

# Einfluß der Schienenrauheit auf den Geräuschpegel von Schienenfahrzeugvorbeifahrten

Christoph Eichenlaub<sup>1</sup>, Lars Krüger<sup>2</sup>

Alstom Transport Deutschland, 38239 Salzgitter, Deutschland,

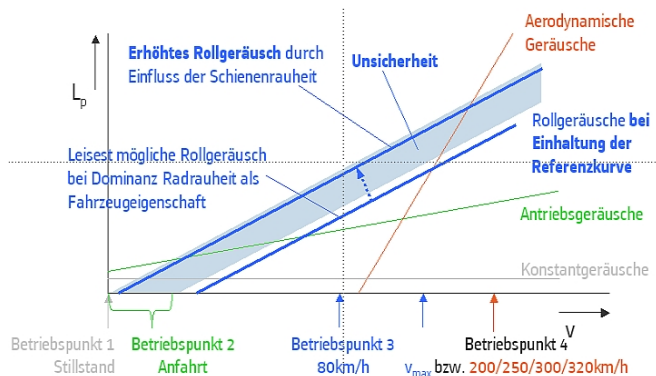
Email: christoph.eichenlaub@transport.alstom.com, lars.krueger@transport.alstom.com

## Einleitung

Die Geräuschemissionen fahrender Schienenfahrzeuge werden in drei Hauptgruppen eingeteilt. Diese sind:

- Antriebs- und Nebengeräusche
- Rad-Schiene-Geräusche
- Aerodynamische Geräusche

Bei Vorbeifahrten an einer Geräuschmessstelle haben diese Teilgeräusche abhängig von der Fahrgeschwindigkeit verschiedenen Anteile am Gesamtpegel. Zur Abschätzung dieser Anteile wird als Faustregel verwendet, dass Antriebsgeräusche als proportional mit der Fahrgeschwindigkeit wachsend angenommen werden, Rad-Schiene-Geräusche als mit der dritten Potenz der Fahrgeschwindigkeit wachsend und aerodynamische Geräusche als mit der fünften Potenz wachsend. Anhand experimenteller Daten wurde gezeigt, dass für Vorbeifahrten mit konstanter Geschwindigkeit die Antriebsgeräusche bis etwa 40 km/h den Gesamtpegel bestimmen, darüber bis etwa 280 km/h das Rad-Schiene-Geräusch den Gesamtpegel bestimmt und darüber aerodynamische Geräusche pegelbestimmend sind (siehe Abbildung 1).



**Abbildung 1:** Einfluß des zu bewertenden Bereiches spektral aufgelöster Gleisrauheiten auf die Geräuschanteile von Schienenfahrzeugvorbeifahrten.

## Fahrzeugtyptests

Bei akustischen Typtests von Schienenfahrzeugen gemäß der DIN EN ISO 3095 werden daher drei Geräuschereignisse geprüft:

- Das Stillstandsgeräusch zur Bestimmung von Grundgeräuschen der Antriebstechnik und von Nebenbetrieben.
- Das Anfahrgeräusch zur Bestimmung der vom Antrieb ausgehenden Geräuschemissionen

- Die Vorbeifahrgeräusche zur Bestimmung von Rad-Schiene-Geräuschen und aerodynamischen Geräuschen. Vorbeifahrten werden bei verschiedenen Geschwindigkeiten durchgeführt. Diese Messungen finden auf besonders zu qualifizierenden Gleisen statt, um den Einfluss des Gleises auf das Messergebnis zu minimieren.

Bei diesen Messungen steht eine Bewertung des Fahrzeuges im Vordergrund. Die Bewertung eines Systems aus Fahrweg und Fahrzeug oder die Messung von Verkehrsgeschäusen gehören nicht zum Anwendungsbereich dieser Norm.

Wenn die Bedingungen zur Fahrflächenrauheit des Gleises knapp nicht eingehalten werden, kann die aus der erhöhten Schienenrauheit resultierende Unsicherheit durch einen Vergleich der gemessenen Rauheit mit der Obergrenze gemäß DIN EN ISO 3095 bewertet werden. Diese Bewertung muss unter Berücksichtigung der spektralen Verteilung der Geräuschemission und der spektralen Verteilung der Schienenrauheit unter Berücksichtigung der Fahrgeschwindigkeit des Fahrzeuges erfolgen. Da die Grenzen der Terzen der Wellenlänge abhängig von der Fahrgeschwindigkeit auf Terzen des Luftschalls umgerechnet werden, liegen die Terzgrenzen nicht kongruent zueinander. Die Überschreitungen sind dann jeweils anteilig auf die korrespondierenden Terzen des Luftschalles aufzuteilen. Die Summe der um die Überschreitungen angehobenen Terzen darf die Summe der gemessenen Terzen nicht über eine vorgegebene Obergrenze überschreiten.

Die Unsicherheit der Messung aufgrund kleiner Abweichungen von der Rauheitsgrenzkurve steigt nur in einzelnen Fällen deutlich an. Wenn die einer Wellenlänge spektral zuzuordnenden Anteile des Geräusches nicht pegelbestimmend sind, kann eine Abweichung als unbedeutend erkannt werden. In der nächsten Ausgabe der DIN EN ISO 3095 wird dieser Verfahren in einem eigenen Anhang behandelt.

In der nächsten Ausgabe der Zulassungsvorschrift TSI Noise wird eine Unsicherheit bis 1 dB ohne Einschränkung der Gültigkeit der Messung akzeptiert

## Fahrzeug und Fahrweg

Bei der Ausschreibung eines Fahrzeugauftrages kann die im Netz des Betreibers als Systemeigenschaft von Fahrweg und Fahrzeug auftretende Geräuschemission gegenüber dem akustischen Typtest priorisiert werden, insbesondere wenn das zu beschaffende Fahrzeug keine Zulassung entsprechend den europäischen Regularien

benötigt.

Wenn in speziellen Fällen das Untersuchungsziel in der Bewertung der Schallemission eines Systems bestehend aus Fahrweg und Fahrzeug besteht, gibt es die Möglichkeit, diese in Anlehnung an die DIN EN ISO 3095 oder an die DIN 45642 zur Messung von Verkehrsgeräuschen durchzuführen. Dabei zielt die Messung von Verkehrsgeräuschen auf eine Gesamtheit vieler Zugfahrten und ist daher schlecht zur Messung einzelner Fahrzeuge adaptierbar.

Eine Durchführung von Messungen einzelner Fahrzeuge in Anlehnung an die DIN EN ISO 3095 bietet sich an. Die Verwendung eines das Fahrzeug horizontal stärker anregenden Gleises ist eine Abweichung von den geforderten Bedingungen und erhöht die Unsicherheit des Ergebnisses im Sinne des von der Norm beschriebenen Typ-testes: Rad-Schiene-Geräusche werden überproportional auftreten und können Aggregatgeräusche verdecken; die Gewichtung der einzelnen Schallquellen verschiebt sich, ein rein fahrzeugbezogenes Messergebnis ist nicht mehr gegeben.

Die nächste Ausgabe der DIN EN ISO 3095 wird in einem weiteren Anhang ein Verfahren zur vergleichenden Bewertung verschiedener Testsituationen mit erhöhter Schienenrauheit anbieten. Hierfür wird ein Maß bestimmt, wie weit der dem Rad-Schiene-Geräusch zuzuordnende Pegelanteil sich zwischen zwei verschiedenen Testsituationen verschieben kann. Damit kann auch die Unsicherheit bewertet werden, die bei einem Vergleich von zwei Messungen von Fahrweg und Fahrzeug vorliegt.

Anhand der vorliegenden Gleisrauheiten wird der maximale Toleranzbereich der zu bewertenden Situationen ermittelt. Der Unterschied, der aus dem Abstand der oberen und der unteren Envelope von den tatsächlichen Messwerten erhalten wird, wird für jede Fahrgeschwindigkeit einzel spektral gewichtet und der resultierende Pegelunterschied gibt die Unsicherheit des dem Rad-Schiene-Geräusch zuzuordnenden Pegelanteils an.

Eine der zu vergleichenden Testsituationen kann eine Vorgabe ohne zugehörige Vorbeifahrtmessung sein. Diese Vorgabe kann auf einer Messung beruhen, die bereits ausgeführt werden kann, bevor das später zu bewertende Fahrzeug bestellt oder gefertigt ist. Damit kann bereits vor Beginn der Fahrzeugentwicklung ein anderer Gleiszustand festgelegt werden, der dann für dieses Fahrweg-Fahrzeug-System zur Abnahme heranzuziehen ist.

Der festgelegte Gleiszustand sollte nach der Durchführung der betriebsüblichen Gleispflegemaßnahmen ermittelt werden, so dass der Betrieb ein Verfahren hat, um immer wieder einen dem Grundzustand möglichst ähnlichen Schienenzustand mit eigenen Mitteln wiederherzustellen.

Anhand des Vergleiches der vorgegebenen Situation mit der bei der Fahrzeug-Fahrweg-Messung vorgefundenen Schienenrauheit kann eine qualifizierte Aussage zur Unsicherheit der Messung, bezogen auf den Rad-Schiene-Geräuschanteil des gemessenen Fahrzeug-

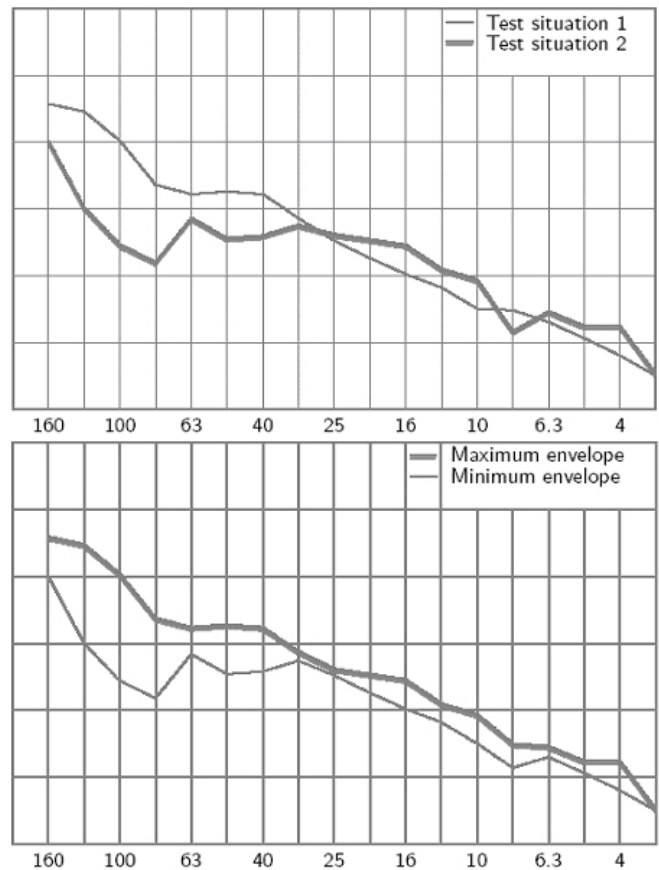


Abbildung 2: Bildung des zu bewertenden Bereiches spektral aufgelöster Gleisrauheiten aus Messdaten.

Fahrweg-Systems gemacht werden. Ein Fahrzeugbesteller kann also seine Fahrzeugbeschaffung auch mit anderen Rauheiten verknüpfen, muss dazu jedoch vor Vertragsabschluss bereits verbindliche Aussagen zum zu erwartenden Schienenzustand machen können.

## Fazit

Für Fahrzeugbetreiber, deren Fahrzeuge nicht nach europäischen Regularien zugelassen werden, öffnet die Neuausgabe der DIN EN ISO 3095 einen praxismgerechten Weg zur Messung von Fahrzeugen in Kombination mit ihrem Fahrweg. Die Messungen können mit annehmbaren Unsicherheiten durchgeführt werden, wenn ein betriebsspezifischer Grundzustand des Gleises bekannt ist.

## Literatur

- [1] Beuth Verlag: DIN EN ISO 3095:2005 Messung der Geräuschemission von spurgebundenen Fahrzeugen,
- [2] Beuth Verlag: DIN 45642:2004 Messung von Verkehrsgeräuschen,
- [3] Beuth Verlag: DIN EN 15610:2009 Messung der Schienenrauheit im Hinblick auf die Entstehung von Rollgeräusch,
- [4] Beuth Verlag: prEN ISO 3095:2010 Entwurf: Messung der Geräuschemission von spurgebundenen Fahrzeugen.