



Development | Design | Production | Installation

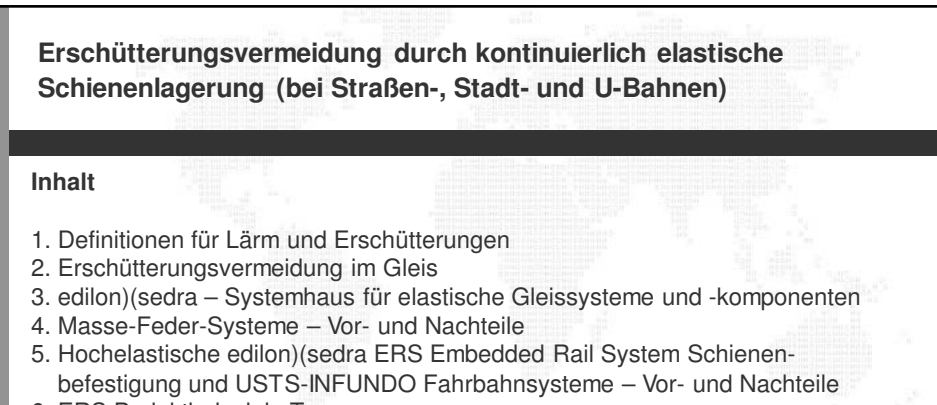
Erschütterungsvermeidung durch kontinuierlich elastische Schienenlagerung

Martin Hanisch
Produktmanager ERS / INFUNDO-Systeme
edilon|sedra GmbH, München

Solutions that won't shake the world...

ÖVG-Symposium: Erschütterungen bei Schienenbahnen
Technische Universität Graz, 9. September 2013

edilon|sedra



Erschütterungsvermeidung durch kontinuierlich elastische Schienenlagerung (bei Straßen-, Stadt- und U-Bahnen)

Inhalt

1. Definitionen für Lärm und Erschütterungen
2. Erschütterungsvermeidung im Gleis
3. edilon|sedra – Systemhaus für elastische Gleissysteme und -komponenten
4. Masse-Feder-Systeme – Vor- und Nachteile
5. Hochelastische edilon|sedra ERS Embedded Rail System Schienenbefestigung und USTS-INFUNDO Fahrbahnsysteme – Vor- und Nachteile
6. ERS Projektbeispiele Tram
7. Schlussfolgerungen und Fazit

Solutions that won't shake the world...

ÖVG-Symposium: Erschütterungen bei Schienenbahnen
Technische Universität Graz, 9. September 2013

edilon|sedra

Erschütterungsvermeidung durch kontinuierlich elastische Schienenlagerung (bei Straßen-, Stadt- und U-Bahnen)

1. Definitionen für Lärm und Erschütterungen

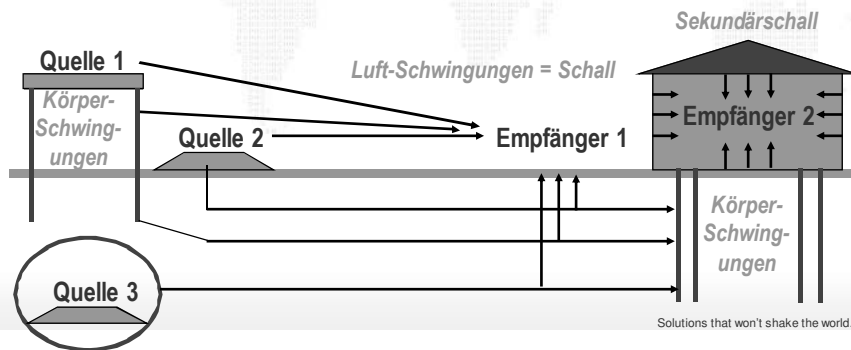
Solutions that won't shake the world...

ÖVG-Symposium: Erschütterungen bei Schienenbahnen
Technische Universität Graz, 9. September 2013

edilon)(sedra

Definitionen für Lärm und Erschütterungen

Übertragungswege Schall



Solutions that won't shake the world...

edilon)(sedra

Definitionen für Lärm und Erschütterungen

Normative Grundlagen

A	ÖNORM S 9012	Beurteilung der Einwirkung von Schwingungsimmissionen des landgebundenen Verkehrs auf den Menschen in Gebäuden – Schwingungen und sekundärer Luftschall
D	DIN 4150-2 VDI 2057 Blatt 1	Erschütterungen im Bauwesen – Teil 2: Einwirkungen auf Menschen in Gebäuden Einwirkung mechanischer Schwingungen auf den Menschen – Ganzkörper-Schwingungen
International	ISO 2631-1 ISO 2631-2 ISO 14837-1	Mechanische Schwingungen und Stöße – Bewertung der Einwirkungen von Ganzkörper-Schwingungen auf den Menschen - Teil 1: Allgemeine Anforderungen - Teil 2: Vibrationen in Gebäuden (1 Hz bis 80 Hz) Mechanische Schwingungen – Erschütterungen und sekundärer Luftschall aus dem Schienenverkehr – Teil 1: Allgemeine Anleitungen


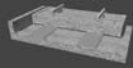

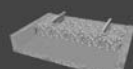
Solutions that won't shake the world...

ÖVG-Symposium: Erschütterungen bei Schienenbahnen
Technische Universität Graz, 9. September 2013

edilon)(sedra

Definitionen für Lärm und Erschütterungen

Typische Wirkungsbereiche verschiedener Gleisbauarten

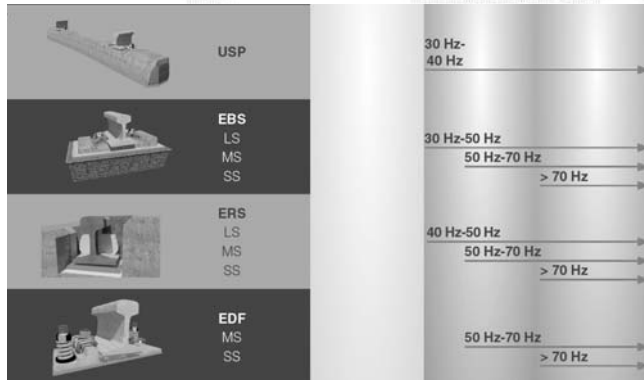
	Typical resonant frequencies		
	Level 2 Insertion loss at 63 Hz > 20 dB	Level 1 Insertion loss at 63 Hz 10-20 dB	Level 0 Insertion loss at 63 Hz 0-10 dB
 FST Bearings	5 Hz-15 Hz		
 FST Strips	10 Hz-20 Hz		
 FST Mats	15 Hz-25 Hz		
 SBM	20 Hz-40 Hz		

Solutions that won't shake the world...

edilon)(sedra

Definitionen für Lärm und Erschütterungen

Typische Wirkungsbereiche verschiedener Gleisbauarten



Solutions that won't shake the world...

ÖVG-Symposium: Erschütterungen bei Schienenbahnen
Technische Universität Graz, 9. September 2013

edilon)(sedra

Erschütterungsvermeidung durch kontinuierlich elastische Schienenlagerung (bei Straßen-, Stadt- und U-Bahnen)

1. Definitionen für Lärm und Erschütterungen
2. Erschütterungsvermeidung im Gleis

Solutions that won't shake the world...

ÖVG-Symposium: Erschütterungen bei Schienenbahnen
Technische Universität Graz, 9. September 2013

edilon)(sedra

Erschütterungsvermeidung im Gleis

A Masse-Feder-Systeme (MFS)

Leichtes MFS	Flächenlager	
Schweres MFS	Flächenlager	
	Streifenlager	
	Punktlager	

(Grafiken: rail.one)

Elastomerblöcke

Metallfedern

Solutions that won't shake the world...

edilon) sedra

ÖVG-Symposium: Erschütterungen bei Schienenbahnen
Technische Universität Graz, 9. September 2013

Erschütterungsvermeidung im Gleis

B Elastische Schwellenlagerung

Beispiele:
Schottergleis



(Grafik: Wiener Linien)

U-Bahn Wien



(Grafik: VDV)

Rasengleis Bauart Stuttgart/Bremen




Solutions that won't shake the world...

edilon) sedra

ÖVG-Symposium: Erschütterungen bei Schienenbahnen
Technische Universität Graz, 9. September 2013

Erschütterungsvermeidung im Gleis

C Elastische Schienenstützpunkte

Beispiele:

Bauart 1403d
(Foto: Clouth)



Kölner Ei
(Foto: Clouth)



Delta-Lager



elastische Zwischenplatten
(Foto: Clouth)



Solutions that won't shake the world...

ÖVG-Symposium: Erschütterungen bei Schienenbahnen
Technische Universität Graz, 9. September 2013

edilon) (sedra

Erschütterungsvermeidung im Gleis

D Kontinuierlich elastische Schienenlagerung

Elastischer Schienenunterguss



Elastische Schienenummantelung



Elastische Schienenfußprofile



Elastischer Schienenverguss/-umguss
(Embedded Rail Systeme)



Solutions that won't shake the world...

ÖVG-Symposium: Erschütterungen bei Schienenbahnen
Technische Universität Graz, 9. September 2013

edilon) (sedra

Erschütterungsvermeidung im Gleis

E Die Fahrzeuge

Reduzierung der unabgefederten Massen

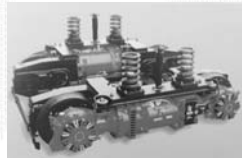
Reduzierung des Fahrzeuggewichts (Leichtbau)

versus

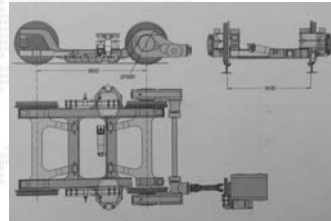
Niederflurtechnologie

Anstieg der Achslaster

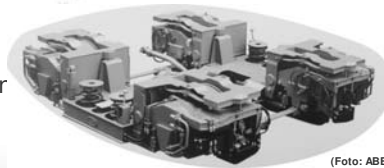
Radnabenmotor



(Foto: SIEMENS)



(Grafik/Foto: MAN-GHH)



(Foto: ABB-Henschel)



Solutions that won't shake the world...

ÖVG-Symposium: Erschütterungen bei Schienenbahnen
Technische Universität Graz, 9. September 2013

edilon)(sedra

Erschütterungsvermeidung durch kontinuierlich elastische Schienenlagerung (bei Straßen-, Stadt- und U-Bahnen)

1. Definitionen für Lärm und Erschütterungen
2. Erschütterungsvermeidung im Gleis
3. **edilon)(sedra – Systemhaus für elastische Gleissysteme und -komponenten**

Solutions that won't shake the world...

ÖVG-Symposium: Erschütterungen bei Schienenbahnen
Technische Universität Graz, 9. September 2013

edilon)(sedra

**edilon)(sedra –
Systemhaus für elastische Gleissysteme und -komponenten**

edilon)(sedra Urban Slab Track Systems USTS-INFUNDO Fahrbahnssysteme

Standardisierte Fahrbahnssysteme zur Aufnahme der edilon)(sedra ERS Embedded Rail System Schienenbefestigung:

INFUNDO-LR-MTP	monolithische Ortbetontragplatte
INFUNDO-LR-HFT	Halbfertigteile auf monolithischer Ortbetontragplatte
INFUNDO-LR-FT	Betonfertigteile-Gleistragplatten auch BÜ-Systeme: STELFUNDO INFUNDO-LC
INFUNDO-LR-MT	Betonfertigteile-Eindeckplatten auf monolithischer Ortbetontragplatte
INFUNDO-LR-DA	direkt aufgelagerte Schienentröge auf Ingenieurbauwerk
INFUNDO-LR-ST Mk I	Stahltragsystem (geschlossen) auf Ortbetontragplatte
INFUNDO-LR-ST Mk II	Stahltragsystem in Schutzbeton oder Estrichbelägen
INFUNDO-LR-ST Mk III	Stahltragsystem (offen) auf Ortbetontragplatte
INFUNDO-LR-SW	Stahlwinkeltrogssystem auf Ortbetontragplatte

Solutions that won't shake the world...

ÖVG-Symposium: Erschütterungen bei Schienenbahnen
Technische Universität Graz, 9. September 2013

edilon)(sedra

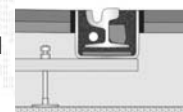
**edilon)(sedra –
Systemhaus für elastische Gleissysteme und -komponenten**

edilon)(sedra Urban Slab Track Systems USTS-INFUNDO Fahrbahnssysteme

INFUNDO-LR-MTP



INFUNDO-LR-ST Mk I



INFUNDO-LR-HFT



INFUNDO-LR-ST Mk II



INFUNDO-LR-FT



INFUNDO-LR-ST Mk III



INFUNDO-LR-MT



INFUNDO-LR-SW



INFUNDO-LR-DA



Solutions that won't shake the world...

edilon)(sedra

edilon)(sedra – Systemhaus für elastische Gleissysteme und -komponenten

edilon)(sedra ERS Embedded Rail System Schienenbefestigung ERS-LR für Straßen-, Stadt- und U-Bahnen

Alle Schienenprofile (z.B. 60R2)

Füllkörper

Einfederungsmatte

Beton- oder Stahltrugkonstruktion

EDILON Corkelast®

Solutions that won't shake the world...

ÖVG-Symposium: Erschütterungen bei Schienenbahnen
Technische Universität Graz, 9. September 2013

edilon)(sedra

edilon)(sedra – Systemhaus für elastische Gleissysteme und -komponenten

edilon)(sedra ERS Embedded Rail System Schienenbefestigung ERS-LR für Straßen-, Stadt- und U-Bahnen

Vertikale Systemsteifigkeit	ERS-Typ	ERS-Strip	Vergussmasse
gering	-SS-eco	kein Strip	TO/VA-60
mittel	-MS1	Strip 3000/10	TO/VA-60
	-MS2	Strip 2000/12	VA-60
	-MS3	Strip 2000/12	VA-40
	-MS4	Strip 2000/16	VA-40
hochelastisch	-LSx	Strip 2000/24	VA-40
	-LS	Strip 2000/30	VA-40

Solutions that won't shake the world...

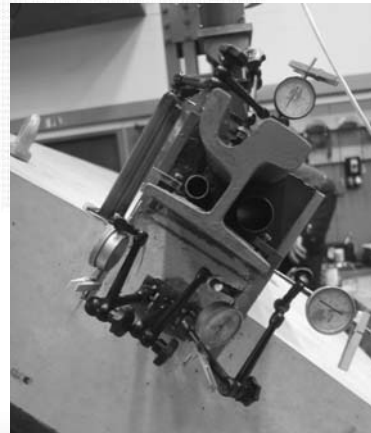
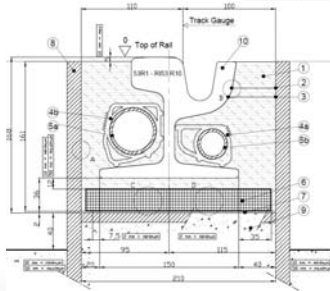
ÖVG-Symposium: Erschütterungen bei Schienenbahnen
Technische Universität Graz, 9. September 2013

edilon)(sedra

**edilon)(sedra –
Systemhaus für elastische Gleissysteme und -komponenten**

**Beispiel:
Prüfkörper für Projekt Bern Marktgasse
TU München**

ERS-LR-LG-53R1-LSx



Solutions that won't shake the world...

ÖVG-Symposium: Erschütterungen bei Schienenbahnen
Technische Universität Graz, 9. September 2013

edilon)(sedra

**edilon)(sedra –
Systemhaus für elastische Gleissysteme und -komponenten**

edilon)(sedra elastische Vergussmassen

Elastischer Schienenunterguss

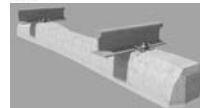


elastischer Schwellenunterguss



edilon)(sedra TRACKELAST Mattensysteme

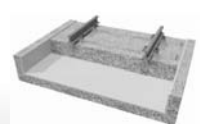
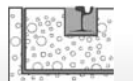
Schwellenbesohlung



Unterschottermatten



Masse-Feder-Systeme



Solutions that won't shake the world...

ÖVG-Symposium: Erschütterungen bei Schienenbahnen
Technische Universität Graz, 9. September 2013

edilon)(sedra

edilon)(sedra – Systemhaus für elastische Gleissysteme und -komponenten

Weitere edilon)(sedra Systeme

EBS
EDILON Corkelast Embedded Block System



EDF
EDILON Direct Fastening System



Sedra SDS



Solutions that won't shake the world...

ÖVG-Symposium: Erschütterungen bei Schienenbahnen
Technische Universität Graz, 9. September 2013

edilon)(sedra

Erschütterungsvermeidung durch kontinuierlich elastische Schienenlagerung (bei Straßen-, Stadt- und U-Bahnen)

1. Definitionen für Lärm und Erschütterungen
2. Erschütterungsvermeidung im Gleis
3. edilon)(sedra – Systemhaus für elastische Gleissysteme und -komponenten
4. **Masse-Feder-Systeme – Vor- und Nachteile**

Solutions that won't shake the world...

ÖVG-Symposium: Erschütterungen bei Schienenbahnen
Technische Universität Graz, 9. September 2013

edilon)(sedra

Masse-Feder-Systeme – Vor- und Nachteile

Vorteile

- A** hohe Masse (= Fahrbahnplatte plus Gleiseindeckung)
- B** großer Wirkungsbereich (Frequenzbereich)
- C** gutes Dämpfungsverhalten (Einfügedämmmaß)



Solutions that won't shake the world...

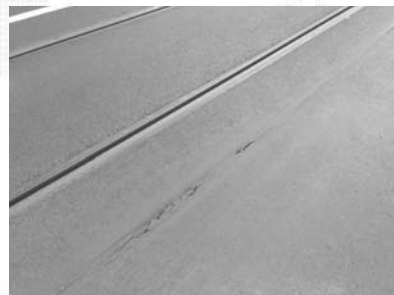
ÖVG-Symposium: Erschütterungen bei Schienenbahnen
Technische Universität Graz, 9. September 2013

edilon(sedra)

Masse-Feder-Systeme – Vor- und Nachteile

Nachteile

- A** Fahrbahnfugenproblematik im Straßenraum
- B** große Bauhöhe erforderlich (sehr weiches Auflager für Betontragplatte versus Dauerschwingfestigkeit/Ermüdungsnachweis der Tragplatte)
- C** Nachträgliche Änderung der Steifigkeit nur durch Neubau möglich (Flächenlager)



Solutions that won't shake the world...

ÖVG-Symposium: Erschütterungen bei Schienenbahnen
Technische Universität Graz, 9. September 2013

edilon(sedra)

Erschütterungsvermeidung durch kontinuierlich elastische Schienenlagerung (bei Straßen-, Stadt- und U-Bahnen)

1. Definitionen für Lärm und Erschütterungen
2. Erschütterungsvermeidung im Gleis
3. edilon)(sedra – Systemhaus für elastische Gleissysteme und -komponenten
4. Masse-Feder-Systeme – Vor- und Nachteile
5. **Hochelastische edilon)(sedra ERS Embedded Rail System Schienenbefestigung und USTS-INFUNDO Fahrbahnssysteme – Vor- und Nachteile**

Solutions that won't shake the world...

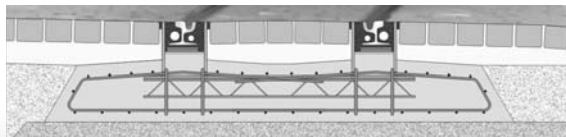
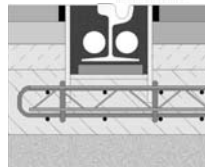
ÖVG-Symposium: Erschütterungen bei Schienenbahnen
Technische Universität Graz, 9. September 2013

edilon)(sedra

Hochelastische edilon)(sedra ERS Embedded Rail System Schienenbefestigung und USTS-INFUNDO Fahrbahnssysteme

Vorteile

- A** Elastizität innerhalb von Schienentrogkonstruktion gebündelt und gefasst.



Solutions that won't shake the world...

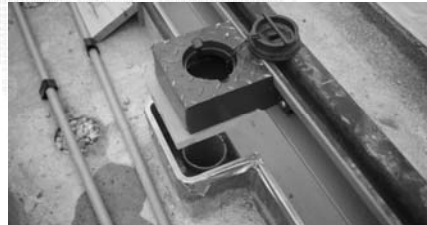
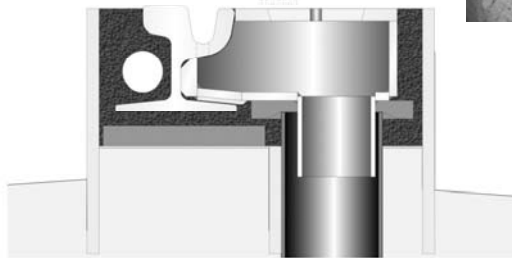
ÖVG-Symposium: Erschütterungen bei Schienenbahnen
Technische Universität Graz, 9. September 2013

edilon)(sedra

**Hochelastische edilon)(sedra ERS Embedded Rail System
Schienenbefestigung und USTS-INFUNDO Fahrbahnsysteme**

Vorteile

B Alle Einbau-/Anbauteile ebenfalls hochelastisch gelagert und zusätzlich mechanisch eingefasst.



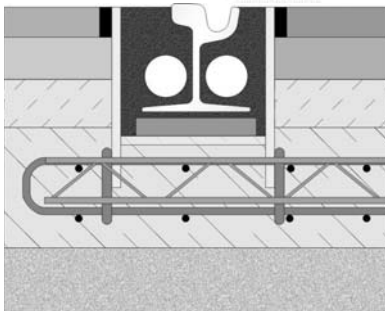
ÖVG-Symposium: Erschütterungen bei Schienenbahnen
Technische Universität Graz, 9. September 2013

edilon)(sedra

**Hochelastische edilon)(sedra ERS Embedded Rail System
Schienenbefestigung und USTS-INFUNDO Fahrbahnsysteme**

Vorteile

C Keine Bitumen-Fugenproblematik



Solutions that won't shake the world...

ÖVG-Symposium: Erschütterungen bei Schienenbahnen
Technische Universität Graz, 9. September 2013

edilon)(sedra

**Hochelastische edilon)(sedra ERS Embedded Rail System
Schienenbefestigung und USTS-INFUNDO Fahrbahnsysteme**

Vorteile

D Keine aufwendige Fahrbahnfugenkonstruktion notwendig



Solutions that won't shake the world...

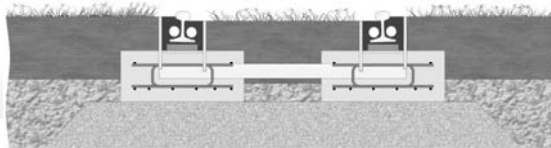
ÖVG-Symposium: Erschütterungen bei Schienenbahnen
Technische Universität Graz, 9. September 2013

edilon)(sedra

**Hochelastische edilon)(sedra ERS Embedded Rail System
Schienenbefestigung und USTS-INFUNDO Fahrbahnsysteme**

Vorteile

E Kein Anschlussproblem für Gleiseindeckung (Pflaster, Asphalt, Rasen, etc.)



Solutions that won't shake the world...

edilon)(sedra

**Hochelastische edilon)(sedra ERS Embedded Rail System
Schienenbefestigung und USTS-INFUNDO Fahrbahnsysteme**

Vorteile

F Kein Problem unter Schwerlast-Straßenverkehr



Solutions that won't shake the world...

edilon)(sedra

**Hochelastische edilon)(sedra ERS Embedded Rail System
Schienenbefestigung und USTS-INFUNDO Fahrbahnsysteme**

Vorteile

G Verwendung „echter“ Rillenschienen und von Sonderprofilen möglich



Solutions that won't shake the world...

ÖVG-Symposium: Erschütterungen bei Schienenbahnen
Technische Universität Graz, 9. September 2013

edilon)(sedra

**Hochelastische edilon)(sedra ERS Embedded Rail System
Schienenbefestigung und USTS-INFUNDO Fahrbahnsysteme**

Vorteile

H Rillenschienen sind aufschweißbar
(besonders wichtig in engen Radien,
Weichen, Gleiskreuzungen, etc.)



Solutions that won't shake the world...

ÖVG-Symposium: Erschütterungen bei Schienenbahnen
Technische Universität Graz, 9. September 2013

edilon)(sedra

**Hochelastische edilon)(sedra ERS Embedded Rail System
Schienenbefestigung und USTS-INFUNDO Fahrbahnsysteme**

Vorteile

I Verwendung in Radien bis < 20 m möglich



Solutions that won't shake the world...

ÖVG-Symposium: Erschütterungen bei Schienenbahnen
Technische Universität Graz, 9. September 2013

edilon)(sedra

**Hochelastische edilon)(sedra ERS Embedded Rail System
Schienenbefestigung und USTS-INFUNDO Fahrbahnsysteme**

Vorteile

J Kein Problem mit Bogenatmung



ÖVG-Symposium: Erschütterungen bei Schienenbahnen
Technische Universität Graz, 9. September 2013

edilon)(sedra

**Hochelastische edilon)(sedra ERS Embedded Rail System
Schienenbefestigung und USTS-INFUNDO Fahrbahnsysteme**

Vorteile

K Weichen und Kreuzungen bis hin zu
Gleisdreiecken und Vollsternen ausführbar



Solutions that won't shake the world...

ÖVG-Symposium: Erschütterungen bei Schienenbahnen
Technische Universität Graz, 9. September 2013

edilon)(sedra

Hochelastische edilon)(sedra ERS Embedded Rail System Schienenbefestigung und USTS-INFUNDO Fahrbahnsysteme

Vorteile

- L keine Spurstangen



Solutions that won't shake the world...

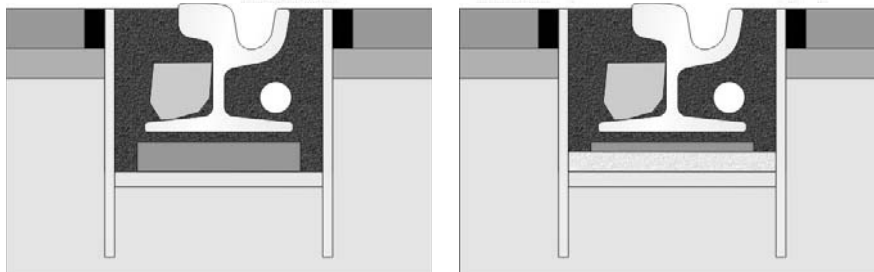
ÖVG-Symposium: Erschütterungen bei Schienenbahnen
Technische Universität Graz, 9. September 2013

edilon)(sedra

Hochelastische edilon)(sedra ERS Embedded Rail System Schienenbefestigung und USTS-INFUNDO Fahrbahnsysteme

Vorteile

- M Nachträgliche Änderung der Systemsteifigkeit durch Schienenwechsel möglich



Solutions that won't shake the world...

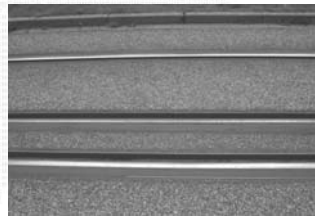
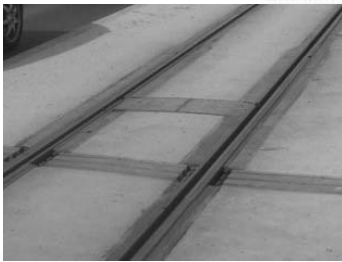
ÖVG-Symposium: Erschütterungen bei Schienenbahnen
Technische Universität Graz, 9. September 2013

edilon)(sedra

**Hochelastische edilon)(sedra ERS Embedded Rail System
Schienenbefestigung und USTS-INFUNDO Fahrbahnsysteme**

Vorteile

N Kombination mit allen Arten von Gleiseindeckungen und USTS-INFUNDO-Bauarten möglich



Solutions that won't shake the world...

ÖVG-Symposium: Erschütterungen bei Schienenbahnen
Technische Universität Graz, 9. September 2013

edilon)(sedra

**Hochelastische edilon)(sedra ERS Embedded Rail System
Schienenbefestigung und USTS-INFUNDO Fahrbahnsysteme**

INFUNDO-LR-	MTP	FT	HFT	ST	SW
Echtpflaster					
Prägebeton					
Beton					
Asphalt					
Rasen					

Solutions that won't shake the world...

ÖVG-Symposium: Erschütterungen bei Schienenbahnen
Technische Universität Graz, 9. September 2013

edilon)(sedra

Hochelastische edilon)(sedra ERS Embedded Rail System Schienenbefestigung und USTS-INFUNDO Fahrbahnsysteme

Nachteile

- A** hohe Investitionskosten
- B** geringe wirksame Masse
- C** Erhöhung des Luftschalls aus Eigenvibration der Schiene
(relativ geringe Dämpfung)

Solutions that won't shake the world...

ÖVG-Symposium: Erschütterungen bei Schienenbahnen
Technische Universität Graz, 9. September 2013

edilon)(sedra

Erschütterungsvermeidung durch kontinuierlich elastische Schienenlagerung (bei Straßen-, Stadt- und U-Bahnen)

1. Definitionen für Lärm und Erschütterungen
2. Erschütterungsvermeidung im Gleis
3. edilon)(sedra – Systemhaus für elastische Gleissysteme und -komponenten
4. Masse-Feder-Systeme – Vor- und Nachteile
5. Hochelastische edilon)(sedra ERS Embedded Rail System Schienen-
befestigung und USTS-INFUNDO Fahrbahnsysteme – Vor- und Nachteile
- 6. ERS Projektbeispiele Tram**

Solutions that won't shake the world...

ÖVG-Symposium: Erschütterungen bei Schienenbahnen
Technische Universität Graz, 9. September 2013

edilon)(sedra

Projektbeispiele Tram

Guntramsdorf (A), Feldgasse, Wiener Lokalbahn AG



Solutions that won't shake the world...

edilon)(sedra

Projektbeispiele Tram

Guntramsdorf (A), Feldgasse, Wiener Lokalbahn AG

ERS-System:	ERS-LR-LV-49E1-SS und ERS-LR-LV-49E1-MS2
USTS-INFUNDO-System:	INFUNDO-LR-HFT
MFS-Matten:	TRACKELAST ELM 300/24
Schienenprofil:	49E1 (S49)
Projektlänge:	2 x 398 m Gleis
Inbetriebnahme:	November 2007
Gleiseindeckung:	Natursteinpflaster und Asphalt
Kleinster Radius:	r = 130 m
Verkehr:	1 Tramlinie (ca. 75 Fahrten/Tag/Richtung) WLB-Güterzüge (ca. 3 Fahrten/Tag/Richtung)
Vert. Schieneneinsenkung:	0,1 mm unter Vollast Drehgestell Tram 9 t Achslast
Vert. Einsenkung Fahrbahn:	0,67 mm unter Vollast Drehgestell Tram
System-Eigenfrequenz:	21 Hz
Weitere Info:	Sanierung der verschlissenen alten Gleisanlage

Solutions that won't shake the world...

ÖVG-Symposium: Erschütterungen bei Schienenbahnen
Technische Universität Graz, 9. September 2013

edilon)(sedra

Projektbeispiele Tram

Köln (D), BÜs Aachener Straße, KVB



Solutions that won't shake the world...

ÖVG-Symposium: Erschütterungen bei Schienenbahnen
Technische Universität Graz, 9. September 2013

edilon(sedra)

Projektbeispiele Tram

Köln (D), BÜs Aachener Straße, KVB

ERS-System:	ERS-LR-LV-49E1-LS
USTS-INFUNDO-System:	STELFUNDO
Schienenprofil:	49E1 (S49)
Projektlänge:	total 196 m Gleis
Inbetriebnahme:	September 2006
Gleiseindeckung:	Betonfertigteile-Gleistragplatten
Kleinster Radius:	$r = 1.000 \text{ m}$
Verkehr:	1 Tramlinie (104 Fahrten/Tag/Richtung)
Vert. Schieneneinsenkung:	2,8 mm unter Volllast 100 kN
System-Eigenfrequenz:	ca. 20 Hz
Weitere Info:	Neubau, Streckenverlängerung in Köln-Weiden

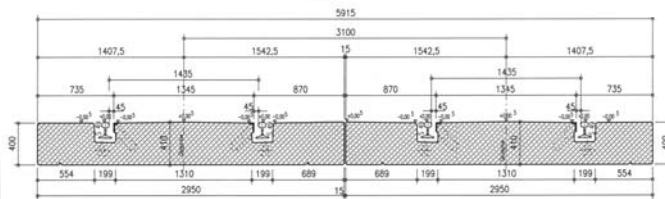
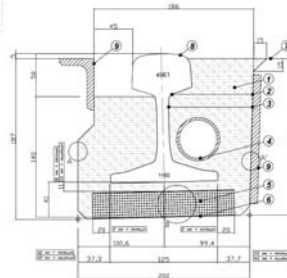
Solutions that won't shake the world...

ÖVG-Symposium: Erschütterungen bei Schienenbahnen
Technische Universität Graz, 9. September 2013

edilon(sedra)

Projektbeispiele Tram

Köln (D), BÜs Aachener Straße, KVB



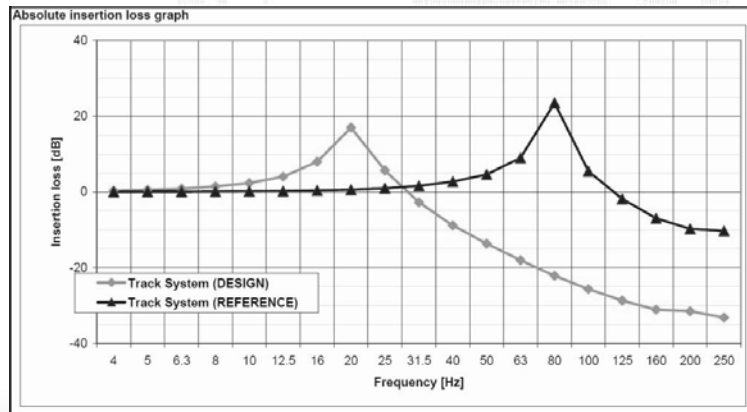
Solutions that won't shake the world...

ÖVG-Symposium: Erschütterungen bei Schienenbahnen
Technische Universität Graz, 9. September 2013

edilon) sedra

Projektbeispiele Tram

Köln (D), BÜs Aachener Straße, KVB



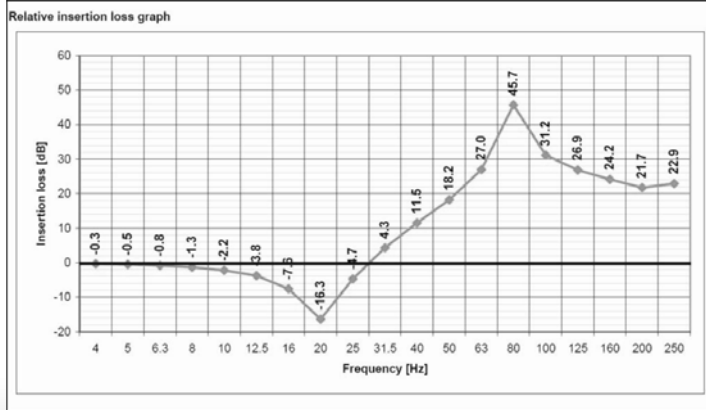
Solutions that won't shake the world...

ÖVG-Symposium: Erschütterungen bei Schienenbahnen
Technische Universität Graz, 9. September 2013

edilon) sedra

Projektbeispiele Tram

Köln (D), BÜs Aachener Straße, KVB



Solutions that won't shake the world...

ÖVG-Symposium: Erschütterungen bei Schienenbahnen
Technische Universität Graz, 9. September 2013

edilon) sedra

Projektbeispiele Tram

Heilbronn (D), Gleisdreieck Harmonie, SWH



ÖVG-Symposium: Erschütterungen bei Schienenbahnen
Technische Universität Graz, 9. September 2013

edilon) sedra

Projektbeispiele Tram

Heilbronn (D), Gleisdreieck Harmonie, SWH

ERS-System:	ERS-LR-LG-59R2-LS
USTS-INFUNDO-System:	INFUNDO-LR-ST Mk III und INFUNDO-LR-MT
Schienenprofil:	59R2 (Ri59N)
Projektlänge:	ca. 450 m Gleis
Inbetriebnahme:	September 2012, bzw. 15. Dezember 2013 (voll)
Gleiseindeckung:	Natursteinpflaster, Asphalt und Betonfertigteilplatten
Kleinster Radius:	r = 25,5 m
Verkehr:	2 Tramlinien (ca. 120 Fahrten/Tag/Richtung ab 12/13) 9 städt. Buslinien plus div. regionale Buslinien
Vert. Schieneneinsenkung:	ca. 2,2 mm unter Vollast Drehgestell „GT8-100D/2S-M/ET2010“ (ca. 11 t Achslast)
System-Eigenfrequenz:	ca. 31,5 Hz
Weitere Info:	Neubau im Zuge des Projekts „Stadtbahn Nord“

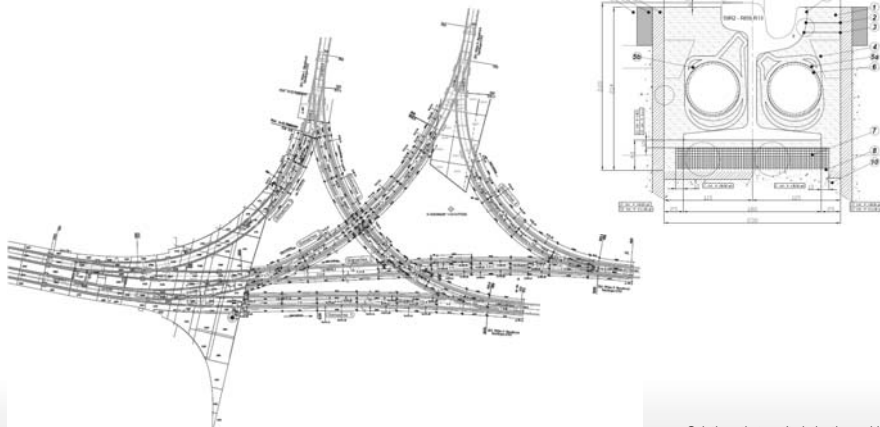
Solutions that won't shake the world...

ÖVG-Symposium: Erschütterungen bei Schienenbahnen
Technische Universität Graz, 9. September 2013

edilon(sedra)

Projektbeispiele Tram

Heilbronn (D), Gleisdreieck Harmonie, SWH



Solutions that won't shake the world...

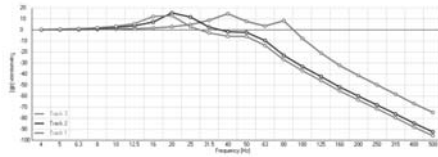
ÖVG-Symposium: Erschütterungen bei Schienenbahnen
Technische Universität Graz, 9. September 2013

edilon(sedra)

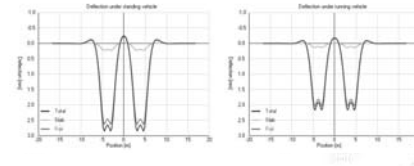
Projektbeispiele Tram

Heilbronn (D), Gleisdreieck Harmonie, SWH

Transmission functions for design tracks



Design track deflections



Profile	ERS-Befestigung	TD-elv	VA-60	VA-40	other Strip	Strip 2000/13	Strip 2000/14	Strip 2000/20
S982	ERS-LR-LG-S982-S5	x			x			
	ERS-LR-LG-S982-MS 2		x			x		
	ERS-LR-LG-S982-MS 1			x			x	
S562	ERS-LR-LG-S562-S5	x			x			
	ERS-LR-LG-S562-MS 2		x			x		
S181	ERS-LR-LG-S181-S5	x			x			
	ERS-LR-LG-S181-MS 2		x			x		
S912N	ERS-LR-LG-S181-MS 1			x			x	
	ERS-LR-LG-S181-S5.1			x				x

Estimated stiffness [kN/mm/m rail]				Max. deflection under ET2050 tram (110 kN axle load)						
static	dynamic	loss factor	ratio dyn/stat	fully loaded tram		rail static		all dynamic		transmission i
				in [mm]	in [mm]	in [mm]	in [mm]	in [mm]	in [mm]	in [dB]
140	180	0,05	1,29	0,3	0,5	0,2	0,3	0,3	3,5	
32	40	0,08	1,25	1	1,2	0,8	1	1	-3,2	
21	26	0,08	1,24	1,5	1,7	1,2	1,3	1,3	-8,7	
140	180	0,05	1,29	0,3	0,5	0,2	0,3	0,3	3,6	
25	32	0,08	1,28	1,2	1,5	1	1,2	1,2	-6,2	
20	25	0,08	1,25	1,5	1,7	1,3	1,4	1,4	-9,2	
140	180	0,05	1,29	0,3	0,5	0,3	0,4	0,4	3,6	
24	30	0,08	1,25	1,4	1,6	1,2	1,3	1,3	-6,9	
19	24	0,08	1,26	1,6	1,9	1,4	1,6	1,6	-9,6	
12	16	0,14	1,33	2,5	2,8	2	2,1	2,1	-14	

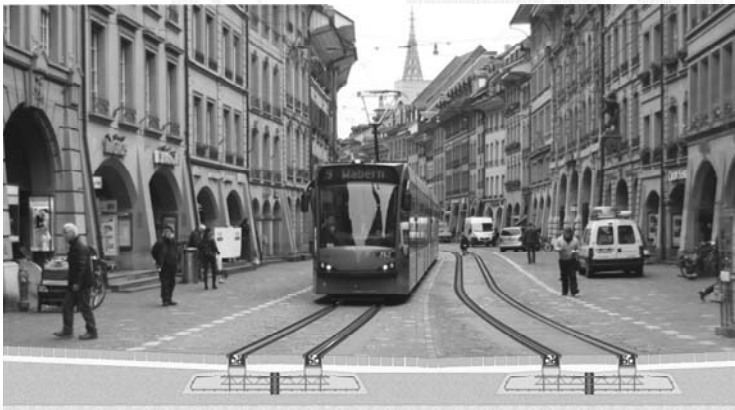
Solutions that won't shake the world...

ÖVG-Symposium: Erschütterungen bei Schienenbahnen
Technische Universität Graz, 9. September 2013



Projektbeispiele Tram

Bern (CH), Marktgasse, bernmobil



Solutions that won't shake the world...

ÖVG-Symposium: Erschütterungen bei Schienenbahnen
Technische Universität Graz, 9. September 2013



Projektbeispiele Tram

Bern (CH), Marktgasse, bernmobil

ERS-System: ERS-LR-LG-53R1-LSx
 USTS-INFUNDO-System: INFUNDO-LR-ST Mk III
 Schienenprofil: 53R1 (Ri53-10)
 Projektlänge: 682 m Gleis
 Inbetriebnahme: 15. September 2013
 Gleiseindeckung: Natursteinpflaster und Asphalt
 Kleinstster Radius: r = 50 m
 Verkehr: 4 Tramlinien (556 Fahrten/Tag/Richtung)
 2 (Trolley-)Buslinien (183 Fahrten/Tag/Richtung)
 Vert. Schieneneinsenkung: stat. ca. 2,0 mm unter Volllast Drehgestell „Combino“
 System-Eigenfrequenz: ca. 25 Hz
 Weitere Info: Ersatz des alten Gleises (Masse-Feder-System)
 nach ca. 15 Jahren Betrieb

Solutions that won't shake the world...

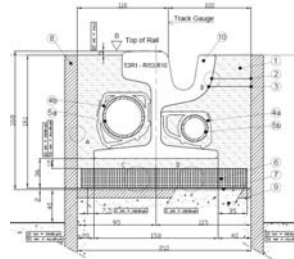
ÖVG-Symposium: Erschütterungen bei Schienenbahnen
 Technische Universität Graz, 9. September 2013

edilon) (sedra

Projektbeispiele Tram

Bern (CH), Marktgasse, bernmobil

Projekt Bern, Marktgasse		edilon) (sedra		AdM / mh	V01	Stand:	03.08.2012	
Abschätzung der vertikalen Schieneneinsenkung								
ERS-Schienenbefestigung		Fahrzeugangaben Combino Bern			Betontragplatte			
ERS-LR-LG-53R1-LS		Achsabstand im Drehgestell:		1,80 m	Höhe d:		330 mm	
Strip 2000/30 mit VA-40		Drehgestellmittenabstand:		11,44 m	Breite b:		2.400 mm	
Achslast	Einzelachse				Drehgestell			
	statisch		dynamisch		statisch		dynamisch	
[t]	[mm] ca.	[dB]	[mm] ca.	[dB]	[mm]	[dB]	[mm]	[dB]
6,2	1,2	n/a	1,0		1,5	n/a	1,2	16,8
6,8	1,4	n/a	1,1		1,7	n/a	1,4	16,8
8,3	1,7	n/a	1,3		2,1	n/a	1,6	16,8
9,0	1,8	n/a	1,4		2,3	n/a	1,8	16,8
9,6	1,9	n/a	1,5		2,4	n/a	1,9	16,8
ERS-Schienenbefestigung		Fahrzeugangaben Combino Bern			Betontragplatte			
ERS-LR-LG-53R1-LSx		Achsabstand im Drehgestell:		1,80 m	Höhe d:		330 mm	
2 x Strip 2000/12 mit VA-40		Drehgestellmittenabstand:		11,44 m	Breite b:		2.400 mm	
Achslast	Einzelachse				Drehgestell			
	statisch		dynamisch		statisch		dynamisch	
[t]	[mm] ca.	[dB]	[mm] ca.	[dB]	[mm]	[dB]	[mm]	[dB]
6,2	1,0	n/a	0,8		1,3	n/a	1,0	14,9
6,8	1,1	n/a	0,9		1,4	n/a	1,1	14,9
8,3	1,4	n/a	1,1		1,7	n/a	1,4	14,9
9,0	1,5	n/a	1,2		1,9	n/a	1,5	14,9
9,6	1,6	n/a	1,3		2,0	n/a	1,6	14,9



Solutions that won't shake the world...

edilon) (sedra

Projektbeispiele Tram

Ulm (D), Kienlesbergbrücke, SWU



(Grafik: SW U)

Solutions that won't shake the world...

ÖVG-Symposium: Erschütterungen bei Schienenbahnen
Technische Universität Graz, 9. September 2013

edilon(sedra)

Projektbeispiele Tram

Ulm (D), Kienlesbergbrücke, SWU

ERS-System:	ERS-LR-LG-53R1-LS
USTS-INFUNDO-System:	INFUNDO-LR-ST Mk III
Schienenprofil:	53R1 (Ri53-10)
Projektlänge:	total 538 m Gleis
Inbetriebnahme:	Projekt
Gleiseindeckung:	Asphalt
Kleinster Radius:	r = 170 m
Verkehr:	1 Tramlinie (ca. 146 Fahrten/Tag/Richtung) 1 Buslinie (ca. 105 Fahrten/Tag/Richtung)
Vert. Schieneneinsenkung:	stat. ca. 2,5 mm unter Volllast Drehgestell „Combino“
System-Eigenfrequenz:	ca. 20 Hz
Weitere Info:	Neubau, Schienenauszüge ebenfalls hochelastisch auf dem Tragwerk gelagert

Solutions that won't shake the world...

ÖVG-Symposium: Erschütterungen bei Schienenbahnen
Technische Universität Graz, 9. September 2013

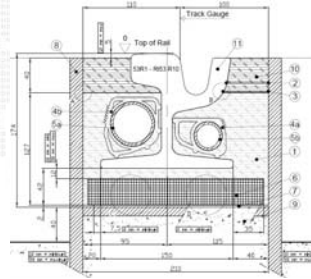
edilon(sedra)

Projektbeispiele Tram

Ulm (D), Kienlesbergbrücke, SWU



(Grafik: SWU)



Solutions that won't shake the world...

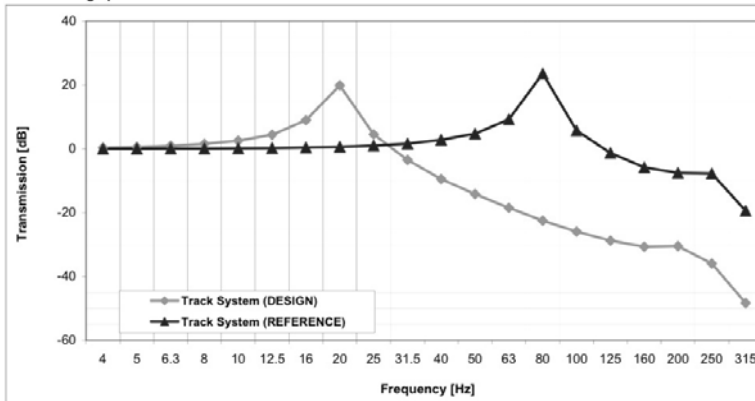
ÖVG-Symposium: Erschütterungen bei Schienenbahnen
Technische Universität Graz, 9. September 2013

edilon) (sedra

Projektbeispiele Tram

Ulm (D), Kienlesbergbrücke, SWU

Transmission graph



Solutions that won't shake the world...

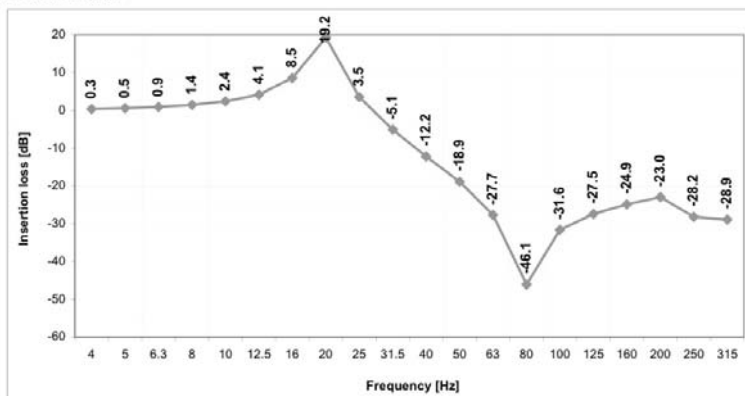
ÖVG-Symposium: Erschütterungen bei Schienenbahnen
Technische Universität Graz, 9. September 2013

edilon) (sedra

Projektbeispiele Tram

Ulm (D), Kienlesbergbrücke, SWU

Insertion loss graph



Solutions that won't shake the world...

ÖVG-Symposium: Erschütterungen bei Schienenbahnen
Technische Universität Graz, 9. September 2013

edilon)(sedra

Erschütterungsvermeidung durch kontinuierlich elastische Schienenlagerung (bei Straßen-, Stadt- und U-Bahnen)

1. Definitionen für Lärm und Erschütterungen
2. Erschütterungsvermeidung im Gleis
3. edilon)(sedra – Systemhaus für elastische Gleissysteme und -komponenten
4. Masse-Feder-Systeme – Vor- und Nachteile
5. Hochelastische edilon)(sedra ERS Embedded Rail System Schienenbefestigung und USTS-INFUNDO Fahrbahnsysteme – Vor- und Nachteile
6. ERS Projektbeispiele Tram
7. **Schlussfolgerungen und Fazit**

Solutions that won't shake the world...

ÖVG-Symposium: Erschütterungen bei Schienenbahnen
Technische Universität Graz, 9. September 2013

edilon)(sedra

Schlussfolgerungen und Fazit

Vorteile der (hoch)elastischen ERS-Schienenbefestigung -LS und -LSx

- A** deutliche Reduktion von Körperschall
- B** deutliche Reduktion von Sekundärschall
- C** Vermeidung von Fugenproblemen im Straßenraum
- D** Nutzbar für Vignol-, Rillen- und Sonderprofile
- E** Auch punktuell einsetzbar (z.B. Weichen und Kreuzungen)
- F** Steifigkeit variierbar (Planung/Schienenwechsel)
- G** Komplette neuwertig nach Schienenwechsel
- H** Wirtschaftlich über den Einsatzzeitraum (Reduktion der LCC-Kosten)

Nachteile

- A** hohe Investitionskosten
- B** Erhöhung des Luftschalls aus Eigenvibration der Schiene

Solutions that won't shake the world...

ÖVG-Symposium: Erschütterungen bei Schienenbahnen
Technische Universität Graz, 9. September 2013

edilon(sedra

Vielen Dank!

edilon(sedra GmbH
Kistlerhofstraße 166
D-81379 München

T +49 / (0)89 / 89 28 64-0
F +49 / (0)89 / 89 28 64-20

muenchen@edilonsedra.com
www.edilonsedra.com

Solutions that won't shake the world...

ÖVG-Symposium: Erschütterungen bei Schienenbahnen
Technische Universität Graz, 9. September 2013

edilon(sedra