



Höchstgelegenes Sylomer®-Masse-Feder-System in Europa

Highest situated mass-spring system with Sylomer® in Europe

Vergleich der dynamischen Eigenschaften von Radsatz und Losradpaar – Ein theoretischer Beitrag zu einer fast vergessenen Technik

Comparison of dynamic properties of a conventional wheelset and an independently rotating wheelset – A theoretical contribution to an almost forgotten technology



Eisenbahnüberführung Peeneklappbrücke Anklam – Maschine oder Ingenieurbauwerk?

The rolling-lift railway bridge at Anklam: Machine or engineering structure?

The discrete event-based simulation for station operation in high speed railway

Diskrete ereignisbasierte Simulation des Bahnhofbetriebs im Hochgeschwindigkeitsverkehr



Vergleichende betriebliche Messungen zur Bestimmung des Energieverbrauchs von Klimaanlagen mit Luft und R134a als Kältemittel

Comparing investigation of the power consumption of HVAC units using air and HFC134a as a refrigerant during commercial operation

Höchstgelegenes Sylomer®-Masse-Feder-System in Europa

Highest situated mass-spring system with Sylomer® in Europe

Helmut Bertsch, Frastanz (Vorarlberg, Österreich)

Zusammenfassung

Der Streckenverlauf der Rhätischen Bahn am westlichen Orts- eingang der Gemeinde Samedan (Schweiz) wurde in neuer Lage bis zu 5 m abgesenkt. Grund ist die gewollte Trennung von Straße und Schiene. Für Samedan bedeutet dies eine markante Verbesserung der Verkehrssituation. Auf einer Länge von 288 m mit Fester Fahrbahn wurde ein Masse-Feder-System vorgesehen. Grund ist eine mögliche zukünftige Bebauung in Gleisnähe. Masse-Feder-Systeme werden eingesetzt, wo höchste Anforderungen an den Erschütterungsschutz gestellt werden. Aufgrund der geographischen Lage der Gemeinde Samedan auf über 1 700 m Meereshöhe sind Temperaturen von bis zu -30 °C keine Seltenheit. Umso mehr muss die Funktionalität des Masse-Feder-Systems dauerhaft gewährleistet sein. Die elastische Lagerung wurde vollflächig ausgeführt. Die zu erwartende Abstimmfrequenz des Oberbaus liegt hier bei etwa 17 Hz. Um eine bestmöglich homogene Zugüberfahrt in den Übergangsbereichen Feste Fahrbahn-Schotteroberbau zu erreichen, wurde dort durch definierten Einsatz von Unter- schottermatten die Bettungssteifigkeit angepasst.

1 Projektbeschreibung

Die Gemeinde Samedan befindet sich im Oberengadin. Mit seinem Zentrum in St. Moritz ist es ein Teil des Kantons Graubünden in der Schweiz. Die auf 1 700 m über Meer gelegene Ortschaft besitzt den höchstgelegenen Flughafen für zivile Luftfahrt in Europa. Ebenfalls befindet sich in Samedan der wichtigste Bahnverkehrsknoten der Region. Vier Linien (Chur-Albula, St. Moritz, Pontresina/Bernina, Unterengadin) treffen hier zusammen. Damit ist der Bahnhof Samedan das Zentrum des Bahnverkehrs im Oberengadin. Um den Bahnübergang „Sper l'En“ in Samedan aufzuheben, wurde die Bahnstrecke

der Rhätischen Bahn in diesem Bereich tiefergelegt. Anstatt des bisherigen, stark befahrenen Bahnübergangs mit direkt anschließender Kreuzung, wurde ein barrierefreier Ortszugang mit anschließendem Kreisverkehr errichtet. Projektbeteiligte bei der Tieferlegung der Rhätischen Bahn in Samedan:

- Bauherrschaft - Politische Gemeinde Samedan / Rhätische Bahn AG (Schweiz)
- Gesamtprojektleitung - EDY TOSCANO AG, Chur (Schweiz)
- Bahntechnik - Rhätische Bahn AG, Chur
- Oberbauleitung - LEPI-Bauplanung, Passugg-Araschgen (Schweiz)

- Örtliche Bauleitung - FHP - Foidl Hegland & Partner AG, Chur (seit 1.1.12 EDY TOSCANO AG, Chur)
- Erschütterungsgutachten - IFEC Consulenze SA, Rivera (Schweiz)
- Projektverfasser - Ingenieurbüro T. Cavigelli AG, Domat/Ems (Schweiz)
- Bauunternehmer - ARGE Lazzarini AG / Pitsch AG, Samedan / St. Moritz
- Verlegung des Masse-Feder-Systems - Firma Gleisbau Müller, Frauenfeld (Schweiz)
- Getzner Werkstoffe GmbH, Bürs (Österreich) - Berechnung und Lieferung der elastischen Lager für das Masse-Feder-System sowie für die Übergangsbereiche

Abstract

The original Rhaetian line in the municipality of Samedan has been lowered in order to separate the road from the railway. This will bring about significant improvements in traffic conditions in Samedan. A mass-spring system has been installed along a stretch of approximately 288 m in anticipation of possible future building work close to the track. Mass-spring systems are being installed in areas where very stringent vibration protection requirements are in place. As the municipality of Samedan is located more than 1 700 m above sea level, temperatures as low as -30 °C are not uncommon during the winter months. All the more reason to ensure that the mass-spring system works properly. Full-surface resilient bedding has been used. The expected natural frequency of the superstructure is in the region of 17 Hz. To allow trains to cross as smoothly as possible, ballast mats have been used to adjust the stiffness of the bedding at the points where the track crosses the mass-spring system.



Bild 1: Die Tieferlegung erfolgte über eine ca. 300 m lange, im Grundwasser liegende Betonwanne

Im Vorfeld der durchgeführten Umbauarbeiten zu diesem Projekt wurde die IFEC Consulenze SA für die Tieferlegung der Rhätischen Bahn mit der Ausarbeitung eines Konzepts für die Einhaltung der schweizerischen Planungsgrenzwerte im Bereich Körperschall und Erschütterungen beauftragt. Es sollten geeignete Maßnahmen für eine Schwingungs- isolierung zum Schutz sowohl der direkt neben der neuen Bahnstrecke stehenden Wohnbauten als auch der aktuell vorgesehenen Überbauung auf einer heute noch unbebauten Nachbarparzelle untersucht werden.

Nach eingehender Prüfung der Gegebenheiten sowie der Messergebnisse durch die IFEC Consulenze SA und den Projektverantwortlichen der Rhätischen Bahn wurde vorsorglich ein Masse-Feder-System (MFS) für den Erschütterungsschutz vorgesehen. Herzstück der Tieferlegung der Rhätischen Bahn ist eine 288 m lange im Grundwasser liegende Betonwanne, von der etwa 100 m als Tagbautunnel ausgeführt wurden (Bild 1).

Die Wannestrecke wurde über die gesamte Länge als Feste Fahrbahn (FF) errichtet. Diese Art der Oberbauausführung ist im Netz der Rhätischen Bahn bereits sehr oft zur Anwendung gekommen (Tunnel- und Straßenabschnitte) - zum

ersten Mal aber als Masse-Feder-System. Aufgrund der durchgeführten Erschütterungsmessungen vor Ort sowie der erstellten Prognose durch die zuständige IFEC Consulenze SA wurde eine elastische Lagerung der Festen Fahrbahn mit einer Abstimmfrequenz von ≤ 20 Hz (Oberbau und Zug) festgelegt.

2 Bahntechnische Daten und konstruktive Rahmenbedingungen

- Radsatzlast: 18 t (hauptsächlich Reiseverkehr)
- Spurweite: 1 000 mm
- Schientyp: SBB IV (54E2)
- Fahrgeschwindigkeit: 65 km/h
- Stärke der Gleistragplatte: 0,50 m
- Breite der Gleistragplatte: 2,40 m
- Fahrbahnübergänge von FF zu Schotteroberbau jeweils an den Wannenecken
- Temperaturen im Winter bis zu -30 °C
- Entwässerung des MFS in die für die Entwässerung des Bauwerks vorgesehenen Pumpschächte

3 Masse-Feder-Systeme - hoch wirksamer Körperschallschutz

Eines der Hauptprobleme des Schienenverkehrs sind Schwingungen, die sich vom Gleisoberbau auf die Umgebung übertragen. Dieses Problem wächst mit der zunehmenden Mobilität und dem steigenden Verkehrsaufkommen. Durch die Anregung von Gebäudeteilen und Einrich-

tungsgegenständen können Schwingungen zur Abstrahlung von hörbarem, so genanntem Sekundärluftschall (Lärm) führen (Bild 2). Je nach Einwirkungsstärke und -dauer bedeutet dies eine mehr oder weniger starke Belästigung für den Menschen. Des Weiteren ist bei mangelhafter Elastizität des Gleises mit erhöhtem Instandhaltungsaufwand aufgrund von Materialverschleiß zu rechnen.

Bauwerkschwingungen im Nahbereich von Gleisen werden in der Regel durch folgende Parameter beeinflusst:

- dynamische Eigenschaften des Fahrwegs,
- Radsatzlast und -abstand,
- Zustand der Fahrzeuge,
- abgenutzte Materialien (Rad, Schiene etc.) und
- Fahrgeschwindigkeit.

Zur Reduktion von Erschütterungen und Lärm stehen umfangreiche Maßnahmen zur Verfügung wie der Einsatz von Unterschottermatten, Schwellensolehnen, hoch elastischen Zwischenplatten, Zwischenlagern etc.

4 MFS zur Schwingungs- isolierung

Die wirkungsvollste Maßnahme stellt die „schwimmende“ Lagerung einer Festen Fahrbahn dar, das so genannte Masse-Feder-System. MFS werden dort eingesetzt, wo höchste Anforderungen an den Körperschall- und Erschütterungsschutz gestellt werden. Bei dieser Bauweise wird der gesamte Gleisoberbau von seiner Umgebung entkoppelt. Diese effektive Bau-

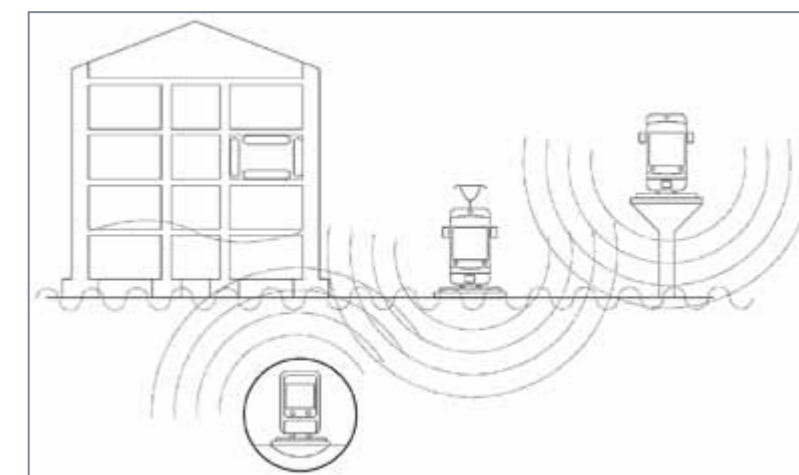


Bild 2: Schwingungen bzw. sekundärer Luftschall, erzeugt durch Schienenfahrzeuge

maßnahme verringert eine Übertragung bzw. Abstrahlung der störenden Schwingung in die nähere Umgebung. Alternativ

Werkstoffe (Bürs, Österreich), kann das „System schwingen“.

Die Wirkungsweise eines elastisch gelagerten Oberbaus lässt sich anhand eines Ersatzsystems, des so genannten Einmassenschwingers, sehr gut beschreiben. Viele Schwingungsprobleme können näherungsweise mit diesem einfachen physikalischen Modell diskutiert werden (Bild 3). Die Vergrößerungsfunktion eines MFS ist bei Annahme eines starren Untergrunds abhängig von der Federsteifigkeit (c), der Masse (m, Oberbaumasse + Radsatzmasse) und der Dämpfung (d). Bei konstanter Dämpfung gilt,

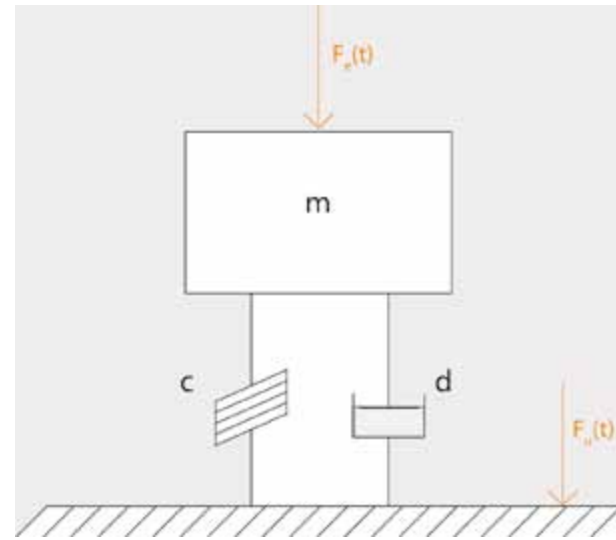


Bild 3: Wirkungsweise eines elastisch gelagerten Oberbaus

dazu gibt es noch die meist aufwändigere Variante, alle betroffenen Objekte, also die „Empfänger“ elastisch zu entkoppeln.

4.1 Wirkungsweisen von MFS

Durch den Einbau hoch elastischer Polyurethan(PUR)-Lagerelemente wie Sylodyn® und Sylomer® der Firma Getzner

dass die Vergrößerungsfunktion mit einer Verringerung der Steifigkeit bzw. einer Vergrößerung der Masse kleiner wird [1]. Wird die Oberbaumasse durch eine kurzzeitige äußere Kraft $F_e(t)$ aus der Gleichgewichtslage gebracht, so führt die Masse Schwingungen mit der Eigenfrequenz f_0 aus.

Wie schnell die Amplitude dieser Schwingung abklingt, hängt von der Dämpfung durch die Feder ab. Bei Sylomer®- und Sylodyn®-Werkstoffen wird die Dämpfung durch den mechanischen Verlustfaktor beschrieben. Zur Beurteilung eines Masse-Feder-Systems ist der Amplitudenfrequenzgang (Betrag der Übertragungsfunktion) zu ermitteln. Er beschreibt das Amplitudenverhältnis in Abhängigkeit der Frequenz f oder in Abhängigkeit des Frequenzverhältnisses zwischen der Fußpunktkraft $F_u(t)$ und der Erregerkraft $F_e(t)$ bei der Quellenisolation.

Bei der Schwingungsisolierung gibt es zwei Bereiche, nämlich einen Verstärkungsbereich und einen Isolationsbereich. Die Verstärkung entsteht nur dann, wenn eine Erregerfre-

quenz, die mit der Eigenfrequenz der elastischen Lagerung übereinstimmt, vorhanden ist oder eine breitbandige Anregung vorliegt.

Die Isolation beginnt ab einer Frequenz, die $\sqrt{2} \cdot f_0$ entspricht. Aus dem Amplitudenfrequenzgang ist zu ersehen, dass die Verstärkung bei der Isolationseigenfrequenz f_0 mit zunehmendem Dämpfungsgrad reduziert wird, während der Isolationsgrad mit zunehmender Dämpfung geringer wird. Für die Eigenschaften der Feder eines Masse-Feder-Systems bedeutet das, dass diese ein möglichst geringes Verhältnis von dynamischer zu statischer Steifigkeit aufweisen sollte. Die dynamische Steifigkeit des Lagers sollte außerdem durch Frequenz und Belastung nur eine geringe Veränderung erfahren.

4.2 Positive Effekte durch den Einsatz von PUR-Lagern bei MFS

- Verminderung von Erschütterungen und Lärm (sekundärer Luftschall),
- Reduktion der dynamischen Belastung (geringerer Verschleiß der Oberbaumkomponenten und Fahrzeuge),
- verminderte und gleichmäßigere Untergrundbeanspruchung,
- Vergrößerung der aktiven Fläche für dynamische Kräfte,
- erhöhter Komfort und ruhiger Bahnverkehr sowie
- geringere Instandhaltungskosten.

5 Ausführungsvarianten von MFS

Grundsätzlich wird zwischen vollflächigen, streifenförmigen und punktförmigen Bauformen von elastischen Lagern bei MFS unterschieden. Die Auslegung der elastischen Lager richtet sich nach der Bauausführung bzw. Bauart des MFS. Mit Hilfe eingehender Voruntersuchungen können die genauen Anforderungen für die Reduktion der Erschütterungen auf den jeweiligen Streckenabschnitten ermittelt werden. Hierbei hat sich beispielsweise das VibroScan®-Verfahren bewährt, bei dem künstlich Erschütterungen erzeugt werden. Aus den gewonnenen Ergebnissen können die notwendigen Maßnahmen abgeleitet werden. Auf diese Anforderungen wird das MFS abge-



Bild 4: VibroScan®

Wenn Präzision gefordert wird.



SPENO INTERNATIONAL

www.speno.ch
info@speno.ch

stimmt. Durch eine entsprechende Einteilung der Streckenabschnitte kann ein optimales Kosten-Nutzen-Verhältnis erzielt werden (Bild 4).

5.1 Vollflächige Lagerung

Mit einer vollflächigen Lagerung (Bild 5) werden Eigenfrequenzen zwischen 14 und 25 Hz realisiert. Bei diesem Frequenzbereich spricht man auch von einem „Leichten Masse-Feder-System“. Im Gegensatz zu den nachfolgenden Ausführungsvarianten, ist bei dieser Ausführung die Gleistragplatte relativ dünn. Aufgrund der geringeren Masse sind die erreichbaren Eigenfrequenzen begrenzt. Die Fahrbahn wird hierzu in den allermeisten Fällen mit Ortbeton errichtet. Der Vorteil dieser Lösung liegt in der einfachen und schnellen Bauweise. Gleichzeitig stellt diese Variante auch die kostengünstigste Lösung dar.

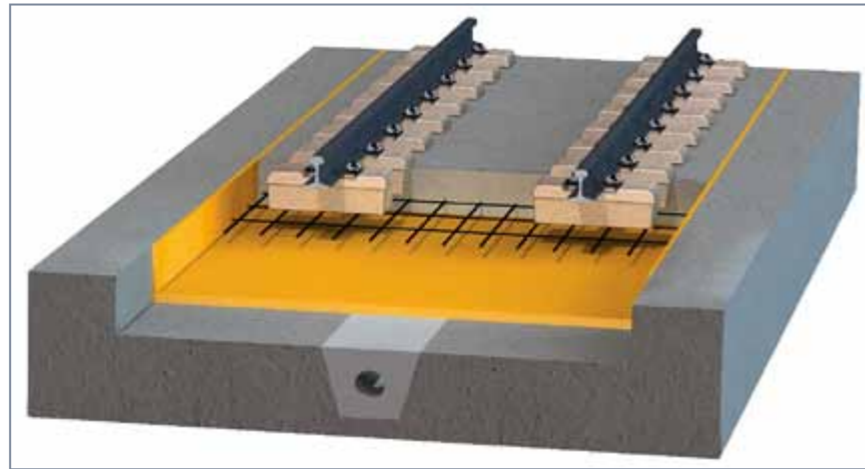


Bild 5: Ausführung eines vollflächigen Masse-Feder-Systems

5.2 Streifenförmige Lagerung

Diese Bauart wird bei MFS verwendet, die in Fertigteil-Bauweise (Betontrogplatte) oder in kombinierter Fertigteil-/Ortbeton-Bauweise ausgeführt werden (Bild 6). Es können Oberbau-Abstimmfrequenzen von 10 bis 15 Hz erreicht werden. Insgesamt ist aufgrund der höheren Masse die Körperschalldämmung höher als bei einer vollflächigen Lagerung. In diesem Frequenzbereich spricht man von einem „Mittelschweren Masse-Feder-System“.

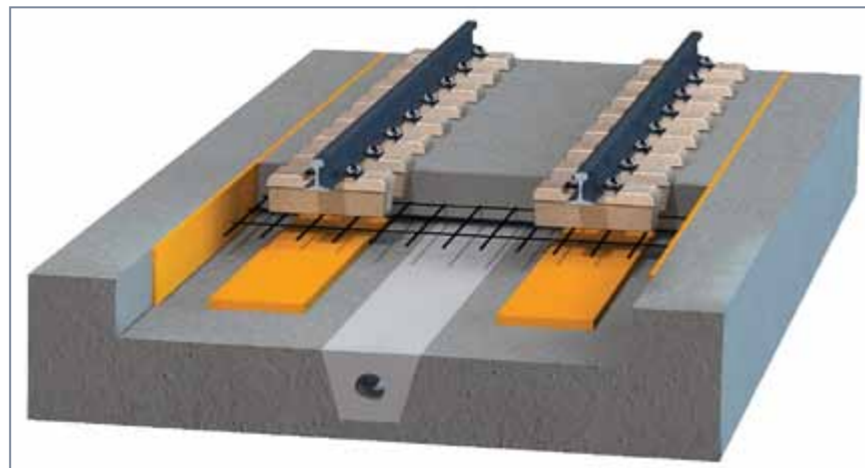


Bild 6: Ausführung eines streifenförmigen Masse-Feder-Systems

5.3 Punktförmige Lagerung

Die tiefsten Abstimmfrequenzen – 5 bis 12 Hz – sind mit Punktlagern erzielbar (Bild 7). Oft wird die Fahrbahnplatte in Ortbeton-Bauweise errichtet und nach dem Aushärten angehoben. Die Lager werden in Ausnehmungen in der Platte „eingeschoben“ und positioniert. Punktförmige Lagerungen erfüllen höchste Anforderungen an den Körperschallschutz. Mit dieser Lösung sind sehr tiefe Eigenfrequenzen und damit Einfügedämmungen von mehr als 30 dB bei 63 Hz realisierbar. Aufgrund der sehr dicken und damit schweren Gleistragplatten spricht man auch von „Schweren Masse-Feder-Systemen“.

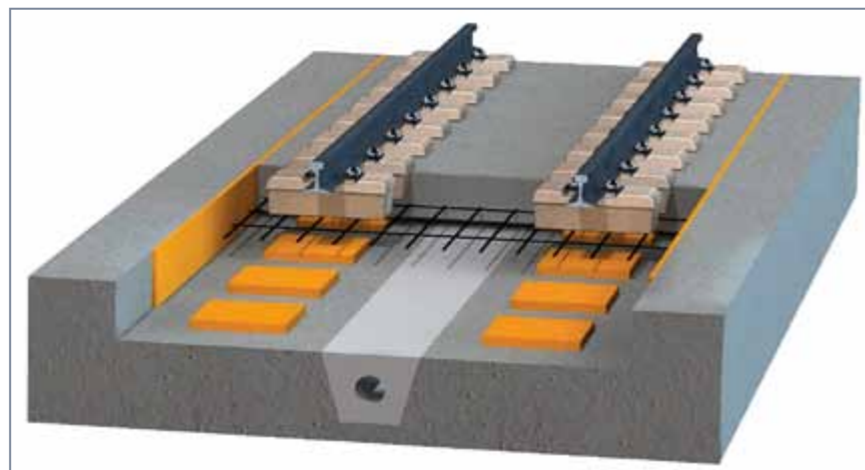


Bild 7: Ausführung eines punktförmigen Masse-Feder-Systems

Tafel 1: Unterschiede zwischen schweren und leichten Masse-Feder-Systemen [2]

	Schwere Masse-Feder-Systeme	Leichte Masse-Feder-Systeme
Eigenfrequenzen	7 bis 12 Hz	>12 bis 23 Hz
Plattenstärke	groß	gering
Mögliche Lagerung	Einzellager mit Elastomer Einzellager mit Stahlfedern	Streifenlager mit Elastomer Flächenlager mit Elastomermatten
Kontrolle und Ersetzbarkeit der Lager	Die Lagerschächte dienen dem Zugang zum Wechseln der Lager und ermöglichen eine Kontrolle der Lager und Tunnelsohle	Die Lagerung kann nur ersetzt werden, wenn die Platte aufgebohrt wird. Örtlich eingeschränkte Kontrollen sind durch Schächte oder Bohrungen denkbar.

Mittelschwere und schwere MFS werden größtenteils so konzipiert, dass ein Auswechseln der elastischen Elastomerlager jederzeit möglich ist. Die Bauart ist jedoch um einiges aufwändiger und damit kostenintensiver als beispielsweise bei einem leichten MFS.

Nachfolgend aufgelistet ist eine ungefähre Gewichtsangabe für die Gleistragplatte der jeweiligen MFS-Typen.

- Leichte Masse-Feder-Systeme (LMFS) ≤ 4 t/m
- Mittelschwere Masse-Feder-Systeme (MMFS) ≤ 8 t/m
- Schwere Masse-Feder-Systeme (SMFS) > 8 t/m

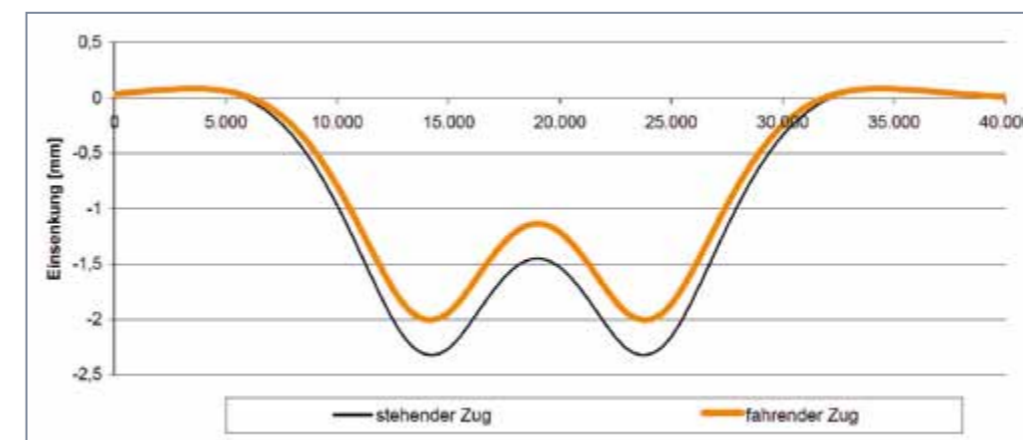


Bild 8: Biegelinie der Schieneneinsenkung

6 Die Getzner-Lösung

Aufgrund der technischen Anforderungen wurde seitens der IFEC Consulenze SA eine vollflächige Lösung vorgeschlagen. Durch den Einsatz einer Lagerung aus dem PUR-Werkstoff Sylomer® liegt die durch Getzner ermittelte zu erwartende Abstimmfrequenz bei 17 Hz und damit deutlich unterhalb der als Anforderung definierten Eigenfrequenz von ≤ 20 Hz. Die

zu erwartenden Schieneneinsenkungen (Prognose nach Zimmermann [3]) bei Zugüberfahrt (orangefarbene Biegelinie) sowie stehendem Zug (schwarze Biegelinie) können Bild 8 entnommen werden. Die durch den Einsatz der vorgeschlagenen vollflächigen Sylomer®-Lösung prognostizierte Reduktion der Erschütterungen liegt im relevanten Störfrequenzbereich von 63 Hz bei ca. 20 dB (Bild 9).

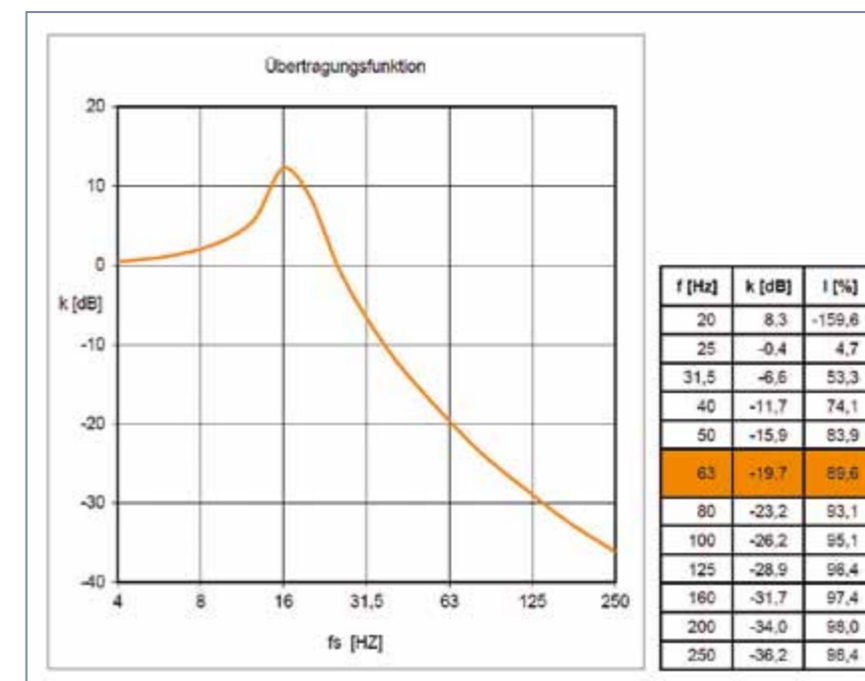


Bild 9: Übertragungsfunktion

6.1 Übergangsbereiche zwischen MFS und Unterschottermatten

Am Anfang und am Ende der Festen Fahrbahn befindet sich konventioneller Schotteroberbau mit Betonschwellen und einer Schotterstärke ≥ 50 cm. Gerade den Übergangsbereichen sollte besondere Aufmerksamkeit geschenkt werden, da sich hier die Bettungssteifigkeit sprunghaft ändert. Die daraus resultierenden dynamischen Belastungen erhöhen die



Bild 10: Übergangsbereich Feste Fahrbahn–Schotteroberbau mit Unterschottermatten Typ Sylomer® D 1519

Instandhaltungskosten und vermindern den Fahrkomfort. Durch den definierten Einsatz von Unterschottermatten auf den Übergangsplatten in den Übergangsbereichen konnten konstruktionsbedingte Steifigkeitsunterschiede wesentlich reduziert werden.

Eine annähernd konstante Schieneneinsenkung innerhalb des Übergangsbereichs reduziert die dynamische Stoßbelastung auf das Rad/Schiene-System sowie auf den gesamten Oberbau. Die durch die veränderte Oberbaukonstruktion entstehenden Steifigkeitssprünge werden durch die unterschiedlichen Steifigkeiten (Bettungsmodule) der eingesetzten Getzner-Materialien minimiert. Der Instandhaltungsaufwand an Übergängen kann durch den geziel-

ten Einsatz von elastischen Lagern reduziert werden. Die Länge des Übergangsbereichs bzw. der Übergangsplatten beim MFS in Samedan beträgt auf beiden Seiten sechs bzw. acht Meter (Bild 10).

Für einen optimierten Übergang auf das MFS wurde eine Unterschottermatte mit dem statischen Bettungsmodul von $c_{stat} = 0,15 \text{ N/mm}^3$ (gemessen nach DIN45673-5) eingesetzt.

6.2 Zusätzliche Anforderungen bei tiefen Temperaturen

Durch die außergewöhnliche geographische Lage der Gemeinde Samedan auf über 1700 m Meereshöhe und die daraus resultierenden klimatischen Extrema werden an das MFS zusätzliche Anforderungen gestellt. Während der Wintermonate sind längere Phasen mit Temperaturen von -30 °C keine Seltenheit. Umso mehr ist die Funktionalität des MFS bei diesen Rahmenbedingungen (Frost/Eis) dauerhaft zu gewährleisten. Tunnel und Wanne befinden sich im Grundwasser und sind rundherum gegen eindringendes Grund-



Bild 11: Einbau der Seitenmatten inkl. Drainagematte zur Entwässerung

wasser abgedichtet und thermisch isoliert. Für die Entwässerung des Oberflächen-(Meteor)wassers sind im Ganzen

vier Pumpschächte installiert worden. Das Wasser wird überwiegend in offenen, beheizbaren Wasserrinnen beidseitig der Festen Fahrbahn abgeleitet. Zwei Pumpschächte werden über die Wintermonate beheizt.

Um eine zusätzliche kontrollierte flächige Entwässerung beim MFS zu gewährleisten, wurden im Eckbereich – auf der gesamten Troglänge – Drainagematten (Enkadrain® CK 20) angebracht. Auf das Enkadrain® wurden Sylomer®-Seitenmatten gestellt (Bilder 11 und 12). Das Wasser im Enkadrain®-Bereich wird über vier Querrinnen direkt in die benachbarten Pumpschächte geführt. Dadurch kann für das MFS eine ausreichende Entwässerung auch bei (starkem) Wassereintritt gewährleistet werden. Zur Verhinderung eines Meteorwasserintrags auf das MFS wurden über den seitlich – an der Wasserrinne geklebten Seitenmatten durchgehend winter- und frosttaugliche elastische Fugen eingebaut. Masse-Feder-Systeme werden dort eingesetzt, wo höchste Anforderungen an den

Erschütterungsschutz gestellt werden. In der heutigen schnelllebigen, näher zusammengerückenden Welt, in der Mobilität eine wichtige Rolle spielt, sind Maßnahmen gegen Erschütterungen in besiedelten Gebieten unabdingbar. – A 103 –

(Indexstichworte: Eisenbahnbau, Fahrwegtechnik)

(Bildnachweis: Bilder 1 bis 3 und 5 bis 12, Getzner; Bild 4, Steinhauser Consulting Engineers ZT-GmbH, Wien)

Literatur

- [1] Pichler, D.; Mechtler, R.; Plank, R.: Entwicklung eines neuartigen Masse-Feder-Systems zur Vibrationsverminderung bei Eisenbahntunnels, Bauingenieur Ausgabe 71, Springer-VDI-Verlag, 1997.
- [2] Darr, E.; Fiebig, W.: Feste Fahrbahn – Konstruktion und Bauarten für Eisenbahn und Straßenbahn, VDEI Schriftenreihe, Eurailpress Tetzlaff-Hestra GmbH & Co. KG, Hamburg 2006. S. 196.
- [3] Eisenmann, J.: Die Schiene als Träger mit Fahrbahn – theoretische Grundlagen und praktische Beispiele, in: Fastenrath, F.: Die Eisenbahnschiene – Theoretische und praktische Hinweise zur Beanspruchung, Verlag: Wilhelm Ernst & Sohn, Berlin, München, Düsseldorf 1977. S. 9–78.

Sonderdruck – auch englischsprachig – sofort lieferbar

ÖVG-Sonderheft: Strategie der Fahrweginstandhaltung

Ein Standardwerk zur Fahrwegoptimierung des Rad/Schiene-Systems.

Die Erhaltung der Funktionsfähigkeit der Gleisanlagen hat unmittelbare technische und betriebswirtschaftliche Auswirkungen. Ziel sollte daher eine automatisierte, technisch wirtschaftlich optimierte und zugleich zustandabhängige Fahrweginstandhaltung sein. Die Österreichische Verkehrswissenschaftliche Gesellschaft (ÖVG) und hier insbesondere der Arbeitsausschuss Eisenbahntechnik (Fahrweg) behandelt diese Fragen sehr intensiv. Als Ergebnis dieser Arbeit ist das ÖVG-Sonderheft Strategie der Fahrweginstandhaltung entstanden.

In 13 Beiträgen beschäftigen sich hochkarätige Autoren mit den wesentlichen Bereichen der Thematik. Von der Inspektion und Vermessung über die Prognose der Qualitätsentwicklung, von der Untersuchung des Verschleißes durch Rollkontakt, bis zur Weiche und den Maschinen zur Instandhaltung wird die gesamte Bandbreite erörtert.

Diese Ausgaben sind exklusiv in der Reihe Sonderhefte bei ZEVrail erschienen.

104 Seiten (96 Seiten in der englischsprachigen Edition) mit ca. 150 Abbildungen. Preis: 34,00 Euro

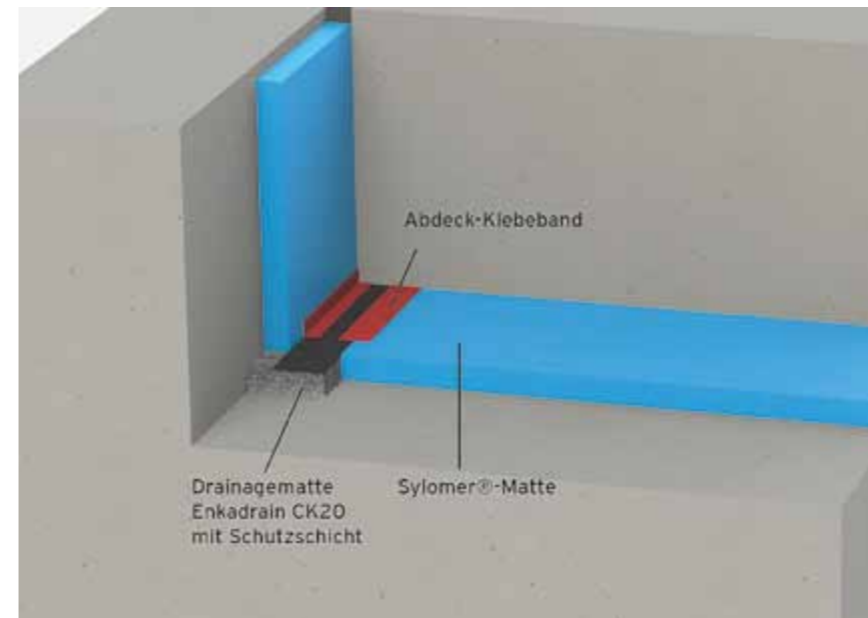


Bild 12: Prinzip des Einbaus zur Entwässerung



Helmut Bertsch (31). Seit 2002 für die Getzner Werkstoffe GmbH, Bürs im Bereich des Regional Customer Service tätig. Schwerpunkte im Bahnbereich mit den Produkten Schwellensohlen und Masse-Feder-Systeme; Markt-

schwerpunkt: Schweiz; Auszug betreuter Referenzprojekte: Gotthardtunnel, Glattalbahn, Durchmesserlinie Zürich, Hubelmatntunnel-Luzern.

Anschrift: Getzner Werkstoffe GmbH, Herrenau 5, 6706 Bürs, Österreich.

E-Mail: helmut.bertsch@getzner.com