

Kurvenquietschen im Rangierbahnhof

*S. Jäger, **R. Liegl

* DB AG, München; ** Möhler + Partner, München

1. Einleitung

Beim Befahren enger Gleisradien kommt es häufig zu unangenehmen Kurvenquietschgeräuschen, die auf Grund ihrer starken Tonhaltigkeit extrem lästig sein können.

Dieses Phänomen tritt sowohl an freier Strecke als auch in flächenhaften Bahnanlagen auf. Vorliegende Veröffentlichung beschäftigt sich mit der Kurvenquietschproblematik im Rangierbahnhof (Rbf).

Das Kurvenquietschen ist auf das Ruckgleiten (stick-slip-Effekt) der Radlaufflächen auf der Innenbogenschiene zurückzuführen. Die Ursache dieser ruckartigen Querbewegungen ist der i.d.R. vorhandene Unterschied zwischen den Beiwerten für die Haft- und Gleitreibung.

Beim Neubau oder Umbau von Rangierbahnhöfen muss eine schalltechnische Untersuchung erfolgen. Gesetzliche Grundlage ist die 16. BImSchV mit ihren Lärmvorsorgegrenzwerten, die beim Auftreten von einigen Voraussetzungen eingehalten werden müssen.

Da auch für die Anwohner das Kurvenquietschen oft eine pegelbestimmende Schallquelle darstellt, ist es von großem Interesse, dieses Quietschen bereits an der Quelle zu minimieren bzw. zu unterdrücken.

Aufgabe war es, geeignete Maßnahmen zu finden, um das Kurvenquietschen im Rbf zu reduzieren und mit Hilfe von akustischen Messungen die Wirksamkeit der Maßnahmen zu überprüfen und die Möglichkeit der Durchsetzung in der Praxis festzustellen.

2. Versuche mit bleilegierter Schiene

Ziel der durchgeführten Untersuchung war es, die schalltechnische Wirkung einer in einem Gleisbogen mit engem Radius ($r=190\text{ m}$) im Bereich des Ablaufberges des Rbf München Nord Ende 1996 eingebauten bleilegierten Schiene auf die Kurvengeräusche zu quantifizieren. Da die Materialeigenschaften der verwendeten bleilegierten Schiene für einen Angleich der Haft- und Gleitreibungsbeiwerte optimiert wurden, ist ein geringerer stick-slip-Effekt und somit verminderter Kurvenquietschen zu erwarten.

In diesem Versuch wurde die schalltechnische Wirkung der o.g. bleilegierten Schiene auf die Kurvengeräusche erfasst und bewertet sowie mit Ergebnissen der schalltechnischen Untersuchungen vor Einbau der bleilegierten Schiene und den Berechnungsansätzen der Akustik 04 verglichen.

Es wurden insgesamt 1539 Vorbeifahrten von Wagen bzw. Wagengruppen am untersuchten Gleisbogen mit bleilegierter Schiene ausgewertet.

Die untersuchten Schallemissionen umfassen sämtliche Geräusche, die bei der Vorbeifahrt von Wagen bzw. Wagengruppen am untersuchten Gleisbogen auftreten. Die mit einem Geräuscherfassungsgerät aufgezeichneten Vorbeifahrten wurden in die Kategorien signifikante / nicht signifikante Kurvengeräusche eingestuft. Nicht signifikante Kurvengeräusche beziehen sich auf die üblichen Rollgeräusche beim Durchfahren einer Kurve, während der Begriff signifikante Kurvengeräusche die auffälligen Schallereignisse bezeichnet, die entsprechend dem Höreindruck als Quietschen, Kreischen, Knarzen und Klingeln bezeichnet wurden. Der Begriff signifikant / nicht signifikant bezieht sich also auf die Einstufung des einzelnen Geräuscheignisses und nicht auf statistische Bewertungen der Messwerte.

Die Messwerte wurden nach den einschlägigen Rechenalgorithmen sowie der messtechnisch bestimmten Schallausbreitungscharakteristik normiert. Aus den Messungen im Rbf München Nord ergibt sich folgendes Ergebnis dieser Untersuchung im Vergleich zu den Ergebnissen der schalltechnischen Untersuchungen vor Einbau der bleile-

gierten Schiene sowie der bestehenden Berechnungsvorschrift Akustik 04.

Der aus den Schallpegelmessungen im Bereich des Rbf München Nord am untersuchten Gleisbogen mit bleilegierter Schiene ermittelte Emissionspegel von 52 dB(A) liegt um 8 dB(A) unter dem derzeit geltenden Emissionspegel nach Akustik 04, wobei vorliegende Untersuchung sämtliche Geräusche, die bei der Vorbeifahrt von Wagen bzw. Wagengruppen an Gleisbögen mit engen Radien in Rbf auftreten, zusammenfasst.

Vergleicht man den Emissionspegel am untersuchten Gleisbogen mit bleilegierter Schiene mit dem Emissionspegel am untersuchten Gleisbogen mit Normalschiene, ergeben sich für eine Vorbeifahrt einer durchschnittlichen Wagengruppe in einer Stunde mit signifikanten Kurvengeräuschen bei bleilegierter Schiene um 4,2 dB(A) geringere Schallemissionen.

Betrachtet man den Gesamtemissionspegel, d.h. sämtliche auftretende Kurvengeräusche, zeigt sich nach Einbau der bleilegierten Schiene eine Reduzierung der Schallemission um 3,0 dB(A).

Die Häufigkeit des Auftretens von signifikanten Kurvengeräuschen verminderte sich nach dem Einbau der bleilegierten Schiene am untersuchten Gleisbogen von 49,2 % auf 17,0 %. Dieser Effekt kann mit den hinsichtlich eines Angleichens der Haft- und Gleitreibungsbeiwerte optimierten Materialeigenschaften der verwendeten bleilegierten Schiene begründet werden, wodurch der stick-slip-Effekt und somit das Kurvenquietschen vermindert wird.

Die Standfestigkeit der bleilegierten Schiene genügt nicht den Anforderungen des Regelbetriebes eines Rangierbahnhofes; d.h. trotz der ermittelten Reduzierungen der Schallemissionen kann der Einbau von bleilegierten Schienen in Gleisbögen mit engen Radien in Rangierbahnhöfen als Schallschutzmaßnahme nicht empfohlen werden.

3. Versuche mit Schienenfahrflächenschmierung

3.1. Allgemeines

Ziel der durchgeführten Versuche und Untersuchungen war es, die schalltechnische Wirkung einer in einem Gleisbogen mit engem Radius im Bereich des Ablaufberges des Rbf München Nord eingeführte Fahrflächen-Schmierung einer kopfgehärteten Schiene auf die Kurvengeräusche zu quantifizieren. Die Fahrflächen-Schmierung erfolgt dabei durch eine Schmiervorrichtung an der Rangierlok. Als Schmiermittel wird eine umweltgerechte Fließpaste der Firma Fuchs Lubritech GmbH (Bezeichnung: Tram-Silence 00) verwendet. Diese wird am Ablaufberg auf die Fahrfläche aufgetragen und von den ablaufenden Wagen in den Kurvenbereich getragen. Dadurch wird die Geräuschbildung zwischen Rad und Schiene beim Quergleiten minimiert.

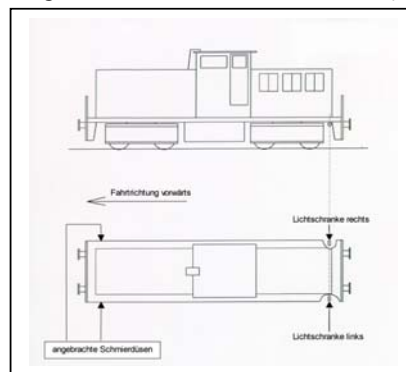


Abb. 1: Anordnung der Lichtschranken und Sprühdüsen

Vor dem Durchführen der Versuche wurden von den Bremsexperten der Bahn in Minden bremstechnische Untersuchungen an einer Lok der Baureihe 290 durchgeführt, die ergaben, dass es durch die Schmierung zu keinen sicherheitsrelevanten Bremswegverlängerungen und Einflüssen kommt. Dieser Nachweis wurde vom Eisenbahn-Bundesamt gefordert.

3.2. Versuchsaufbau

Abbildung 1 zeigt den Versuchsaufbau beispielhaft an einer der fünf automatischen Abdrückloks der Baureihe 290 im Rbf München. Diese Loks wurden alle gleichartig mit der Versuchsanlage (Schmiereinrichtung mit Steuerung) ausgerüstet.

Das Prinzip der Fahrflächenschmierung wird im Folgenden kurz beschrieben:

Die Abdrückloks fahren immer vorwärts an den Ablaufberg heran. Wenn alle Wagen abgedrückt wurden, fährt die Lok wieder zurück in den Einfahrbereich. Dabei wird durch Vorbeifahrt von einer der beidseitig angebrachten Lichtschranken an den am Ablaufberg montierten Reflexionstafeln der Schmiervorgang ausgelöst und das Schmiermittel in definierter Menge und Zeit von beiden Düsen auf die Fahrfläche gespritzt. Dabei ist gewährleistet, dass nur beim Rückwärtsfahren der Lok die Lichtschranken „scharf“ geschaltet sind.

Das aufgebrauchte Schmiermittel wird anschließend von den nächsten Wagen oder Wagengruppen, die den Ablaufberg passieren, bis in die Gleisradien nach dem Ablaufberg verteilt, wo dann der Effekt auf das Kurvenquietschen zu untersuchen war.

3.3. Mess- und Auswerteverfahren

Die Methodik entspricht weitgehend der bei der Untersuchung der bleilegierten Schiene.

Die Aufzeichnung der Geräusche erfolgte wiederum am gleichen Radius, nachdem die bleilegierte Schiene ausgebaut und durch eine kopfgehärtete Schiene ersetzt wurde.

Das Geräuscherfassungsgerät wurde zwischenzeitlich modifiziert und optimiert.

3.4. Ergebnis und Schlussfolgerungen

Es wurde die schalltechnische Wirkung einer in einem Gleisbogen mit engem Radius im Bereich des Ablaufberges des Rbf München Nord eingeführten Fahrflächenschmierung auf die Kurvengeräusche erfasst und bewertet und mit den Berechnungsansätzen der Akustik 04 verglichen.

Dabei konnten am untersuchten Gleisbogen insgesamt 998 Vorbeifahrten von Wagen bzw. Wagengruppen ohne Schmierung und 1104 Vorbeifahrten von Wagen bzw. Wagengruppen mit Schmierung ausgewertet werden.

Zusammenfassend ergibt sich folgendes Ergebnis:

- Nach Einführung der Fahrflächenschmierung hat sich der mittlere Einzelereignispegel der Vorbeifahrten mit signifikanten Kurvengeräuschen um 4 dB(A) verringert. Gleichzeitig konnte eine Veränderung des Verhältnisses von Vorbeifahrten mit signifikanten Kurvengeräuschen zu Vorbeifahrten ohne signifikante Kurvengeräusche von zuvor 57 % zu 43 % auf 40 % zu 60 % festgestellt werden.
- Unter Berücksichtigung der Häufigkeit des Auftretens signifikanter Kurvengeräusche hat sich der Mittelungspegel $L_{m,25,1}$ nach Einführung der Fahrflächenschmierung um 5 dB(A) reduziert.

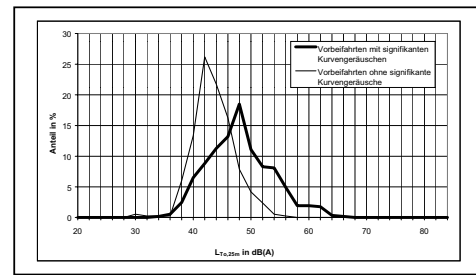


Abb. 2: Häufigkeitsverteilung der Einzelereignispegel an kopfgehärteter Schiene ohne Schmierung

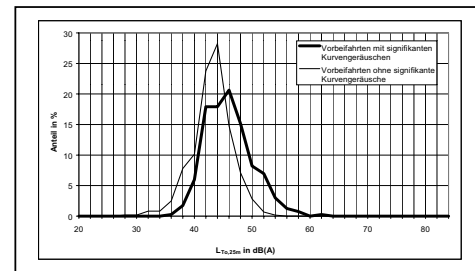


Abb. 3: Häufigkeitsverteilung der Einzelereignispegel an kopfgehärteter Schiene mit Schmierung

Der unter Berücksichtigung aller Vorbeifahrten (mit und ohne signifikante Kurvengeräusche) festgestellt Mittelungspegel in 25 m Abstand beträgt nach Einführung der Fahrflächenschmierung 48,4 dB(A) und liegt somit um mehr als 11 dB(A) unter dem in Akustik 04 angegebenen Wert von 60 dB(A). Ohne Fahrflächenschmierung wurde ein Mittelungspegel von 53,3 dB(A) ermittelt.

3.5. Anwendernutzen

Durch die Verminderung des Kurvenquietschens in Rbf und der damit verbundenen Erreichung von niedrigeren Beurteilungspegeln bei schalltechnischen Untersuchungen für Planfeststellungsverfahren können letztlich ineffektive Schallschutzmaßnahmen im Ausbreitungsweg vermieden werden.

Weiterhin wird auch die Lästigkeit des Kurvenquietschens vermindert, da der Emissionspegel enger Kurvenradien beim Quietschen sinkt und die Quietschhäufigkeit abnimmt.

4. Ausblick

Für einen praktischen Einsatz der hier beschriebenen und dargestellten Schienenfahrflächenschmierung im Rbf sind zusätzliche Untersuchungen interessant, wie z.B. das Verteilungsverhalten des Schmiermittels im gesamten Rbf-Bereich oder auch detailliertere Untersuchungen zur optimalen Schmiermenge.

Solche Untersuchungen sollten bei Bedarf im Rahmen eines geeigneten Projektes in Angriff genommen werden.

5. Literatur

1. Möhler + Partner, Bericht Nr. 101-603 „Schallmessungen und Auswertungen von Kurvengeräuschen im Bereich einer bleilegierten Schiene im Rbf München Nord“, im Auftrag der DB AG München 1999
2. Möhler + Partner, Bericht Nr. 101-1015 „Schallmessungen und Auswertungen von Kurvengeräuschen ohne und mit Fahrflächenschmierung im Rbf München Nord“, im Auftrag der DB AG München 2001
3. Akustik 04 – Richtlinie für schalltechnische Untersuchungen bei der Planung von Rangier- und Umschlagbahnhöfen, DB 1990