

Die Entwicklung und Stand der Technik von Systemen zur Reduzierung der Schallemission aus dem Rollgeräusch und dem Kurvenquietschen

Dipl.-Ing. Thomas Gerlach, Gutehoffnungshütte Radsatz GmbH, Oberhausen
Dipl.-Ing. Andreas Brinkmann, Gutehoffnungshütte Radsatz GmbH, Oberhausen
Dipl.-Ing. Christian Kemp-Lettkamp, Gutehoffnungshütte Radsatz GmbH, Oberhausen

1. Einleitung

Systeme zur Reduzierung der Schallabstrahlung sind in Grundzügen schon seit über 50 Jahren bekannt. Die technische Umsetzung in serienreife Produkte erfolgte verstärkt, nachdem der Bedarf an solchen Systemen durch die Sensibilisierung der Bevölkerung für Lärm in den 1970'er Jahren gestiegen ist. In den letzten Jahren ist die Lärmbekämpfung auch in national und internationalen Normen, Gesetzen und Richtlinien manifestiert worden, so dass der Handlungsdruck weiter steigt.

Die ständig höher werdenden Anforderungen an Fahrzeuge des Rad/Schiene - Verkehrs und deren Umweltverträglichkeit bezüglich der Schallemissionen erfordern wirkungsvolle Maßnahmen zur Minderung der Rollgeräusche. Hauptschallquellen im Schienenfahrzeugverkehr sind das Rad sowie auch zu einem großen Teil die Schiene aus der Anregung im Rad/Schiene - Kontakt. Mittlerweile sind eine Reihe von Lösungen zur Geräuschdämpfung des Rades entwickelt worden. Damit können Rollgeräusche verringert und Kurvenquietschen stark unterdrückt werden.

Eine Verminderung der Schallabstrahlung des Rades hat eine große Wirkung im Gesamtsystem Fahrzeug/ Fahrweg. Als eine wirkungsvolle Maßnahme hat sich der Ersatz von Graugusssohlen bei Klotzbremsen gegen andere Bremsbeläge erwiesen, bzw. die Verwendung von Scheibenbremsen. Ausreichend für die Einhaltung der neusten Lärmverordnungen sind diese Maßnahmen allein jedoch nicht. Besonders im Bereich enger Kurven sind weitere wirkungsvolle Maßnahmen zur Verminderung der Quietschgeräusche erforderlich. Schallabsorbersysteme, die als klassische Methoden bezeichnet werden, werden seit Jahrzehnten eingesetzt, um das Rollgeräusch und das Kurvenquietschen von Eisenbahnradern zu minimieren.

2. Entwicklung

Maßnahmen zur Geräuschdämpfung von Rädern waren schon in der Mitte des vergangenen Jahrhunderts bekannt. In Patenten aus dem Jahr 1950 sind bereits Absorberprinzipien beschrieben, deren Wirkung auf Reibungsdämpfung beruhen. Der verstärkte Einsatz von Radschallabsorbern kam in den 1970'er Jahren mit der Sensibilisierung der Bevölkerung für das Problem des Schienenfahrzeuglärms. Mit Schallabsorbern sollten vorhandene Radkonstruktionen schalltechnisch optimiert werden.

Maßgeblich für die Entwicklung von Absorbern waren die damaligen Arbeiten der Fa. MBB Messerschmidt Bölkow Blohm, Ottobrunn (heute Dasa) [1]. Die ersten Entwicklungen waren Scheibenabsorber, deren Lizenz durch die Gutehoffnungshütte Radsatz GmbH übernommen wurde. Der Absorber (Abb. 1) besteht grundsätzlich aus in schichtbauweise aufeinanderliegenden Blechen mit dazwischenliegendem Dämpfungsmaterial, die als hornförmige Zungen geschlitzt sind, und kann zur Ankopplung am Radkranz oder der Radscheibe auf verschiedenen Möglichkeiten fest montiert werden (Abb.2). Das Dämpfungsmaterial wird auf Scherung beansprucht, wodurch die Dämpfungsschicht sehr dünn ausgeführt werden kann. Durch die Hornform der Zungen wirkt der Dämpfer oberhalb einer Grenzfrequenz breitbandig (Abb.3).

Im Laufe der Jahre wurden weitere verschiedene Varianten entwickelt und im Einsatz erprobt: Stahlkiesabsorber, Schrumpfringe, Dämpfungsreibringe, Beschichtungen mit in den Radsteg eingebrachten Kunststoffschichten und Blechen, Ausschäumen der Radscheibe mit Kunststoffen und Absorberschirme. Das Prinzip beruht im Wesentlichen immer darauf, die inneren Verlustfaktoren des Rades zu erhöhen, sei es durch Umwandlung der Schwingungen in Wärme in einem viskoelastischen Kunststoff oder durch Entzug der Schwingungsenergie aus Festkörperreibung. Durchgesetzt haben sich im Nah- und Fernverkehr wegen der eingeschränkten Einbauverhältnisse, Gewichtserhöhungen, den zusätzlichen Kosten und erhöhtem Wartungsaufwand Dämpfungsringe und Plattenabsorber.

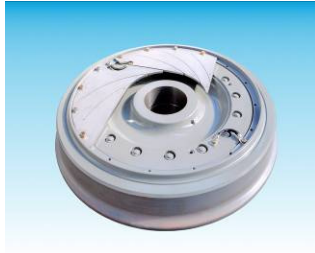


Abb.1 Radschallabsorber

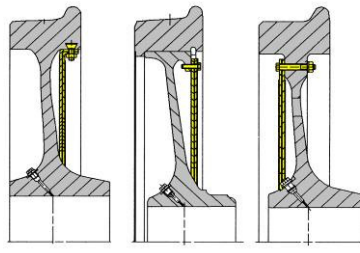


Abb.2 Anbindungsmöglichkeiten

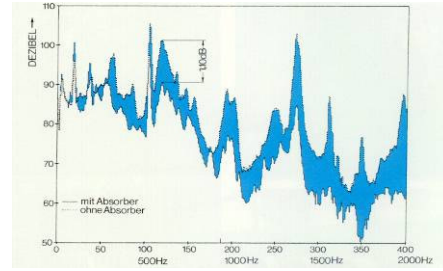


Abb.3 Breitbandige Wirkung

3. Anforderungen

Die Anforderung aus Normen und Gesetzen wirken sich auf Grund ihres Gültigkeitsbereiches und ihrer Umsetzbarkeit unterschiedlich stark auf die Konstruktion von Schienenfahrzeigrädern aus.

Im Vollbahnbereich gelten für neue Räder die Anforderungen der EN 13979-1. Sie fordert eine akustische Bewertung des Rades in Vergleich zu einer bestehenden Radkonstruktion. Das Vergleichsrad ist nicht vorgeschrieben und muss der Anwendung entsprechend benannt werden. Ein rechnerischer Nachweis wird nur unter bestimmten Umständen zugelassen. Ansonsten, z.B. auch bei Rädern mit Absorbern, sind Geräuschmessungen auf der Strecke notwendig. Wegen des erforderlichen Aufwands ist die Norm in diesem Punkt schwer umzusetzen. Das geforderte Ziel ist hingegen sehr gering: Das neue Rad darf lediglich nicht lauter als das bereits im gleichen Fahrzeug unter gleichen Einsatzbedingungen eingesetzte Vergleichsrad sein.

Für das Gesamtsystem Fahrzeug im Vollbahnbereich legen als neue Regelwerke die TSI Noise (TSI Lärm) und die TSI HGV Werte für die Geräuschemission von Neufahrzeugen fest. [2] Diese beiden Regelwerke legen Richtlinien für die Interoperabilität im europäischen Schienenverkehr fest.

Außerdem ist die Geräuschbelastung im Fahrgastraum und im Führerraum geregelt, u.a. durch die DIN V5566, Teil 3, und die TSI Noise bzw. die TSI HGV. Diese Bereiche lassen sich gegenüber dem Rad gut geräuschisolieren, so dass der Rad/ Schiene Kontakt hierfür uninteressant ist.

Für Neubaustrecken und bei wesentlichen Änderungen an einer vorhandenen Strecke gibt es in Deutschland gesetzlich vorgeschriebene Höchstwerte für die Schallimmission benachbarter Gebäude in der Verkehrslärmschutzverordnung (16. BImSchV). Die Möglichkeiten zur Einhaltung der Werte sind entweder Verbesserung der Schallschutzmaßnahmen am Fahrzeug oder Verbesserung der Schallschutzmaßnahmen am Fahrweg, z.B. Schallschutzwände [3]. Für bestehende Strecken gibt es keine verbindliche Regelung, es wird jedoch als freiwillige Leistung des Bundes Lärmsanierung unter den gleichen Bedingungen wie für Bundesfernstraßen durchgeführt [4] [2].

Für Straßenbahnen gibt die VDV 154 Empfehlungen für Geräuschemissionen, die in das Lastenheft bei Neubeschaffungen übernommen werden sollen.

4. Stand der Technik

Die Randbedingungen für die Wahl einer geräuschkindernden Maßnahme am Rad sind der Bauraum, die Funktionstüchtigkeit des Rades, die Betriebstemperatur, eventuell der Aufwand des Nachrüstens und natürlich die Beschaffungskosten sowie die Betrachtung der LCC Kosten und nicht zuletzt das Zusatzgewicht.

Das Nachrüsten von Absorbern ist in den meisten Fällen möglich. Durchgesetzt haben sich Platten- und Ringabsorber (Abb.4). Neben Absorbern gibt es noch weitere Möglichkeiten zur Reduzierung der Schallabstrahlung des Rades: Austausch von Grauguss-Klotzbremsen, schalltechnisch strukturoptimierte Rad- und Radsatzkonstruktion, Optimierung der Spurführung in Kurven, gummigefederte Räder, Verringerung der Oberflächenrauigkeit (Schienenschleifen) der Schiene und Schienenschmierung in Kurven. Als besonders erfolgreich hat sich für Güterwagen der Austausch von Grauguss-Klotzbremsen gegen Klotzbremsen mit sogenannten K-Sohlen erwiesen (Lärminderung beim Rollgeräusch um ca. 10 dB(A)). Radabsorber haben allein eine Wirkung von ca. 2-6 dB(A) beim Rollgeräusch. Gegenüber Alternativen zeichnen sich Absorbervarianten durch relativ geringen Anschaffungspreis (Einmalkosten) und geringe LCC - Kosten aus.

Die Kurvengeräusche in engen Kurvenradien gegenüber früher wesentlich zu senken ist im Laufe der Zeit mit Radabsorbern gelungen, jedoch wird sich ein gelegentliches Restkreischen auf Grund der systemtypischen Unzulänglichkeit des Rad-Schiene-Systems nicht vollständig vermeiden lassen. Die Geräuschenstehung ist sehr witterungsabhängig, dies wird deutlich bei großer Hitze und Trockenheit. Gegenüber anderen Systemen wie dem Schmieren der Schienen haben Absorber den Vorteil, dass sie die Fahrdynamik nicht beeinflussen. Für die Anpassung an das Gesamtsystem Fahrzeug und an den Fahrweg sind häufig und vor allem bei Quietschgeräuschen Einbauversuche notwendig.

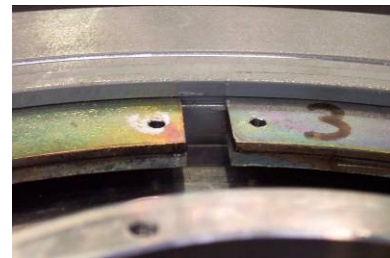
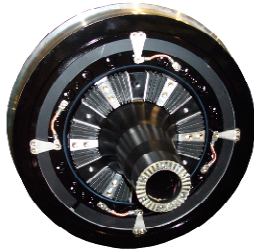


Abb.4 Ringabsorber (DAAVAC) mit einfacher Montage

und Nachrüstbarkeit

5. Ausblick

Bekannt ist, dass die im Kontaktbereich zwischen Rad und Schiene wirkenden Wechselkräfte beide Bauteile Rad und Schiene zu hochfrequenten Schwingungen anregen. Darüber hinaus muss jedoch das Zusammenspiel des Gesamtsystems Fahrwerk, d. h. auch der gesamte Radsatz als schwingfähiges System und die Schiene mit dem Oberbau, die in gegenseitiger Wechselwirkung zur Schallabstrahlung beitragen, bei der Weiterentwicklung von Maßnahmen zur Minderung der Schallemissionen mit einbezogen werden.

Die Notwendigkeit intensiver Forschungsarbeiten zur Entwicklung optimaler Lösungen zur Schallpegelreduzierung, die in der Erforschung des Schienenverkehrslärms begründet ist, hängt zunehmend mit der Einführung von Hochgeschwindigkeitszügen und mit der Forderung nach umweltverträglichem Personen- und Güterverkehr in Europa zusammen. Trotz auch vorangegangener langjähriger Forschungsaktivitäten wird das Potential zur Lärmreduktion grundsätzlich noch nicht ausgeschöpft bzw. beherrscht.

Darauf begründet wurde ein Forschungsvorhaben mit dem Titel „Leiser Zug auf realem Gleis“ („LZarG“) als Verbundprojekt Leiser Verkehr initiiert und beim BMWi beantragt. Das Projekt wurde im Dezember letzten Jahres vom BMWi bewilligt.

Hier steht im Vordergrund, das Gesamtsystem Fahrwerk, Radsatz und Oberbau in die Betrachtung von Optimierungsarbeiten einzubeziehen. Ziel ist es, technische und betriebliche Lösungen zu erarbeiten, die zudem auch wirtschaftlich tragbar sein müssen, um den Schienenverkehrslärm weiter zu reduzieren. Im Einzelnen sind diese: eine Lärminderung in lärmintensiven Netzbereichen der Deutschen Bahn AG um weitere 5 – 7 dB(A) gegenüber dem heutigen Stand bzw. ca. 2 dB(A) gegenüber den heutigen Grenzwerten der TSI Richtlinien bis zum Jahr 2020, Entwicklung serienreifer Lösungen bis 2011, Retrofitlösungen, Integration von Maßnahmen am Fahrzeug und Fahrweg, und Life Cycle-Cost orientierte Lösungen.

Es soll am Ende des drei Jahre dauernden Forschungsprojektes eine aus Teillösungen bestehende Systemlösung mit optimiertem Oberbau und optimierten Fahrzeugen vorliegen.

6. Literatur

[1] Albrecht, H. und Bschorr, Dr. O. Verringerung des Vibrationspegels in Maschinen. *VDI-Berichte*. 1975, 239.

[2]. Koch, Bernhard. Lärmemissionen und Lärminderung im Schienenverkehr. *Eisenbahntechnische Rundschau*. 2007, 12, S. S.772-779.

[3] NN. BImSchV- Bundeslärmschutzverordnung. [Bundesverordnung]. 12. Juni 1990.

[4]. NN. UBA - Lärm - Schienenverkehrslärm. Juli 2007. [Aufgerufen am 3. Dezember 2007 : <http://www.umweltbundesamt.de/laermprobleme/hauptlaermquellen/schienenverkehrslaerm.html>]