

Schleiftechnische Bearbeitung von Rollkontakt-ermüdung in Weichen

Control of rolling contact fatigue in switches and crossings by rail grinding

Dipl.-Ing. Dr. techn. Wolfgang Schöch, Genf (Schweiz)

Zusammenfassung

Das häufige und intensive Auftreten von Rollkontaktermüdung, im Wesentlichen in Form von Head Checks und Squats, hat zur Entwicklung von Instandhaltungsstrategien geführt, die darauf abzielen, in regelmäßigen Intervallen das Schienenkopfquerprofil zu optimieren und ermüdetes Material an der Schienenoberfläche abzutragen. Vermehrt werden nunmehr Überlegungen angestellt, ähnliche Instandhaltungsmaßnahmen auch für die Schienen in Weichen vorzusehen.

Der vorliegende Artikel gibt nach einer Einführung in die Thematik einen Überblick über den Stand der entwickelten Schleifstrategien und behandelt im Hauptteil wesentliche Aspekte für die Planung, Spezifikation und Ausführung der erforderlichen Schleifarbeiten für die Schienen in Weichen. Dahinter steckt die Absicht, das zyklisch präventive Schleifen auch in Weichenbereichen möglichst effizient und ähnlich erfolgreich wie im offenen Gleis einsetzen zu können.

Abstract

Frequent and intensive appearance of rolling contact fatigue, basically in the form of head checks and squats, has led to the development of maintenance strategies aiming at optimising the rail head profile in regular intervals and to remove the top fatigued layer from the rail surface. Considerations are now on the way to introduce such strategies also for the rails in switches and crossings.

This article provides an introduction in the theme and gives an overview of the developed maintenance strategies. Relevant aspects for programming, specifications and execution of the required grinding work for rails in switches and crossings are discussed. The basic intention behind is to promote cyclic preventive grinding in turnouts most efficiently and with a similar success as in open track.

1 Einleitung

Ermüdung und Verschleiß sind unvermeidbare Folgeerscheinungen bei jeder intensiven Nutzung von Bauteilen, Geräten und Systemen oder deren Komponenten. Daher werden Reparaturarbeiten oder vorausschauend vorbeugende Instandhaltungsmaßnahmen erforderlich. Auch die Schiene unterliegt dieser Gesetzmäßigkeit und wird daher entsprechend behandelt. Abgesehen von lokalen Schweiß- und Schleifarbeiten ist hier die maschinelle, meist schleiftechnische, Bearbeitung zu erwähnen.

Ursprünglich konzentrierte sich der Einsatz der Schleiftechnik auf Korrekturmaßnahmen, wie die Beseitigung von Riffeln und Schlupfwellen. Im Lauf der Zeit entwickelten sich weitere Anwendungsgebiete, im Speziellen die Wiederherstel-

lung des Schienenkopf-Querprofils beziehungsweise die Herstellung von Sonderprofilen, sowie die Beseitigung und Vermeidung von Rollkontaktermüdung. Schon relativ bald wurden spezielle Maschinen entwickelt, die in der Lage waren, auch die Schienen in Weichen in ähnlicher Weise wie im offenen Gleis zu bearbeiten [1].

Man könnte nun glauben, damit sei alles zum Thema gesagt, ist doch der Schienenstahl exakt der Gleiche wie im offenen Gleis, ebenso wie sich die Last aus dem Verkehr nicht unterscheidet. Somit sind vergleichbare Schädigungen aus Verschleiß und Ermüdung zu erwarten und daraus ableitbar ähnliche Instandhaltungsmaßnahmen. Allerdings weisen die Weichenbereiche doch einige wesentliche Unterschiede im Vergleich zum Streckengleis auf, die nicht nur entsprechend

angepasste Maschinenkomponenten, sondern auch adaptierte Instandhaltungsstrategien erfordern.

2 Rollkontaktermüdung und Schienenpflege

Wie schon einleitend erwähnt, wurden in der Vergangenheit Schienenschleifarbeiten meist als korrektive Maßnahmen angesehen und auch ausgeführt, um Unregelmäßigkeiten im Längsprofil (Riffeln und Schlupfwellen) zu beseitigen und dabei gleichzeitig das Schienenkopfquerprofil zu korrigieren. Dies geschah entweder bei Überschreiten festgesetzter Eingriffswerte (etwa Riffeltiefen) oder auch einfach je nach Verfügbarkeit von Budgetmitteln oder Schleifkapazität.

Seit einiger Zeit wird die Schienenbearbeitung als strategische Instandhaltungs-

maßnahme angesehen, insbesondere wegen der Notwendigkeit, das immer stärker um sich greifende Auftreten von Rollkontaktermüdung in Form von Head Checks (Oberflächenrisse meist fahrkantenseitig) oder Squats (einzelne Risse in der Fahrfläche, die zu lokalen Vertiefungen führen) in den Griff zu bekommen. Dabei werden in regelmäßigen Abständen die ermüdete Materialschicht und damit die darin vorhandenen Risse beseitigt. Die entsprechenden Intervalle hängen von verschiedenen Faktoren ab, wie etwa von Verkehrsart, Streckentrassierung und der betrieblichen Belastung, die letzten Endes das Schädigungswachstum maßgeblich beeinflussen.

Zur Vermeidung eines raschen Wiederauftretens der Rollkontaktermüdung kommen dabei spezielle Schienenkopfprofile zum Einsatz, welche durch den optimierten Rad/Schiene-Kontakt die lokalen Oberflächenspannungen in der Berührzone reduzieren. Einige Bahnverwaltungen beziehungsweise Infrastruktur-Manager sind bereits dazu übergegangen, diese sogenannte „Schienenpflege“ in großem Stil umzusetzen.

Dieses quasi vorbeugend periodische Schleifen ist praktisch für alle stark belasteten Strecken von Vorteil:

- Schnelfahrstrecken sind besonders durch hohe Traktionskräfte einem steigenden Ermüdungsrisiko ausgesetzt, vor allem an den Außenschienen der Bögen und in Beschleunigungsstrecken.
- Bei den Schwerlastbahnen sind die hohen, 25 t zum Teil erheblich übersteigenden Radsatzlasten für die Rollkontaktermüdung verantwortlich. Dort wurden spezielle Sonderprofile und auch das zyklische Schleifen entwickelt.
- Schließlich bringen höhere Geschwindigkeiten bei Reise- und Güterzügen in Verbindung mit der steigenden Ausnutzung der zulässigen Radsatzlasten, sowie die Ausnutzung eines hohen Reibungskoeffizienten durch schlupfgesteuerte Antriebsfahrzeuge, die hohe Beschleunigungswerte zulassen, auch auf den konventionellen Mischverkehrsstrecken die Schienen an und über die Grenze der Ermüdungsfestigkeit.

Das von der Europäischen Gemeinschaft subventionierte Forschungsprojekt „Innotrack“ ermöglicht unter anderem einen sehr guten Einblick in diese Materie. Die Arbeitsgruppe WP 4.5 erarbeitete das Dokument D4.5.5 [2]. Diese Richtlinie soll dazu als Grundlage zur Ausarbeitung eines spezifischen Instandhaltungsplans dienen. Das Dokument – so wie viele weitere im Rahmen des Projekts entwickelte Dokumente – können auch im Internet unter „www.innotrack.eu“ eingesehen werden.

Je nach örtlichen und betrieblichen Parametern resultieren daraus Schleifzyklen nach etwa 15 Mio. Lasttonnen unter kritischen Randbedingungen und bis nach etwa 100 Mio. Lasttonnen für durchschnittliche Verhältnisse. Es empfiehlt sich, durch sorgfältige Beobachtung einen der Schädigungsentwicklung entsprechenden Instandhaltungsplan aufzustellen und gegebenenfalls an die sich verändernden lokalen Verhältnisse anzupassen.

3 Schleifstrategien

Bei allen Schleifarbeiten stellt sich die Frage der Eingriffsschwellen. Diese sind häufig vorgegeben, sehr oft aber auch variabel gestaltet. Allerdings ist das sture Festhalten an festgelegten Grenzwerten kritisch zu hinterfragen. Es könnte durchaus sein, dass derzeit niedrige Werte bis zu den geplanten Arbeiten die festgesetzten Grenzen überschreiten werden. Ebenso ist die Frage zu beantworten, was geschehen soll, wenn die erwähnten Eingriffsschwellen in Kürze erreicht werden. Ist ein entsprechend kurzer Inspektions- und Bearbeitungszyklus sichergestellt, braucht dieses Thema nicht weiter diskutiert werden. Im gegenteiligen Fall kann aber eine vorgezogene Bearbeitung spätere Unannehmlichkeiten vermeiden.

Grundsätzlich ist hier die Frage der Basisstrategie zu stellen. In der Vergangenheit wurden oft überhaupt nur Reparaturschleifungen in Betracht gezogen, also die Beseitigung von mehr oder weniger großen Fehlern. Speziell im Fall der Rollkontaktermüdung ist aber eine solche Vorgehensweise nicht zielführend, da das ermüdete Material schon bald abgetragen werden sollte, um erstens den Zeitraum zur erneuten Rissbildung aus-

zunutzen und zweitens, um exponentielles Weiterwachsen bestehender Risse zu vermeiden.

Hinweise zu einer optimalen zyklischen Instandhaltungsstrategie finden sich in der schon erwähnten Innotrack-Richtlinie. Sinngemäß lassen sich die dort zusammen gestellten Ergebnisse auch auf die Bearbeitung von Schienen in Weichen anwenden.

Die ideale Instandhaltungsstrategie beginnt schon bei neuen Weichen: Auch diese sollten nach dem Einbau dem Neulagenschleifen unterzogen werden, nicht nur um die randentkohlte Schicht (oftmals Ausgangspunkt von frühen Schädigungen) zu beseitigen, sondern auch um alle aus dem Bau herrührenden Unregelmäßigkeiten zu beheben und insbesondere im Hinblick auf eine mögliche Entwicklung von Head Checks ein optimales Schienenkopfquerprofil herzustellen. Im Weiteren sind dann – in ähnlichen Intervallen wie im anschließenden Gleis – zyklische Schleifarbeiten auszuführen, um den ausgezeichneten Ausgangszustand praktisch über die Gesamtlebenszeit zu erhalten.

Dieses Idealszenarium lässt sich wahrscheinlich nur bei Neubaustrecken lückenlos durchsetzen. Im bestehenden Netz ist es wenigstens nach größeren Umbau- und Erneuerungsarbeiten anzustreben. Im Normalfall wird es aber in jedem Bereich, in jeder Region eine Vielzahl von Zwischenstufen von „komplett neu“ bis „zur Auswechslung vorgesehen“ geben. Hier kann nur das stufenweise Umsetzen eine Übergangsstrategie, wie sie die zitierte Richtlinie vorschlägt, zum Ziel führen. Der Hauptpunkt dabei ist die schon mehrfach erwähnte Prioritätensetzung, die im Wesentlichen von wirtschaftlichen Aspekten gelenkt werden sollte.

4 Bearbeiten von Schienen in Weichen

Auch die Schienen in Weichen weisen genau dieselben Charakteristika wie jene im offenen Gleis auf. Sie zeigen daher auch dieselben Verschleiß- und Schädigungsbilder. So zeigen die *Bilder 1 und 2* die in Weichen typische Rollkontaktermüdung an der Weichenzunge. Weil auch die Verkehrsbelastung ähnlich ist, ergibt sich lo-



Bild 1: Rollkontaktermüdung an einer Weichenzunge



Bild 2: Rollkontaktermüdung in einer Weiche

gischerweise die Notwendigkeit einer entsprechenden Instandhaltungsstrategie.

4.1 Arbeitsaufnahme

Eine wesentliche Voraussetzung für die Umsetzung einer gewählten Strategie und insbesondere die Planung effizienter Instandhaltungsarbeiten ist eine genaue Aufnahme des Schienenzustands, die eine detaillierte Planung der durchzuführenden Arbeiten ermöglicht. Für Weichenbereiche sollte die Arbeitsaufnahme immer im Zusammenhang mit dem zu erstellenden Gleisschleifprogramm gesehen werden.

Die Vorbereitung umfasst verschiedene Bereiche: Neben dem Erfassen des Schädigungsgrads und der daraus resultierenden erforderlichen Materialabtragsrate ist schon bei der Programmierung unbedingt eine Prioritätensetzung erforderlich. Denn üblicherweise lassen sich nicht alle gewünschten Arbeiten auch tatsächlich zum gewünschten Zeitpunkt durchführen. Dies kann einerseits bedingt sein durch limitierte Budgetmittel oder nur

beschränkt verfügbare Maschinen-Kapazitäten, oder andererseits wegen vertraglicher Festlegungen oder personeller Engpässe im Auftraggeber- wie im Auftragnehmerbereich. Restriktionen können sich auch durch operative Randbedingungen ergeben, wie nur limitiert zur Verfügung stehende Sperrpausen, eingeschränkte Hinterstellmöglichkeiten oder auch Auswirkungen anderer Baumaßnahmen, die eine Verschiebung der geplanten Schleifarbeiten erzwingen. Alle diese Parameter – und noch viele andere mehr – führen dazu, dass eine Auswahl der zu bearbeitenden Bereiche und deren entsprechende Reihung getroffen werden muss.

Dabei sind verschiedene Kriterien zu berücksichtigen. Wenn es auch logisch erscheint, zunächst nur technische Parameter, wie etwa den Schädigungsgrad, zu berücksichtigen, so können andere Überlegungen durchaus vorzuziehender sein. Denn je höher die Schädigung und daher der erforderliche Zeitaufwand ist, desto weniger Kilometer können letztendlich bearbeitet beziehungsweise gepflegt werden.

Die Reduzierung von unproduktiven Transportfahrten, also die geographische Gruppierung von Projekten oder die optimale Ausnutzung örtlich vorhandener zeitlich möglicher Sperrzeiten, können in Summe in wesentlich profitableren Arbeitsplänen resultieren, auch wenn an der einen oder anderen Stelle die grundsätzlich wichtigen Instandhaltungsmaßnahmen verschoben oder gar durch eine Erneuerungsmaßnahme zu einem späteren Zeitpunkt ersetzt werden müssen.

Für die spätere Planung werden bereits vorliegende Messungen, die den Schädigungsgrad betreffen, den Ausgangspunkt bilden. Meist führt aber nur eine örtliche Besichtigung zu notwendigen weite-

ren aufschlussreichen Erkenntnissen. So können beispielsweise einzelne Weichen im Zusammenhang (Weichenstrassen) wesentlich schneller bearbeitet werden, auch wenn die eine oder andere die ursprünglich vorgesehene Eingriffsschwelle noch nicht erreicht hat. Es ist dabei nämlich zu beachten, dass Schädigungen, die noch unter den Planungskriterien liegen, naturgemäß weiter wachsen und somit die nachfolgenden Planungszyklen beeinflussen werden. Unter Berücksichtigung dieser Tatsache können in den Folgejahren fällige Arbeiten möglicherweise vorgezogen werden.

Ein anderes Beispiel für eine solche optimierte Langzeitplanung kann die Standortwahl sein. Anstatt von vielen Hinterstellplätzen aus jeweils nur einige zu bearbeitende Weichenbereiche oder gar einzelne Weichen anzufahren, kann es günstiger sein, gleich alle in Frage kommenden Weichen im Einzugsbereich abzarbeiten und mehrfaches zeit- und kostenaufwändiges Umsetzen zu anderen Depots zu vermeiden. Andererseits können weit entfernte Baustellenbereiche, die einem bestimmten Depot zugeordnet sind, einmal auch bewusst unberücksichtigt bleiben, wenn andere Standorte im betroffenen Jahr günstigere Randbedingungen bieten. Oberster Grundsatz muss immer die Gesamteffizienz, bezogen auf das jeweilige Jahr, unter Berücksichtigung der Auswirkungen auf die Folgejahre, sein. Eindeutige Kriterien und Grundsätze können praktisch nicht aufgelistet werden; umfassende Erfahrung und Weitblick in Zusammenhang mit technisch-wirtschaftlicher Betrachtungsweise sind daher unabdingbare Voraussetzung für eine optimale Planung.

Gerade bei der schleiftechnischen Bearbeitung von Rollkontaktermüdung ist die Vorausplanung von großem Vorteil und auch verhältnismäßig leicht zu bewerkstelligen, weil ja das Schädigungswachstum nicht sprunghaft erfolgt, sondern in gewissen Grenzen durchaus gut abgeschätzt werden kann. Somit ist eine strategische Planung auch über einen längeren Zeitraum in der Regel möglich. Allerdings ist dann auch die strategische Umsetzung unbedingt erforderlich, weil eine unterbrochene oder nur teilweise durchgeführte zyklische, also quasi präventive, Bearbeitung

schon bald umfangreiche korrektive Maßnahmen zur Folge haben kann, die später ihrerseits auf Kosten anderer anstehender Präventivmaßnahmen vorrangig abgearbeitet werden müssten.

Die Arbeitsaufnahme umfasst zunächst die Zustandsbewertung der Weichen im Hinblick auf Oberflächenfehler. Neben dem Längsprofil (Riffeln und Wellen) ist das Querprofil zu beurteilen (plastische Verformung, Verschleiß) und der Ermüdungszustand (Head Check-Bildung, Squats) sowie eventuelle Einzelfehler (Schleuderstellen, Eindrückungen, Unregelmäßigkeiten an Schweißungen). Die Bilder 3 und 4 zeigen eine Verriffelung beziehungsweise Schlupfwellen auf einer Backenschiene. Darüber hinaus ist auch der allgemeine Zustand der Weiche zu erheben. Allenfalls erforderliche Stopf- und Richtarbeiten, schweißtechnische Arbeiten sowie die Verspannung des Klein-eisens sind vorteilhaft vor den Schleifarbeiten einzuplanen. Eventuell sollte der Austausch von Komponenten (Herzstücke, Zungenvorrichtungen), die schleiftechnisch nicht mehr bearbeitet werden können, in Betracht gezogen werden.

Auch die Situation in den Bereichen vor und nach den Weichen ist zu beurteilen. Dies beeinflusst die Festlegung der Länge der zu schleifenden Bereiche. Gerade der kontinuierliche Übergang zu bereits durchgeführten oder geplanten Schleifungen der anschließenden Gleise ist sicherzustellen. Dabei ist besonders auf Bereiche zu achten, die für das Gleisschleifen ein Hindernis darstellen würden, wie etwa signaltechnische Schaltmittel, Kontakte etc. Diese können mit einer Weichenschleifmaschine ohne Probleme komplett bearbeitet werden. In diesem Zusammenhang ist auch auf andere für große Schleifmaschinen kritische Bereiche zu achten, wie etwa Übergän-

ge oder Überfahrten mit Schutzschienen in Bahnhofsbereichen.

Bei der örtlichen Besichtigung können auch gleich die zu sperrenden Bereiche abgeklärt werden, insbesondere wenn Gleisverbindungen zu bearbeiten sind. Darüber hinaus ist auch festzulegen, ob nur das durchgehende Hauptgleis oder auch die abzweigenden Stränge ganz oder teilweise geschliffen werden sollen. Des Weiteren sollte in den Bahnhöfen schon vor Ort festgelegt werden, welche Bereiche komplett bearbeitet werden sollen und wohin im Bedarfsfall ausgewichen werden kann, beziehungsweise welche Weichen oder Abschnitte alternativ bearbeitet werden können, wenn begonnene Arbeiten aus betrieblichen Gründen unterbrochen werden müssen.

4.2 Spezifikation der Arbeiten

Bei der schleiftechnischen Bearbeitung von Rollkontaktermüdung in Weichen ist zu bedenken, ob in einer ersten Bearbeitungsphase komplett korrektiv vorgegangen werden kann, das heißt, die vorhandenen Risse möglichst zu beseitigen sind, oder ob dies in mehreren nach-

folgenden Schritten erfolgen soll. Dann muss ein durchschnittlicher Materialabtrag vorgegeben werden. In jedem Fall ist eine messtechnische Erfassung der Schädigungstiefe mittels Wirbelstromprüfung von Vorteil.

Die Frage, ob die grundsätzlich angestrebte Rissfreiheit auch tatsächlich erreicht werden soll, ist sehr komplex, da die Rollkontaktermüdung weder der Tiefe nach noch in ihrer Längsausdehnung gleichmäßig auftritt. Welche Rest-Risstiefen nach der Bearbeitung als akzeptabel angesehen werden können und über welche Längen sie sich erstrecken dürfen, wird wohl noch lange Zeit Gegenstand intensiver Diskussion sein.

Während beim strategischen Schleifen von Rollkontaktermüdung in Gleisen angestrebt wird, die Arbeiten in einem oder zwei Schleifgängen mit entsprechend großen Maschinen auszuführen („One-Pass-“ bzw. „Two-Pass-Grinding“) und der Materialabtrag entsprechend gewählt wird, kommen beim Schleifen von Weichen die speziell ausgerüsteten kompakten Weichenschleifmaschinen zum Einsatz. Damit ist auch eine flexiblere Programmierung möglich. Hier ist auch darauf zu verweisen, dass bei den Hochleistungsschleifmaschinen der Materialabtrag durch eine Variation der Arbeitsgeschwindigkeit (derzeit im Bereich zwischen 4 und 12 km/h) verändert werden kann, während das Schleifen in den Weichenbereichen wegen des häufigen Anhebens und Absenkens der Schleifaggregate auf etwa 3 km/h beschränkt ist.

4.3 Querprofilwahl

Zur Festlegung der Abnahmekriterien wird auf EN 13231-3:2011 „Abnahme von reprofilierten Schienen im Gleis“ hingewiesen. prEN13231-4 „Abnahme von Reprofilierungsarbeiten in Weichen und Kreuzungen“ ist derzeit in Bearbeitung. Allerdings sagt die Norm nichts über das zu wählende Zielprofil aus. Üblicherweise wird das im anschließenden Gleis verwendete Zielprofil mit dessen Einbauneigung anzustreben sein. Abweichende Sonderprofile, wie Anti-Head Check-Profile, Spurerweiterungs- oder asymmetrische Sonderprofile können gegebenenfalls in Erwägung gezogen werden.



Bild 3: Verriffelung auf einer Backenschiene



Bild 4: Schlupfwellen auf einer Backenschiene (Zunge bereits bearbeitet)

Speziell beim Bearbeiten von Schienen in Weichen ist auf die richtige Wahl des Zielprofils zu achten. In früheren Zeiten wurden die Schienen in Weichen aus konstruktiven Gründen grundsätzlich senkrecht eingebaut und nicht wie im anschließenden Gleis geneigt (je nach Bahnverwaltung zwischen 1:20 und 1:40). Dadurch kommt es naturgemäß zu einer Verschiebung des Fahrspiegels in Richtung Fahrkante und dort zu einem verstärkten Kontakt, der sich häufig im raschen Auftreten von Head Checks manifestiert. Durch den natürlichen Verschleiß stellt sich im Lauf der Zeit dann das typische Verschleißprofil ein – als Spiegelbild der überlaufenden Radprofile. Der Schienenkopf verschleißt also in Richtung des geneigten Profils. Durch die Schleifarbeiten sollte diese Berührungsgeometrie nicht geändert werden. Das heißt, es ist ein Zielprofil vorzugeben, das dem der geneigten Schiene entspricht. Bei modernen Weichenkonstruktionen sind die Schienen entweder schon ge-

neigt eingebaut oder der Schienenkopf ist entsprechend der Einbauneigung im anschließenden Gleis bearbeitet. Dadurch dürfte sich die früher zuweilen heftig geführte Diskussion über Zielprofile in Weichen nunmehr wohl erübrigen. Es soll hier aber darauf hingewiesen werden, dass speziell bei älteren Weichen nach dem Tausch von Weichengroßteilen eine entsprechend geneigte Profilierung von Vorteil ist.

Im Zusammenhang mit der Beseitigung von Rollkontaktermüdung, die sich ja meist mehr fahrkantenseitig zeigt, könnten auch in Weichenbereichen Zielprofile gewählt werden, die durch ein geringfügiges Unterschleifen des Fahrkantenbereichs charakterisiert sind, wie sie sich beim Bearbeiten von ermüdungsgefährdeten Strecken im Gleis bewährt haben. Als Beispiel sei hier das Profil 54E5 genannt. Die Diskussion bezüglich des Unterschleifens der Fahrkante in Weichen – zum Beispiel unter Ausnutzung nur negativer Toleranzen – ist noch nicht ab-

geschlossen. Überlegungen hinsichtlich der negativen Beeinflussung der äquivalenten Konizität sind wohl eher theoretischer Natur.

In diesem Zusammenhang soll auch darauf hingewiesen werden, dass konstruktive Maßnahmen zur Sicherstellung eines optimalen und verschleißgerechten Fahrzeuglaufs in Weichen, wie lokale Spurerweiterungen im Bereich der Backenschienen (FAKOP) oder WITEC-Zungen, durch die moderne Schleiftechnik beherrscht werden.

5 Programmierung

Nach Vorliegen der Aufnahmedaten kann aus der Vielzahl der aufgenommenen schleifwürdigen Weichen zunächst ein Rahmenprogramm erstellt werden. Das heißt, es werden jene Bereiche, zum Beispiel Bahnhöfe, zusammengefasst, in denen sich eine große Zahl entsprechender Baustellen befindet. Einen wesentlichen Einfluss hat dabei natürlich das Verhält-



nis von zur Verfügung stehender Kapazität (Schleifschichten) beziehungsweise finanziellen Mitteln (Budget) zum Bedarf. In der Regel wird der Bedarf das Angebot übersteigen.

Liegt die Rahmenplanung vor, ist anschließend im Detail die Baustellenorganisation erforderlich. Weder sollte man sich dabei nur nach den technischen Prioritäten noch nach den rein operativen Vorgaben richten. Nur innovatives Denken bringt bei der Umsetzung von Plänen den gewünschten Erfolg. Alternative Planungsvorschläge, die im Extremfall auch längere Sperren von Weichenbereichen vorsehen, können durchaus in die Praxis umgesetzt werden, wenn dabei deutlich höhere Produktionsleistungen und dadurch nicht nur geringere Produktionskosten, sondern auch niedrigere Gesamtkosten ausgewiesen werden.

Schon im Jahr 1998 wurde an einem Beispiel demonstriert, welches Potenzial in einer vorausschauend geplanten und flexibel gehandhabten Instandhaltungsphilosophie steckt [3]:

„Beim Schienenschleifen in Weichen werden in der Regel kurze Abschnitte von etwa 50 Meter Länge bearbeitet. Die Länge der Schleifmaschine muss hinzugegerechnet werden. Mit den Zeiten für Anfahren, Abbremsen, Änderung der Fahrtrichtung mit Wechsel der Schleifeinheiten-Einstellung muss bei einer Arbeitsgeschwindigkeit von 3 km/h in Weichen mit einer Zeit von 2 min je Schleifgang gerechnet werden. Für das Reinigen der Gleitstuhlplatten, Aufnehmen von Messgeräten und der Fahrt zu einem Abstellplatz für das Abwarten der nächsten Sperrpause müssen mindestens 5 min gerechnet werden.

Berücksichtigt man noch einen Zeitpuffer aus Sicherheitsgründen, so kann man davon ausgehen, dass in einem 15-min-Intervall gerade zwei Schleifgänge durchgeführt werden können. Andererseits kann ein Weichenstrang, bei dem zur Beseitigung der Fahrflächenfehler etwa zehn Schleifgänge erforderlich sind, komplett in 30 min bearbeitet werden. Im Extremfall stehen sich also einmal 30 min Sperrpause fünf Sperrpausen zu je 15 min (also 75 min) zuzüglich der Wartezeiten zwischen den einzelnen Arbeitsintervallen gegenüber (Bild 5).

Für den Fall, dass zum Beispiel eine Sperrpause von 25 min zur Verfügung steht, die nicht um 5 min überzogen werden darf, sind für die zur Fertigstellung erforderlichen zwei Schleifgänge neben der Wartezeit auf die nächste Sperrpause noch eine Sperrpause von etwa 15 min erforderlich. Können statt nur 50 m etwa 150 m (zum Beispiel zwei Weichen mit Verbindungsgleis) im Zusammenhang bearbeitet werden, so beträgt die Zeit je Schleifgang 4 min, also die doppelte Zeit für die dreifache Länge. Die komplette Leistung kann also in einer Stunde erbracht werden.“

nenfalls die mögliche Anhebung der Weichenzungen während der Schleifarbeiten dar:

6.1 Anheben der Weichenzunge

Auf Grund der Lage der Weichen im Gleis und der dadurch gegebenen oftmals unterschiedlichen Belastung von durchgehendem und abbiegendem Strang ergeben sich unterschiedliche Verschleißzustände in den entsprechenden Abschnitten. Dies kann und sollte bei den Schleifarbeiten berücksichtigt werden. Wird

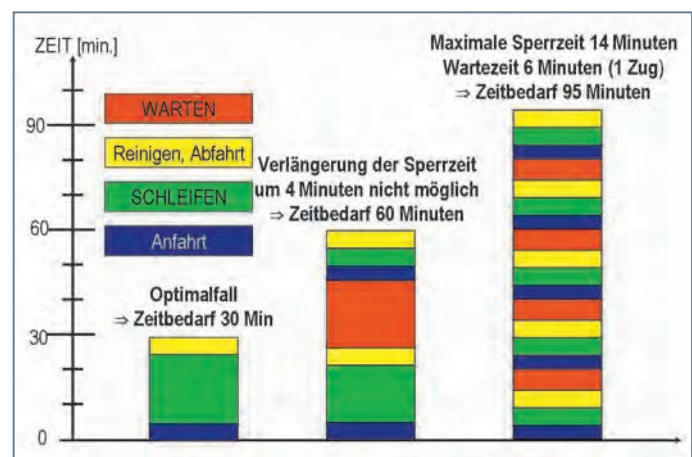


Bild 5: Sperrzeitbedarf in Weichen – Theoretische Beispiele [3]

Dieses in Einzelheiten zu aktualisierende Zitat hat auch 15 Jahre später noch absolute Aktualität. Die verfügbaren Zeitfenster sind – entsprechend den Betriebsvorgaben – seltener und kürzer geworden, aber die verbundenen Kosten noch höher. Dabei könnten die Produktionskosten durch höhere Meterleistungen pro Schicht deutlich gesenkt werden. Und gerade wenn die Kosten aus Betriebsbehinderungen in Ansatz gebracht werden, könnten sich diese – strategisch geplant – durchaus rechnen.

6 Durchführung der Schleifarbeiten

Die Schleifarbeiten in Weichenbereichen unterscheiden sich prinzipiell nicht von jenen im Gleis. Auch die Bereiche der anliegenden Zunge sowie die Herzstückbereiche können mit gewissen Einschränkungen maschinell bearbeitet werden. Eine Besonderheit stellt dabei gegebe-

zum Beispiel hauptsächlich das durchgehende Gleis befahren und auch geschliffen, so wird sich dort im Lauf der Zeit ein gewisser Höhenverschleiß einstellen. Da der Bereich der Zungenspitze bis zum Überlauf von der Backenschiene auf die Zunge nicht befahren und nicht beschliffen wird, verlagert sich jene Überlaufzone in Richtung Zungenspitze. Die anliegende Zunge wird ja nur in etwa im Bereich der Radberührung bearbeitet. Ebenso wird der Bereich der gegenüberliegenden Backenschiene durch Verkehr und Bearbeitung vertikal verschleifen, während dort die abliegende Zunge praktisch keine Veränderung erfährt. Bei gelegentlichem Befahren des abzweigenden Strangs übernimmt die gegenüber der Backenschiene hochstehende Zunge die Radlast im Lauf der Zeit relativ früh nahe der Zungenspitze.

Um die ideale Überlaufgeometrie im Bereich Zunge/Backe beizubehalten, sollte in diesen Fällen die Zunge während



Bild 6: Anheben der Weichenzunge vor dem Schleifen

des Schienenschleifens um einige Millimeter angehoben werden. Dies kann nach Anheben mittels Hydraulikstempeln durch Unterschieben eines entsprechend starken Bleches leicht durchgeführt werden (Bild 6). Hebungen zwischen 4 und 8 mm werden empfohlen. Dabei muss der Weichenantrieb übrigens nicht abmontiert werden. Der erforderliche Aufwand hält sich in engen Grenzen, höchstens 5 min sind für Ein- und Ausbau der Bleche zu veranschlagen.



Bild 7: Fertig bearbeitete Schiene in einer Weiche

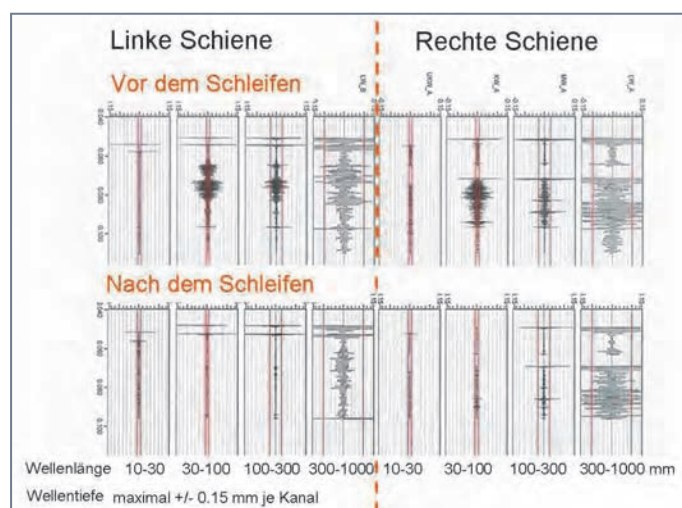


Bild 8: Längsprofilmessungen vor und nach dem Schleifen

Mit diesem Verfahren wird sichergestellt, dass die Schleifscheiben auch in jenen Bereichen die Zungenschiene bearbeiten können, die üblicherweise nicht befahren werden. Nach dem Absenken der Zunge in die Ursprungslage auf die Gleitstuhlpfannen ist die Lastübernahme wieder etwas weiter in Richtung Herzstück gerückt, wie es der Situation bei neuen Weichen entspricht. Dieses Verfahren kann auch in Bogenweichen mit Überhöhung angewendet werden, da die innen liegende Zunge stark befahren wird und Schlupfwellen bis hin zur Spitze entstehen können, die nunmehr mit der Maschinen bearbeitet werden kann.

6.2 Messtechnische Kontrolle und Dokumentation

Das Ziel jeder Arbeit ist eine spezifikationsgerechte Ausführung. Dabei ist neben der augenscheinlichen Kontrolle (Bild 7) auch eine Reihe von Messungen erforderlich. Die Durchführung von Schleifarbeiten wird üblicherweise von Längs- und Querprofilmessungen begleitet, um den Arbeitsfortschritt optimal planen und schließlich die Abnahmedokumentation herstellen zu können. Das Längsprofil wird in vier getrennten Wellenlängenbereichen aufgezeichnet. Je nach Spezifikation wird entsprechend EN13231:2011 Qualitätsklasse 1 (Wellenbereiche 1 bis 4) oder Qualitätsklasse 2 (Wellenbereiche 2 und 3) gefordert (Bild 8). Bei Schleifarbeiten in Weichen ist zusätzlich die Überprüfung des Verschleißzustands an der Zungenspitze erforderlich (Bild 9). Die Überprüfung des Querprofils erfolgt in Weichenbereichen üblicherweise an festgelegten Messpunkten im Bereich der Zwischenschienen (Bild 10).

In jüngster Zeit hat auch die Wirbelstromprüfung zur Feststellung von Oberflächenrissen, insbesondere Head Checks an der Fahrkante, in die Schleiftechnik Eingang gefunden. Dies lässt bereits zu Beginn der Schleifarbeiten den vorgegebenen oder zu erwartenden Materialabtrag überprüfen. Darüber hinaus ermöglicht die Messung eine kontinuierliche Verfolgung des Arbeitsfortschritts. Wenn Rissfreiheit gefordert ist, kann grundsätzlich nur eine begleitende Wirbelstrommessung das angestrebte Ziel dokumentieren (Bild 11). Die Messungen sind aber auch geeignet, Praxisdaten bereitzustellen, wenn Rollkontaktermüdung nicht erwartet wurde und nicht Zweck der Reprofilierungsarbeiten ist. Es ist dann die Frage zu beantworten, ob die ursprünglich geplanten Arbeiten ausgedehnt oder eventuell zu einem späteren Zeitpunkt entsprechend eingeplant werden sollten.

7 Schlussbemerkungen

Die schleiftechnische Bearbeitung von Schienen ist zum festen Bestandteil der Oberbauarbeiten geworden. Speziell das Auftreten von Rollkontaktermüdung hat in der jüngsten Vergangenheit zur Einführung von strategischen Plänen zur Schienepflege geführt. So werden sicherheitsrelevante Gesichts-



Bild 9: Überprüfung des Verschleißvorrats mit Lehre 1

punkte (frühzeitige Vermeidung von später riskanten Schadensbildern), Umweltaspekte (niedrige Geräuschpegel durch ebene Laufflächen) und operative Aspekte (geringe Beeinträchtigung durch Instandhaltungs- und Baumaßnahmen) zu einem wirtschaftlich profitablen Gesamtszenario verknüpft.

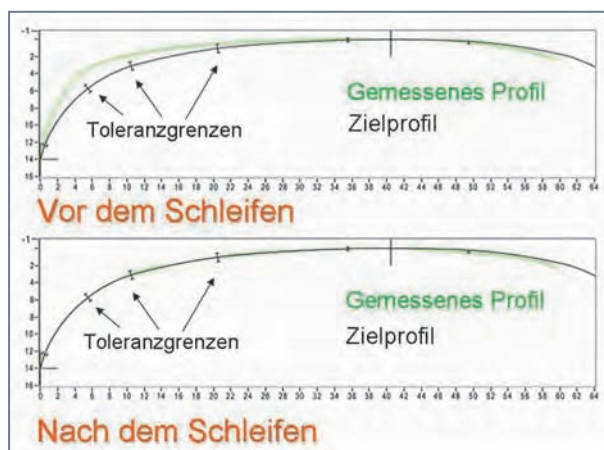


Bild 10: Querprofilmessungen vor und nach dem Schleifen

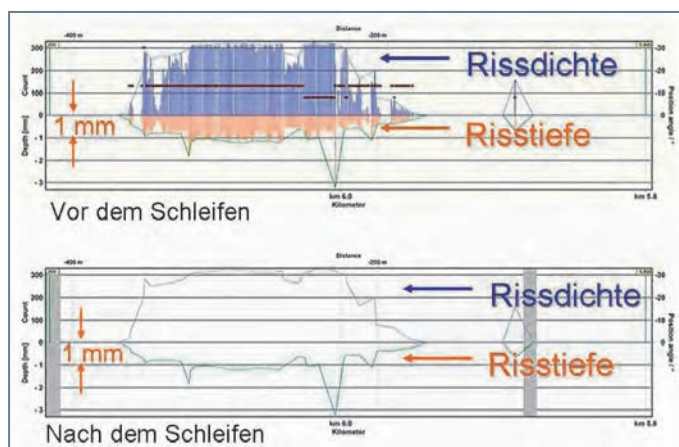


Bild 11: Head Check-Messung mit dem HC-Grinding Scanner

Somit kommt neben dem korrektiven Beseitigen von mehr oder weniger schweren Schäden nunmehr der zyklischen Bearbeitung zur Vermeidung späterer Schäden eine immer größere Bedeutung zu.

Dabei sind auch die Schienen in Weichen in eine ähnlich strategische Instandhaltung einzubeziehen. Insbesondere die vorlaufende Planung spielt eine entscheidende Rolle. Diese ist nicht nur im Hinblick auf eine globale Einbeziehung der Weichenbereiche in eine umfassende Schleifstrategie wichtig, sondern insbesondere auch für eine möglichst effiziente und produktive Durchführung der vorgesehenen Arbeiten. Wenn sich auch zwischen den theoretischen Wünschen und den praktischen Möglichkeiten oft eine größere Kluft aufzutun scheint, so sollten die angesprochenen Themenbereiche doch Potenzial für Verbesserungen aufzeigen. – A 329 –

(Indexstichworte: Infrastruktur, Instandhaltung)

(Bildnachweis: 1 bis 11, Verfasser)

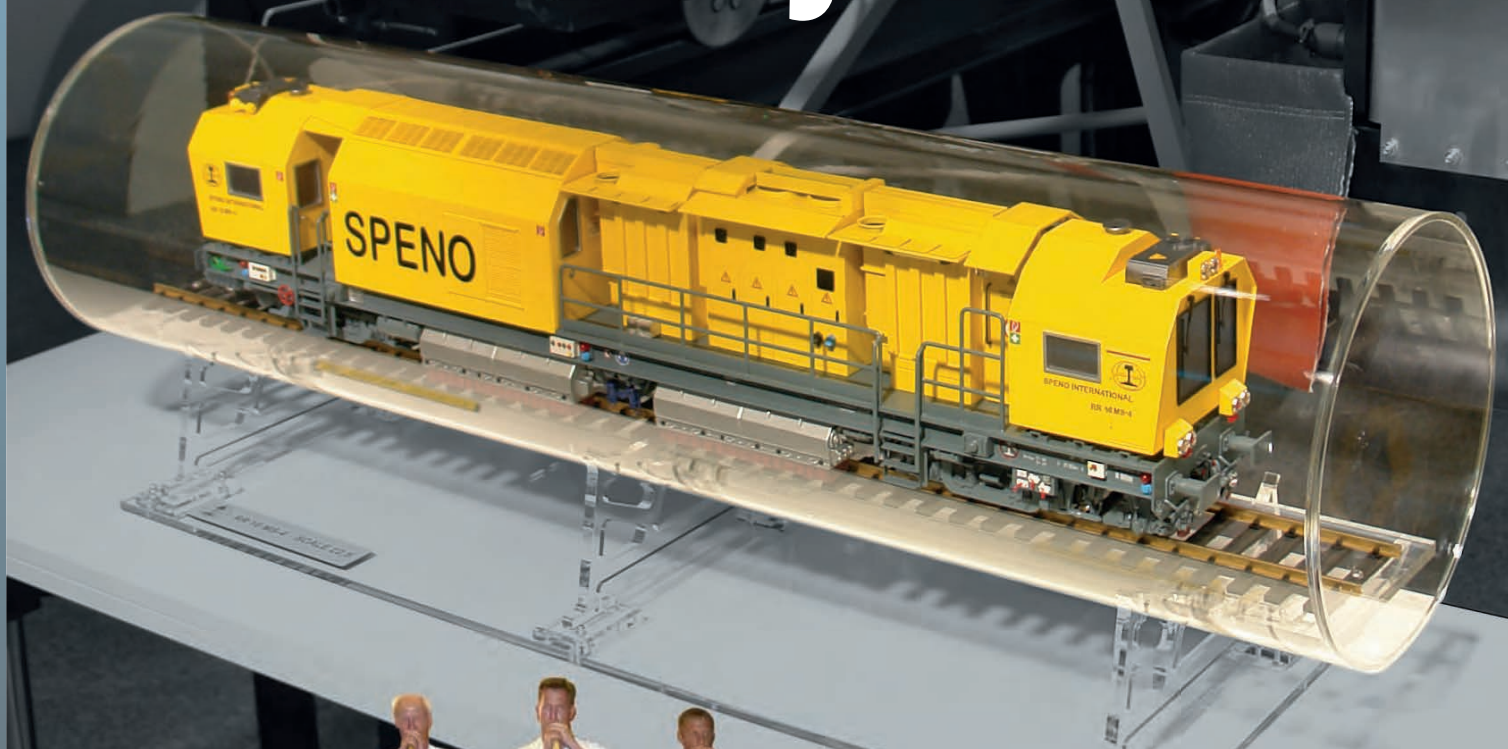
Literatur

- [1] Schöch, W.: Schienenschleifen – von der Riffelbeseitigung zum One-Pass-Grinding. ZEVrail 134 (2010) 5, S. 170–178.
- [2] D4.5.5 – Guidelines for Management of Rail Grinding. INNTRACK GUIDELINE. www.innotrack.eu
- [3] Schöch, W.: Wirtschaftliche Pflege moderner Schienensysteme aus der Sicht eines Dienstleistungsunternehmens. Vortrag gehalten beim UEEIV Eisenbahnkongress „RAIL 21 – Die europäischen Eisenbahnen im Verkehrssystem des 21. Jahrhunderts“, Straßburg 20.–22. Mai 1998.



Dipl.-Ing. Dr. techn. Wolfgang Schöch (60). Studium des Bauwesens an der Universität in Innsbruck und 1977 Abschluss als Bauingenieur. Danach im Gleisbau für die Verkehrsbetriebe München tätig. 1984 endgültiger Wechsel zu Speno International SA, Genf. 1988 Promotion zum Doktor der technischen Wissenschaften. Bei Speno in verschiedenen Funktionen tätig, unter anderem als Anwendungstechniker und Produktionsleiter. Seit 2002 als Experte der Schleiftechnik und Director External Affairs für die Außenbeziehungen zuständig, insbesondere für die Mitwirkung an Forschungsprojekten (zum Beispiel Innotrack) und die Vertretung von Speno bei internationalen Konferenzen und Seminaren. Anschrift: Speno International SA, 26, Parc Château-Banquet, 1211 Genf 21, Schweiz. E-Mail: wolfgang.schoech@speno.ch

Wer hat's er- funden?



www.speno.ch