



**Sonderdruck aus**

# **DER EISENBAHN INGENIEUR**

**INTERNATIONALE FACHZEITSCHRIFT  
FÜR SCHIENENVERKEHR & TECHNIK**

**Heft 11 · November 2012**

**DVW Media Group GmbH · Hamburg**

**Mirko Dold, Stefan Potocan**

**Langzeitverhalten von  
Unterschottermatten  
aus Sylomer**

**HERAUSGEBER  
VERBAND DEUTSCHER  
EISENBAHN-INGENIEURE E.V.**

**VDEI**

# Langzeitverhalten von Unterschottermatten aus Sylomer

Messung der Steifigkeit einer 21 Jahre alten Unterschottermatte des Typs Sylomer D 220 aus dem Betriebsgleis der DB AG (Bartelsgrabenbrücke, Strecke Hannover – Würzburg)



Abb. 1: Bartelsgrabenbrücke

Foto: Wikipedia/Fotograf: Störfix, 01.07.2006

Mirko Dold  
Stefan Potocan

Die Bartelsgrabentalbrücke ist eine 1160 m lange zweigleisige Eisenbahnüberführung der Schnellfahrstrecke Hannover – Würzburg. Sie liegt bei Streckenkilometer 312 auf dem Gebiet der Gemeinden Zelligen und Leinach, nordwestlich von Würzburg. Baubeginn der Spannbeton-Hohlkastenbrücke war im Jahr 1984, die Fertigstellung erfolgte 1986. Die längste Stützweite zwischen den Pfeilern beträgt 58 m, die maximale Höhe der Fahrbahn liegt 55 m über dem Geländeniveau. Die Trasse beschreibt einen Radius von 10000 m und geht dann in eine Gerade über, die Gradienten fällt in südlicher Richtung durchgehend um 12,5%. Südlich der Bartelsgrabentalbrücke verläuft die Trasse nach kurzer Führung auf einem Damm weiter auf der Leinachtalbrücke (Abb. 1).

Im Zuge des Einbaus der Unterschottermatten (USM) des Typs Sylomer\* D 220 von Getzner wurde eine Untersuchung/Forschungsauftrag des Bundesbahnenzentralamtes (BZA) in Minden durchgeführt.

Ziel des Vorhabens war die Untersuchung der Schieneneinsenkungen unter Zugüberfahrt bei verschiedener Elastizität des Untergrundes. Ermittelt wurden die Einsenkungen bei:

- Schotteroberbau direkt auf der Brücke,
- Schotteroberbau auf der Brücke mit USM und
- Schotteroberbau auf Planum.

Die Untersuchungen und Messungen am Gleis wurden durch die TU München, Prüfamts für Bau von Landverkehrswegen durchgeführt.

## Ausgangssituation

Im Rahmen von Schottererneuerungsarbeiten an der Strecke Würzburg – Hannover auf der Bartelsgrabenbrücke wurde von der DB AG ein Probestück einer USM des Typs D 220 ausgebaut. Der Einbau dieser USM erfolgte im Jahr 1987. Sie lag insgesamt 21 Jahre im Gleis und hat dabei eine Betriebsbelastung von ca.  $384 \cdot 10^6$  Lasttonnen erfahren. Diese Tonnage entspricht einem Vielfachen der Belastung, wie sie zur Prüfung der Dauerstandfestigkeit gemäß DB TL 918071 [1] gefordert wurde (zum Zeitpunkt der Auslieferung der USM waren  $2,5 \cdot 10^6$  Lastwechsel gefordert). Eine Umrechnung bezogen auf 22 t Achslast

ergibt somit eine Schwellbelastung von  $17,5 \cdot 10^6$  Lastwechseln und entspricht damit dem siebenfachen des Wertes, der nach DB TL 918071, Ausgabe Dezember 1988 [1] als Voraussetzung für die Zulassung zum Einbau in Betriebsgleisen der Deutschen Bahn zu erfüllen war. An dem ausgebauten Muster wurden die statische und dynamische Steifigkeit gemessen und mit den Werten bei Auslieferung der Matte verglichen. Diese Kenngrößen werden zur Beurteilung des Dauerstandverhaltens und der Leistungsfähigkeit der USM herangezogen.

## Einbau 1987

Die USM wurden in Rollen angeliefert und auf dem gesäuberten Untergrund ausgelegt. Nach dem Auslegen wurden die Matten halbseitig zurückgeschlagen. Auf der Brücke wurden die Matten mittels eines Zwei-Komponenten-PU-Klebers, gemäß Einbauanweisung für USM der DB AG, punktförmig verklebt. In einem zweiten Arbeitsschritt erfolgte die Verklebung der anderen Hälfte. Diese Verklebung sorgt dafür, dass sich die Matten beim späteren Einschottern nicht verschieben. Grundsätzlich ist eine Verklebung mit dem Untergrund für die Wirksamkeit in schalltechnischer Hinsicht nicht erforderlich (Abb. 2).

## Einsatzbereiche von USM

USM werden zur Körperschallisolierung an Eisenbahnstrecken in dicht besiedelten Gebieten mit Gleisen im Nahbereich von Gebäuden eingebaut. Weitere Anwendungen sind der Schutz schwingungsempfindlicher Bauwerke und Gebäude, wie z. B. Konzertsäle, Museen, Krankenhäuser, historische Bauwerke oder schwingungsempfindliche Labor-Prüf- oder Messeinrichtungen sowie Minderung der Sekundärluftschallabstrahlung von Brücken.

USM stellen eine wirtschaftliche und bewährte Variante dar, um die Elastizität des Schotteroberbaus zu erhöhen. Dadurch werden die Gleislagequalität und der Fahrkomfort langfristig verbessert. Durch verlängerte Stopfintervalle und höhere Verfügbarkeit des Gleises werden die Lebenszykluskosten (Life Cycle Costs) positiv beeinflusst.

\* Sylomer ist ein eingetragenes Warenzeichen.

USM sind generell zweischichtig aufgebaut. Die Lastverteilerschicht ist auf der dem Schotter zugewandten Seite angebracht und schützt die darunter liegenden Schichten vor scharfkantigen Schottersteinen. Sie sorgt für eine gleichmäßige Lastverteilung. Die Einbettung von Schottersteinen bewirkt eine Vergrößerung der Lastabtragungsfläche und verhindert die vorzeitige Schotterzerstörung und sichert zusätzlich die Gleislage. Die Federschicht besteht aus mikrozellularen Polyurethan-Werkstoffen. Durch diese Struktur sind die USM volumenkompressibel und es bedarf keinerlei Profilierung oder Hohlräume, um die gewünschte Elastizität zu erreichen. Die Dichte des mikrozellularen Materials wird so gewählt, dass sich die gewünschte statische und dynamische Steifigkeit ergibt.

### Visuelle Prüfung der USM

Die visuelle Prüfung der USM ergibt einige plastische Abdrücke von einzelnen Schottersteinen in der Lastverteilerschicht der USM des Typs D 220. Durch die Lastausbreitung im Schotter treten diese Abdrücke typischerweise direkt im Lasteinwirkungsbereich der Schwelle auf und entsprechen damit dem zu erwarteten Bild. Dieses konnte auch nach dem damaligen Dauerstandversuch beobachtet werden. Die Abdrücke weisen darauf hin, dass die Schottersteine optimal in die Lastverteilerschicht eingebettet wurden und damit Lastspitzen an der Kontaktfläche von Schotter zu Beton dauerhaft vermieden werden konnten. Dies führte zu einer geringeren Belastung des Oberbaues und resultierte letzten Endes in geringeren Unterhaltskosten durch stabilere Gleislage und längere Stopfintervalle. Beschädigungen oder Perforationen der Lastverteilerschicht konnten nicht festgestellt werden (Abb. 3). Dies lässt darauf schließen, dass die USM den hohen mechanischen Belastungen standhält und auch für weitere Jahrzehnte ihre Funktion in vollem Umfang erfüllt.

### Prüfablauf und Ergebnisse Statische Steifigkeit

Die statische Steifigkeit der ausgebauten USM wurde analog DB TL 918071 ermittelt. Die Prüfung erfolgte an Proben mit der Abmessung 500x500 mm. Die Auswertung der Sekantensteifigkeit erfolgte zwischen den Lastpunkten 0,02 und 0,1 N/mm<sup>2</sup>. Dabei wurde ein statischer Bettungsmodul von 0,0529 N/mm<sup>3</sup> ermittelt, was innerhalb der damaligen Vorgabe von 0,06 (±0,01) N/mm<sup>3</sup> liegt. Verglichen mit dem bei der TU München [2] gemessenen Wert bei Auslieferung der USM (0,0571 N/mm<sup>3</sup>), ergibt sich nach einer Liegedauer von 21 Jahren eine Veränderung von 7,9% (Abb. 4).



Abb. 2: Einbau der USM D 220 auf der Bartelsgrabenbrücke 1987



Abb. 3: Ausgebaute USM mit Abdrücken der Schotterkörner

### Dynamische Steifigkeit

Die dynamische Steifigkeit wurde an Mustern der Abmessungen 200x200 mm analog der Ermittlung der dynamischen Eigenschaften gemäß Bericht Müller BBM 12506/1 [3] vom Januar 1986 bei den Vorlasten von 0,03 N/mm<sup>2</sup> und 0,1 N/mm<sup>2</sup> bei einer Prüffrequenz von 40 Hz ermittelt. Die gemessenen Werte der ausgebauten USM liegen bei 0,092 N/mm<sup>3</sup> (Vorlast 0,03 N/mm<sup>2</sup>) und 0,090 N/mm<sup>3</sup> (Vorlast 0,1 N/mm<sup>2</sup>). Die Abweichungen liegen damit bei 11,2% bzw. 9,6% verglichen mit den Messwerten der Prüfung von 1986 (Tab. 1).

### Zusammenfassung

Die untersuchte Probe zeigt nach 21 Jahren im Gleis und 384 Mio. Lasttonnen Betriebsbelastung keine relevanten Eigenschaftsänderungen (unter 15%). Die USM lag dabei während der 21 Jahre auf einer Brücke und war daher sämtlichen Witterungseinflüssen, verbunden mit tau-

senden Frost-Tauwechseln unter Betrieb ausgesetzt. Der Einfluss von Wasser hat sich insgesamt nicht negativ auf die Eigenschaften der USM ausgewirkt. Durch die Untersuchungen wurde gewissermaßen

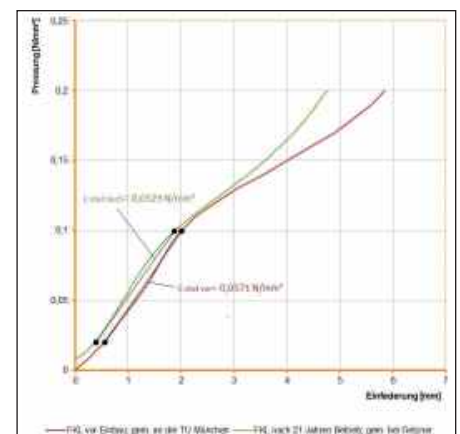


Abb. 4: Messung der statischen Steifigkeit der Probe USM D 220 (vor Einbau und nach Ausbau)

	Vorlast 0,03 N/mm <sup>3</sup> dyn. Bettungsmodul c <sub>dyn</sub> bei Raumtemperatur [N/mm <sup>3</sup> ]	Änderung [%]	Vorlast 0,1 N/mm <sup>3</sup> dyn. Bettungsmodul c <sub>dyn</sub> bei Raumtemperatur [N/mm <sup>3</sup> ]	Änderung [%]	Ergebnis
<b>USM D 220</b> vor dem Einbau	0,083		0,082		
<b>USM D 220</b> 21 Jahre nach Einbau und 384 Mio. Lasttonnen	0,092	11,2	0,090	9,6	i.O.

Tab. 1: Vergleich der dynamischen Kennwerte zum Zeitpunkt des Einbaus und nach Ausbau der USM

in einem praxisnahen Langzeitversuch gezeigt, dass die USM aus Sylomer eine dauerhafte Wirksamkeit aufweisen und keine nennenswerten Alterungs- oder Ermüdungserscheinungen auftreten. Die gemessenen Werte liegen immer noch innerhalb der Toleranzen ( $\pm 15\%$ ), die zum Zeitpunkt der Lieferung Gültigkeit hatten und auch heute noch Gültigkeit haben. Selbst unter genauester Betrachtung sind keine Beschädigungen, wie z. B. Risse oder Perforationen der Matte, zu erkennen. Dieses Ergebnis zeigt, dass USM aus Sylomer unter Witterungseinflüssen sehr geringe Änderungen der Eigenschaften aufweisen. Es wird erwartet, dass die

Wirksamkeit der USM für mindestens weitere 30 Jahre in vollem Umfang erhalten bleibt.



Dipl.-Ing. Mirko Dold

Produktmanagement  
Bereich Bahn  
Getzner Werkstoffe GmbH, A-Büros  
mirko.dold@getzner.com



Dipl.-Ing. Stefan Potocan, MSc

Produktmanagement  
Bereich Bahn  
Getzner Werkstoffe GmbH, A-Büros  
stefan.potocan@getzner.com

## LITERATUR

- [1] DB TL 918071 – Ausgabe 1978
- [2] Müller BBM Bericht 12506/ 1
- [3] TU München Bericht GÜ 49/ 89

Bildquelle: Titelbild „Leinachtalbrücke“: Sebastian Terfloth

## Summary

### Long-term behaviour of sub-ballast mats made of Sylomer

After 21 years in the track, and 384 million tonnes of operational load, the sample examined showed no signs of significant changes of properties (less than 15%). The sub-ballast mat spent its 21 years on a bridge and was therefore exposed to all kinds of weather conditions, in conjunction with thousands of freeze-thaw cycles. Overall, water had no negative impact on the properties of the sub-ballast mat. As a kind of real-life long-term test, the investigations showed that the sub-ballast mats made of Sylomer demonstrate lasting effectiveness and show no significant signs of ageing or fatigue. The expectation is that the sub-ballast mats will retain their full effectiveness for at least another 30 years.

## Elastic solutions for track superstructure

Getzner's range of elastic components for track superstructures consists of the following:

- rail pads
- baseplate pads
- elastic insert pads for sleeper boots
- sleeper pads
- ballast mats
- bearings for "mass-spring" system
- embedded rail
- continuous rail bearing
- rail groove fillers

[www.getzner.com](http://www.getzner.com)