



Dipl.-Ing. Jan Hütker, Holzwickede

# Stationäre Schienenschmiersysteme wirksam gegen Kurvenquietschen

Minimalmengen im Kontaktbereich zwischen Rad und Schiene wirken Lärm und Verschleiß entgegen

Die akustischen Emissionen von Schienenfahrzeugen gewinnen im Personennahverkehr, speziell bei Stadtbahnen, weiter an Bedeutung und öffentlichem Interesse. Immer strenger werdende nationale wie internationale Lärmschutzverordnungen und die zunehmende Sensibilisierung von Anwohnern sorgen dafür, dass die Nahverkehrsbetriebe verstärkt Maßnahmen zur Reduzierung der verschiedenen Lärmquellen ergreifen. Neben den Fahr- und Rollgeräuschen werden im unteren Geschwindigkeitsbereich vermehrt die Geräusche von Klimageräten, elektrischen Antrieben und Lüftern wahrgenommen [1]. Der häufigste Grund für Klagen der Anwohner bleibt jedoch das Kurvenquietschen in mittleren und engen Gleisbögen sowie in Wendeschleifen.

## Systemimmanentes Problem des Kurvenguietschens

Die unangenehmen, tonalen Geräusche treten je nach Streckentopographie, Fahrparametern und Materialbeschaffenheit in einem typischen Frequenzbereich zwischen 3 und 4,5 kHz mit einer Schallpegelerhöhung von bis zu 40 dB auf [2], [3]. Sie entstehen während Bogenfahrten, sobald die Räder nicht mehr ideal dem Schienenverlauf folgen können. Es entsteht Schlupf in unterschiedlichen Richtungen. Die abweichenden Weglängen an Bogeninnen- und Bogenaußenschiene

führen im Wesentlichen zu Längsschlupf (auch als Längsgleiten bezeichnet) an den ungeführten Rädern der Bogeninnenschiene (Abb. 1). Dieser tritt vermehrt bei Starrachsen auf und kann fahrwerkseitig, selbst bei modernen Einzelradantrieben, nicht vollständig kompensiert werden.

Die vorlaufenden Räder des Drehgestells folgen an der Bogenaußenschiene idealisiert einer Zwei-Punkt-Führung, (Abb. 2, rechts). Hier entsteht ein erhöhter Fahrwiderstand durch die Reibpartner, was neben dem entstehenden Verschleiß ebenfalls zu Geräuschen (als Schienenzischeln bezeichnet) führt. Diese sind jedoch weniger laut und werden teilweise durch das Schienenquietschen an der Bogeninnenschiene übertönt. Zusätzlich tritt bei der Bogenfahrt Querschlupf (Quergleiten) auf, der aus der Querbewegung des Radsatzes im Bogen resultiert. Die entstehende Reibschwingung im Kontaktbereich zwischen Rad und Schiene äußert sich als Strukturschwingung der Räder. Diese wird als Druckschwankung an die umgebende Luft weitergegeben und vom Gehör als stark störendes Geräusch wahrgenommen.

## Sensible Beeinflussung der Tribologie

Um diesem Phänomen entgegenzuwirken, werden unterschiedliche Ansätze verfolgt.



**DER AUTOR** 

Dipl.-Ing. Jan Hütker (35) ist seit November 2012 Technischer Leiter der moklansa GmbH in Holzwickede. Er betreut die Konstruktion sowie den Bereich der Forschung und Entwicklung. Nach seinem Maschinenbaustudium arbeitete er zwischen September 2007 und Oktober 2012 mit dem Forschungsschwerpunkt der Abwärmenutzung mit Schraubenmotoren als wissenschaftlicher Angestellter am Fachgebiet Fluidtechnik der technischen Universität Dortmund.

Fahrzeugseitig kommen neben Absorber, die im Wesentlichen die Eigenfrequenzen des Rades beeinflussen, vermehrt Spurkranzschmieranlagen zum Einsatz. Letztere tragen wirksam zur Reduzierung von Verschleiß und akustischen Emissionen in weiten Bögen und bei erhöhten Fahrgeschwindigkeiten bei. In engen Gleisbögen stoßen diese Systeme jedoch häufig an ihre Grenzen.

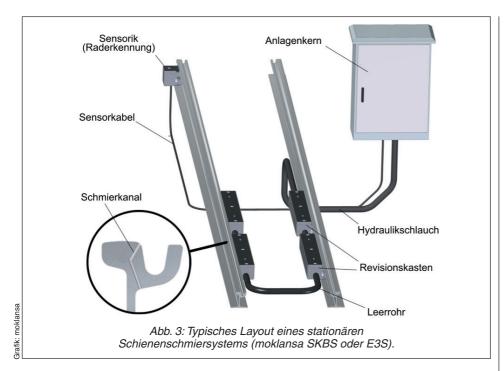
Analog zu den fahrzeugseitigen Spurkranzschmieranlagen beeinflussen die ortsgebundenen Schienenschmiersysteme den Reibungskoeffizienten zwischen Rad und Schiene. Die Ausbringung des Schmier- beziehungsweise Benetzungsmittels erfolgt bei





Abb. 1, 2: Rad-Schiene-Kontakt bei der Bogenfahrt. Ungeführtes Rad an der Bogeninnenschiene (links) und geführtes Rad an der Bogenaußenschiene (rechts).

6/2014 DER NAHVERKEHR 17



den moklansa Systemen E3S und SKBS mit Schmierkanälen, die mit einem Durchmesser von 4 mm in die Schiene eingebracht werden. Durch diese Schmierkanäle kann ein zähviskoses Schmiermittel (üblicherweise NLGI-Klasse 1 oder 2) minimaldosiert direkt an den Kontaktbereich zwischen Rad und Schiene gebracht werden.

### Die richtige Menge am richtigen Ort

Entwicklung der ersten Schienenschmieranlagen von moklansa wurde 1996 zunächst nicht durch die Minimierung des Schienenquietschens, sondern vielmehr durch die Reduzierung des Verschleißes an Rad und Schiene motiviert. Neben der technischen Wirksamkeit der Systeme steht bis heute die Betriebssicherheit und die Sauberkeit am Ort der Schmiermittelausbringung (im Weiteren als Schmierstrecke bezeichnet) im Fokus. Die eigentliche Systemtechnik wird in einem Anlagenkern untergebracht, der leicht zugänglich neben der Schmierstrecke platziert wird, oder alternativ, nahezu unsichtbar, in einer Erdanlage montiert werden kann (Abb. 3). Das Schmiermittel wird vom Anlagenkern durch eine oder mehrere Schlauchleitungen zur Schmierstrecke transportiert. In typischen Nahverkehrsanwendungen besteht diese Schmierstrecke aus vier Revisionskästen im Bereich der Schienenbohrungen und einem zusätzlichen Kasten zur Unterbringung der Sensorik für die Raderkennung. Das System erlaubt die Erkennung einzelner Räder und ermöglicht so die "Mehrfachschmierung" des Fahrzeugs beim Überfahren der Schmierstrecke.

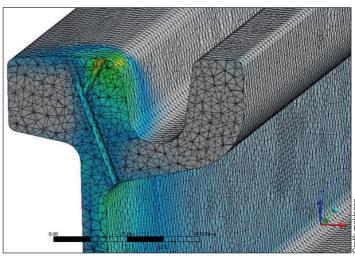
Auf jeder Schienenseite werden, je nach Belastung und Standortcharakteristik, sechs bis acht Schmiermittelbohrungen in die Schiene eingebracht. Die minimale Ausbringungsmenge je Bohrung beträgt etwa 180 mg und kann steuerungstechnisch vom Betreiber der Schmieranlage beeinflusst werden. Die Streckenlänge im Bereich der Schienenbohrungen entspricht dem abgewickelten Umfang eines Rades. Bei der Überfahrt nimmt das Rad des Schienenfahrzeugs das Schmiermittel auf und legt es bei den folgenden Schienenkontakten wiederholt ab. Hierbei entsteht im folgenden Gleisbogen ein dünner Schmierfilm, der nachhaltig dem Verschleiß und den Geräuschen entgegen wirkt. Seit Einführung des vorgestellten Systems wurden von der moklansa GmbH weltweit mehr als 20.000 Schmierkanäle in Gleiskörper unterschiedlichster Güte und Beanspruchengen eingebracht. Praktische Erprobungen und Finite-Elemente-Untersuchungen (Abb. 4) haben bewiesen, dass die Schmierkanäle zu keinerlei nachhaltiger Schwächung der Schiene führen. Es sind bis heute, auch bei Achslasten bis 37,5 t, keine Schienenbrüche bekannt.

### Erhöhte Sicherheit bei der Benetzung des Schienenkopfes

Wurde bei den ersten moklansa Schienenschmiersystemen das Schmiermittel ausschließlich an den Fahrflanken ausgebracht (Abb. 5), so führten die positiven Erfahrungen rasch zum Wunsch, den technisch sensiblen Bereich des Schienenkopfes schmiertechnisch mitzuberücksichtigen. Um der erhöhten Anforderung an die Prozess- und Anwendungssicherheit Rechnung zu tragen. wurde das bestehende System konsequent weiterentwickelt. Die Umsetzung anforderungsspezifischer Notwendigkeiten, wie beispielsweise die Überwachung und Speicherung von Pumpenlaufzeiten in einer redundant arbeitenden Sicherheitssteuerung, führte schließlich 2006 zur Markteinführung des ersten Schienenkopfbenetzungssystems (kurz SKBS). Die Fahrflankenschmierung wird hierbei durch die Benetzung des Schienenkopfes mit Minimalmengen erweitert (Abb. 6). Die Benetzung erfolgt typischerweise an der Bogeninnenschiene.

Bremsversuche zeigen bei dem von der technischen Aufsichtsbehörde zugelassenen System keinerlei Verlängerung des Bremsweges bei Gefahrenbremsungen. Neben dem Bremsverhalten des Schienenfahrzeugs müssen auch Sicherheitsaspekte hinsichtlich des Individualverkehrs berücksichtigt werden. Die Sauberkeit der Schmierstrecken ist nicht nur eine ästhetische Anforderung, sondern eine Voraussetzung für den gefahrenlosen Kontakt von Fußgängern oder Zweiradfahrer mit den benetzten Schienen.





## TEGHNIK





Abb. 5: Schmierung der Leitflanke im eingedeckten Bereich.

Abb. 6: Benetzung des Schienenkopfes am Beispiel einer Vignolschiene mit KUB 1 K-30.

der Spurkränze mit niedrigviskosen Ölen oder Sprühfetten sowie die Beeinflussung der schwingenden Radmassen mit entsprechenden Absorbern tragen ihren Teil zur Minimierung des Verschleißes und zur Reduzierung der akustischen Emissionen bei. In engen Gleisbögen - bei geringen Fahrgeschwindigkeiten und erhöhtem Quer- und Längsgleiten der Radsätze - sorgen stationäre Schienenschmieranlagen für eine betriebssichere und nachhaltige Lösung gegen den Verschleiß und Lärm. Im Hinblick auf das Kurvenguietschen ist die Benetzung des Schienenkopfes an der Bogeninnenschiene eine wesentliche Voraussetzung für die Beseitigung des Kurvenquietschens.

### Maximaler Erfolg bei kombinierten Lösungsansätzen

Sowohl der technische Nutzen als auch die Betriebssicherheit der stationären Schienenschmiersysteme lassen sich in entscheidendem Maße auf die Schmierkanäle in der Schiene zurückführen. So können minimaldosierte Schmiermittelmengen mit hoher Viskosität und Druckfestigkeit punktgenau im Bereich des Rad-Schiene-Kontaktes zur gezielten Beeinflussung des Reibungskoeffizienten verarbeitet werden.

Dieser Lösungsansatz steht jedoch keineswegs in Konkurrenz zu den aufgezeigten Alternativen. Das fahrzeugseitige Besprühen

### Literatur

- Othman; Y. B.: Kurvenquietschen: Untersuchung des Quietschvorgangs und Wege der Minderung, Dissertation, Berlin, 2009.
- Krüger, F.: Kurvengeräusche Messung- Bewertung und Minderungsmaßnahmen, Schriftenreihe für Verkehr und Technik, Band 97, Erich Schmidt Verlag, Berlin. 2013.
- [3] Lenz, U.: Ist die Straßenbahn im Gleisbogen zu laut?, 2006.

ANZEIGE

## ŠKODA TRANSPORTATION EXPANDIERT AM DEUTSCHEN MARKT

Škoda Transportation hat in München die Tochtergesellschaft Škoda Transportation Deutschland GmbH gegründet. Das Pilsener Unternehmen orientiert sich damit neben den traditionellen osteuropäischen Märkten nun auch verstärkt in Richtung Westen.

Dieser Schritt folgt, nachdem Škoda Transportation einen Vertrag mit der Deutschen Bahn Regio zur Lieferung von sechs modernen Zuggarnituren für insgesamt 110 Millionen Euro abgeschlossen hatte. Ab Dezember 2016 werden in Bayern auf der Strecke Nürnberg – Ingolstadt – München Züge von Škoda Transportation mit einer Maximalgeschwindigkeit von 189 km/h unterwegs sein. Die Zugsgarnituren verfügen jeweils über 681 Sitzplätze, die Ausstattung beinhaltet außerdem eine Klimaanlage und ein Kamerasystem für den Innen- und Außenbereich.

www.skoda.cz









### Light Rail Day

10.-11.November 2014 Göteborg/Sweden



**√lightrail**day.com®



6/2014 DER NAHVERKEHR 19