Wirtschaftliche Bewertung der **Fahrweginstandhaltung**

Strategievergleich für die Kostenoptimierung: Grundlagen der Bewertungsmethoden, Strategiebeispiele, Praxis

Alois Rastl

Der vorliegende Artikel präsentiert wirtschaftliche Zusammenhänge zur Fahrweginstandhaltung, vor allem hinsichtlich der gesamten Nutzungsdauer des Fahrwegs (Life Cycle - LC). Zusätzlich wird eine Berechnung von Rentabilitäten hinsichtlich verschiedener Instandhaltungsstrategien dargestellt.1

Qualitätsverhalten des Fahrwegs über die Zeit

Die Verschlechterung der Gleislagequalität durch den Zugbetrieb kann mit einer e-Funktion beschrieben werden. In der Formel in Abb. 1 ist Q die aktuelle Gleisqualität, Qo die Ausgangsqualität, b die Verschlechterungsrate und t die Belastung, hier als Zeit eingegeben. Die Verschlechterung hängt vom aktuellen Qualitätslevel ab.

Dieser - in der Praxis zu beobachtende -Zusammenhang hat wesentlichen Einfluss auf das Instandhalten von Gleisen, weil damit sowohl die Eingriffsschwelle als auch der Zeitpunkt des Eingreifens bedeutende Auswirkungen auf das Langzeitverhalten des Oberbaus erzielen. Auch die hohe Bedeutung der Ausgangsqualität für das Verhalten des Oberbaus wird durch diesen Zusammenhang aufgezeigt.

Die Bereitstellung des Fahrwegs erfordert die beiden technischen Instrumente Investition und Instandhaltung. Die wirtschaftliche Strategie dahinter heißt Qualität. Investitionen erstellen Qualitäten, Instandhaltung übersetzt diese in lange Liegedauer (Lebenszyklen) - Voraussetzung für jede Wirtschaftlichkeit. Zusammen definieren Investition und Instandhaltung die "Oberbau-Strategie".

Die wirtschaftliche Bewertung einer Oberbau-Strategie basiert auf einer Betrachtung der Lebenszykluskosten (Life Cycle Costs -LCC). Das heißt, der Betrachtungszeitraum ist die Liegedauer des Oberbaus. LCC sind die Kosten des Gleises über die gesamte Liegedauer (Abb. 2).

Alle Maßnahmen zur Qualitätssteigerung sind daher wirtschaftlich. "Einsparungen" im Zuge der Investition reduzieren die Ausgangsqualität, verkürzen damit die erreichbare Nutzungsdauer und steigern den Instandhaltungsbedarf. Sie sind daher höchst unwirtschaftlich!

Betrachtung der Verschlechterungsrate

In Abb. 3 sind die Qualitätsziffern (z. B. Standard-Abweichungen) für einen Gleisabschnitt aus verschiedenen Messfahrten dargestellt. Man erkennt, dass die Verschlechterungsraten zwar stark schwanken, dass sie aber bei sehr guten Ausgangsqualitäten am geringsten sind. Je geringer die Lageungenauigkeiten sind, desto geringer sind die daraus resultierenden dynamischen Kräfte und umso stabiler ist die Gleisqualität.

In Abb. 4 ist die Abhängigkeit des Qualitätsverfalls von der Ausgangsqualität über die Zeit dargestellt. Jeder Qualität ist ein bestimmtes Verschlechterungsverhalten zugeordnet. Dem Qualitätsverhalten für die Ausgangsqualität Q₀ ist jenes einer schlechteren Ausgangsqualität Q1 gegenübergestellt. Das Verhalten der Gleislagequalitäten führt dazu, dass die Eingriffsschwelle für eine notwendige Instandhaltungsmaßnahme wesentlich früher erreicht wird. Dies bedeutet, dass eine schlechtere Ausgangsqualität zu einem hohen Bedarf an Instandhaltung führt.

Diese wiederum ist möglich bis zum Erreichen einer kritischen Qualität, womit das Ende der Nutzungsdauer erreicht ist. Wenn dann nicht reinvestiert wird, müssen auf Dauer Langsamfahrstellen vorgeschrieben werden. Diese führen zu sehr hohen betrieblichen Folgekosten und sind daher auf Hauptstrecken höchst unwirtschaftlich (Abb. 5).

Die LCC werden von der Abschreibung dominiert. Jede Verlängerung der Nutzungsdauer durch höhere Qualität ist daher hoch wirtschaftlich (Abb. 6).

Gleisarbeiten oder auch eine unzureichende Qualität des Oberbaus verursachen Betriebserschwerniskosten. Soweit sich diese eindeutig auf die Oberbauarbeiten zurück-



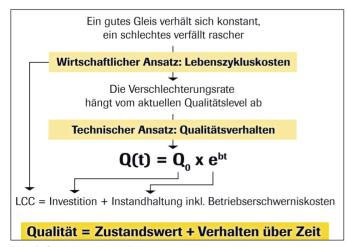


Abb. 1: Qualitätsverhalten Fahrweg

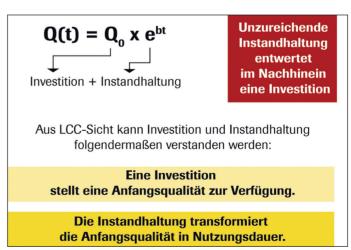


Abb. 2: Zusammenhang von Investition und Instandhaltung

führen lassen, müssen sie in die Bewertung einfließen. Bei mittlerer und höherer Streckenbelastung gewinnen die Kosten zusätzlich an Bedeutung.

Das Ziel ist: lange Nutzungsdauer bei gleichzeitig hoher Verfügbarkeit.

Vergleich zweier Instandhaltungsstrategien

Die LCC in Verbindung mit einer dynamischen Wirtschaftlichkeitsberechnung ermöglichen die wirtschaftliche Bewertung einer bestimmten Instandhaltungsstrategie. Die Berechnung bezieht alle Auswirkungen einer gewählten Strategie ein und betrachtet den Lebenszyklus des Fahrwegs.

Die jährlichen Kosten für Instandhaltungsmaßnahmen und für Verkehrsbehinderungen, welche für die beiden Strategien bezeichnend sind, werden für die gesamte Lebensdauer, Jahr für Jahr, errechnet und verglichen. Für diesen Zweck müssen ihre Faktoren sowie die Auswirkungen der verschiedenen Maßnahmen allerdings bekannt sein und sich auf eine reelle Strecke, mit gegebenen Unterbauverhältnissen, einer definierten Oberbaukonstruktion und einer gegebenen Streckenbelastung beziehen.

Zweckmäßigerweise werden die Kosten für verschiedene Norm-Kilometer, welche typische Verkehrsbelastungen und Anlageverhältnisse beschreiben, erhoben. Zu den letzteren zählen Unterbaubeschaffenheit, Oberbauform und Streckenparameter, wie Radien und Bogenanteil. Das Beispiel zeigt die Hauptstrecke der Westbahn mit mehr als 70 000 Gesamtbruttotonnen/Tag und Gleis sowie 160 km/h Streckengeschwindigkeit. Oberbauform und Anlageverhältnisse sind auf den LCC-Tabellen vermerkt.

Hohe Ausgangsqualität

Guter Unterbau und funktionsfähige Drainage sowie hohe Ausgangsqualität durch Einsatz kontinuierlich arbeitender Gleisbaumaschinen werden vorausgesetzt. Entsprechend der Strategie der ÖBB ist eine Neulagenschleifung und ein Stopfgang innerhalb eines Jahres nach der Neulage Bestandteil der Zyklen. Bei jedem zweiten Stopfeinsatz wird die Schiene auch geschliffen.

Mit oder ohne Dynamischer Gleisstabilisation?

Es werden folgende Instandhaltungsstrategien gewählt: mit oder ohne Dynamischen Gleisstabilisator (DGS).

Durch den Einsatz des DGS kann jeder Stopfzyklus über die Nutzungsdauer ohne Qualitätsverlust um 30% verlängert werden. Diese Verlängerung führt, ohne Qualitätsverlust, zu einer Verlängerung der Nutzungsdauer des Fahrwegs von 10 % (Erfahrung ÖBB), d.h. zu einer Verlängerung des LC von 32 auf 35 Jahre (Abb. 7). Außerdem muss ohne DGS nach jeder Durchar-

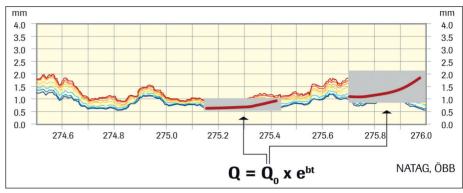


Abb. 3: Qualitätsziffern aus verschiedenen Messfahrten für einen Gleisabschnitt

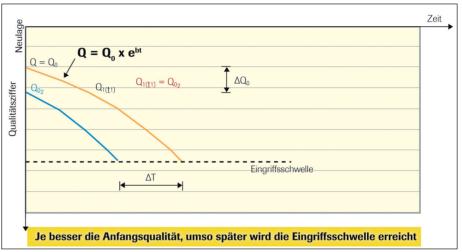


Abb. 4: Qualitätsverhalten des Gleises

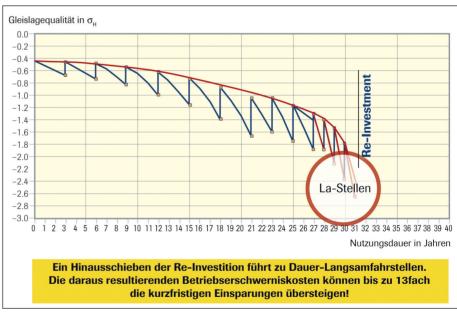


Abb. 5: Hinausschieben der Re-Investition (Gleisumbau)

beitung zunächst langsam gefahren werden. In die Rechnung wird die österreichische Regelung eingesetzt, dass bei mehr als 70 000 GesBt/Tag und Gleis zwei Tag lang mit 80 km/h gefahren werden muss. Diese Betriebserschwerniskosten werden nach dem Rechenmodell der ÖBB in die Berechnung einbezogen.

Nun werden für diese beiden Arbeitsweisen alle Instandhaltungsarbeiten mit ihren Zyklen über die gesamte Nutzungsdauer in die LCC-Tabelle eingetragen - siehe angeführtes Beispiel. In eine ähnliche Tabelle werden die Kosten dieser Arbeiten eingetragen, wobei die durchschnittlichen Jahreskosten jeder Maßnahme "dynamisch" erfasst wer-

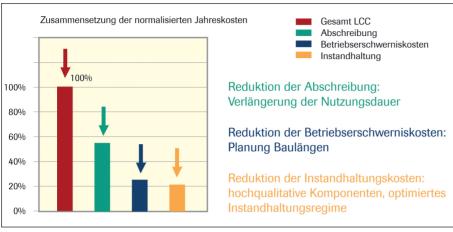


Abb. 6: Analyse der Kostenaufteilung

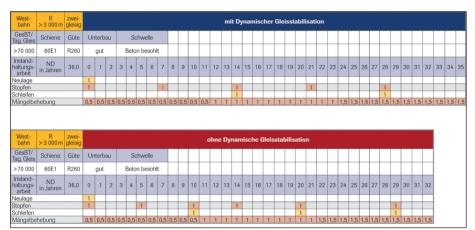


Abb. 7: Vergleich von Instandhaltungsstrategien (mit/ohne DGS)

den, d.h. real, auf der Basis eines kalkulatorischen Zinssatzes von 5 %.

Die entstandene Tabelle dient als Ausgangspunkt für die Berechnung. Die Differenz der jährlichen Zahlungsströme bezeichnet man mit "Cashflow". Bezogen auf die neue, zu beurteilende Strategie sind diese Salden entweder Verluste oder Gewinne. Gewinne, demnach Einsparungen, werden als Rückflüsse aus der Investition in die neue Strategie angesehen. Verluste, also Mehrkosten, werden als solche ebenfalls in eine Tabelle der finanziellen Flüsse über die Jahre der Lebensdauer des Gleises eingetragen ("Cashflow-Tafel").

Trotz des langen Zeitraums können konstante Preise angenommen werden, d.h. die Inflation ist vernachlässigbar, da mit Salden operiert wird.

In der Folge werden die Cashflow-Zahlen mit verschiedenen Zinssätzen bewertet. Dies geschieht durch Abzinsen zkünftiger Zahlungen auf das Jahr des Projektstarts. Die so berechneten Zahlungen werden als Barwerte bezeichnet. Bildet man die Summe der Barwerte für einen bestimmten Zinssatz, erhält man den Kapitalwert. Dieser entspricht beim Zinssatz 0 dem Cashflow (Abb. 8). Somit kann die wirtschaftliche Bewertung, entsprechend der Methode

	Salden aus Strategievergleich			kalkulierter Zinssatz			
Jahr	Strategie1	Strategie 2	Cashflow	1,06	1,08	1,10	1,12
0	-4 358 000	-4 374 000	-16 000	-16 000	-16 000	-16 000	-16 000
1	-92 330	-111 000	-18 930	-17 858	-17 572	17 209	-16 901
2	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0	0
4	-92 330	0	92 330	73 134	67 865	63 062	58 677
5	0	-111 260	-111 260	-83 140	-75 721	-69 083	-63 132
6	0	0	0	0	0	0	0
٥	0	0	•	0	0	0	0
0	0	0	۰	0	0	0	0
44	-92 330	0	92 330	12 733	6 744	3 614	1 958
		Kapitalwert	90 620	17 557	8 252	1 839	-2 754

Abb. 8: Barwerte und ihre Summen für verschiedene, kalkulierte Zinssätze

des internen Zinssatzes sowie der Beurteilung der Kapitalwertfunktion, erfolgen. Das Ergebnis der Bewertung ist immer die Aussage ob und in welchem Ausmaß ein neuer Strategie-Ansatz wirtschaftlicher ist als die Ausgangssituation.

Ein positiver Kapitalwert bedeutet, dass die neue Strategie bei dem gewählten Zinssatz rentabel ist, d.h. sich bei dem gewählten Zinssatz selbst refinanziert. Setzt man den Kapitalwert gleich 0 und bestimmt den dazugehörigen Zinssatz, erhält man den internen Zinssatz (Internal Rate of Return - IRR). Das Ergebnis lässt sich aber auch als Kostenersparnis durch den DGS-Einsatz darstellen, bezogen auf die Gesamtkosten des LC. Somit errechnet sich der Zinssatz, für das gegebene Beispiel auf der Westbahn, mit 9,39 %.

Moderne Gleisbaumaschinen als Faktor der Wirtschaftlichkeit

Die Senkung der Gesamtkosten über die Nutzung des Fahrwegs (LCC) ist auch für die Entwicklung der modernen Maschinen für Gleis- und Fahrleitungsbau oberstes

Maschinensysteme, die eine bestmögliche Anfangsqualität produzieren, sind wirtschaftlich eindeutig überlegen. Technisch überholte Verfahren werden unter diesem Aspekt obsolet.

Am besten erfüllen die kontinuierlich, nach dem Fließbandverfahren arbeitenden, schweren Maschinen die Forderung nach einer möglichst gleichmäßigen, hohen Oualität. Deshalb haben sich die Stopfmaschinen der 09-Serie so rasch durchgesetzt, und die Drei- und Vier-Schwellen-Maschinen wurden zu einem großen Erfolg.

Mehrschwellen-Stopftechnologie

Bei der Vorfahrt um vier Schwellen wird der soeben gestopfte Bereich durch das nachfolgende Satellitendrehgestell belastet und fixiert. Etwaiges elastisches Rückfedern des Gleises nach dem Stopf-, Richt- und Hebevorgang wird verhindert.

Plasser & Theurer stellt sich den Herausforderungen durch die Entwicklung neuer Maschinentechnologien für Bau und Instandhaltung des Fahrwegs mit folgenden Ergebnissen:

- erhöhte Arbeitsqualität und damit längere Instandhaltungszyklen,
- geringere Materialbeanspruchung und damit längere Liegedauer,
- geringere Streckenbelegung durch die Instandhaltung,
- höhere Maschinenleistung, rasche Überstellung und damit weniger Betriebsbehinderung,
- Zusammenfassen möglichst vieler Module in einer Sperrpause,
- verbesserte Logistik sowie
- · Recycling von Material.

Einsparungen durch höhere Produktivität

Eine hohe Schichtleistung ist die Basis für eine Steigerung der Produktivität. Dabei spielen der Nutzungsgrad und die Verfügbarkeit der eingesetzten Maschinen eine große Rolle.

Beispiel 1 - Hochleistungs-MDZ

Der Stopfexpress 09-3X wird bei den ÖBB seit 1996 im Rahmen eines Mechanisierten Durcharbeitungszuges (MDZ) im Regeleinsatz von Oberbauunternehmen betrieben.

Die Tagesleistungen (Schichtleistungen) liegen im Durchschnitt um 42 % höher als bei den Zwei-Schwellen-Stopfmaschinen der

Eine weitere Leistungssteigerung ergibt sich durch den Einsatz des Dynamic Stopfexpress 09-4X, gefolgt von einem System zur Schotterbewirtschaftung - dem BDS 2000.

Die erreichten Durchschnittsarbeitsgeschwindigkeiten der Vier-Schwellen-Stopfmaschine 09-4X von 2400 m/h und Spitzenwerten von 2600 m/h stellen eine weitere Steigerung der Produktivität bei der Gleisinstandhaltung dar.

Beispiel 2 - Hochleistung bei der Schotterbettreinigung

Die Forderungen an moderne Bettungsreinigungsmaschinen betreffen vor allem eine Steigerung der Leistung zur besseren Nutzung kurzer Zugpausen, hohe Reinigungsqualität, die Wiederverwendung eines Großteils der kostenintensiven Ressource Schotter sowie den vielseitigen Einsatz der Maschinensysteme.

Diese Forderungen führten zur Entwicklung der Hochleistungs-Bettungsreinigungsmaschinen mit Doppelsiebanlage, welche sich bereits bei vielen Bahnen in der Praxis erfolgreich bewähren. Nur durch die Verdoppelung der Siebanlage ist die geforderte Mehrleistung von bis zu 1000 m³/h bei einwandfreier Reinigungsqualität erzielbar. Weitere Leistungssteigerungen bieten Maschinen mit drei Siebanlagen.

Die Erfahrungen hinsichtlich einer Reduktion der Instandhaltungskosten durch den Einsatz der Hochleistungs-Bettungsreinigungsmaschine RM 802 wurden von BNSF Railway Company in den USA wie folgt beschrieben: "Insgesamt konnte Burlington Northern Santa Fe mit Hilfe der RM 802 die Schotterreinigungskosten um ca. 24 000 bis 26 000 USD pro Kilometer reduzieren" [1].

Beispiel 3 - Mechanisierung der Vormessung

Eine beträchtliche Optimierung der Gleisinstandhaltung wird durch den Einsatz des Gleisvormesswagens EM-SAT ermöglicht. Erfahrungen aus der Praxis zeigen, dass dieses mechanisierte Verfahren, im Vergleich zur manuellen Messung, bei gleichzeitig höherer Genauigkeit und Sicherheit wesentlich schneller ist.

Dabei beweisen die Erfahrungen zweier Bahnverwaltungen das

- Die Gleisvormessung mit dem EM-SAT bringt der Deutschen Bahn AG, bei gleichzeitiger Steigerung der Präzision, eine Kostenreduktion gegenüber der manuellen Methode um den Fak-
- Die drei EM-SAT der ÖBB sind durch eine Kostenersparnis von über 40% gegenüber der manuellen Vormessung ein wesentlicher Faktor zur Optimierung der Gleiserhaltung und Gleiserneuerung.

Reduktion der Instandhaltungskosten

Beispiel 1 - guter Unterbau verlängert Instandhaltungszyklen Die Sanierung des Unterbaus hat im Netz der ÖBB seit ihrer Mechanisierung enorme Fortschritte in der Haltbarkeit der Gleisgeometrie gebracht.

Auf der Strecke Timelkam - Redl-Zipf wurden im Jahr 1997 mit der kontinuierlichen Unterbausanierungsmaschine AHM 800 R (R=Schotterrecycling) 4 km Unterbau saniert. Bei einer durchschnittlichen Betriebsbelastung von 21 Mio. t/Jahr und einer Stre-

Kompetenz, die weiterbringt



zuverlässige Schieneninfrastruktur betreiben und durch das Dickicht von TEIV, TSI, EN und nationalen Regelwerken geleitet werden? Von TÜV NORD mit unserer Benannten Stelle (NoBo) TÜV NORD Luxembourg s.à.r.l. sowie unseren anerkannten Sachverständigen (EBA, ERA) erhalten Sie die entscheidende Unterstützung in den nationalen und europäischen Zulassungsprozessen von Schienenwegen und deren Ausrüstung.

Profitieren Sie von unserer langjährigen Erfahrung bei der Bewertung von Eisenbahn-Infrastrukturen und in Zulassungsverfahren.

Nehmen Sie mit unseren Experten unter verkehr.schiene@tuev-nord.de Kontakt auf.

www.tuev-nord.de



ckenhöchstgeschwindigkeit von 140 km/h zeigte sich, dass eine Durcharbeitung des sanierten Abschnittes erst nach sieben Jahren erforderlich war.

Dank einer besseren Anfangsqualität verschlechtert sich die Gleislage auf gutem Untergrund viel langsamer. Strecken mit gutem Unterbau weisen eine längere Nutzungsdauer (LC) auf. Die Kosten der Instandhaltung während der Nutzungsdauer konnten durch die Unterbausanierung halbiert werden.

Beispiel 2 - Verlängerung der Nutzungsdauer des Fahrwegs

Wie eingangs ausgeführt, ist jede Maßnahme zur Verlängerung der Nutzungsdauer (LC) des Fahrwegs höchst wirtschaftlich. Die gezielte Schotterbettreinigung verlängert nicht nur die Durcharbeitungsintervalle, sondern auch die gesamte Nutzungsdauer des Fahrwegs.

Die mechanisierte Durcharbeitung in Verbindung mit unmittelbar darauf folgendem Schienenschleifen hat eine ähnliche Wirkung: Die hohe Qualität der Schienenfahrfläche unmittelbar nach der Durcharbeitung reduziert die Kräfte der darüber fahrenden Züge. Die Gleislage wird haltbarer, die Stopfzyklen und die erwartbare Liegedauer des Gleises verlängern sich. Die ÖBB bewertet die Rentabilität dieses Strategieansatzes mit einem internen Zinssatz von 20%.

Beispiel 3 - Einsparung an Oberbaustoffen

Die Weiterentwicklung des Schotterpflugs zu einem "System" zur Schotterbewirtschaftung ist gekennzeichnet durch eine leistungsstarke Aufnahme des überschüssigen Schotters, eine große Kapazität der Zwischenlagerung (eigener Material- und Silowagen) und eine Einrichtung für die gezielte Abgabe des Schotters ins Gleis. Nachdem dieses System erstmals in den USA zum Einsatz kam, ist der Ausdruck "Ballast Distribution System" (BDS) üblich geworden.

Der Einsatz dieses Systems bei Amtrak in den USA ermöglicht die Reduzierung des Neuschotterbedarfs um 70 %:

"Aus Sicht der laufenden Instandhaltung ist das Ballast Distribution System die beste Sache, die wir jemals gemacht haben. Das System hat sich innerhalb von zwei Jahren amortisiert ...". [2]

Ähnliche Erfahrungen wurden bei Union Pacific Railroad, ebenfalls USA, gemacht. Das System wurde zudem dadurch verbessert, dass eine Lasermesseinrichtung das bestehende Schotterprofil erfasst und Überschuss- und Mangelbereiche aufzeigt.

Nach dem Einsatz des BDS-Systems in den USA folgte auch die Verwendung in Europa. Die ÖBB kommentieren den Einsatz wie folgt: "Durch die höhere Arbeitsleistung des BDS-Systems (im Vergleich zu bisher angewandten Schotterverteil- und Planiermaschinen) kann im Gesamtprozess der maschinellen Durcharbeitung eine höhere Stundenleistung mit einer deutlich erhöhten Qualität der Schotterplanie erzielt werden". [3]

Beispiel 4 - Auch dynamisches Stabilisieren des Gleises verlängert die Zyklen

Der Einsatz des Dynamischen Gleisstabilisators DGS als Teil jeder systematischen Durcharbeitung verlängert die Instandhaltungszyklen bis zu 30%. Dieses Ergebnis ist nach Langzeittests bei mehreren Bahnen unbestritten.

Zusätzlich entfällt das sonst notwendige Langsamfahren nach der Durcharbeitung auf Hauptstrecken. Diese Vorteile wurden im Beispiel des bereits erwähnten Strategievergleichs (Westbahn) herangezogen.

Beispiel 5 - Schienenstoßqualität

Der Schienenstoß ist eine Störstelle in der Uniformität der Lauffläche. Mehrkosten entstehen vor allem dann, wenn die Schweißung mangelhaft ist.

Der Einsatz von mobilen Schienenschweißmaschinen mit elektrischer Abbrennstumpfschweißung (APT-Serie Plasser & Theurer) hat bei Union Pacific Railroad/USA zu Einsparungen bei der Behebung von schadhaften Schweißungen, im Vergleich zu herkömmlichen alumino-thermischen Schweißungen, geführt.

Einsparungen an Betriebserschwerniskosten

Betriebserschwerniskosten (BEK) wenn sie infrastrukturell verursacht wurden, Teil der normalisierten Jahreskosten "Fahrweg". Typische Betriebserschwernisse sind Langsamfahrstellen, geplant oder ungeplant, aber auch Baustellen und natürlich ungeplante Störungen. BEK hängen von der Dauer der Betriebsbehinderung und von der Streckenbelastung ab. Für höher belastete Strecken können sie maximal um ein Drittel anwachsen und die Kosten der Instandhaltung sogar übersteigen.

Die Kalkulation der BEK bewertet Zugverspätungen (Personal- und Zugbindungskosten), erhöhten Energiebedarf, Streckenverlängerungen durch Umleitungen, etwaigen Schienenersatzverkehr, Folgeverspätungen u.a.m. Die ÖBB nutzen seit 2006 zur Baustellenplanung das Simulationsprogramm Railsys, das auch Folgeverspätungen bewertet.

Der große Beitrag der Maschinentechnologie von Plasser & Theurer zur Reduktion dieser Kosten liegt in der ständigen Steigerung der Arbeitsleistung der Maschinen, durch die eine intensive Nutzung der gegebenen Sperrpausen möglich wird bzw. deren Dauer verkürzt werden kann. Die Technologie nimmt prinzipiell auch Bedacht auf den ungestörten Betrieb am Nachbargleis und versucht nach Möglichkeit, mehrere Arbeiten gleichzeitig während der Gleissperre durchzuführen [4].

Beispiel: Verkürzung von Sperrpausen

Durch die Integration mehrerer Arbeiten innerhalb einer Sperrpause wird der Betrieb entlastet. Ein gutes Beispiel dafür ist die kombinierte Maschine für Gleisumbau und Schotterbettreinigung RU 800 S.

In einem Arbeitsgang wird erst das Schotterbett gereinigt und danach das Gleis umgebaut. Die Leistung für beide Funktionen liegt bei 2 km in einer Zehn-Stunden-Schicht. Der Transport aller Stoffe erfolgt im Arbeitsgleis, wodurch das Nachbargleis unbehindert ist.

Ein weiteres Beispiel ist das Schienenschleifen unmittelbar nach der Durcharbeitung in derselben Sperrpause.

LITERATUR

[1] Darrell Cantrell, 6th International Heavy Haul Conference, Cape Town, April 1997

[2] zitiert von Peter Cannito, Vizepräsident von Amtrak, in: Railway Track & Structures, Dezember 1994

[3] zitiert aus Nemetz, W.: Das Schotterbewirtschaftungssystem "BDS 2000", ETR – Eisenbahntechnische Rundschau 05/2008

[4] Univ.-Prof. DI Dr. Peter Veit (TU-Graz) und Klaus Petri (ÖBB) am ÖVG Kongress Salzburg 2007, ZEVrail-Sonderheft



DI Alois Rastl Salzburg alois.rastl@utanet.at

Summary

Economic Evaluation of Track Maintenance

This article describes the economic relationships in track maintenance, above all in respect of the entire life cycle of the track. In addition to this, a calculation of profitability is shown with regard to different maintenance strategies. A reduction of the overall costs of the life cycle of the track is also the highest goal for the development of modern machines for track construction and maintenance as well as installation of overhead lines. Machine systems that produce the best possible initial quality are clearly superior in terms of cost-efficiency. The heavy-duty, continuous action machines that operate like a production line are ideal to meet the requirements for a high and uniform quality.