

Akustische Bewertung von Schienenschleifverfahren

Christian Czolbe¹, Robert Sieglitz², Dorothea Salz³

¹ PROSE AG, CH-8400 Winterthur, E-Mail: christian.czolbe@prose.ch

² PROSE Berlin GmbH, 12099 Berlin, E-Mail: robert.sieglitz@prose-deutschland.de

³ PROSE Berlin GmbH, 12099 Berlin, E-Mail: dorothea.salz@prose-deutschland.de

Ziele und Einleitung

Ziel des Gesamtprojektes „Schienenschleifen“ ist es, die Schienenrauheit in der Schweiz flächendeckend effizient zu überwachen und niedrig zu halten, um dadurch gute Gleisbedingungen zu schaffen und den Schienenverkehrslärm gering zu halten. Dazu wird in einem Projektteil die Schleiftechnologie zur Erzeugung möglichst glatter Schienenoberflächen entwickelt. Parallel dazu sollen im Projektteil Schienenrauheitsmonitoring Prozesse und Methoden entwickelt werden, mit deren Hilfe die Schienenrauheit netzweit erfasst und kontrolliert werden kann, um daraus zustandsabhängige Schleifaufträge für einzelne Abstände gezielt auszulösen.

Als Vorprojekt zu diesen zwei Projektteilen wurden die Einflussparameter sowie die zeitliche Entwicklung der Schienenrauheiten analysiert, um grundlegende Anforderungen an akustisch optimiertes Schienenschleifen zu erarbeiten. Sie erfolgte in drei Schritten:

- Literaturrecherche, Betrachtung der Langzeitentwicklung von Schienenrauheiten an den Lärmmonitoringstellen des schweizerischen Bundesamtes für Verkehr [1], Signifikanzanalyse verschiedener Einflussparameter
- messtechnische Untersuchungen von Gleisabschnitten und unterschiedlichen Schleifverfahren, Monitoring von Schienenrauheiten und Vorbeifahrpegeln über mehrere Monate
- Erstellung eines rechnerischen Modells zur Entwicklung der Schienenrauheit abhängig von Schleifverfahren und Anzahl der Achsüberrollungen

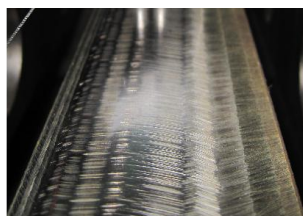
Untersuchte Schleifverfahren

Es wurden 5 Schleifverfahren mit unterschiedlicher Rotation der Schleifkörper, Überfahrgeschwindigkeit etc. untersucht (siehe Abbildung 1).

Erfasste Messgrößen

An allen Messstellen wurde die Schienenrauheit zu definierten Zeitpunkten vor und nach dem Schienenschleifen direkt nach DIN EN 15610 [1] erfasst (siehe exemplarisch Abbildungen 2 bis 4).

In Celle wurde zusätzlich eine Dauermessstelle zur Erfassung der Vorbeifahrgeräusche eingerichtet, die neben



Konventionelles Profilschleifen bei Göschenen u. Kerzers



Konv. Profil- + Ak. + Rutscherstein-Schleifen

High Speed Grinding (HSG)

Abbildung 1: Schleifmuster von 4 Schleifverfahren jeweils einen Tag nach dem Schleifen

der Datensammlung (Auslesen aller Daten und Zeitschriebe zu beliebigen Zeitpunkten via Laptop und LAN-Kabel) auch eine ständige Zustandsüberwachung per E-Mail (automatischer Versand beliebiger z.T. vor-ausgewerteter Kontrollwerte) ermöglichte. Folgende Messgrößen wurden aufgezeichnet: Schalldruck, Schienenbeschleunigung in y- und z-Richtung, Achsüberfahrten zur Fahrzeugidentifizierung, Lufttemperatur und Windgeschwindigkeit

Entwicklung der Schienenrauheiten nach verschiedenen Schleifverfahren

Mit dem Schienenschleifen konnten im Allgemeinen die größeren Wellenlängen geglättet werden, kurzwellig wurde die Schiene deutlich rauer mit den charakteristischen Schleifriefen.

Das akustische Schleifen mit Rutschersteinschleifen zeigte dabei einen positiven Effekt, die Rauheit nach dem Schleifen war deutlich geringer als beim konventionellen Schleifen.

Die Rauheitsentwicklung nach dem Schleifen entsprach in vielen Punkten den Erkenntnissen der Literaturstudie. Die kurzwellige Rauheit reduzierte sich, langwellig kam es teilweise zu einem leichten Rauheitswachstum. Ebenso bestätigten die Messungen die schnellere Glättung der Schleifriefen bei hohen Achslasten. Eine Trendumkehr des Rauheitswachstums im akustisch relevanten Wellenlängenbereich wurde wie erwartet bis zu den letzten Messungen nicht festgestellt.

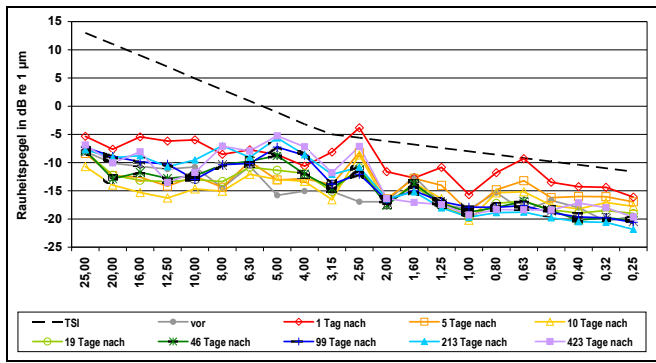


Abbildung 2: Schienenrauheit (direkt) – Konventionelles Profilschleifen

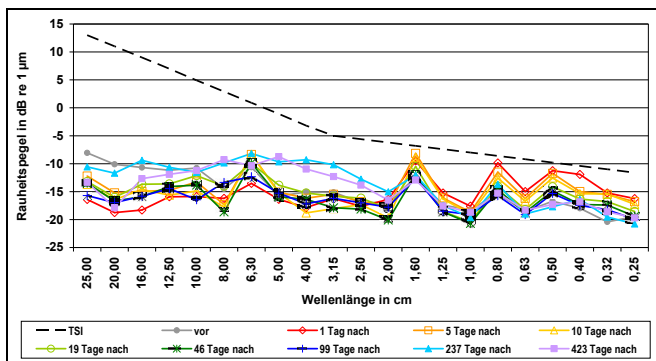


Abbildung 3: Schienenrauheit (direkt) – Konv. Profil- + Akustisches Schleifen + Rutschersteinschleifen

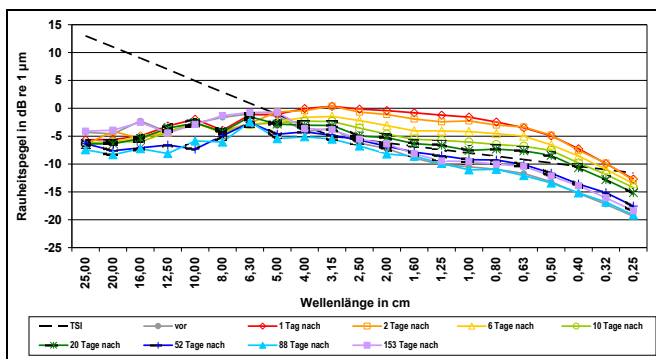


Abbildung 4: Schienenrauheit (direkt) – High Speed Grinding

Entwicklung der Vorbeifahrpegel nach verschiedenen Schleifverfahren

Bei konventionellen Schienenschleifverfahren wirkt sich die Erhöhung der Schienenrauheitspegel unmittelbar nach dem Schleifen direkt auf den Vorbeifahrpegel aus. Der Schienenlärm nimmt an diesen Abschnitten oftmals kurzfristig um mehrere Dezibel zu und es können deutlich hörbare Einzeltöne im Geräusch hervortreten, welche aus den Wellenlängen der Schleifriefen (siehe Abbildung 2) und den Vorbeifahrtgeschwindigkeit resultieren.

Beim HSG Verfahren konnte entgegen dieser Erwartung keine solch hohe Pegeländerung im Vergleich zu vorher gemessen werden. Ein Vergleich der Schalldruckpegel in Abbildung 5 vor und direkt nach dem HSG-Schleifen zeigt

eine Zunahme der Vorbeifahrpegel durch einen vollständigen HSG-Schleifvorgang (3 Schleif-Überfahrten) im Mittel um etwa 1 dB.

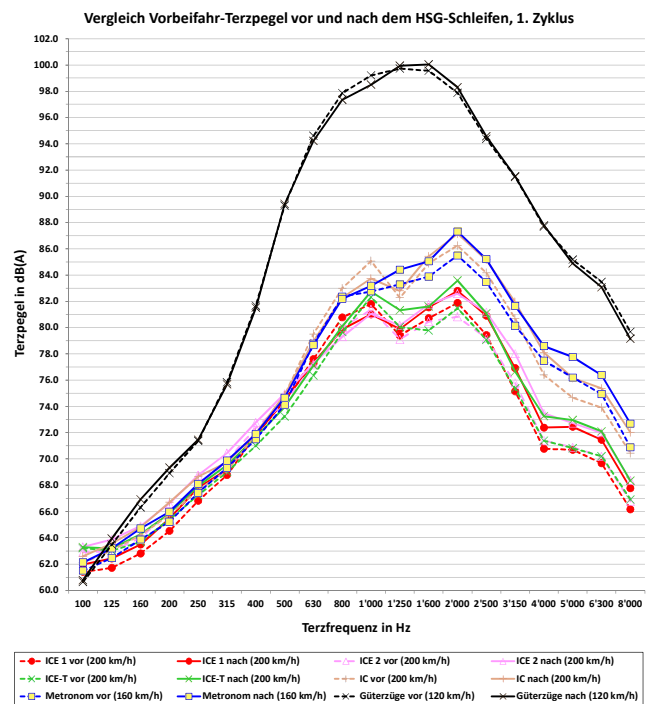


Abbildung 5: Vergleich der Vorbeifahr-Terzpegel vor und nach dem HSG-Schleifen, 1. Zyklus

Da die Radrauheit scheidengebremsster Fahrzeuge typischerweise unter der in Zelle gemessenen Schienenrauheit liegt und die Schienenrauheit das Rollgeräusch dominiert, sollte sich der Vorbeifahrpegel quantitativ ähnlich dem Schienenrauheitspegel verhalten. Die Zunahme des Vorbeifahrpegels direkt vor und nach dem HSG-Schleifen von im Mittel 1 dB unterscheidet sich allerdings stark von der Zunahme des Einzahlwertes der direkt ermittelten Schienenrauheit von 7,5 dB (siehe Abbildung 5). Folgende Hypothese würde dieses Phänomen erklären: Aufgrund seiner Aufstandsweite senkt sich das Rad kaum in die beim HSG erzeugten Riefen ab, da diese schräg auf dem Schienkopf verlaufen. Dadurch ist die Schwingungsanregung von Rad und Schiene im Vergleich zum konventionellen Verfahren deutlich geringer, und führt zu einer entsprechend kleinen Änderung im Rollgeräusch. Soll ein HSG-geschliffenes Gleis akustisch beurteilt werden, kann dies demnach nicht über die direkt ermittelte Schienenrauheit erfolgen.

Danksagung: Die Untersuchungen zur Entwicklung von Schienenrauheiten wurde zusammen mit der EMPA und TU Berlin erstellt und vom Bundesamt für Umwelt der Schweiz BAFU finanziert.

Literatur

- [1] C. Czolbe, R. Sieglitz, Einflussfaktoren und zeitliche Entwicklung Schienenrauheiten, DAGA 2012
- [2] DIN EN 15610:2009 Bahnanwendungen – Geräuschemission – Messung der Schienenrauheit im Hinblick auf die Entstehung von Rollgeräusch