Differenzierung des lärmabhängigen Trassenpreissystems (laTPS) nach Emissionen

Martin Fehndrich, Günter Köhler

Bochumer Verein Verkehrstechnik GmbH, Alleestr. 70, 44793 Bochum,
E-Mail: fehndrich@bochumer-verein.de

Einleitung

Seit Anfang 2013 gibt es bei der DB-Netz ein lärmabhängiges Trassenpreissystem [1]. Für „laute“ Güterzüge fallen nun etwas höhere Trassenpreise an (2% Zuschlag zum Trassenpreis in 2015). Mit den Mehreinnahmen wird im Gegenzug die Umrüstung der Fahrzeuge auf eine leisere Fahrtechnologie gefördert, die K- oder LL-Sohlen. Mit dieser Maßnahme soll ein Marktmechanismus wirken, alle Güterwagen bis zum Jahr 2020 auf diese leisere Technologie umzurüsten. Die Förderung ist dabei auf Umrüstung auf Verbundstoffbremssohlen (K und LL) begrenzt.

Die Stufe der lärmabhängigen Preiskomponente definieren Pegelwerte der TSI Lärm [2,3]. Das sind für ein Neufahrzeug mit 0,225 Achsen pro Meter 83 dB(A). Das bedeutet für eine Ausrüstung der Güterwagenräder mit Absorbern, durch die der Pegel von 82 dB(A) auf 79 dB(A) oder weiter reduziert werden kann, gibt es weder eine zusätzliche Ersparnis beim Trassenpreis, noch Fördergelder aus dem laTPS.

Als Beispiel wird eine Entwicklung des Bochumer Vereins, ein Radkappenabsorber zur Dämpfung von Güterwagenrädern vorgestellt.

Dadurch, dass nur eine Maßnahme gefördert wird, fallen andere Maßnahmen hintenüber, denn so gibt es weder den Anreiz über die geforderte Schwelle hinaus Lärm zu reduzieren, noch zu alternativen Maßnahmen, durch die allein die geforderte Schwelle nicht erreicht wird.

Ein stufenloses, oder weniger grobes Trassenpreissystem könnte dagegen unterschiedlichste Innovationen ohne Ausschlüsse gerechter fördern.

Lärmabhängiges Trassenpreissystem der DB

Das Trassenpreissystem (TPS) der DB Netz regelt die lärmabhängige Entgeltkomponente [1]:

„Das Trassenentgelt für Güterverkehre wird durch eine lärmabhängige Entgeltkomponente ergänzt. Der Zuschlag beträgt 2,0 Prozent auf das Trassenentgelt für Zugtrassen des Güterverkehrs. Dieser Zuschlag wird auf alle Güterzüge, nicht jedoch auf Güterverkehrs-LZ-Trassen bzw. auf Zugverbände, die mindestens zu 90% aus den die Vorgaben der TSI Lärm dauerhaft einhaltenden Güterwagen bestehen, angewendet.“

Damit definiert das TPS Güterwagen als „leise“, die die Anforderungen der TSI Lärm einhalten.

Eine Entlastung ist nur spürbar, wenn wirklich fast alle Fahrzeuge eines Zuges leise sind. Daher gilt als „leiser Zug“ nur ein Zug, der aus mindestens 90% (bis 2014 80%) leisen Wagen besteht.

TSI Lärm (2014) – leise Güterwagen

In der neuen TSI-Lärm vom 26. November 2014 [2] gilt für Güterwagen ein längenbezogener Pegel, der die diskontinuierlichen Grenzwerte in Abhängigkeit der APL (Achsen pro Länge) der bisherigen TSI-Lärm [3] ablöst. Die gemessenen Pegel werden nun auf einen APL von 0,225 m^{-1} umgerechnet.

Die TSI schreibt für neu zuzulassende Güterwagen nun die Einhaltung eines längenbezogenen Pegels von 83 dB(A) vor, der in der Höhe den Pegelwerten der vorherigen Staffelung entspricht.

Umgerüstete Fahrzeuge

Für auf Verbundstoff-Sohlen umgerüstete Güterwagen gibt es im Prinzip keinen Grenzwert, da keine Prüfung vorgesehen ist:

„Wird ein Güterwagen während der Erneuerung oder Umrüstung mit Verbundstoff-Bremssohlen ausgerüstet und werden dem Güterwagen keine zusätzlichen Geräuschquellen hinzugefügt, so ist ohne Prüfung davon auszugehen, dass die Anforderungen in Abschnitt 4.2.3 erfüllt sind.“ (TSI Lärm Abschnitt 7.2) [2]

Praktisch bedeutet dies, dass die Maßnahme und kein Pegel bewertet wird. Ein in der bisherigen TSI Lärm um 2 dB(A) höhere Zulassungspegel für umgerüstete Fahrzeuge war damit praktisch ohne Belang und findet sich konsequenterweise in der Neuauflage nicht mehr wieder.

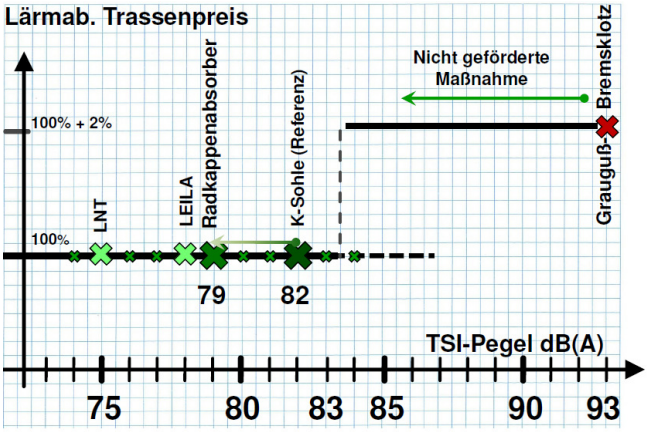

Abbildung 1: Beispiele von Pegel und deren Einordnung im lärmabhängigen Trassenpreissystem.

Das laTPS kann man schematisch in einem Diagramm darstellen, wobei der Lärmzuschlag auf den Pegel entsprechend der TSI Lärm aufgetragen wird. Die Anforderung der TSI von 83 dB(A) definiert dabei eine Sprungstelle. Für Pegel darunter ist der laTP konstant (kein Zuschlag), für Pegel darüber gibt es einen konstanten Zuschlag von z.Z. 2%

des Trassenpreises. Dass für umgerüstete Fahrzeuge ein höherer Pegel gilt, bzw. kein expliziter Pegel sondern nur die Maßnahme gilt, wird durch eine gestrichelte Fortsetzung der unteren Gerade zu höheren Pegel dargestellt.

In das Diagramm können eine Reihe von an verschiedenen Güterwagen gemessenen Pegeln eingetragen werden. Beispiele sind ein lauter graugussgebremster Güterwagens bei 93 dB(A) [4], für leise Güterwagen Werte der Forschungsvorhaben LNT und LEILA, die Werte eines Rades mit und ohne Radkappenabsorber [5], sowie Werte aus einer für das Umweltbundesamt durchgeführten Zusammenstellung der bei Abnahmefahrten gemäß TSI ermittelten Pegel [6].

Die Zusammenstellungen von TSI-Abnahmewerten bei Güterwagen zeigt eine auffallend große Streuung der Abnahmepegel. D.h., dass in den letzten Jahren eine Reihe besonders lärmarmer Güterwagen [7] zugelassen wurde. Gleichwohl ist in der zeitlichen Entwicklung bei neuzugelassenen Güterwagen keine Tendenz zu niedrigeren Schallemissionen erkennbar (vgl. S. 74, [6]).

Paradoxe Folge der Definition von „leiser Zug“

Die Festlegung im TPS eines Zugs als „leise“, der aus einem bestimmten (unter 100% liegenden) Anteil leiser Fahrzeuge besteht, hat die paradoxe Folge, dass ein „lauter Zug“ nach TPS der DB durch Anhängen zusätzlicher leiser Fahrzeuge „leise“ wird, wenn dadurch der Anteil leiser Fahrzeuge über die kritische Grenze gehoben wird.

Diese Kategorisierung ist für Anwohner der Bahntrassen sicher kaum nachzuvollziehen und führt zu einem Anreiz, der dem Ziel einer Lärmreduzierung zuwiderläuft.

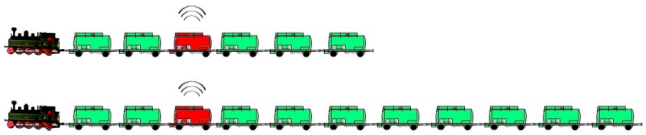

Abbildung 2: Vergleich „lauter“ Zug (oben) und „leiser“ Zug (unten), bei der sich der leise Zug nur durch zusätzlich angehängte „leise“ Wagen unterscheidet (Anteil „leiser“ Wagen über 90%)
Grüne/helle Wagen sind leise (d.h. erfüllen die Anforderungen der TSI Lärm), rote/ dunkle sind laut.

Sinnvoller als eine Bewertung des Anteils der leisen Güterwagen wäre eine Kategorisierung und Bemessung des lärmabhängigen Trassenpreisanteils nach Anzahl der „lauten“ Fahrzeuge. Die Kombination aus Berechnung pro Zug und Anteilsberechnung widerspricht schon einer Mindestanforderung an Monotonie, dass zusätzliche Geräuschquellen nicht zu einem insgesamt reduzierten Trassenpreis führen können.

Schweiz: Lärmbonus im Güterverkehr

Auch in der Schweiz gilt ein Trassenpreissystem [8], das nach Maßnahmen gestaffelt ist.

Ein Fahrzeug mit Bremsscheiben und Raddurchmesser über 50 cm erhält eine Vergünstigung von 0,03 Schweizer Franken pro Achskilometer. Bei Verbundstoffbremsklotz oder Trommelbremse sind dies 0,02 Schweizer Franken pro Achskilometer, bei Rädern unter 50 cm Durchmesser und einer dieser Maßnahmen sind es 0,01 Schweizer Franken pro Achskilometer.

Tabelle 1: Lärmbonus Schweiz

Preisansätze	Bonus CHF/Achskm
Scheibenbremse	0,03
Verbundstoffbremsklotz oder Trommelbremse	0,02
Maßnahme bei Raddurchmesser<50 cm	0,01

Geregelt wird dies in Art. 19b NZV. Der Artikel der Verordnung gibt in Absatz 2 wohl einen Spielraum „für Fahrzeuge mit anderen oder kombinierten Bremssystemen“, dieser bezieht sich im Wortlaut aber nur auf das Bremssystem, nicht aber auf Radschallabsorber [9] oder andere Maßnahmen, die so auch hier ohne Anreiz bleiben.

Im Vergleich ist das schweizerische LAPT-System ein feinstufigeres Förderinstrument, das allerdings auch nur Maßnahmen am Bremssystem erfasst und keine anderen Maßnahmen oder Pegel.

Ein wesentlicher Unterschied im Schweizer System ist die Berechnung pro Achse im Gegensatz zu der Berechnung pro Zug in Deutschland.

Beispiel Maßnahme: Radkappenabsorber

Bei der Bochumer Verein Verkehrstechnik GmbH wird ein Radkappenabsorber zur Reduzierung der Schallpegelemissionen von Güterwagenrädern entwickelt [5].

Da der Güterverkehr im Vergleich zum Personenverkehr äußerst kostensensitiv ist, werden auch bezahlbarere Kompromisslösungen gesucht. Eine weitere Schwierigkeit beim Güterverkehr ist die dort übliche Bremsung mittels Klotzbremsung, die zu einer thermischen Belastung des Rades und möglicher Absorber führt. Der Radkappenabsorber führt dabei sowohl bei der Frage der Herstellungskosten also auch bei den thermischen Schwierigkeiten zu einer Verbesserung.

Der Radkappenabsorber besteht aus einer tellerförmigen Metallplatte, die in einer Nut in der Nabe des Rades befestigt wird. Die so verspannte elastische Tellerfeder drückt mit einer Kraft auf die Radfläche. Die Radentwicklung erfolgt auf Basis eines BA 04 Güterwagenrades.

Abbildung 3: Mit Radkappenabsorber gedämpftes Rad auf der Innotrans 2015.

Absorber können sowohl auf der Radinnenseite, als auch auf der Radaußenseite befestigt werden. Im Vergleich zu anderen Absorberkonzepten ist der Radkappenabsorber einteilig und benötigt keine Schrauben. An der Außenkante des Absorbers befinden sich Kontaktstücke, welche der Absorber auf die Radfläche drückt und die die eigentliche Verbindung zum Rad herstellen. Die Kontaktstücke sorgen für eine Temperaturisolierung zwischen Rad und Absorber und ermöglichen die Kopplung der Radschwingungen mit dem Absorber.

Vorbeifahrtsmessung nach TSI Lärm

Eine Messung gemäß TSI Lärm 2006/66/EG und prEN ISO 3095:2001 wurde im Mai 2011 auf dem Eisenbahnversuchsring Velim durchgeführt. Dabei wurden vierachsige Kesselwagen mit Drehgestellen der Bauart Y25Ls1-K mit acht Rädern mit einer ersten Bauart (Typ I) von Radkappenabsorbern ausgerüstet und der Vorbeifahrpegel in 7,5 m Abstand bei Vorbeifahrten mit Geschwindigkeiten von 80 km/h und 120 km/h gemessen. Dabei wurde für 80 km/h ein längenbezogener Vorbeifahrtspegel von 79 dB(A) ermittelt. Die Pegelreduzierung zum Referenzfahrzeug mit ungedämpften Rädern beträgt 3 dB(A).

Abbildung 4: Mit Radkappenabsorbern gedämpfte Räder an einem Kesselwagen auf dem Versuchsring in Velim

Weitere Entwicklung

Die lärmreduzierende Wirkung der Radkappenabsorber beruht sowohl auf einer Dämpfung der Radschwingungen, als auch auf einer Dämmung des Rades. Beim wesentlichen Mechanismus, der Dämpfung des Rades, konnten inzwischen Werte vergleichbar zu herkömmlichen Radschallabsorbern erreicht werden.

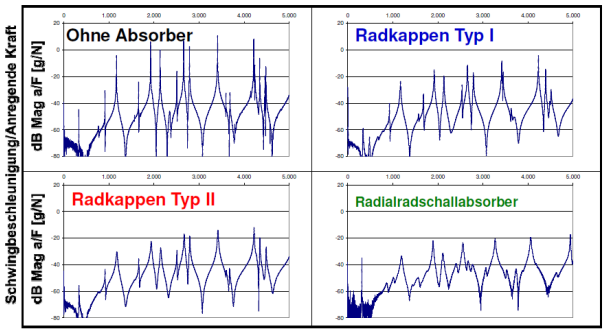

Abbildung 5: Dargestellt sind vier Transferfunktion, oben links für ein Rad ohne Absorber, oben rechts für ein Rad mit einem ersten Entwicklungstyp des Radkappenabsorbers (Typ I), unten links mit einem weiterentwickelten Typ (II) und unten rechts als Referenz ein vergleichbares Rad mit Radialradschallabsorbern [9]. Aufgetragen als Maßstab der Schwingung ist im Frequenzbereich bis 5 kHz die Schwingbeschleunigung geteilt durch die anregende Kraft auf der Radlauffläche in einem dB-Maßstab.

Fehlender Anreiz des laTPS

Durch die eine Stufe der Preiskurve des laTPS gibt es keine Anreize, den Lärmpegel von Güterwagen unter die Schwelle der TSI Lärm hinaus zu senken. Eine Förderung besonders lärmarmer Güterwagen gibt es nicht [6, 7, 10]. Auch für andere Maßnahmen, durch die trotz Pegelreduzierungen nicht die Schwelle der TSI genommen wird, gibt es keinen Anreiz.

Bei Neufahrzeugen ist daher das bloße Erfüllen der TSI-Bedingungen ausreichend. Einen Anreiz für weitere Verbesserungen gibt es nicht. Bei Bestandsfahrzeugen wird nur eine Maßnahme (Verbundstoff-Bremssohle) gefördert.

Maßnahmen wie

- Scheibenbremsen,
- Radschallabsorber,
- schalloptimierte Radform und
- Schallschutzschürzen

werden nur ergriffen, wenn dies andere Vorteile bringt. So setzt der Vermieter von Standardgüterwagen, die AAE AG, bei Neufahrzeugen auf Scheibenbremsen [11], allerdings nicht wegen der im Vergleich zu K- und LL-Sohle besseren akustischen Eigenschaften, sondern weil sich dadurch Betriebskosten reduzieren lassen.

Vorschlag: Kontinuierliches laTPS

Einen innovationsfreundlicheren Anreiz für Maßnahmen bei allen Pegelbereichen könnte durch ein kontinuierliches laTPS erreicht werden.

Dadurch könnten sich auch Maßnahmen außerhalb des starren Rasters lohnen.

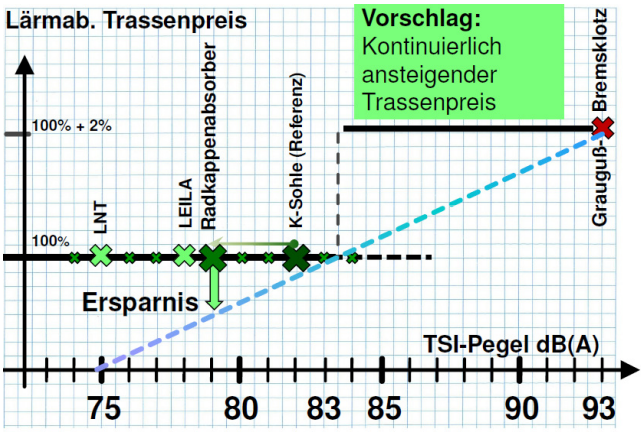

Abbildung 6: Vorschlag eines innovationsfreundlichen feingliedrigeren lärmabhängigen Trassenpreissystems.

In Abb. 5 wird dazu die einstufige Preiskurve durch eine ansteigende Gerade ersetzt. Die Steigung der Preiskurve wurde dabei so gewählt, dass für 83 und 93 dB(A) die derzeitigen Trassenpreise abgebildet werden. Im Prinzip kann die Preisfunktion dabei fast beliebig (aber streng monoton steigend), also auch nichtlinear, gewählt werden.

Die Trassenpreisreduzierung, die sich beispielsweise für einen mit Radkappenabsorbern ausgerüsteten Güterzug ergibt, ist durch einen Pfeil dargestellt.

Etwas mehr Aufwand erfordert die Frage, welcher Pegel für einen Zug, der aus mit Wagen mit unterschiedlichen TSI-Pegeln besteht, relevant ist. Nach der Logik des derzeitigen laTPS und bei Verzicht auf eine falsche Anreize setzende 90%-Regelung bestimmt der „lauteste“ Wagen den Trassenpreis.

Im Vergleich dazu würde nach der Logik des Schweizer Trassenpreissystems für jeden einzelnen Wagen bzw. jede Achse ein eigener Preis bestimmt.

Ein Mittelweg wäre eine Berechnung, die sowohl für längere (und ansonsten gleiche) Züge zu höheren Trassenpreisen führt, aber auch einen Anreiz bietet leise Wagen in einem Zug zu bündeln. Dazu könnte man z.B. die energetische oder eine sonstige Pegelsumme bilden und auf deren Basis einen Trassenpreis ermitteln.

Man könnte auch die Pegel nach Pegelhöhe geordnet gewichten. Der lauteste Wagen müsste dann den vollen Preis zahlen, der zweitlauteste weniger z.B. 70%, der drittlauteste 50% etc.

Fazit

Das lärmabhängige Trassenpreissystem der DB Netz in Verbindung mit der TSI Lärm fördert die Umrüstung der Klotzbremsen bei Güterwagen von Grauguss auf Verbundstoffsohlen. Ansonsten kennt das laTPS nur die eine Stufe bei einem Pegel von 83 dB(A). Weitergehende Pegelreduzierungen, aber auch Pegelreduzierungen, die nicht diese Schwelle nehmen, werden nicht gefördert.

Um auch für solche pegelreduzierenden Maßnahmen einen Anreiz zu schaffen, sollte das laTPS so geändert werden, dass sich für jede Pegelreduzierung auch der Trassenpreis reduziert.

Literatur

[1] DB Netz AG, Trassenpreissystem (TPS), Liste der Entgelte der DB Netz AG 2015 für Zugtrassen, Zusatz- und Nebenleistungen, gültig ab 14.12.2014

[2] TSI NOI 2014, VO (EU) 1304/2014

[3] TSI-CR-NOISE 2006, Com 2006/66/EG

[4] Müller-BBM Bericht Nr. 32 212 / 78, Schlussbericht für UBA-Vorhaben 105 05 806/7, 1999

[5] Fehndrich, M., Köhler, G.: Radkappenabsorber: Entwicklung eines Absorbersystems für Güterwagen-räder, Fachtagung Bahnakustik 2012, Planegg

[6] Lutzenberger, S., Gutmann, C.: Ermittlung des Standes der Technik der Geräuschemissionen europäischer Schienenfahrzeuge und deren Lärmminderungs-potenziale mit Darstellung von Best-Practice-Beispielen, UBA-Bericht, 2013

[7] Thron, T.: Besonders lärmarme Güterwagen, DAGA 2011

[8] Schweizerische Bundesrat, Eisenbahn Netzzugangs-verordnung (NVZ, Stand 1. September 2014)

[9] Fehndrich, M., Murawa, F.: Dämpfung der Laufge-räusche bei Eisenbahnrädern, Der Eisenbahningenieur 10/2011

[10] Lutzenberger, S., Gutmann, C.: Geräuschemissionen europäischer Schienenfahrzeuge Datenerhebung und Bewertung, DAGA 2012

[11] Stevenson, M. et al: Scheibenbremse und Güterwagen, Internationales Verkehrswesen (66) 3, 2014, S. 102