



**Forschungsprojekt  
«Schlupfwellen in engen Bögen» –  
die Erkenntnisse**

**Entgleisungen in Luzern und Basel  
SBB – der Bericht**

**Onboard-Monitoring bei der  
Südostbahn – die Erfahrungen**

Sehr geehrte Leserin  
Sehr geehrter Leser

*Das Jahr 2019 neigt sich bereits wieder dem Ende zu und das Kompetenzzentrum Fahrbahn konnte – dank seinen Kunden – wiederum viele grossartige Projekte realisieren. Dafür bedanken wir uns!*

*Im vorliegenden Newsletter berichten wir Ihnen von zwei Forschungs- respektive Entwicklungsaufträgen, die einen massgeblichen Beitrag dazu leisten, das System Eisenbahn langfristig kostengünstig und ökologisch unter Beibehaltung der Leistungsfähigkeit zu unterhalten. Lesen Sie zudem das Interview mit unserem neuen Mitarbeiter, Philipp Huber. Er ist spezialisiert auf alle Fragen zu Lärm- und Erschütterungsschutz. Nun wünschen wir Ihnen eine besinnliche Adventszeit!*

**Christian Schlatter**  
Geschäftsführer  
Kompetenzzentrum Fahrbahn

## Erkenntnisse aus dem Forschungsprojekt «Schlupfwellen in engen Bögen»

Bei der Oberbauerneuerung der BLS-Strecke Leissigen–Därlichen wurden vier enge Bögen mit unterschiedlichen Oberbaukonfigurationen hinsichtlich ihrer Elastizität ausgestattet. Dabei wurden teilweise besohlte, teilweise unbesohlte Betonschwellen B91 sowie weiche als auch harte Zwischenlagen eingesetzt (siehe Tabelle auf Seite 2). Im Auftrag der Schweizerischen Eidgenossenschaft (Bundesamt für Umwelt) wurden im Rahmen des Eisenbahnlärm-Forschungsprojekts diese Abschnitte mittels akustischer Messungen (Schienenrauheiten, Schallemissionen, Oberbauschwingungen) über einen Zeitraum von bis zu 300 Tagen nach dem Schienenschleifen untersucht.

Das Ziel des Projekts war, mit mindestens einer der getesteten Oberbaukonfigurationen eine Lärmreduktion von > 3 dB(A) zu erreichen. Dies bezogen auf den Standardoberbau mit unbesohnten Schwellen und harten Zwischenlagen (Messabschnitt 4).

Die Schienenrauheitsmessungen zeigten im Referenzabschnitt nach 200 Tagen bereits eine deutliche Schlupfwellenbildung. Nach 300 Tagen wurden hier bei 10 cm Wellenlänge 29 dB Rauheit gemessen. In den untersuchten Bögen mit weicher Zwischenlage oder Schwellenbesohlung (Messabschnitte 1+3) wurde zum selben Zeitpunkt mit 19 dB eine gegenüber der Referenz

um 10 dB reduzierte Schlupfwellenbildung festgestellt. Bei der Oberbaukonfiguration mit weicher Zwischenlage und Schwellenbesohlung (Messabschnitt 2) wurden noch 9 dB gemessen und es war aufgrund der Schienenrauheitsmessungen keine Schlupfwellenbildung erkennbar. Die Schallemissionsmessungen nach 200 Tagen zeigten zudem, dass die Schlupfwellenbildung im Referenzabschnitt hinsichtlich Schallemissionen relevant ist, obschon auch fahrzeugbedingte Geräusche, wie z.B. Kurvenquietschen, die Ergebnisse beeinflussen.

Grundsätzlich ist bei leisen Zugtypen der Einfluss des Oberbautyps erkennbar und es zeigten sich in diesen Fällen die deutlich höheren Schallemissionspegel im Referenzabschnitt gegenüber den anderen Abschnitten. Beim IC 2000 (leiser Zugtyp) sind die Schallemissionspegel im Referenzabschnitt nach

200 Tagen gut 3 bis 7 dB(A) höher als in den anderen Bögen. Beim ICE (lauter Zugtyp) ist hinsichtlich Schallemissionspegel kaum ein Unterschied zwischen den Abschnitten festzustellen, trotz der gemessenen Unterschiede bei den Schienenrauheiten.

Für enge Bögen wird aufgrund der Messresultate aus akustischer Sicht die Oberbaukonfiguration mit weicher Zwischenlage und Schwellenbesohlung empfohlen. In diesem Abschnitt sind im Gegensatz zu den anderen Abschnitten die Schienen auch 300 Tage nach dem Schienenschleifen noch glatt (Einzahlwert 80 km/h < 4 dB) und die Schallemissionspegel erreichten die tiefsten Werte. Aufgrund der bisherigen zeitlichen Entwicklung der Schienenrauheit in den verschiedenen Abschnitten werden die Schallemissionspegel zudem im Messabschnitt 2 zukünftig am wenigsten stark ansteigen.

## Oberbaukonfigurationen

	Radius	Zwischenlage	Besohlung
Messabschnitt 1	242 m	weich (c = 100 kN/mm)	unbesohlt
Messabschnitt 2	250 m		besohlt (C = 0,3 N/mm <sup>3</sup> )
Messabschnitt 3	237 m	hart (c = 700 kN/mm)	unbesohlt
Messabschnitt 4	240 m		unbesohlt



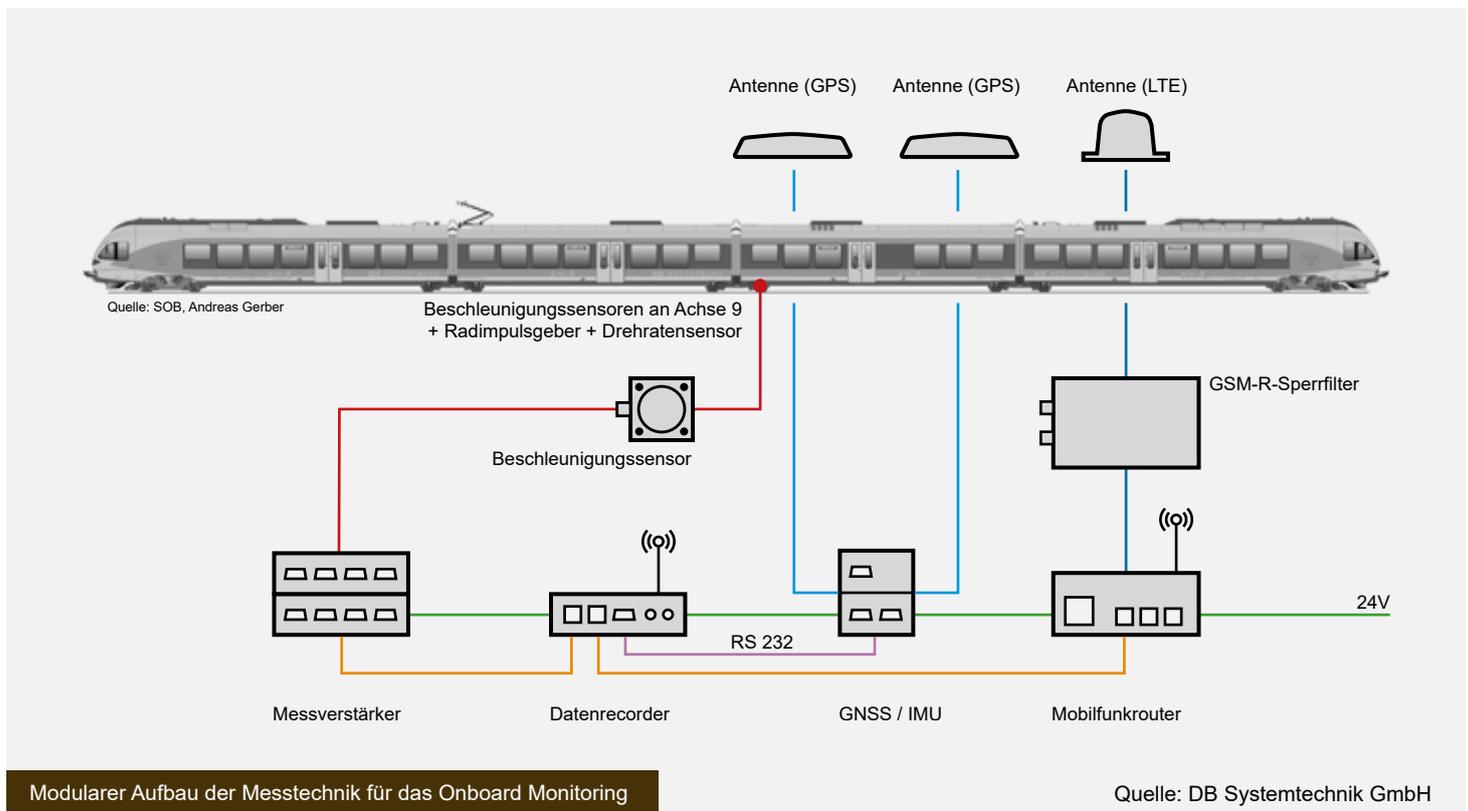
Unglücksweiche in Luzern

Im Jahr 2017 sind innerhalb kurzer Zeit zwei Hochgeschwindigkeitszüge bei niedriger Geschwindigkeit in Weichenfeldern entgleist. Die Ereignisse führten zu beträchtlichen Schäden an der Infrastruktur und weitreichenden betrieblichen Konsequenzen. In der Zwischenzeit hat die Schweizerische Sicherheitsuntersuchungsstelle (SUST) die Ursachen für die Zwischenfälle ermittelt und in den vorliegenden Schlussberichten ([www.sust.admin.ch](http://www.sust.admin.ch)) dargestellt. Bei beiden Ereignissen gab es, wie sehr oft in solchen Fällen, nicht nur einen Grund für die Entgleisung, sondern ein Zusammenspiel mehrerer ungünstig wirkender Faktoren: einerseits die komplizierte Gleisgeometrie einer verstellten Doppelkreuzweiche und andererseits einen nicht formschlüssigen alten Weichenverschluss bei gleichzeitig ungenügender Schmierung der Schienenfahrkanten. In Luzern kam zudem noch die defekte Querfederung des Fahrzeugs hinzu. An diesen Fällen zeigt sich einmal mehr die Komplexität der Rad-Schiene-Interaktion. Diese zu beherrschen setzt viel Fachwissen voraus.



Schlupfwellen in engen Bögen

# Erfahrungen mit Onboard-Monitoring bei der Südostbahn



Die Infrastruktur der Schweizerischen Südostbahn (SOB) testet derzeit gemeinsam mit der SBB Infrastruktur ein Onboard-Monitoring-Produkt (OBM) der DB Systemtechnik. Unter OBM wird im Regelfall der Einbau von Messtechnik zur Erhebung verschiedener physikalischer Größen auf Regelzügen verstanden. Bei der SOB sollte im ersten Schritt die Längshöhe des Gleises gemessen werden, in einem Folgeschritt die Messung der Verwindung. Ermittelt, respektive aus den Grundlagendaten umgerechnet, werden die beiden Parameter mit einem hierfür in einem Radsatz eines Triebzugs FLIRT der SOB angebrachten Beschleunigungssensor. Für die geografische Lokalisierung wird mit GPS gearbeitet. Über das Mobilfunknetz werden die Daten zur Aufbereitung übermittelt und schlussendlich in das swissTAMP-Tool eingespielt und damit ausgewertet.

Längshöhe und Verwindung stellen zentrale Parameter für die Gleislagegüte dar. Entsprechend kann mit den gewonnenen

Daten die Prognosegenauigkeit hinsichtlich dem Prozess der Verschlechterung der Gleislagegüte verbessert werden. Dadurch kann wiederum der Eingriffszeitpunkt für eine Unterhalts- oder Erneuerungsmassnahme zeitlich nach hinten verschoben und die Liegedauer des Gleises verlängert werden – womit Kosten gespart werden können. Wichtig ist jedoch zu wissen, dass mit diesem System die regulären Fahrten des Diagnosefahrzeugs nicht ersetzt, aber möglicherweise reduziert werden können, was insbesondere auf peripheren Netzteilen von Interesse ist.

Die ersten Betriebsergebnisse des OBM liegen vor und es zeigt sich, dass die Messungen insgesamt sehr präzise sind und nur minimal von den Messungen des Diagnosefahrzeugs abweichen. Schwieriger war hingegen oft die Zuordnung der Daten zu den richtigen Gleisen (insbesondere bei der Doppelspur). Dank einem Abgleich der Daten mit jenen des Stellwerks und einer Optimierung im Algorithmus konnte im Ver-

lauf der Tests diesbezüglich eine deutliche Verbesserung erzielt werden.

Das Projekt kann dank der unkomplizierten Zusammenarbeit, unter Nutzung der Stärken aller beteiligten Partner, effizient und effektiv abgewickelt werden. Als Ausbauoption ist vorstellbar, das System künftig auch für die Weichendiagnose zu verwenden. Dazu wird aber noch eine Weiterentwicklung der Systematik des Onboard-Monitorings nötig sein.

## Verstärkung für das Fachexperten-Team des Kompetenzzentrums Fahrbahn

Im September 2019 haben wir mit Philipp Huber das Team des Kompetenzzentrums Fahrbahn weiter verstärkt. Unsere Kunden werden dadurch vom Know-how und der Erfahrung einer ausgewiesenen Fachkraft profitieren können.



### Was ist Ihr Ausbildungshintergrund?

Ich habe an der ETH Zürich Bauingenieur studiert und 1995 abgeschlossen. Zudem habe ich noch ein Nachdiplomstudium in Betriebswirtschaft und Management absolviert.

### Wo waren Sie vor dem Kompetenzzentrum Fahrbahn tätig?

Als Bauingenieur habe ich meine Karriere in Zürich bei Rutishauser Ingenieurbüro begonnen und mich dort während 13 Jahren hauptsächlich um Erschütterungs- und Körperschallschutz bei Strassen- und Vollbahnen gekümmert. Danach war ich Leiter eines Teams, das komplexe FE-, CFD- und Akustiksimulationen für die Industrie durchführte. Anschliessend kehrte ich zurück auf das Feld der Bahnakustik zu PROSE in Winterthur. Ein Höhepunkt dort war die Mitarbeit im EU-Forschungsprojekt RIVAS (Railway Induced Vibration Abatement Solutions). Hinzu kamen diverse Eisenbahnlärm-Forschungsprojek-

te im Auftrag des BAFU, in welchen wir verschiedene Schleifverfahren sowie die Auswirkungen elastischer Elemente wie weicher Zwischenlagen und Schwellenbesohlungen auf die Lärmemissionen untersuchten. Die letzten zwei Jahre beschäftigte ich mich hauptsächlich mit Erschütterungs- und Lärmmessungen sowie Lärmprognosen für Gebäude an Bahnstrecken. Zudem leitete ich, in Zusammenarbeit mit dem Kompetenzzentrum Fahrbahn, das BAFU-Forschungsprojekt «Schlupfwellen in engen Bögen».

### Wie werden Sie die Kunden des Kompetenzzentrums Fahrbahn beratend unterstützen können?

Bei Bahnprojekten sind heute praktisch immer Prognosen von Lärm- und Erschütterungsimmissionen nachgefragt; auf diesem Gebiet kann ich mit tiefer Fachkenntnis und breiter Erfahrung Hilfestellung bieten. Bei Anrainerkonflikten aufgrund von Lärm- und Erschütterungsimmissionen vermag ich eine Situation objektiv einzuordnen oder die Ursache der Störung zu identifizieren. Dies auf der Grundlage von Messungen der Schienenrauheit sowie von Schall und Erschütterungen vor Ort in Verbindung mit einer Beurteilung nach den aktuellen Standards. Gerne biete ich auch Unterstützung bei oberbaudynamischen Berechnungen oder Messungen und bei Ausschreibungen, wenn es um die Spezifikation elastischer Elemente im Oberbau geht.

### Wo liegen Ihre Interessen ausserhalb Ihres beruflichen Engagements?

Am liebsten bin ich mit meiner Familie outdoor unterwegs. Zudem bin ich sportinteressiert, spiele Tennis und fahre Rennrad.

## Forschung und Entwicklung

Die Anforderungen an die Fahrbahn nehmen stetig zu. Einerseits steigen die Belastungen, zum Beispiel durch Angebotsverdichtungen, Geschwindigkeitserhöhungen oder durch den Einsatz von schwerem Rollmaterial – dabei ist für die Instandhaltung meist nur ein knappes Zeitbudget veranschlagt. Andererseits sind eine hohe Sicherheit, eine lange Lebensdauer, eine gute Gleislage und reduzierte Lärmemissionen gefordert.

Um all diesen Ansprüchen und Herausforderungen auch künftig genügen zu können, muss sich das System Fahrbahn daher ständig weiterentwickeln. Kunden mit Bedarf oder Ideen für die Weiterentwicklung ihrer Fahrbahn können wir kompetent unterstützen – sei es konzeptionell beim Projektentwurf, bei der Suche nach Forschungspartnern, bei der Finanzierung oder auch bei der Durchführung und der Interpretation der Testresultate.

Das Kompetenzzentrum Fahrbahn ist bereits in entsprechenden Forschungs- und Entwicklungsprojekten engagiert, um die Fahrbahn für die Zukunft fit zu machen. Beispielsweise mit dem Test eines Onboard-Monitoring-Systems für die SOB oder akustischen Tests verschiedener Oberbaukonfigurationen in engen Bögen.

Bestellen Sie unseren elektronischen Newsletter auf der Website:

[www.kpz-fahrbahn.ch](http://www.kpz-fahrbahn.ch)

### Impressum

Redaktion: Theres Schuler-Steiner, KPZ Fahrbahn AG  
Fotos: Stefan Werner, Philippe Schneider  
Druck: Triner AG, Schwyz  
Gestaltung: beconcept ag, Belp/Zürich  
Ausgabe: Nr. 9, November 2019

### Kompetenzzentrum Fahrbahn

**Hauptsitz**  
Schützengasse 3  
CH-8001 Zürich

+41 79 448 01 90

**Filiale**  
Genfergasse 11  
CH-3011 Bern

info@kpz-fahrbahn.ch

**Filiale**  
Tannwaldstrasse 26  
CH-4600 Olten

www.kpz-fahrbahn.ch