# Ganzheitliche Instandhaltungskonzepte für Weichen

Weichen als ein zentrales Element des Fahrweges benötigen speziell optimierte Instandhaltungskonzepte, um die Kosten über den gesamten Lebenszyklus zu minimieren.

RICHARD STOCK | STEFAN HOFMANN

**Die Hochleistungsfrästechnologie hat sich in den letzten 25 Jahren als ein wichtiges Verfahren zur Schieneninstandhaltung etabliert. Speziell bei der Bearbeitung von Weichen ist es nötig, eine Technologie zur Hand zu haben, welche bei dieser für den Fahrweg sicherheitsrelevanten Komponente die Profile in höchster Präzision wiederherstellen kann und gleichzeitig sicherstellt, dass alle etwaigen Schienenfehler entfernt werden. Mithilfe der Linsinger Frästechnologie ist es möglich, Weichen effizient zu bearbeiten und somit einen vorzeitigen Ausfall dieser komplexen Fahrwegkomponenten zu vermeiden.**

**Abb. 1:** Weichen stellen eine der zentralen Komponenten des Fahrweges dar. *Quelle: Shutterstock*

## Die Weiche – eine zentrale Komponente des Fahrweges

Eine Weiche ermöglicht per definitionem einen sicheren und zuverlässigen Übergang eines Fahrzeuges von einem Gleis auf ein anderes, ohne dass das Fahrzeug dafür anhalten muss. Die Bezeichnung Weiche leitet sich von der Flussschifffahrt ab, wo Schiffe an „Ausweichstellen" einander passieren konnten [1]. Die Geschichte der Weiche lässt sich prinzipiell bis zu den Bergwerken des Mittelalters zurückverfolgen. Die erste tatsächliche Weiche, in ähnlicher Bauform wie Weichen heutzutage, wurde erstmals in England in einer Grubenbahn gegen Ende des 18. Jahrhunderts verwendet [2]. Bis heute haben sich die grundsätzlichen Elemente der Weiche im Vergleich zu ihren Urahnen nicht wesentlich verändert.

Eine Weiche lässt sich grob in drei Elemente unterteilen:

- die Zungenvorrichtung mit den Zungen und Backenschienen
- der Zwischenschienenteil mit den Zwischenschienen
- der Herzstückbereich mit Herzstück, Flügelschienen, Radlenkern und Fahrschienen (Abb. 1).

© DVV Media Group GmbH

Persönliche Ausgabe, Frau Brandstätter, Linsinger Maschinenbau GmbH , STEYRERMÜHL, Kd.Nr.: 908832939, Abo-Nr. 479164. Weitergabe an Dritte urheberrechtlich untersagt.

**Abb. 2:** Messerkopf einer Schienenfräse für höchste Präzision und Qualität *Quelle: Linsinger*

Natürlich beinhaltet eine Weiche noch weitere nötige und wichtige Komponenten (z. B.: Weichenstellvorrichtung, Weichenverschluss etc.), die aber im Hinblick auf die Instandhaltung der Schienenkomponenten einer Weiche hier nicht genauer diskutiert werden. Prinzipiell kann jede Weiche als eine Unstetigkeitsstelle im Gleis betrachtet werden, bei der ein Eisenbahnfahrzeug zu dynamischen Reaktionen angeregt wird. Das bedeutet, dass Weichen aufgrund ihrer konstruktiven Ausführung wesentlich höhere dynamische Belastungen erfahren als die Schienen im herkömmlichen Gleis davor und danach. Dies schlägt sich auch in den Lebenszykluskosten nieder, die zumindest um den Faktor 10 höher sind im Vergleich zum normalen Gleis [1]. Darüber hinaus ist die Weiche eine extrem sicherheitskritische Komponente des Fahrweges, die somit zusätzlich einen erhöhten Instandhaltungsaufwand erfordert, um Funktion und Sicherheit zu gewährleisten.

## Ein kurzer Rückblick

Im vergangenen Jahr feierte die Österreichische Firma Linsinger Maschinenbau GmbH ihr 80-jähriges Bestehen. Auch wenn sich die Firma in ihren Anfangsjahren gar nicht mit der Frästechnologie beschäftigte, wurde dann in den späten 1960er Jahren der Grundstein für die stationäre Fräs-, Säge- und Bohrtechnologie gelegt. Im Laufe der Zeit konnten so durch kontinuierliche Forschung und Innovation internationale Bekanntheit und Anerkennung erlangt werden. Die Entwicklung der mobilen wie stationären Schienenfrästechnologie wurde Ende der 1980er Jahre in Angriff genommen und gipfelte 1995 in der Auslieferung des ersten mobilen Schienenfräszuges SF03 an einen Kunden in Deutschland. Dieser erste Schienenfräszug ist auch heute noch erfolgreich im Einsatz. Im Laufe der folgenden Jahre wurde die Schienenfrästechnologie kontinuierlich weiterentwickelt sowie die Palette der Fräszüge maßgeblich erweitert. Im Jahre 2008 wurde die erste Schienenfräse mit Weichenfunktion an die Deutsche Bahn AG geliefert. Die jeweiligen Entwicklungsschritte der Weichenbearbeitung mittels Frästechnologie wurden bereits in [3] ausführlich diskutiert und werden hier nicht weiter behandelt.

**Abb. 3:** Linmag SF02W-SF Truck bei der Weichenbearbeitung in Australien *Quelle: Linsinger*

## Frästechnologie zur Weichenbearbeitung

Die Linsinger Hochleistungsfrästechnologie bietet eine Reihe von Vorteilen gegenüber anderen Instandhaltungstechnologien. Dies lässt sich einerseits von der verwendeten Frästechnologie selber ableiten, aber auch von den damit kombinierten Fahrzeugkonzepten. In Bezug auf die Anwendung bei Eisenbahnweichen spielen einige dieser Aspekte eine besondere Rolle und sollen im Folgenden genauer beleuchtet werden (Abb. 2).

Der zur Anwendung kommende Prozess verwendet das sogenannte Umfangsfräsverfahren, das im Gleichlaufbetrieb angewandt wird. Das bedeutet, dass der Vorschub der Maschine (die Vorwärtsbewegung des Zuges) mit der Drehrichtung des Messerkopfes (Schneidwerkzeug) erfolgt. Vereinfacht gesagt ist es so, als würde der Messerkopf wie ein zusätzlicher Antrieb für die Schienenfräse wirken. Dies bietet gegenüber dem Gegenlauffräsen eine Reihe von Vorteilen wie z. B. erhöhte Laufruhe (kaum Vibrationen), geringere Temperaturentwicklung und längere Werkzeugstandzeit. Die bei dem Prozess anfallenden Späne werden mit einem Wirkungsgrad von 99,8 % auf den Maschinen in einem Spänebunker gesammelt. Im Vergleich zum Schienenschleifen wird daher das abgetragene Material nicht in der Umgebung des Gleiskörpers verteilt. Eine Verschmutzung der Weiche und Beeinträchtigung ihrer Komponenten durch Staub kann dadurch vermieden werden, was speziell bei den beweglichen Teilen der Weiche von Bedeutung ist. Ein Abdecken bzw. nachträgliches Reinigen der Zungenführung ist somit nicht mehr nötig. Darüber hinaus wird aus dem vermeintlichen „Abfallprodukt Fräs-Späne" in weiterer Folge wieder ein hochwertiger Rohstoff für die Stahlerzeugung. Da es sich beim Fräsen um einen Schneidprozess handelt, kommt es zu keiner Funkenbildung. Damit können Brände im Bereich der Gleisanlagen sowie eine etwaige Beschädigung von benachbarter Infrastruktur oder geparkten Autos vermieden werden. Moderne Weichen sind mit mehreren elektrischen


© DVV Media Group GmbH
Persönliche Ausgabe, Frau Brandstätter, Linsinger Maschinenbau GmbH , STEYRERMÜHL, Kd.Nr.: 908832939, Abo-Nr. 479164. Weitergabe an Dritte urheberrechtlich untersagt.

Motoren und einer Reihe von Sensoren ausgerüstet und inkludieren eine entsprechende Menge an elektrischer und/oder optischer Verkabelung. Die Vermeidung von Beschädigung der Kabel durch Kabelbrände stellt einen weiteren bedeutenden Vorteil des Fräsprozesses dar. In dem Zusammenhang sei auch erwähnt, dass Sensoren wie Achszähler (wenn innerhalb der Spezifikation montiert), aber auch Weichenkomponenten wie Radlenker vor dem Bearbeiten der Weiche nicht entfernt werden müssen.

Mit dem neuesten Maschinenkonzept erlaubt der Schienenfräsprozess einen variabel und flexibel anpassbaren Materialabtrag von 0,1 mm bis hin zu 10 mm. Dabei werden zwei Fräsen vom Typ SF06 zu einer großen Maschine (Master-Slave-Konzept) kombiniert, wobei dann vier Fräseinheiten pro Schienenstrang zur Verfügung stehen. Natürlich können aber auch beide Maschinen getrennt voneinander operieren, wodurch ein flexibler und bedarfsorientierter Einsatz der Maschinen möglich ist. Aufgrund der variablen Abtragtiefe des Fräsprozesses lässt sich dieser auch in Weichen für alle gängigen Instandhaltungsstrategien anwenden: für die Neulagenbearbeitung neu installierter Weichen über die zyklisch-präventive Instandhaltung bis hin zur regenerativen Behandlung von Weichen, um einen vorzeitigen Ausbau dieser kostenintensiven Komponente zu vermeiden. Ein weiterer Vorteil des Maschinenkonzeptes besteht darin, dass jede Fräse mit einer Weichenbearbeitungsfunktion aus- oder nachgerüstet werden kann. Und das gilt vom flexiblen Schienenfräszug MG11 bis hin zu den Hochleistungsfräszügen MG31 und Duplex SF06. Anders als beim konventionellen Schleifen fällt somit die Notwendigkeit einer eigenen Weichenbearbeitungsmaschine weg.

## Weichenbearbeitung in der praktischen Anwendung

Die Weichenbearbeitung mittels der beschriebenen Frästechnologie wird in Europa, Asien und Australien bereits erfolgreich zum Einsatz gebracht. In Australien betreibt die Firma Linmag Australia Pty. schon seit über fünf Jahren zwei Fräsmaschinen vom Typ SF02-W-FS Truck. Dieser Maschinentyp zeichnet sich dadurch aus, dass er als Zweiwegefahrzeug auch über das Straßennetz zur Einsatzstelle anfahren und an einem geeigneten Bahnübergang schnell aufgegleist werden kann. Natürlich ist auch eine Anfahrt per Schienen mit bis zu 45 km/h möglich (Abb. 3).

Linmag betreut in Australien eine Reihe von Kunden, wobei neben der normalen Streckenbearbeitung auch Weichen und Bahnübergänge bearbeitet werden – so auch beim Kunden ARTC (Australian Rail Track Cooperation) im Bundesstaat New South Wales. ARTC transportiert über das „Hunter Valley Coal Network" vornehmlich Kohle zum Hafen der Metropole Newcastle. Die Belastungen in diesem Schwerlastnetzwerk variieren von 45 MGT (Million Gross Tons) bis hin zu 130 MGT. Um den resultierenden Profilverschleiß und die Schienenschädigung unter Kontrolle zu halten, verwendet ARTC zusätzlich zum präventiven Schienenschleifen auch das Schienenfräsen als Teil einer vollintegrierten Instandhaltungsstrategie. Das bedeutet, dass bei Weichen einerseits eine Neulagenbearbeitung von neu installierten Weichen durchgeführt wird, um die entkohlte Randschicht zu entfernen, um Profilabweichungen zu korrigieren und um etwaige Kaltverletzungen vom Einbau der Weiche zu beseitigen. Andererseits werden in einem regenerativen Ansatz mehrere Millimeter tiefe Schäden komplett entfernt und das Profil wird wiederhergestellt, um einen vorzeitigen Ausbau der Weiche zu vermeiden. Typischerweise können Weichen bei nur einer Überfahrt je Gleis (Stammgleis, Zweiggleis) in unter 45 Min komplett fertigbearbeitet werden. Alle wesentlichen Bereiche der Weiche können bearbeitet werden, mit Ausnahme des Herzstückes und der Zungenschienenspitze.

© DVV Media Group GmbH

Persönliche Ausgabe, Frau Brandstätter, Linsinger Maschinenbau GmbH , STEYRERMÜHL, Kd.Nr.: 908832939, Abo-Nr. 479164. Weitergabe an Dritte urheberrechtlich untersagt.

**Abb. 4:** Mit der erweiterten Weichenfunktion bearbeitetes Herzstück *Quelle: Linsinger*

## Weiterentwicklung der Weichenbearbeitung

Die kontinuierliche Entwicklung von neuen Technologien und die Weiterentwicklung bestehender Technologien ist für Linsinger ein zentraler Bestandteil der Firmenphilosophie. Wie oben erwähnt ist es möglich, mit dieser Technologie große Bereiche der Weiche zu bearbeiten, mit Ausnahme des Herzstückes. Aus diesem Grund wurde in Kooperation mit einem österreichischen Serviceanbieter diese Thematik genauer untersucht. Im Rahmen dieser Zusammenarbeit wurde die Steuerungssoftware der Maschine überarbeitet, sodass mit einem geometrisch modifizierten Fräskopf nun auch das Herzstück bearbeitet werden kann. Eine Fräsmaschine vom Typ SF02W-FS Truck bearbeitet in einer ersten Überfahrt die gesamte Weiche inklusive Herzstück mit dem modifizierten Herzstückmesserkopf. In diesem ersten Schritt wird das Herzstück fertig bearbeitet und die restlichen Teile der Weiche werden vorbearbeitet (Profilkorrektur und Fehlerbeseitigung vor allem an der Fahrkante). Nach dem Wechsel auf den Messerkopf mit dem „herkömmlichen" Schienenprofil wird nun die finale Bearbeitung der Weiche durchgeführt (Entfernung etwaiger Restschäden, finale Profiloptimierung, Einstellung des Oberflächenfinish), wobei das Herzstück aber nicht mehr bearbeitet wird (Abb. 4).

Nach dieser ersten erfolgreichen Prototypimplementierung wurde der Prozess (Software, Messerkopf) entsprechend dieser Erfahrungen optimiert und weiterentwickelt. Somit ist es nun auch bei einer Maschine mit zwei Fräseinheiten pro Schienenstrang möglich, die Weiche ebenfalls in einer Überfahrt pro Zweig mit dieser erweiterten Weichenfunktion zu bearbeiten. Weitere Innovationen im Bereich der Weichenbearbeitung sind kurz vor der Serienreife und werden in naher Zukunft vorgestellt werden können.

## Integriertes Maschinenkonzept

Für Infrastrukturbetreiber ist es wichtig, ein effizientes und umweltfreundliches Bearbeitungssystem für Strecken als auch für Weichen zur Verfügung zu haben. Die beschriebene Frästechnologie bietet genau diese Lösung an und verhindert so den vorzeitigen Ausbau dieser kostenintensiven Fahrwegkomponente. Aber nicht nur kontinuierliche Entwicklungen und innovative Technologien sind ein Erfolgsfaktor der Technologie, sondern auch das integrierte Maschinenkonzept trägt dazu maßgeblich bei. Frästechnologie und Maschinenlayout (Rahmen, Drehgestelle, Anordnung der einzelnen Komponenten und Bereiche) werden in Abstimmung zueinander entworfen und bilden dadurch eine integrierte Einheit. Somit wird höchste Funktionalität, Effizienz und Qualität gewährleistet, was Linsinger Schienenfräsen von den Herstellern anderer Schienen- und Weicheninstandhaltungsmaschinen unterscheidet und hervorhebt. ■

## QUELLEN

[1] Fendrich, L.; Fengler, W.: Handbuch Eisenbahninfrastruktur, Springer, Berlin, 2019

[2] Simon, W.: Die geschichtliche Entwicklung der Weichen, Stahlbau Rundschau, Zeitschrift des Österreichischen Stahlbauverbandes, Heft 22/1962, S. 7-15

**Dipl.-Ing. Stefan Hofmann BSc**
Head of Research & Development
Linsinger Ges. m.b.H, AT-Steyrermühl
s.hofmann@linsinger.com

**Dipl.-Ing. Dr. mont. Richard Stock**
Milling Technology Manager
Linsinger Ges. m.b.H und
Linmag GmbH, CA-Vancouver
r.stock@linmag.com



© DVV Media Group GmbH

Persönliche Ausgabe, Frau Brandstätter, Linsinger Maschinenbau GmbH , STEYRERMÜHL, Kd.Nr.: 908832939, Abo-Nr. 479164. Weitergabe an Dritte urheberrechtlich untersagt.