



André Kofmehl, MLaw, Zürich;
Richard Gunacker, Tullnerbach/Österreich

Reduktion von Lärm und Abnutzung mit Schienenkopfschmierung

Beispiele aktueller Anwendungen mobiler und stationärer Anlagen

Enge Kurven sind bei Bahnbetrieben recht häufig anzutreffen. Sie führen bei der Durchfahrt zu Kurvenkreischen und hohen Abnützungen von Spurkranz und Radflächen. Maßnahmen zur Vermeidung oder Reduktion des Kreischens und der damit zusammenhängenden Abnützungen sind vielseitig und enden oft im Versuchsstadium, da die Resultate nicht überzeugen oder hohe Unterhaltskosten die Weiterführung verhindern. Hinzu kommt die mangelnde Kooperation zwischen Infrastruktur- und Rollmaterialdienste.

Das alles muss nicht sein. Die nachfolgenden Ausführungen sollen Anwendungsmöglichkeiten aufzeigen, die sowohl Einzel- wie auch Gesamtsystemlösungen aufzeigen. Igralub AG und HY-Power GmbH befassen sich seit über 15 Jahren mit der Problematik des Kurvenkreischens. Resultierende Erfahrungen werden zusammengefasst und Kriterien verfügbarer Möglichkeiten praxisbezogen argumentiert.

Ursache

Die Ursache des Kurvenkreischens ist in Fachkreisen bekannt. Man spricht vom Stick-

Slip-Effekt auf dem Schienenkopf der Innenschiene und dem Spurkranzkontakt an der Außenschiene. Neben dem Lärm entsteht dabei auch Verschleiß an den Reibpartnern. Dieser zeigt sich zum Beispiel auf dem Schienenkopf als Riffelbildung (und Höhenabnutzung) und beim Rad am Spurkranz oder an der Schiene an deren Flanke.

Es ist eine Täuschung anzunehmen, dass die Ursachen, welche zu den Kreisch-Geräuschen führen, bei allen Kurven gleich sind. Jede Kurve hat ihre Besonderheiten. Hinzu kommen noch die Eigenschaft der Betriebsart der Fahrzeuge, die Fahrtgeschwindigkeiten sowie der Zustand von Rad- und Schiene. Diese Parameter mit Schmiersystemen und deren Aufstellung zu berücksichtigen verlangt Know how und Erfahrung.

Maßnahmen

Zur Beseitigung des Kurvenkreischens muss die Schwingungsanregung zwischen Rad und Schiene reduziert oder unterbunden werden. Dies wird durch die Verminderung des Reibwertes erzielt. Das Produkt, welches den Reibwert verändern soll, wird von des-



Kofmehl



Gunacker

DIE AUTOREN

André Kofmehl, MLaw (63) ist Geschäftsführender Gesellschafter der Igralub AG, die er 1992 gegründet hat. Zuvor war der studierte Jurist im Management verschiedener internationaler Gesellschaften tätig.

Richard Gunacker (49) ist Geschäftsführer und Mehrheitseigentümer der Hy-Power-Gruppe und leitet die Division Schmiertechnik. Der gelernte Industriekaufmann hält mehrere Patente im Bereich Schienenschmiertechnik.

sen Herstellern als Friction Modifier (FM, Friktionsverbesserer) bezeichnet. Ein FM ist jedoch nichts anderes als ein Schmierstoff, der zwischen den Reibpartnern den Reibwert reduziert. Bei Fachleuten wird der Begriff *Schmieren* jedoch nicht gerne gebraucht. Im Folgenden wird ungeachtet dieses Einwandes von einem Schmierstoff und nicht von FM gesprochen. Grundsätzlich wird von den Anwendern zwischen Kopfmittel und Schmiermittel unterschieden. Es zeigt sich jedoch in der Praxis, dass ein FM, welche für den Schienenkopf zum Einsatz kommt, auch für die Behandlung der Schienenflanke angewendet werden kann.

Als zusätzliche oder weitere Maßnahmen gegen das Kreischen können schalldämmende mechanische Einrichtungen am Rad, an der Schiene und mit Bauten neben den Gleisen verwendet werden. Diese vom Schmierstoff unabhängigen Lösungen sind mit hohen Investitionen verbunden. Sie wirken nicht am Ort des Entstehens des Kreischens (keine Ursachenbekämpfung) und sind deshalb nicht Gegenstand der nachfolgend aufgeführten Erfahrungen.

Schmiersysteme

Systeme zur Auftragung eines Schmierstoffes an Rad und Schiene sind heute vielfältig im Markt zu finden. Die Einführung eines Schmiersystems für den Schienenkopf muss gewährleisten, dass sämtliche sicherheitsrelevanten Bedingungen erfüllt werden. Dies bedeutet unter anderem Bremssicherheit, Traktionsbeständigkeit, leichte Anwendbarkeit und Erfüllung der Umweltkriterien.

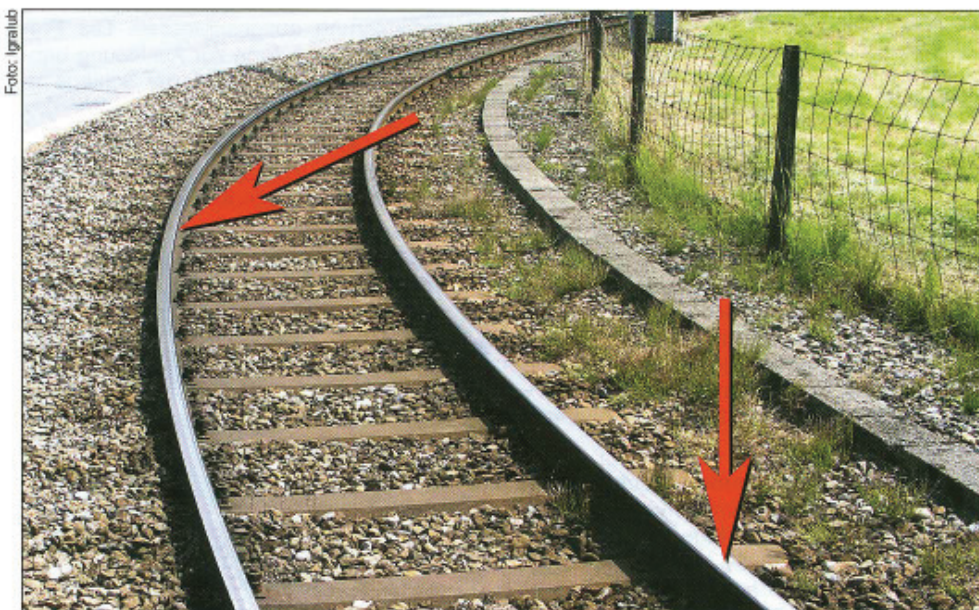


Abb. 1: Reibflächen in der Kurve.



Abb. 2: Aufbringleiste für die stationäre Schienenkopfschmierung.

Zur erfolgreichen Bekämpfung des Kurvenkreischens sind Schmiersysteme notwendig, die getrennt entweder den Schienenkopf oder den Spurkranz beziehungsweise die Schienenflanke behandeln. Eine direkte Behandlung der Radauflflächen kann zu Abschleuderungen des Schmierstoffes führen und macht deshalb wenig Sinn.

Kriterien zur Einführung eines Schienenkopf-Schmiersystems

Das Auftragen des Schmierstoffes auf den Schienenkopf muss an einem bestimmten Ort an der Kurveninnenschiene in kontrollierten Mengen erfolgen. Diese Funktionen sind die Mindestanforderung an ein erfolgreiches Schmiersystem. Mit ihnen können bestehende, situationsabhängige Zwänge (Linienführung, Verkehrs-Frequenzen, Kurvenlagen, Kurvenradien, Betriebsart etc.) berücksichtigt werden.

Schmiersysteme

Im Markt werden zwei Systemhauptgruppen (stationär und mobil) angeboten. Diese unterscheiden sich in ihren Funktionen, deren Installationen und Unterhalt. Als stationäre Anlagen gelten ortsgewundene Einrichtungen. Mobile Anlagen ermöglichen flächendeckende Einsätze.

Stationäre Anlagen für Schienenkopfschmiersysteme

Stationäre Schmieranlagen sind Einrichtungen, die an einem bestimmten Ort neben den Schienen aufgestellt werden. Diese tragen den Schmierstoff auf den Schienenkopf an der Innenschiene auf. Der Aufbau des Schmierfilms erfolgt durch die überrollenden Räder.

Die Auslösung solcher Systeme erfolgt entweder mechanisch, über verschiedenste Arten von Detektoren oder Zeitsteuerungen. Die Fettmenge die abgegeben wird, wird über die vorbei fahrenden Räder an der Schiene verteilt. Die Reichweite eines kontinuierlichen Schmierfilms an der Schiene reicht, je nach System, von 200 bis 3500 m.

Der Unterhalt der am Markt befindlichen Systeme kann sehr unterschiedlich sein. Wartungsintervalle können eine Woche, sie können aber auch ein Halbjahr betragen. Auch die Größe des Vorratsbehälters, sowie die Verwendung des richtigen Schmierstoffes in Zusammenhang mit der verwendeten Anlage sind wichtige Kriterien für die Instandhaltungskosten.

Mobile Schmiersysteme

Unter diesem Begriff versteht man den Einbau eines Schmiersystems in einem Fahrzeug. Dabei trifft man auf mechanische Systeme und Sprühsysteme. Sprühsysteme funktionieren nur über Druckluft von 6 bis 8 bar. Mobile Sprühsysteme sind im Unterhalt einfach und kostenfreundlich. Es genügt bereits der Einbau von mobilen Anlagen bei einem kleinen Prozentanteil der vorhandenen Fahrzeuge, um die gesamte Strecke zu behandeln.

Die Verwendung von Grafitstiften ist in einigen Ländern noch stark verbreitet. Der einfache Einbau von Stifthaltern am Drehgestell ist überzeugend und günstig. Leider erfüllen diese Schmierstifte die obgenannten Hauptkriterien nicht, so fehlt beispielsweise die Dosierungsmöglichkeit. Diese Beschränkungen verursachen einen hohen Verbrauch an Stiften. Auch fehlt der Verschleppungseffekt, was zum Einbau der Stifte an der Mehrzahl der vorhandenen Achsen führt. Viele Betreiber beklagen sich über die hohen Betriebskosten und der mangelhaften Schmiereigenschaften. Die Anwendung von Grafitstiften gegen das Kurvenkreischen muss über die Radfläche erfolgen. Ein direktes Auftragen auf den Schienenkopf ist deshalb nicht möglich.

Kontrolliertes Auftragen

Damit keine Überschmierung erfolgen kann, benötigen die beiden Schmiersysteme ein kontrolliertes Auftragen der Menge. Die Steuerung der Anlage ist bei den beiden Systemen unterschiedlich. Stationäre Anlagen funktionieren als Einzelsysteme einfacher und sind nicht voneinander in einen Gesamtverbund von eingesetzten Schmiersystemen abhängig.

Stationäre Anlagen werden hauptsächlich von der Infrastruktur zum Schutz an exponierten Stellen im Gleis eingesetzt. Es ist darauf zu achten, dass die vorgeschriebenen EN-Normen, bezüglich elektromagnetischer Verträglichkeit, erfüllt werden. Eine Überschmierung kann mit intelligenten Auslöse-



Abb. 3: Darstellung eines stationären Schmiersystems.

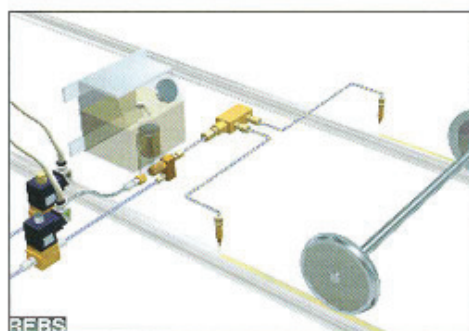


Abb. 4: Schema einer mobilen Kurvenschmieranlage.

systemen und gut zu dosierenden Abgabemengen verhindert werden.

Es wurde von HY-Power ein Steuerungssystem für stationäre Anlagen entwickelt, welches mehrere Auslösemöglichkeiten hat. Entweder durch die entstehenden Körperschallfrequenzen (weltweit einzigartige Bedarfssteuerung, patentrechtlich geschützt), durch die Anzahl der vorbeifahrenden Züge oder durch die Anzahl der vorbeifahrenden Achsen. Mit der Bedarfssteuerung ist eine Überschmierung ausgeschlossen. Die Frequenzen, die die Anlage zur Auslösung bringen, sind nur bei ungeschmierter Schiene zu erreichen (Messungen durch die TU-Wien).

Auch wurde ein Sende- und Meldesystem integriert. Dadurch hat der Betreiber die Möglichkeit, Anlagenzustände gemeldet zu be-



Abb. 5: Position Sprühdüse bei mobilen Kurvenschmieranlagen.



kommen oder abfragen zu können. Es ist auch ein Fernsteuerungsmodul vorgesehen. Damit ist es möglich, die eingestellten Parameter auch aus einiger Entfernung zu steuern.

Es wird über die eigens entwickelte Pumpe eine geringe Schmiermittelmenge (Minimal-schmierung) abgegeben. Dieses Schmiermittel tritt an den Verteilerleisten an der Schiene aus. Pro Pumpenhub treten an den jeweiligen Austrittsöffnungen lediglich 0,17ccm an Menge aus. So ist die Menge sehr exakt zu dosieren und es kommt zu geringem Schmiermittelverbrauch, geringer Verschmutzung und zu der gewünschten Effizienz.

Mobile Schmieranlagen werden mehrheitlich für ein flächendeckendes Schienennetzsystem eingesetzt. Dies bedingt eine gegenseitig abhängige Koordination von Schmierapplikationen zwischen den einzelnen Fahrzeugen. Dadurch wird mit hoher Sicherheit eine Überschmierung verhindert.

Im Gegensatz zu den bisherigen einfachen Einrichtungen zur Kurvenerkennung (Kurvensensoren, Transponder, GPS) hat Igralub AG eine Neuentwicklung von Railtec GmbH, Hergiswil/Schweiz unter dem Namen TOR Control (TOR) auf den Markt gebracht. TOR Control ist ein Computer, der Signale über GPS und andere Quellen empfängt und Sprühbefehle aufgrund vorbestimmter Kriterien kontrolliert und auslöst. Dieses neue System bietet Gewähr für einen vorbestimmten und punktgenauen Einsatz. Hinzu kommt die Erfassung von betriebsrelevanten Inputs, welche projektspezifisch neu definiert werden können. Diese Inputs werden während des Betriebs vom TOR-Rechner registriert und in entsprechende Befehle umgesetzt. Dadurch wird der Einsatz von Schmierstoffen auf dem Schienenkopf gesichert. Mit TOR lassen sich auch die Einsatzzeiten der Sprühapplikationen (beispielsweise morgens und abends) genau bestimmen.

Bei nasser Witterung wird das Sprühsystem gestoppt. Eine Überschmierung durch hintereinander folgende Fahrzeuge wird verhindert über ein kontrolliertes Ausschlussystem, welches in der Software der Steuerung enthalten ist. TOR Control funktioniert sowohl im Freien

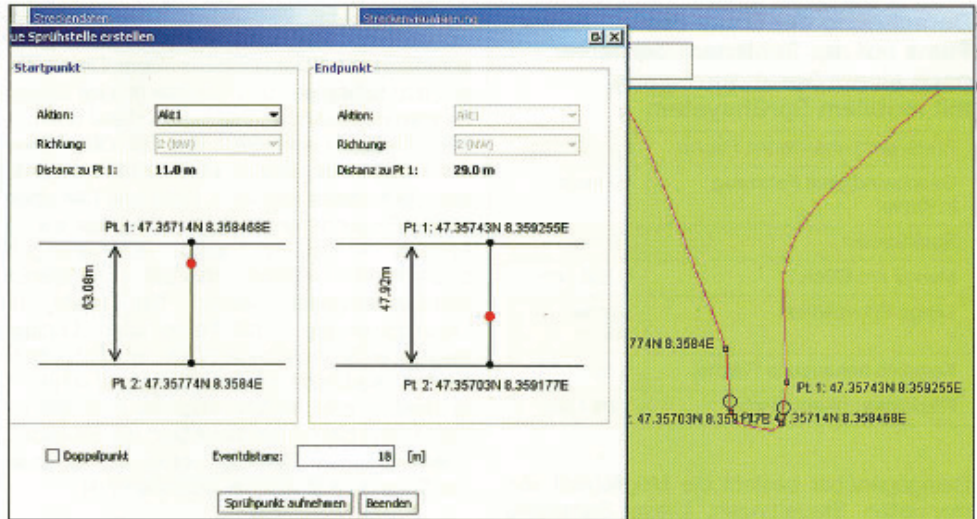


Abb. 7: Setzen eines Anfangs- und Endpunktes bei TOR Control.

wie auch in Tunnels. Die Definitionen des punktgenauen Sprühortes und dessen Länge erfolgen über ein Mapping, welches auf einer Lernfahrt mittels eines Laptops im Fahrzeug direkt erstellt wird. Das Setzen eines Sprühbefehls erfolgt mittels einer einfachen Software, welche Bestandteil der Betriebssoftware ist.

Auf dem vom Mapping erstellten Streckenplan können die genauen Positionen durch Setzen des Anfangs- und Endpunktes einfach eingegeben werden. Änderungen oder Ergänzungen von neuen Sprühorten sind jederzeit möglich und können vom Betreiber selbständig vorgenommen werden.

ANZEIGE

Kurvenkreischen !

Wir haben die Lösung

Als Total Services Provider verfügen wir über ein langjähriges Know how für erfolgreiche Kundenlösungen.

<p>Für mobile Anlagen:</p> <p style="font-size: 24px; font-weight: bold; color: #0056b3;">IGRALUB</p> <p style="font-weight: bold;">Igralub AG</p> <p>Mainaustrasse 15 CH-8008 Zürich Tel. +41 44 422 0002 info@igralub.ch www.igralub.ch www.top-of-rail.com</p>	<p>Für stationäre Anlagen:</p> <p style="font-size: 24px; font-weight: bold; color: #0056b3;">HY-POWER</p> <p style="font-weight: bold;">HY-POWER</p> <p>Produktions und Handels GmbH Hauptstrasse 21 A-3013 Tullnerbach Tel.: +43 (0) 2233/55 450, Fax 20 r.gunacker@hypower.at www.hy-power.eu</p>
--	---

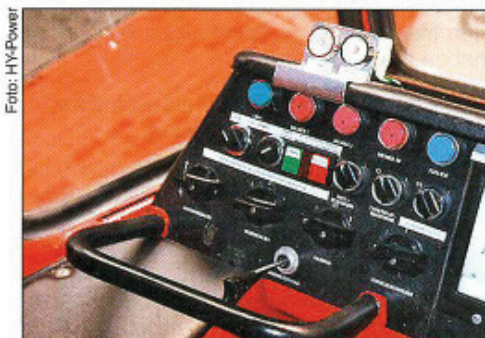


Abb. 6: Handsteuerung für Schienenkopfschmieranlage



Berechnung der Dicke des Films auf der Schienenoberfläche nach einem Sprühdurchgang mit mobilem Sprühsystem

Tabelle 1

Breite der behandelten Fläche:	Ca. 30 mm
Geschwindigkeit Fahrzeug in Kurve:	40 km/h
Sprühdauer:	10 sec
Menge pro Düse:	0.250 cm ³
Länge Schmierfilm:	approx. 100 m
Komplett behandelte Fläche:	3 m ²
Filmdicke: (theoretisch)	0.083 µm

Demgegenüber besteht die Möglichkeit von manuellen Steuerungen. Diese Steuerung löst den Befehl zum Besprühen des Schienenkopfes von Hand über einen Taster im Führerstand aus. Diese Methode ist jedoch stark von Personen abhängig und verlangt eine hohe Disziplin. Sie eignet sich hauptsächlich für Betriebe mit wenigen Fahrzeugen, etwa Bergbahnen, Fabrikbahnen und Rangierbahnhöfe.

Mobile Schmierensysteme garantieren bei jeder Applikation eine genaue Dosierung. Hier zu ein Rechenbeispiel (Tabelle 1).

Einsatzmöglichkeiten

Sowohl stationäre Anlagen wie auch mobile Anlagen können für alle Einsatzmöglichkeiten verwendet werden.

Stationäre Systeme

Diese Systeme sind bei allen Bahnfahrzeugen und Schienenprofilen einsetzbar.

Sowohl die Flankenschmierensysteme als auch die Kopfanlagen werden jeweils am Bogenanfang installiert, um die hohen Reibkräfte zu reduzieren und damit verbunden die Materialabnutzung und Geräuschentwicklung zu minimieren.

Mobile Schmierensysteme

Diese Systeme eignen sich vorzüglich für Bahnbetriebe, welche in ihrem Schienenennetz eine größere Anzahl von Kurven aufweisen. Rangierbahnhöfe oder Depots können ebenfalls mit eingebauten Systemen in Einzelfahrzeugen profitieren.

Der richtige Schmierstoff

Ein Schmierstoff zur Behandlung des Schienenkopfes hat folgende Eigenschaften aufzuweisen: hoher Festschmierstoffgehalt, starke Schmierfilmbildung, gute und trockene Haftung mit Wasser abstoßender Wirkung, Verschleppungseffekt und biologische Abbaubarkeit. Den hohen Festschmierstoffgehalt

braucht es für die Beständigkeit des gewünschten Reibkoeffizienten. Die Festschmierstoffe füllen unter großem Druck die auf der Schienen- und Radoberfläche bestehenden mikroskopisch kleinsten Risse und Löcher. Dadurch vergrößert sich die Oberfläche der Reibpartner, was zu einer erhöhten Adhäsion (Bremswirkung) führt. Fette und Öle ohne hohen Festschmierstoffanteil – weniger als 15 Prozent – erfüllen diese Anforderungen schlecht und müssen deshalb in größeren Mengen eingesetzt werden. Die Gefahr zur Überschmierung ist die Folge davon. Daraus resultierende Ausbrechungen an Schienenkanten, reduzierte Bremswirkung und schlechte Traktion sind weitere negative Erscheinungen. Damit bei nasser Witterung der Reibkoeffizient sich nicht verändert, ist es wichtig, dass der Schmierstoff Wasser abstoßend ist.

Die Igralub AG hat für den Einsatz zur Behandlung des Schienenkopfes einen Schmierstoff unter dem Namen Headlub entwickelt, der alle Anforderungen an einen Schienenkopfschmierstoff erfüllt und eine sehr hohe Belastbarkeit aufweist. Dadurch wird über eine große Strecke ein konstanter Reibwert von langer Dauer gewährleistet. Für den Einsatz in den verschiedenen Systemen (stationär oder mobil) ist Headlub in unterschiedlichen Viskositäten erhältlich. Durch die langjährige Zusammenarbeit mit vielen Systemherstellern weltweit verfügt Igralub über eine Auswahl von entsprechenden biologisch abbaubaren Schmierstoffen, die ständig weiter entwickelt wurden. So wird demnächst ein Schmierstoff auf den Markt gebracht, der eine neue Generation von Festschmierstoffen enthält, die gegenüber den herkömmlichen Stoffen wie Grafit, Aluminium, Teflon, Keramik sich durch Druckbeständigkeit und Partikelgröße wesentlich unterscheidet.

Tests und Installationsbeispiele

Bevor ein Schmierensystem bestimmt wird, möchte der Kunde die Gewissheit haben, dass der vorgesehene Schmierstoff das Kurvenkreischen erfolgreich reduziert. Dies erfolgt mit einem Lärmtest vor Ort. Bereits in dieser Phase muss der Schmierstoff ein überzeugendes Resultat bringen. Das Test-



Abb. 8: Beispiel für die Flankenschmierung.

verfahren verlangt ein kompetentes Wissen über den richtigen Ort des Aufbringens in der Kurve. Mehrheitlich folgen unmittelbar nach diesem Vorgehen Bremsteste.

Bei stationären Schmierensystemen sollte in der Folge die Auslegung und Installation so vorgenommen werden, dass der Schmierstoff exakt an jene Stellen gefördert wird, die sich aus den vorigen Tests ergeben haben. Grundsätzlich soll das Schmiermittel am Beginn des Übergangsbogens aufgebracht werden. Es sollten sowohl Frequenz als auch Dezibel Messungen vor und nach Inbetriebnahme der Anlage vorgenommen werden. Damit haben die Betreiber den Nachweis und die Sicherheit über die Funktion der Anlage und des Schmierstoffes.

Bei mobilen Systemen hilft der Einbau einer Testanlage mit einer einfachen Handsteuerung oder einem Zeit/Weg-Relais, das Sprühsystem für einen Gesamteinsatz kennen zu lernen und Erfahrungen zu sammeln.

Erfahrungen

Durch die langjährige Tätigkeit auf dem Gebiet gegen das Kurvenkreischen verfügen Igralub AG und HY-Power GmbH über Erfahrung mit allen Schmierensystemgruppen. Extreme Lärmreduzierungen von bis 40 db (Testergebnis im Auftrag der ÖBB an die Stadt Wien/Umweltreferat) sind dabei erzielt worden. Gleichzeitig konnte die Kreischdauer um bis 98 Prozent vermindert werden.

Die Behandlung des Schienenkopfes hat nicht nur den Vorteil der Reduzierung des Kurvenkreischens, sondern verhindert im Einsatz auch auf gerader Strecke die Riffelbildung auf dem Schienenkopf und auf der Radlauffläche. Mit dem Einsatz von Schmierstoffen mit hohem Festschmierstoffgehalt ist die Optimierung auch von bereits bestehenden ortfesten Anlagen möglich. Die Ausstoßmengen können um ein Wesentliches reduziert werden. Messungen über den Reibkoeffizient auf dem Schienenkopf nach Behandlung über eine längere Zeit haben Werte zwischen 0.25 und 0.5 ergeben. Das Mittelmaß ergaben mehrheitlich 0.37.

Diverse Messungen sowohl von unabhängigen Instituten, Universitäten und Fachfirmen haben gezeigt, dass

- die HY-PowerAnlagen Geräuschreduktionen von bis zu 40 dB erzielen,
- die Lebensdauer an Rad und Schiene mit Schmierung dreimal so hoch ist wie ohne,
- die Entgleisungsgefahr um zwei Drittel gesunken ist,
- der Energieverbrauch deutlich reduziert wurde,
- keine negativen Einwirkungen auf Bremsen und Traktion festgestellt wurden.