

Weiterentwicklung der maschinellen Bettungsreinigung

Die Qualität des Schotteroberbaus hängt von der Konstruktion des Gleisgestänges und vom Zustand des Schotterbettes ab. Nur ein sauberes Schotterbett gewährleistet eine dauerhafte, gute Gleislage.

Aus der Funktion des Schotterbettes werden die Anforderungen an die maschinelle Bettungsreinigung abgeleitet und die Ausstattung der Standardmaschinen RM 80 U und RM 76 U von Plasser & Theurer, mit welchen auch Bettungsreinigung von Weichen möglich ist, beschrieben. Nach Behandlung der Arbeitsdurchführung werden Maschinen für höchste Anforderungen — RM 800, RM 900 und RM 95 RT — vorgestellt und die Wirtschaftlichkeit beleuchtet.

Dipl.-Ing.
Erwin Klotzinger

Konsulent für Gleisbau. —
Anschrift:
Antonsplatz 18/1/48,
A-1100 Wien.



1.2 Verunreinigung des Schotterbettes — Ursachen und Wirkung

Die durch den Kornaufbau vorgegebenen und gewünschten Eigenschaften des Schotterbettes gehen verloren, wenn der Anteil an Feinkorn im Schotterbett erheblich größer ist als der zulässige Anteil. Bei Neuschotter beträgt der zulässige Anteil an Feinkorn in der Regel 3 bis 5 % des Gesamtgewichtes der Schotterprobe. (Als Feinkorn wird in der Regel eine Körnung mit einem Durchmesser kleiner als 25 mm bezeichnet.)

Ursachen der Verschmutzung sind einerseits die dynamischen Kräfte (es kommt zu einem Abrieb der Körner) und andererseits Ablagerungen aus der Luft, aus Transport (Kohlenstaub, Erz, usw.) und aufsteigende Feinteile aus dem Untergrund.

Künstlich kommt es zu einer Verunreinigung durch Einbringen von feinkörnigen Schotter unter die Schwellen zwecks Berichtigung der Gleishöhenlage. Derartige Verfahren wurden vor ca. 50 Jahren unter der Bezeichnung

1 Das Schotterbett

1.1 Anforderungen an Schotterbett und Unterbau

Ein sauberes, elastisches und homogenes Schotterbett ist eine wesentliche Voraussetzung für eine problemlose Funktion des Rad-Schiene-Systems. Das Schotterbett hat auf die Lebensdauer und auf die Güte der Gleislage und damit auch auf die Wirtschaftlichkeit der Oberbauerhaltung einen erheblichen Einfluss.

Ein funktionsfähiges Schotterbett muss folgende Aufgaben erfüllen:

- ▷ Möglichst gleichmäßige Übertragung des Schotterdruckes auf den Untergrund,
- ▷ großen Widerstand gegen Längs- und Querverschiebungen der Schwellen,
- ▷ leichte Wiederherstellung der Gleislage nach deren Veränderung (Stopf- und Richtarbeiten),
- ▷ Gewährleistung der Gleiselastizität zur Verminderung der dynamischen Kräfte,
- ▷ gute Wasser- und Luftdurchlässigkeit zur Sicherstellung einer langen Lebensdauer der Schwellen und zwecks Erhaltung der Tragfähigkeit des Unterbaues.

Aber auch das Unterbauplanum muss bestimmte Qualitätsmerkmale aufweisen, nämlich:

- ▷ Ausreichende Festigkeit zur Aufnahme und Verteilung der dynamischen Kräfte,
- ▷ Froststabilität und Verhinderung des Eindringes von feinkörnigen Stoffen in den Schotter,
- ▷ Das Planum muss eben sein und mit einer Querneigung von 4 bis 5 % (1:25 bis 1:20) versehen werden, damit das durch den Schotter sickende Wasser abgeleitet wird.

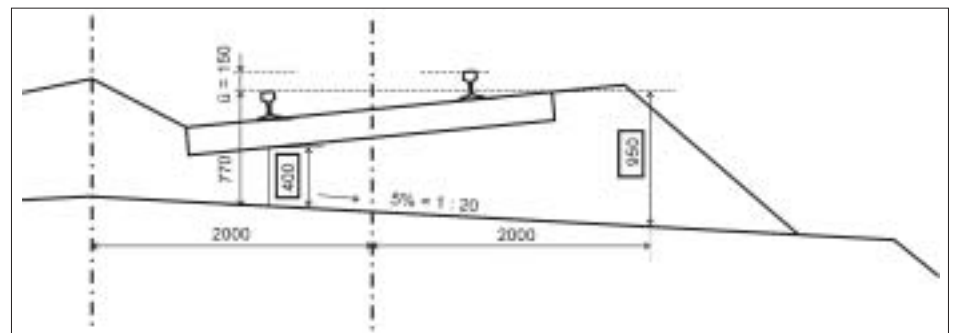


Bild 1: Räumtiefe im Gleis für zweigleisige Strecke, Schotterprofil für Reinigungsmaschine (Schienen UIC 60, Betonschwellen)
(Quelle aller Bilder: Plasser & Theurer)

„Schaufelverfahren“, oder „Soufflage“ in Mitteleuropa angewendet. Der verwendete Splitt hatte eine Korngröße von 10 bis 22 mm. Neben der damit verbundenen künstlichen Verunreinigung des Schotters war der Hauptnachteil dieses Verfahrens, dass dadurch der Querverschiebewiderstand wesentlich herabgesetzt wurde und kleiner als bei Stopfung ohne Stabilisierung war. (Bei Stopfung ohne Stabilisierung wird der Querverschiebewiderstand um ca 50 % gegenüber den durch die Betriebslast verdichteten Schotter herabgesetzt.) Bei der DB und bei den ÖBB wurde daher dieses Verfahren bei lückenlos verschweißten Gleisen und in Gleisen für eine Geschwindigkeit von 100 km/h nicht angewendet. Mit dem Einsatz von Stopfmaschinen hat das Verfahren an Bedeutung verloren und wurde seither bei der DB und bei den ÖBB nicht mehr angewandt.

Seit ungefähr 20 Jahren wird versucht, das Verfahren zu mechanisieren (stone blower). Die Nachteile sind die Gleichen wie bei der händischen Arbeit, da auch in diesem Falle Splitt mit einer Korngröße von ca. 20 mm verwendet wird. Die Verminderung des Querverschiebewiderstandes bewirkt außerdem eine rasche Verschlechterung der Gleisrichtung. Damit ist auch die Gefahr einer Gleisverwerfung bei hohen Temperaturen gegeben.

Im verschmutztem Schotter wird die innere Reibung stark herabgesetzt. Die vorhin angeführten Bedingungen für das Schotterbett sind nicht mehr gegeben. Es kommt zu ungleichen Setzungen des Gleisrostes. Die Wiederherstellung der Gleislage durch „Stopfen“ ist nur kurze Zeit wirksam. Die Gleislage verschlechtert sich rasch, der Untergrund wird noch stärker beansprucht.

Das geht so weit, bis Lehm und Ton an die Oberfläche des Schotterbettes gelangen. Im Gleis entstehen Einsenkungen, die unter Umständen zu Entgleisungen führen können.

1.3 Notwendigkeit der Bettungsreinigung

Geht man davon aus, dass mit einer Reinigung nicht gewartet werden sollte, bis das Gleis so verschmutzt ist, dass eine Stopfung keine Verbesserung der Gleislage mehr bringt, so liegt aufgrund eines Vorschlages des ERRI (European Rail Research Institute, Frage D 182) der richtige Zeitpunkt für die Bettungsreinigung bei ca. 30 Gewichts-% Verschmutzung (Siebdurchgang durch ein 22,4 mm Quadratlochsieb).

Einen Hinweis auf die Notwendigkeit einer Bettungsreinigung liefert der Oberbaumessschrieb einer Messfahrt mit einem Messfahrzeug. Infolge Verunreinigung des Schotterbettes entstehen im Gleis kurzweilige Höhenfehler. Insbesondere geben die Parameter „Stoßlage links“ und „Stoßlage rechts“ sowie die Verwindungsmessung mit der Basis 5 m Aufschluss über den Zustand der Bettung, da es sich bei diesen Messungen um Längshöhenmessungen mit kurzer Basis handelt (Bild 2). Ist außerdem das Messfahrzeug mit dem Analysesystem ADA II ausgestattet, kann die Notwendigkeit einer Bettungsreinigung aufgrund der sogenannten „RM-Zahl“ festgestellt werden. Das Analyseprogramm berechnet für einen frei wählbaren Streckenabschnitt — in der Regel für 500 m — aus der Änderung der Stoßlage eine Qualitätsziffer.

In der Regel wird eine Bettungsreinigung bei einer geschlossenen Auswechslung der Schwellen bzw. bei vollständiger Auswechslung des Oberbaues vorgenommen. Die Praxis in den letzten Jahrzehnten hat gezeigt, dass nach einer einmal durchgeführten maschinellen Bettungsreinigung und bei regelmäßiger Durcharbeitung der Gleise mit einem mechanisierten Durcharbeitungszug (MDZ) die Funktionsfähigkeit des Schotterbettes für die gesamte Liegedauer gegeben ist. Voraussetzung ist jedoch ein tragfähiger Untergrund und die Verwendung eines qualitativ hochwertigen Schotters (z. B. Basalt oder Diabas). Sind die letztgenannten Voraussetzungen nicht gegeben, dann muss zur Vermeidung einer Langsamfahrstelle eine zwischenzeitliche Bettungsreinigung

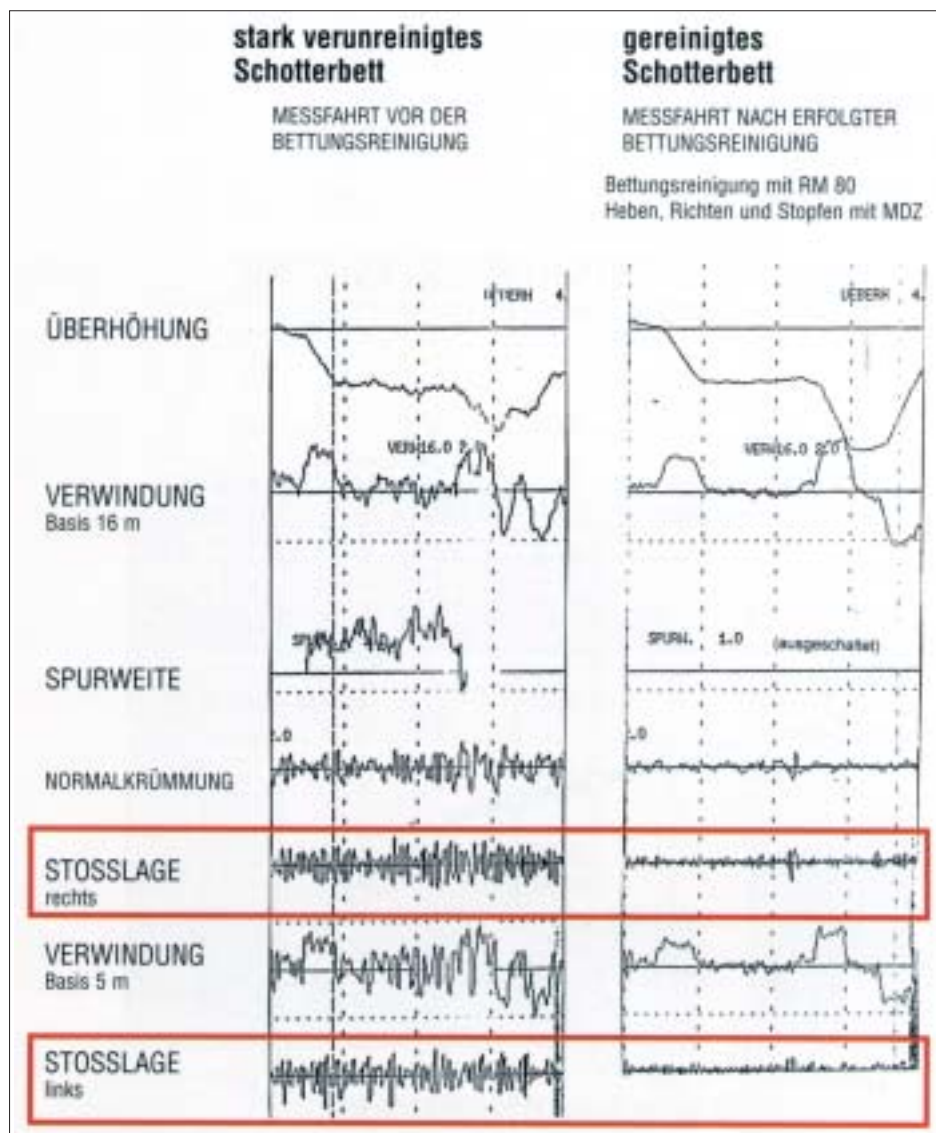


Bild 2: Oberbaumessschrieb von stark verunreinigtem und gereinigtem Schotterbett



Bild 3: Bettungsreinigungsmaschine RM 80 U

durchgeführt werden. Bei schlechtem Untergrund kann eine nachhaltige Abhilfe nur durch eine gründliche Sanierung des Untergrundes erfolgen.

2 Erforderliche Eigenschaften von Maschinen zur Bettungsreinigung

Um die oben erwähnten Anforderungen bezüglich der Beschaffenheit des Schotterbettes und des Planums zu erfüllen, müssen Maschinen zur Bettungsreinigung folgende Eigenschaften aufweisen:

Aushubeinrichtung

- ▷ Die Schotteraushubeinrichtung muss so gestaltet sein, dass die Herstellung eines in Quer- und Längsrichtung ebenen Unterbauplanums mit einer Querneigung von ca. 4-5 % (1:25 bis 1:20) möglich ist. Die Kombination Räumkette und durchgehender Räumbalken hat sich nach Ansicht der Fachleute am besten bewährt.
- ▷ Um eine einwandfreie ebene Längsrichtung des Unterbauplanums herstellen zu können, muss ein elektronisches Kontrollsystem für die Höhenregelung des Räumbalkens vorhanden sein.
- ▷ Der Schotter ist über die gesamte Bettungsbreite auszuheben. Es muss daher unter Umständen eine Verlängerung des Räumbalkens möglich sein.
- ▷ Die mögliche Räumtiefe soll ca. 1,0 m, gemessen von SOK des nicht überhöhten Stranges, betragen. Dadurch wird auch bei überhöhten Gleisen mit gegenläufiger Planumsneigung die notwendige Querneigung hergestellt (Bild 1).
- ▷ Die Räumereinrichtung muss auch bei harter, verkrusteter Bettung arbeiten können.

Hebe- und Rückeinrichtung

- ▷ Zur Verminderung der Räumtiefe und Durchführung von Gleisverschiebungen soll eine Hebe- und Rückeinrichtung im Bereich der Aushubkette vorhanden sein. Damit ist ein Ausweichen bei seitlichen Hindernissen, das Anheben des Gleises zur Erreichung minimaler Räumtiefen und eine bessere Einschotterung möglich.

Vibrationssiebanlage

- ▷ Das Vibrationssieb soll jegliches Material ausscheiden, das nicht der spezifizierten Körnung entspricht. Die Korngrößen selbst sind von der Bahnverwaltung festzulegen. Bei sehr starker Verschmutzung muß ein Totalaushub möglich sein.

Einschotterung

- ▷ Um beim Wiederverfüllen des Gleises eine gute Gleislage zu erreichen, soll der gereinigte Schotter möglichst gleichmäßig unter die Schwellen und

vor den Schwellenköpfen verteilt werden.

Abraumförderung

- ▷ Die Abraumförderung darf keinesfalls zur neuerlichen Verschmutzung des Schotters führen. Der Abraum soll daher in Arbeitsrichtung am vorderen Teil der Maschine über ein schwenkbares Abwurfband abbefördert werden.
- ▷ Die nachfolgende Gleisbearbeitung darf durch die Abraumverladung nicht behindert werden

3 Bettungsreinigungsmaschinen — Ausstattung

Weltweit wurden seit 1963 von der Firma Plasser & Theurer etwa 400 gleisgebundene Reinigungsmaschinen an 58 Länder ausgeliefert. Die derzeit in Verwendung stehenden Reinigungsmaschinen der Firma Plasser & Theurer erfüllen die oben angeführten Anforderungen vollauf. Nachfolgend soll daher die Aus-



Bild 4: Aushubkette – Kratzerschaufel mit 4 Fingern

stattung der Standardmaschinen, also RM 76 U und RM 80 U — beide vollhydraulisch angetrieben — beschrieben werden (Bild 3).

3.1 Die Aushubeinrichtung

Diese ist so ausgebildet, dass das komplette Planum in einem Arbeitsgang hergestellt wird. Räumweiten bis fast 8 m sind je nach Konstruktion möglich. Die Räumweite kann durch Zwischenstücke im Kettenquerbalken um jeweils 500 mm variiert werden. Schnellverschlüsse ermöglichen eine rasche Durchführung dieser Arbeit.

Die Ketten bestehen im wesentlichen aus Kratzerschaufeln mit zwei bis fünf Fingern, Zwischengliedern und Bolzen. Die Finger lösen das verkrustete Material aus der Bettung, die Kratzerschaufeln dienen zum Fördern des Materials in den Kettenführungen direkt bis zur Siebanlage. Diese Vorgangsweise be-

wirkt bereits ein Loslösen des Abraumes vom Schotter (Bild 4).

Die Kette wird unterhalb des Gleises in einem Räumbalken geführt. Dies ermöglicht einen exakten, geraden Schnitt über die gesamte Räumbreite. Die erforderliche Querneigung des Planums kann auf diese Weise präzise hergestellt werden (Bild 5). Um Hindernissen ausweichen zu können bzw. bei Arbeiten in Bogen die Aushubeinrichtung in der Mitte des Gleises positionieren zu können, kann die Kettenführung seitlich verschoben werden und zwar ohne Veränderung der Planumsneigung oder Reinigungstiefe.

Die Hebe- und Rückeinrichtung im Bereich des Bettungsaushubes ermöglicht das Heben und seitliche Verschieben des Gleisrahmens.

Die mögliche Räumtiefe beträgt bei der RM 76 U bis zu 900 mm und bei der RM 80 U bis zu 1150 mm.

3.2 Mess- und Steuersystem für Räumtiefe und Kettenquerneigung

Das Messsystem besteht aus Rollengebern, einem elektronischen Pendel, der Verarbeitungselektronik und Anzeigeelementen in der Arbeitskabinen. Die Neigung des Kettenquerbalkens kann stufenlos vorgewählt werden. Überhöhungen werden mit Hilfe des elektronischen Pendels automatisch berücksichtigt. Als Bezugsbasis für die Räumtiefe dient der Maschinenhauptstrahl. Die Führung der Räumkette erfolgt entweder automatisch nach den entsprechend gemessenen und voreingestellten Parametern oder wird manuell von der Arbeitskabinen aus gesteuert.

3.3 Lasermesseinrichtung zur Räumtiefensteuerung

Diese Einrichtung dient zur automatischen Steuerung der Räumtiefe der Aushubkette für die Herstellung eines geraden Planums in Bezug auf das Längsnivelement. Sie besteht im wesentlichen aus einem Rotationslasersender vor der Maschine, einer Laser-Einstell-Referenz-Empfangsanlage am Maschinenrahmen, einer Laser-Empfangsanlage am Räumbalken und Steuereinrichtungen (Bild 6).

Die Lasersteuerung dient zur Verlängerung der Meßbasis auf bis zu 300 m. Damit ist die gleichmäßige Höhe des Schotterbettes und weiter auch die richtige Querneigung des Planums garantiert.

3.4 Die Siebanlage

Je besser die Qualität des ausgesiebten Materials ist, um so seltener muss danach gereinigt und gestopft werden. Die Siebqualität ist daher für die Wirtschaftlichkeit einer Reinigungsmaschine entscheidend. Die Optimierung der Siebanlage einer Bettungsreinigungsmaschine hinsichtlich Qualität und Leistung erfolgt über die Faktoren Siebgröße, Sieblochung, Siebschwingung sowie Schwingungsrichtung und Siebneigung.

Die Bettungsreinigungsmaschinen RM 80 und RM 76 sind mit einer dreistufigen Vibrations-siebanlage mit drei Siebebenen ausgestattet (Bild 7).

1. Deck: Ausscheiden des Überkorns,
2. Deck: Gewinnung des Mittelkorns,

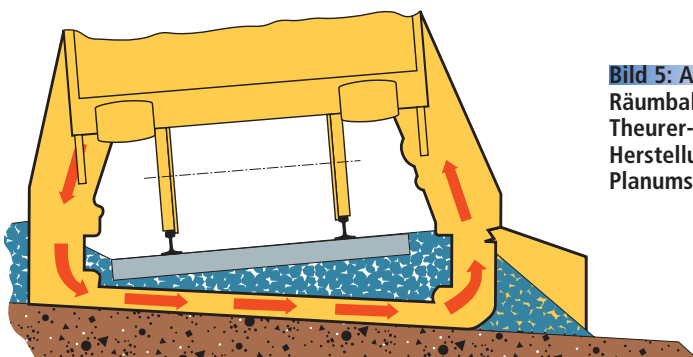


Bild 5: Anordnung des Räumbalkens bei Plasser & Theurer-Maschinen zur Herstellung eines präzisen Planums

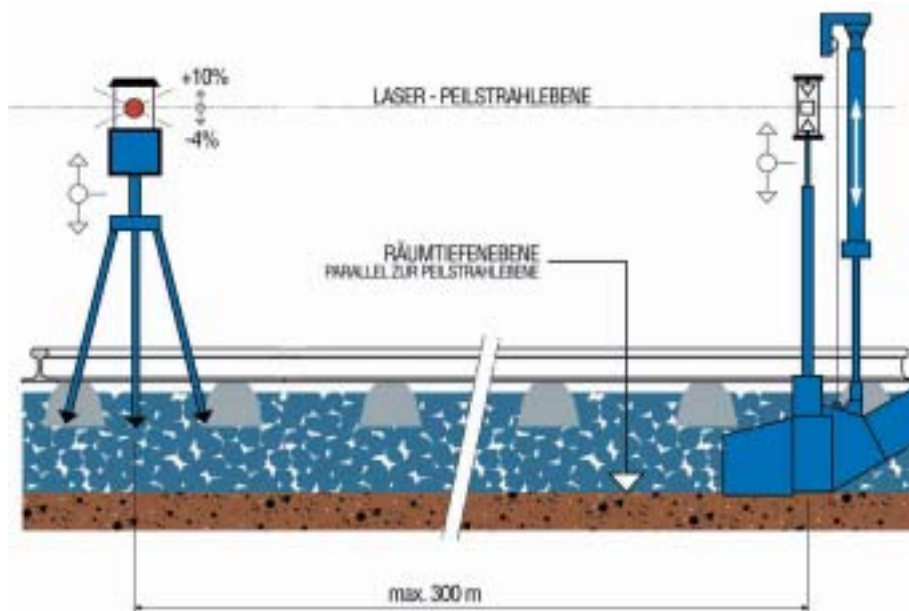


Bild 6: Steuerung der Räumtiefe und des Längsnivellements durch Laser-Messeinrichtung

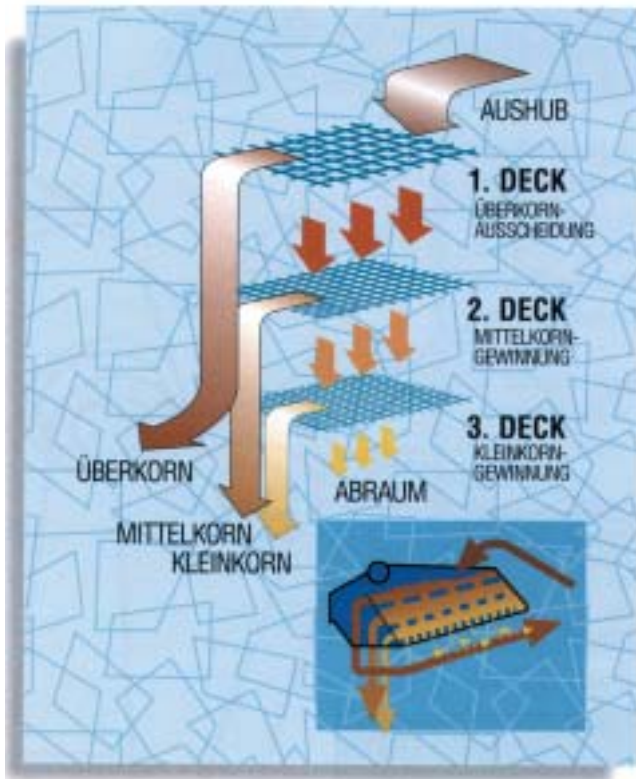


Bild 7: 3-stufige Vibrations-Siebanlage

3. Deck: Kleinkorngewinnung, Ausscheiden der Feinteile.

Für die Arbeit in Überhöhungen bei Gleisbögen kann die Siebanlage mit Hilfe von Hydraulikzylindern immer waagrecht gehalten werden. Eine Direktverladung des ausgehobenen Schotters ohne Sieben ist ebenfalls möglich.

3.5 Die Einschotterung

Der von der Siebanlage kommende, gereinigte Schotter kann über hydraulisch verstellbare Leitbleche entweder schwenkbaren Verteilförderbändern zugeführt oder direkt im Gleis abgeladen werden.

Damit sind folgende Schotterverteilungsmöglichkeiten gegeben:

- ▷ Der gesamte Schotter wird über die schwenkbaren Verteilförderbänder unmittelbar hinter der Aushubkette ins Gleis gebracht. Er kann dort über das gesamte Planum gleichmäßig verteilt oder je nach Einstellung des Schwenkbereiches in gewünschten Zonen abgelagert werden. Die Abwurfparabel der Verteilförderbänder sorgt für eine gleichmäßige Unterfüllung der Schwellen (Bild 8). Eine höhenverstellbare Planiereinrichtung hinter der Abwurfvorrichtung stellt ein einwandfreies Schwellenauflager her.

- ▷ Der gesamte Schotter fällt unmittelbar im Bereich vor dem hinteren Drehgestell direkt ins Gleis.
- ▷ Regulieren der Bettungshöhe, daher beliebiges Aufteilen entweder hinter der Räumkette oder direkt vor dem Drehgestell oder eine Kombination aus beiden.

Aufgrund dieser Technologie der Schottereinbringung läßt sich die Ablagehöhe des Gleises exakt regeln.

Hinter der Schotterverteilereinrichtung ist ein Pflugabsteifer angeordnet, welcher



Bild 8: Verteilförderband zum Wiedereinbringen des gereinigten Schotters

bei der Gleisreinigung den auf den Schwellen und eventuell Schienen abgelagerten Schotter abstreift und gleichzeitig die Bettungskrone planiert.

3.6 Abraumförderung

Die Abraumverladung erfolgt über ein stirnseitig angeordnetes Förderband. Dieses ist drehbar angeordnet, um eine seitliche Entladung zu ermöglichen. Das Förderband kann je nach Maschinentyp entweder eingeklappt oder eingezogen werden. Dadurch ist bei Überstellfahrten kein Schutzwagon erforderlich.

Der Abraum kann entweder neben dem Gleis gelagert, auf im Nachbargleis befindliche Waggons verladen oder auf eine vor der Maschine befindliche Abraumverladeanlage — z.B. Materialförder- und Siloeinheiten — verladen werden.

3.7 Elektronische Messschreib-einrichtung

Für eine optimale Qualitätskontrolle der ausgeführten Arbeiten dient eine elektronische Messschreibeinrichtung. Es können bis zu sechs Parameter, wie zum Beispiel Räumtiefe, Planumsquerneigung und Gleisabsenkung, aufgezeichnet werden.

4 Bettungsreinigung von Weichen

Alle bisher getroffenen Aussagen über das Schotterbett gelten sinngemäß auch



Bild 9: Erweiterung des Kettenquerbalkens zum Vergrößern der Räumbreite (Weichendurcharbeitung)

für Weichen. Soll eine Bettungsreinigung ohne Ausbau der Weiche erfolgen, so kann eine qualitativ hochwertige Reinigung nur durch den Einsatz von optimal konzipierten Maschinen erreicht werden. Für die maschinelle Bettungsreinigung eignen sich besonders die Bettungsreinigungsmaschinen RM 76 U oder RM 80 U.

Durch Einsetzen von Zwischenstücken mit einer Einzelbreite von 500 mm kann der Kettenquerbalken bis auf eine Breite von 7,70 m erweitert werden. Die Räumbreite wird so lange erweitert, bis jene Stelle erreicht wird, wo der Abstand zwischen den Schwellenköpfen so groß ist, dass jedes Gleis einzeln weiterbearbeitet werden kann (Bild 9).

5 Arbeitsdurchführung

5.1 Bettungsreinigung im Zusammenhang mit Oberbauauswechslung

Wie bereits erwähnt, wird eine Bettungsreinigung in der Regel im Zusammenhang mit einer geschlossenen Schwellenauswechslung bzw. bei vollständiger Auswechslung des Oberbaues durchgeführt. Bei vollständiger Auswechslung des Oberbaues soll eine maschinelle Bettungsreinigung auf jeden Fall ausgeführt werden, auch wenn die Verunreinigung unter dem vom ERRI vorgeschlagenen Wert liegt, da eine hohe Anfangsqualität nur durch ein voll

funktionsfähiges Schotterbett gewährleistet werden kann. Die hohe Anfangsqualität ist Voraussetzung für eine wirtschaftliche Erhaltung und für eine lange Liegedauer des Oberbaues.

Grundsätzlich soll die Bettungsreinigung vor der Gleisauwechslung durchgeführt werden, damit das neue Gleisgestänge keine unzulässigen Verbiegungen erfährt. Da für das Stopfen in das unverdichtete Schotterbett Ergänzungsschotter eingebracht werden muss, kommt es durch das Befahren des Gleis-

ses mit Schotterzügen zu bleibenden Verbiegungen des Gleisgestanges, insbesondere der Schienenenden.

In der Regel stehen für die Bettungsreinigung nur Stundensperren zur Verfügung. Diese sollen möglichst nicht kürzer als 8 Stunden sein, damit z. B. bei Einsatz einer RM 80 U einschließlich Zuführen von Neuschotter und eines Stopfganges eine Leistung von etwa 900 m pro Schicht erzielt wird. Für die Stopfung selbst soll ein MDZ, bestehend aus Nivellier-Richt- und Stopfmaschine, Schotterplaniermaschine und Dynamischen Gleisstabilisator, eingesetzt werden. Wird nur ein Stopfgang durchgeführt, dann ist außerhalb der Sperrpausen für die Züge je nach Gleislage ein entsprechendes Langsamfahren anzuordnen. Soll jedoch kein Langsamfahren angeordnet werden, dann müssen zwei Stopfgänge ausgeführt werden.

5.2 Be- und Entladung des Abraumes

Bei der Bettungsreinigung mit gleisgebundenen Reinigungsmaschinen fallen je nach Verschmutzungsgrad und Räumbtiefe pro Laufmeter 0,6 bis 1,0 m³ Abraum an. Die seitliche Ablagerung des Abraumes über das Förderband der Reinigungsmaschine auf Dammböschungen ist nur beschränkt möglich. Auf Einschnittböschungen soll die Ablagerung überhaupt nicht erfolgen. In allen Fällen, wo der Abraum nicht seitlich abgelagert werden kann, muss er auf geeignete Eisenbahnwagen verladen werden.



Bild 10: Materialförder-Silo-Einheit (MFS) zum Abraumtransport

Tafel 1: RM 80 Abraumtransport — Vergleich MFS 40 - MFS 10

RM 80 Abraumtransport Vergleich MFS 40 — MFS 100	
Jahresräumleistung der RM 80:	140 km/Jahr davon 120 km Abraum verladen
Abraum pro Meter Gleis	0,8 m ³ /m (aufgelockert)
Abraummenge/Jahr:	120 000 x 0,8 = 96 000 m ³ /Jahr
Sperrpause:	8 h/Schicht
Schichtleistung der RM 80:	900 m/Schicht (einschl. 1 Stopfgang)
Abraum Be- und Entladung	
4 Stk. MFS 40	2 Stk. MFS 100
Neuwert eines MFS 40: 8 000 000 ATS	Neuwert eines MFS 100: 11 000 000 ATS
Neuwert vier MFS 40: 33 600 000 ATS	Neuwert zwei MFS 100: 22 000 000 ATS
Einsatzkosten: 167,78 ATS/m³	Einsatzkosten: 115,89 ATS/m³
Mehrkosten infolge Einsatz von MFS 40	
MFS 40: 167,78 ATS/m ³	
MFS 100: 115,89 ATS/m ³	
Differenz: 51,89 ATS/m ³	
	= 44 %

loeinheit erreicht ist. Nach Füllung einer Teilgruppe des Abraumzuges kann diese von der Restgruppe abgekuppelt werden, zur nächstgelegenen Entladestelle transportiert und dort entladen werden, während die verbleibenden Einheiten weiter beladen werden. Nach Wiedereinstellung leerer MFS in den Abraumzug wird der in der Zwischenzeit verladene Abraum wieder in die leeren MFS umgeladen, ohne den Arbeitsfortschritt der Reinigungsmaschine zu behindern.

Die Entladung von MFS kann vom Arbeitsgleis aus an geeigneten Stellen (Dammböschungen, Entnahmestellen usw.) oder auf besonderen Deponien, auf LKW oder auf Eisenbahnwagen am Nachbargleis erfolgen. Es können auch mehrere Einheiten durch Ausschwenken der Abgabeförderbänder gleichzeitig entleert werden. Die Entladung eines Wagens dauert ca. 5 Minuten.

Als rationellste Methode erwies sich in den letzten zwei Jahrzehnten die Verladung auf Material-Förder- und Siloeinheiten.

Eine Material-Förder- und Siloeinheit (MFS), System Plasser-Knape besteht aus einem Spezialwaggon, auf dessen Fahrzeugrahmen die Silo- und Fördereinrichtung aufgebaut ist. Der Boden des Silos ist als Förderband ausgebildet. Dies ermöglicht eine kontinuierliche und vollständige Beladung des MFS. Am vorderen Waggenende ist ein schwenkbares Förderband angeordnet, welches zum Entladen bzw. zur Weitergabe des Transportgutes dient (Bild 10).

In Verwendung stehen mehrere Typen mit verschiedenem Fassungsvermögen. Am meisten kommen die Typen MFS 40 und MFS 100 mit einem Fassungsvermögen von 40 bzw. 68 m³ zum Einsatz.

Arbeitstechnologie:

Die MFS können in beliebiger Anzahl zu einem Materialzug zusammengestellt werden.

Bei der Beladung mehrerer MFS fällt von der Reinigungsmaschine kommender Abraum auf den Bodengurt, wird zum stirnseitigen Förderband gebracht und über dieses an die nächste Einheit übergeben. Dieser Vorgang wiederholt sich, bis die am weitesten entfernte Si-





UNIMAT 09-16/4S

Sprechen Sie mit uns, wenn Sie einen verlässlichen Partner suchen.

Deutsche Gleis- und Tiefbau GmbH
Deutsche Bahn Gruppe

Neue Grünstraße 18
10179 Berlin
Telefon (0 30) 27 87 20-0
Telefax (0 30) 27 87 20-12

QUALITÄTSMANAGEMENTSYSTEM



DQS-zertifiziert nach
DIN EN ISO 9001 Reg-Nr. 101 323

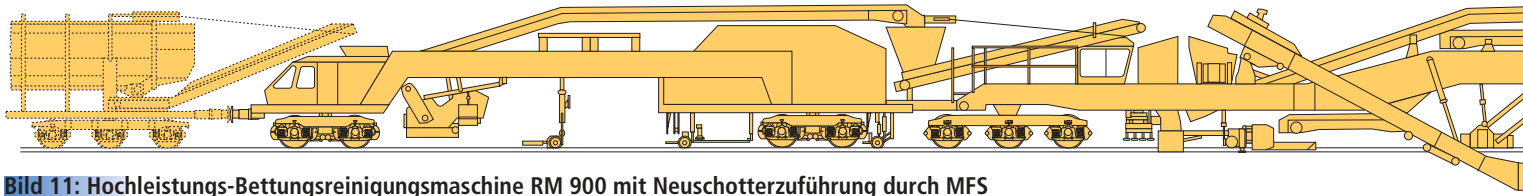


Bild 11: Hochleistungs-Bettungsreinigungsmaschine RM 900 mit Neuschotterzuführung durch MFS

Vergleich MFS 40 – MFS 100

Hinsichtlich Wirtschaftlichkeit des Einsatzes von MFS-Einheiten ergibt sich, dass der Einsatz von MFS 100 wirtschaftlicher ist als jener der MFS 40. Unter der Annahme, dass in einem Jahr ca. 100 000 m³ Abraum — das entspricht ca. 120 km Bettungsreinigung mit der RM 80 U bei einem durchschnittlichen Abraumanfall von 0,8 m³/m — ver- und entladen werden müssen, ergibt eine überschlägige Kostenberechnung etwa 40 % Mehrkosten bei Verwendung von MFS 40 gegenüber MFS 100 (Tafel 1).

Der Grund ist der, dass für das o. a. Beispiel bei Verwendung von MFS 40 mindestens vier Einheiten zur Verfügung stehen müssen, während bei Verwendung von MFS 100 zwei Einheiten genügen (siehe beiliegende Tabelle: Vergleich MFS 40 – MFS 100).

6 Bettungsreinigungsmaschinen für höchste Anforderungen

Infolge des Einsatzes von Gleisumbau- maschinen mit großen Leistungen war es notwendig, auch Bettungsreinigungsmaschinen mit höherer Leistung zu entwickeln. 1988 wurde von Plasser & Theurer die erste Bettungsreinigungsmaschine RM 800 mit einer Spitzenleistung von 800 m³/h gebaut. Diese vollhydraulisch angetriebene Maschine

besteht aus Aushubwagen, Siebwagen und Antriebswagen.

Der wesentlichste Unterschied zu den Standardmaschinen RM 76 U und RM 80 U ist die Anordnung von zwei Exzenter-sieben mit einer Siebfläche von je 35 m² in Dreieckerausführung auf dem Siebwagen. Um bei Arbeitsbeginn bzw. -ende oder bei Stillstand der Maschine Schotterfehlmengen auszugleichen, ist im Transportwagen des gereinigten Schotters, zwischen Siebanlage und Verfüllanlage, ein groß dimensionierter Schotterspeicher vorgesehen.

Die Maschine kann außerdem mit einer Einrichtung zum Verdichten des gereinigten Schotters (Vorkopfstopfaggregate) ausgerüstet werden, welche einen Stopfgang ersparen. Eine Varianten der RM 800 ist die RM 801 in etwas leichterer Ausführung.

Weitere Entwicklungen sind die Bettungsreinigungsmaschinen mit Neuschotterzuführung RM 900 und 802. Bei diesen Maschinen kann über den rückwärtigen Anhänger Neuschotter von mitgeführten MFS-Einheiten über Förderbänder zum Aushubwagen gebracht werden (Bild 11).

Die Hochleistungs-Reinigungsmaschinen der RM 800- und RM 900-Serie erlauben den Einsatz neuer Mess- und Regelsysteme. Messeinrichtungen und ein industrietauglicher PC ermöglichen die auto-

matische Steuerung der Räumtiefe, der Planumsneigung und der Ablagehöhe des gereinigten Gleises.

Außer diesen Großmaschinen wurde in letzter Zeit eine Bettungsreinigungsmaschine mit der Bezeichnung RM 95 RT entwickelt. Diese Maschine kann vor allem auf Strecken mit kleinem Licht-raumprofil und engem Lademaß eingesetzt werden. Sie entspricht z. B. den speziellen Anforderungen der britischen Eisenbahn-Norm (Railway Group Standard GM/RT 2400). Die Auslieferung erfolgt über ein besonders großflächiges Vibrationssieb mit drei Siebebenen. Zwei derartige Bettungsreinigungsmaschinen wurden bereits nach England ausgeliefert (Bild 12).

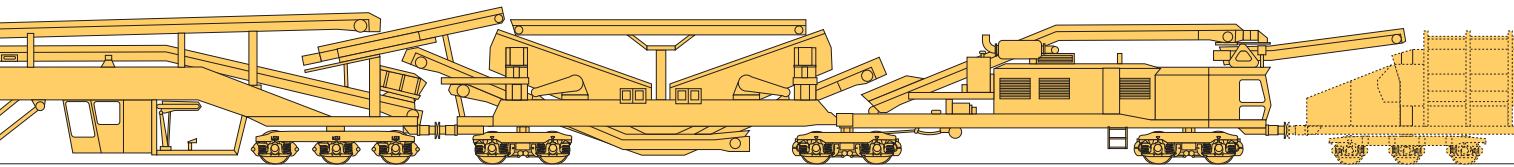
7 Wirtschaftlichkeit

Eine qualitativ einwandfreie Bettungsreinigung — wie sie z. B. mit den Bettungsreinigungsmaschinen der Fa. Plasser & Theurer durchgeführt wird — bringt folgende Vorteile:

- ▷ Hohe Betriebssicherheit, da im gereinigten Schotterbett die Herstellung einer einwandfreien Gleislage mit Nivellier- Richt- und Stopfmaschinen gewährleistet ist.
- ▷ Verhinderung von Langsamfahrstellen. Bei verunreinigter Bettung kommt es zu ungleichmäßi-



Bild 12: Bettungsreinigungsmaschine RM 95 RT in einem für die Britischen Eisenbahnen entwickelten Standard



gen Setzungen des Gleisrostes. Die Wiederherstellung der Gleislage durch „Stopfen“ ist nur kurze Zeit wirksam. Nach einer Durcharbeitung verschlechtert sich die Gleislage sehr rasch und das Gleis muss unter Umständen 2 bis 3 mal im Jahr gestopft werden. Unter Umständen müssen Langsamfahrstellen angeordnet werden.

- ▷ Verlängerung der Durcharbeitungsturnusse. Im gereinigten Schotterbett bleibt nach einer Stopfung die gute Gleislage länger erhalten, als im verunreinigten Schotterbett. Die Durcharbeitungsturnusse im gereinigten Schotterbett können auch bei schwerer Belastung bis 3 bis 5 Jahre betragen.
- ▷ Verlängerung der Liegedauer des Gleises. Im verunreinigten Schotterbett ist die erforderliche Elastizität nicht mehr gegeben. Bei Betonschwellen besteht die Gefahr, dass diese durch Schläge von unrunder Rädern (Flachstellen) Risse bekommen. Holzschwellen werden infolge mangelnder Entwässerung früher von Fäulnis befallen.
- ▷ Hoher Rückgewinn an Schotter, dadurch Einsparung bei der Beschaffung und beim Transport des Neuschotters.

8 Zusammenfassung

Durch ein verunreinigtes Schotterbett kommt es zu ungleichmäßigen Setzungen des Gleisrostes. Die Wiederherstellung der Gleislage durch „Stopfen“ ist nur für einen kurzen Zeitraum gegeben. Eine Bettungsreinigung muss spätestens dann durchgeführt werden, wenn der Verschmutzungsgrad bei ca. 30 Gewichtsprozent liegt. Einen Hinweis auf verschmutztes Schotterbett liefert der Oberbaumessschrieb eines Messfahrzeuges bzw. das Analysesystem ADA II.

Um eine qualitativ hochwertige Bettungsreinigung zu erzielen, müssen Bettungsreinigungsmaschinen verschiedenen Anforderungen genügen. Die von der Fa. Plasser & Theurer hergestellten Reinigungsmaschinen erfüllen die gestellten Anforderungen vollauf. Die Ausstattung der Standardmaschinen RM 76 U und RM 80 U kann hinsichtlich Aushubeinrichtung, Mess- und Steuersystem, Siebanlage, Einschotterung und Abraumförderung als perfekt bezeichnet werden.

Grundsätzlich soll bei einer geschlossenen Schwellenauswechslung bzw. bei vollständiger Auswechslung des Oberbaues eine maschinelle Bettungsreinigung vorgenommen werden.

Für die Be- und Entladung des Abraumes ist der Einsatz von Material-Förder- und Siloeinheiten, insbesondere der MFS 100 äußerst wirtschaftlich.

Seit 1988 wurden Bettungsreinigungsmaschinen für höchste Anforderungen entwickelt. Es sind dies die Maschinen der Serie RM 800 und RM 900. Die Bettungsreinigungsmaschinen RM 802 und RM 900 ermöglichen neben höchster Leistung auch die Einbringung von Neuschotter.

Für Strecken mit engem Lademaß wurde die Hochleistungs-Bettungsreinigungsmaschine RM 95 RT entwickelt. Eine Maschine wurde bereits nach England ausgeliefert.

Schrifttum:

Wenty: Grundsätzliche Überlegungen zur mechanisierten Bettungsreinigung, Internationales Verkehrswesen, Heft 3/90.

Wenty: Neue Maschine zur Reduzierung des Sperr- und Bauzeitbedarfes in der Fahrweginstandhaltung, ETR — Eisenbahntechnische Rundschau, 46 (1997), Heft 11, S. 727ff.

Lichtberger: Bettungsreinigungsmaschinen — Neue Mess- und Regelsysteme, Der Eisenbahn Ingenieur, Heft 5/93.

Klotzinger: Taking good care of the ballast bed, International Railway Journal, June 1996.

Klotzinger: Wirtschaftliche Betrachtung zum Einsatz der Material-Förder und Siloeinheiten MFS 40, Internationales Verkehrswesen, Heft 1/88.

Plasser & Theurer: Systematische Bettungsreinigung, Broschüre.

Résumé

Further Developments in Mechanical Ballast Cleaning

The quality of the permanent way depends upon the construction of the metal rail and also on the condition of the ballast. Only the provision of clean ballast will guarantee a long lasting, high quality rail structure.

From the ballast specifications, the requirements of mechanical ballast cleaning equipment are derived and the facilities of the standard machines RM 80 U and RM 60 U, with which also ballast preparation for points is possible, are described.

In particular, the economic loading and discharge of the over burden by means of material conveyors and silos is referred to. In conclusion, ballast cleaning machinery of the series RM 800, RM 900 and RM 95 RT to meet the highest demands are introduced and the economics of ballast cleaning is discussed.

Récapitulation

Evolution du criblage mécanique

La qualité de la superstructure à ballast dépend de la construction du châssis de voie et de l'état du lit de ballast.

Seul un ballast propre garantit une géométrie de voie durablement bonne.

C'est à partir des fonctions du lit de ballast que les conditions à remplir par le criblage mécanique sont déduites et que l'équipement des machines standard RM 80 U et RM 76 U de Plasser & Theurer (qui permettent aussi d'effectuer le criblage sous les aiguilles) est décrit.

L'auteur aborde en particulier le chargement et le déchargement économiques des déblais à l'aide d'unités de manutention et d'entreposage des matériaux. Enfin, il présente les cribleuses des séries RM 800, RM 900 et RM 95 RT, conçues pour répondre à des exigences très élevées, et traite de la rentabilité du criblage.

Resumen

Desarrollo ulterior del cribado mecánico del balasto

La calidad del balastado depende de la construcción de los rieles de vía y del estado del lecho de balasto. Solo un lecho de balasto limpio garantiza un buen asiento de la vía durante mucho tiempo.

De las funciones del lecho de balasto se derivan las exigencias al cribado mecánico del balasto y se describen los accesorios de las máquinas estándar RM 80 U y RM 76 U de Plasser & Theurer, con las cuales se puede cribar el balasto de agujas. Se hace una indicación especial a la carga y descarga económicas de los escombros a través de unidades de material, unidades transportadoras y unidades de silo. Para concluir se presentan las cribadoras de balasto de las series RM 800, RM 900 y RM 95 RT que cumplen las mayores exigencias y se trata la eficiencia del cribado del balasto.