfordern im Regelfall keinen Kleber – die Arbeiten sind grundsätzlich witterungsunabhängig.

Beim Einheben der vormontierten Gleisjoche kann ein Bautrupp rund 250 Meter Gleis in einer Schicht verarbeiten. Dies umfasst den Lückenschluss der Ummantelung nach der Verschweißung der Schienen sowie die Einrichtung von Lage, Höhe und Spurweite.



Bi-Block-Schwelle mit Niederhalter

Sonderbauteile

Um Schallbrücken, Streuströme und Beschädigungen des Oberbaus zu vermeiden, sind grundsätzlich alle mit der Schiene fest verbundenen Bauteile elastisch zu entkoppeln.



Bögen

Alle Standard-Komponenten sind auch für enge Bögen geeignet.



Weichen & Kreuzungen

Individuelle elastische Entkopplung (angepasste Ummantelung oder z.B. Ausführung als Getzner Masse-Feder-System).



Entwässerungskästen, Schienenverbinder, etc.

Individuelle elastische Entkopplung.

4 | Nachweise und Messungen

Wirksamkeit bestätigt

Getzner hat das Embedded Rail System in Zusammenarbeit mit externen Labors auf Prüfständen und Strecken in Düsseldorf, Nürnberg, Kassel und Graz auf Herz und Nieren getestet.

Um die Wirksamkeit und Zuverlässigkeit der Lösung sicherzustellen, wurde das System unter anderem auf folgende Aspekte getestet: die Gebrauchstauglichkeit, das Ausmaß der Schwingungs- und Schallisolierung, das Einfederungsverhalten, die Streustromisolierung und die Auswirkung unterschiedlicher Temperaturen.

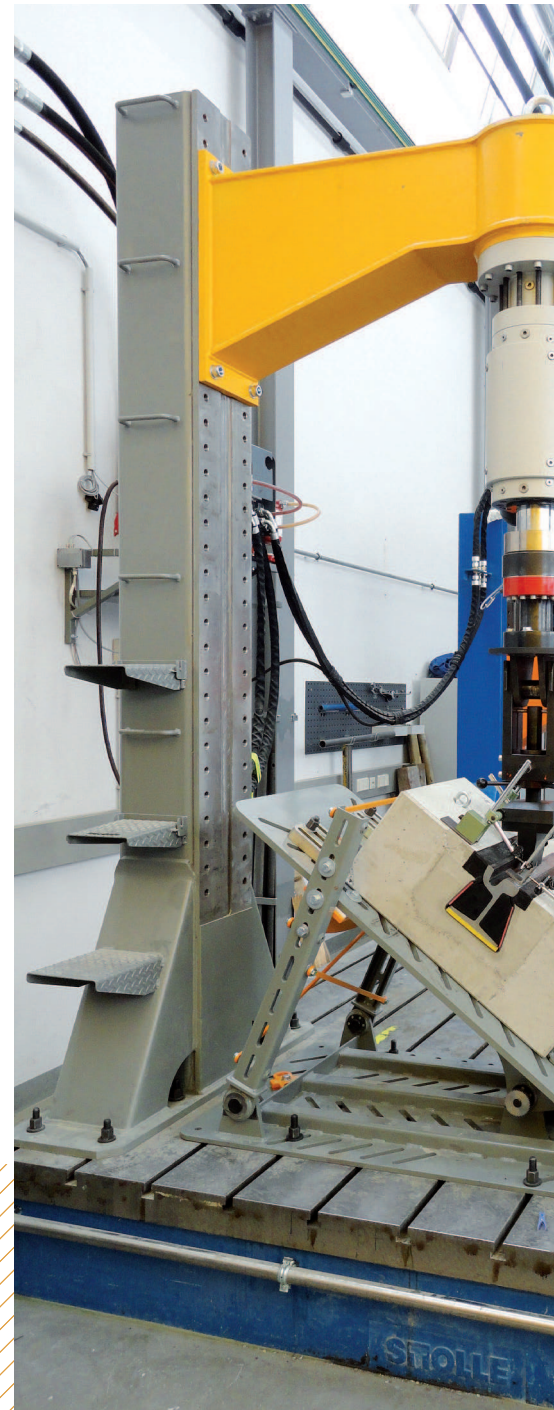
Gebrauchstauglichkeit

Zum Nachweis der Gebrauchstauglichkeit führte Getzner in Abstimmung mit der Technischen Universität München, Lehrstuhl und Prüfamf für Verkehrswegebau, Dauerschwellversuche am hauseigenen Großprüfstand durch. Die in Anlehnung an die DIN 45673-8 erfolgten Tests ergaben hinsichtlich der Gebrauchstauglichkeit durchwegs positive Ergebnisse.

Schutz vor Schwingungen und Schallemissionen

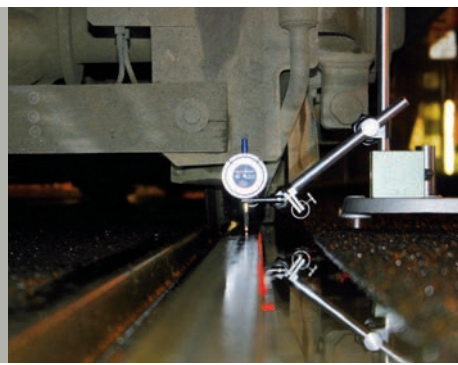
Im Zuge der Umsetzung der Strecke in Kassel führte das Ingenieurbüro I.B.U. für Schwingungs-, Schall- und Schienenverkehrstechnik aus Essen im Jahr 2013 messtechnische Untersuchungen der Schwingungs- und Schallemissionen durch. Aufgrund der dichten Bebauung und der geringen Abstände zum Gleis fiel die Wahl auf das Embedded Rail System von Getzner.

Um die Wirksamkeit des Embedded Rail Systems nachzuweisen, wurden in zwei definierten Gleisabschnitten jeweils vor und nach dem Umbau Messungen durchgeführt. Der gemessene Differenzpegel im relevanten Frequenzbereich zwischen 63 Hz und 80 Hz zeigt eine Verbesserung der Erschütterungsemissionen (Körperschall) von durchschnittlich 10 dBv. Die Nachmessungen der Schallemissionen bestätigten, dass das Embedded Rail System nicht zu einer Anhebung des Luftschallpegels geführt hat.

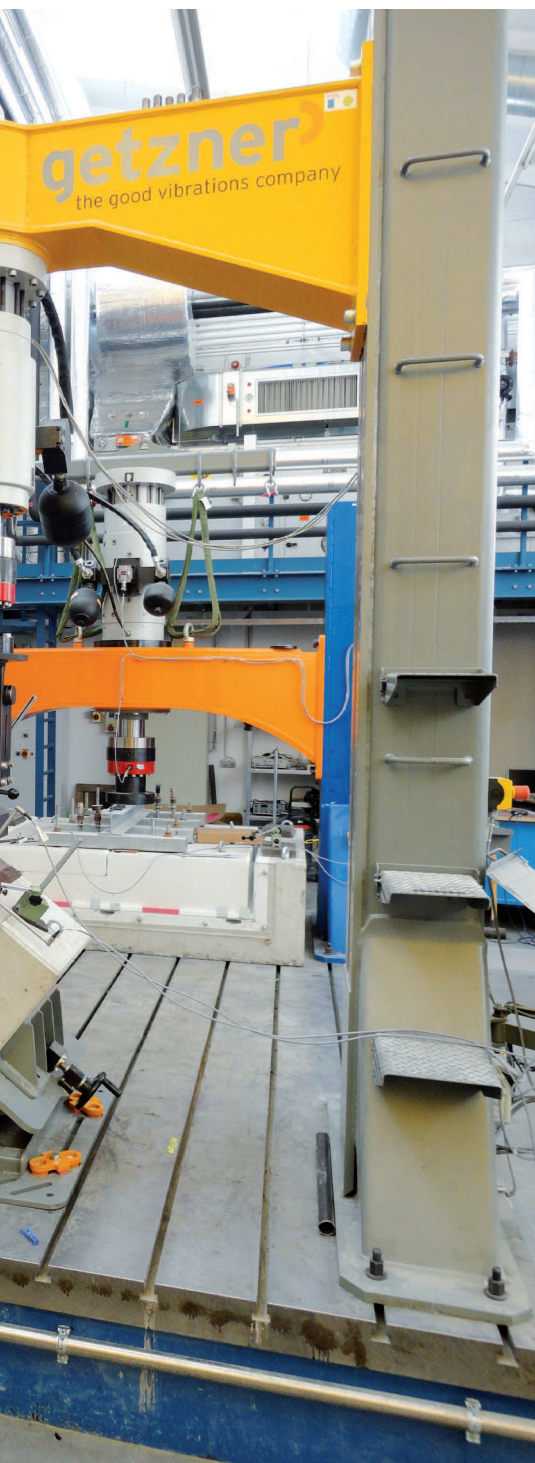




Schwingungsmessung



Einfederungsmessung



Einfederung

Auch diese Messung ergab ein positives Ergebnis: Die rechnerisch prognostizierte statische Einfederung des Systems betrug 1,2 – 1,5 mm. Tatsächlich ermittelte das Ingenieurbüro I.B.U. auf der Strecke in Düsseldorf eine statische Einfederung von 1,5 mm.

Streustrom

Da das Embedded Rail System die Schiene komplett ummantelt, ist die Lösung zugleich ein optimaler Schutz vor Streustrom. Gemäß der EN 50122-2 ist für einen geschlossenen Oberbau bei Schienenpotentialänderungen von ≤ 1 Volt (im zeitlichen Mittel in positiver Richtung) ein maximal zulässiger Ableitungsbelag von $G' \leq 2,5$ S/km je Gleis vorgegeben.

Die Technische Akademie Wuppertal hat im Auftrag der Rheinbahn AG auf der Strecke in Düsseldorf Messungen durchgeführt. Diese ergaben einen Wert von 0,38 S/km: d.h., der Wert lag 85% unter dem vorgeschriebenen Grenzwert. Auch im Vergleich zum ebenfalls gemessenen Referenzoberbau ist die Streustromisolierung des Embedded Rail Systems deutlich effektiver.

Temperatur

Ein in einem Testaufbau versuchsweise durchgeführtes Schienenauftragschweißen beeinträchtigte die Gebrauchstauglichkeit nicht. Auch beim Einbau des Systems ergaben sich aufgrund von Temperatureinflüssen keinerlei Schäden – weder durch das Schienenschweißen noch durch das Einbringen von Gussasphalt.

Getzner Großprüfstand



Düsseldorf

Erfolgreicher Einsatz

Die kontinuierliche elastische Lagerung mit dem Werkstoff Sylodyn® findet bereits seit über 15 Jahren in zahlreichen Nahverkehrsoberbauten weltweit erfolgreich Anwendung.

Der in der Standardvariante des Embedded Rail Systems verwendete Sylodyn®-Streifen von Getzner wird auch in zahlreichen Systemen anderer Hersteller, in Fertigteil-Fahrbahnplatten sowie bei zahlreichen Projekten diverser Nahverkehrsbetriebe weltweit verbaut. Beim eingesetzten Werkstoff Sylodyn® handelt es sich um ein geschlossenzelliges Elastomer, das auch im hohen Frequenzbereich nur eine sehr geringe dynamische Versteifung erfährt.

Das Getzner Embedded Rail System wurde unter anderem in vier Großstädten installiert – in Düsseldorf, Nürnberg, Kassel und Graz. Die Wirksamkeit des Systems wurde dabei mehrfach bestätigt.

Düsseldorf (DE)

Auf einem Gleisabschnitt in Düsseldorf hat Getzner in Zusammenarbeit mit dem Auftraggeber, der Rheinbahn AG, im Jahr 2012 Unterflur-Spurstangen und Winkelbefestigungen eingebaut. Als Eindeckung kamen Beton und Asphalt zum Einsatz, die Fuge wurde mit PUR-Verguss realisiert.

Details

- Länge: 72 m Gleis, vier Gleisjoche
- Unterbau: verdichtete Schottertragschicht
- Schiene: Ri59
- Spurweite: 1435 mm
- Befestigung: Winkelbefestigung
- Spurhaltung: Unterflur-Spurstange
- Eindeckung: Beton und Asphalt
- Verguss: PUR

Die vom Ingenieurbüro I.B.U. durchgeführten Schwingungs- und Einsenkungsmessungen erfüllten alle Erwartungen und entsprachen den prognostizierten Werten aus den Berechnungen. „Das Embedded Rail System hat sich durch seine einfache Bauweise nahtlos in den üblichen Bauablauf eingefügt. Die durchgeführten Messungen haben die rechnerische Prognose bestätigt“, so Dipl.-Ing. (FH) Peter Ahrens, Abteilungsleiter Fahrwege bei der Rheinbahn AG.



Nürnberg



Kassel



Graz

Nürnberg (DE)

Getzner setzte 2013 einen Streckenabschnitt mit der VAG Verkehrs-Aktiengesellschaft Nürnberg um. Das System wurde mit Bi-Block-Schwellen und Niederhaltern umgesetzt. Die Eindeckung bestand auch hier aus Beton und Asphalt, die Fuge wurde mit Bitumen ausgeführt.

Details

- Länge: 36 m Gleis, zwei Gleisjochen
- Unterbau: verdichtete Schottertragschicht
- Schiene: Ri60
- Spurweite: 1435 mm
- Befestigung: Niederhalter
- Spurhaltung: Bi-Block-Schwelle
- Eindeckung: Beton und Asphalt
- Verguss: Bitumen

Das Feedback zum Bauablauf war hier äußerst positiv: „Durch die Vormontage des Systems zu fertigmontierten Gleisjochen auf dem Betriebshof konnte der Bauablauf beschleunigt werden. Der Lückenschluss auf der Baustelle erfolgte schnell, und das Handling auf der Baustelle erwies sich als einfach“, so Dipl.-Ing. (FH) Christoph Böhm, Leiter Mechanische Anlagen bei der VAG Verkehrs-Aktiengesellschaft Nürnberg.

Kassel (DE)

Ebenfalls 2013 erhielt Kassel ein Embedded Rail System. Es wurde die Variante Spurhaltung durch Unterflur-Spurstange und Winkelhalter verbaut. Die komplette Eindeckung erfolgte mit Beton, der Verguss mit Bitumen.

Details

- Länge: 152 m Doppelgleis, 304 m Gleis
- Unterbau: Betonschutzschicht
- Schiene: Ri59
- Spurweite: 1432 mm
- Befestigung: Winkelhalter
- Spurhaltung: Unterflur-Spurstange
- Eindeckung: Beton
- Verguss: Bitumen

Da es sich hierbei um ein attraktives Wohngebiet mit hochwertigen Neubauprojekten handelt, war eine signifikante Minderung der Lärm- und Erschütterungsemissionen das Ziel. Eine solche Maßnahme fördert bei innerstädtischen Bauprojekten die Akzeptanz des öffentlichen Personennahverkehrs durch die Anwohner. Die sehr guten Messergebnisse und das durchwegs positive Feedback der Anwohner bestätigen den erfolgreichen Einsatz des Embedded Rail Systems.

Graz (AT)

Im Jahr 2014 erfolgte ein Einbau des Embedded Rail Systems in einer Weiche in Graz mit konventionellen Spurstangen und Winkelhaltern. Die Eindeckung wurde mit Beton und Asphalt ausgeführt, der Verguss mit Bitumen.

Details

- Länge: 45 m Gleis
- Unterbau: Betonschutzschicht
- Schiene: Ri60
- Spurweite: 1435 mm
- Befestigung: Winkelhalter
- Spurhaltung: konventionelle Spurstange
- Eindeckung: Beton und Asphalt
- Verguss: Bitumen

Die Zielsetzung war, mit einer Kombination aus Embedded Rail System und einer individuellen Entkopplung diverser Weichenanbauteile wie Entwässerungskästen, Antriebe und Steuerungselemente die Lärm- und Erschütterungsemissionen bei geringer Bauhöhe zu minimieren.

6 Rahmenbedingungen und Leistungen

Rahmenbedingungen

- Eingedecktes Gleis, Feste Fahrbahn mit Betonunterbau
- Rillenschienen der Typen Ri59 und Ri60 (andere Typen auf Anfrage)
- Achslasten entsprechend dem Kundenwunsch
- Einsenkungen zwischen 0,5 mm und 2 mm

Leistungen

- Projektspezifische Auslegung und Lösungsentwicklung
- Sonderlösungen nach Bedarf
- Betreuung der Baustelle vor Ort
- Individuelle Berechnungen
- Erstellung von Verlegeplänen
- Kundenspezifische Prüfungen am hauseigenen Großprüfstand
- Unterstützung bei und Durchführung von messtechnischen Untersuchungen
- Überlassung spezieller Einbauwerkzeuge





Getzner Werkstoffe GmbH

Herrenau 5
6706 Bürs
Österreich
T +43-5552-201-0
F +43-5552-201-1899
info.buers@getzner.com

Getzner Werkstoffe GmbH

Am Borsigturm 11
13507 Berlin
Deutschland
T +49-30-405034-00
F +49-30-405034-35
info.berlin@getzner.com

Getzner Werkstoffe GmbH

Nördliche Münchner Str. 27a
82031 Grünwald
Deutschland
T +49-89-693500-0
F +49-89-693500-11
info.munich@getzner.com

Getzner Frankreich

Frédéric Caffin
3 place Jean Moulin
69800 St. Priest
Frankreich
T +33-6 77 59 51 65
frederic.caffin@getzner.com

Getzner Werkstoffe GmbH

Middle East Regional Office
Abdul - Hameed Sharaf Str. 114
Rimawi Center - Shmeisani
P. O. Box 961 303
Amman 11196, Jordanien
T +9626-560-7341
F +9626-569-7352
info@geme.jo

Nihon Getzner K.K.

6-8 Nihonbashi Odenma-cho
Chuo-ku, Tokio
103-0011, Japan
T +81-3-6842-7072
F +81-3-6842-7062
info.tokyo@getzner.com

Getzner India Pvt. Ltd.

1st Floor, Kaivalya
24 Tejas Society, Kothrud
Pune 411038, Indien
T +91-20-25385195
F +91-20-25385199

Beijing Getzner Trading Co.; Ltd.

Zhongyu Plaza, Office 1806
Gongti Beilu Jia No. 6
100027 Peking, PR China
T +86-10-8523-6518
F +86-10-8523-6578
info.beijing@getzner.com

Getzner USA, Inc.

8720 Red Oak Boulevard, Suite 528
Charlotte, NC, 28217, USA
T +1-704-966-2132
info.charlotte@getzner.com

www.getzner.com

