Gleisgebundene Schotteraufbereitung als nachhaltige Bettungsbearbeitung

Ein neues Verfahren zur Instandsetzung der Schotterbettung ermöglicht, den Anteil an wiederverwendbarem Schotter bei der DB Netz AG deutlich zu erhöhen.

Abb. 1: Gesteinsabbau zur Schottergewinnung *Quelle: DB Netz AG*

PHILIPP TECKLENBURG

Betriebsbelastung und Umwelteinflüsse führen zur Verschmutzung der Schotterbettung. In der Vergangenheit gab es zur Instandsetzung die Möglichkeit, die Bettung zu „reinigen", d.h. den Schotter abzusieben oder zu erneuern. Im Zuge der Fortschreibung der DB-Richtlinie (Ril) 824.1001 „Bettungsarbeiten durchführen" wurde die technische Weiterentwicklung der Bettungsbearbeitungsmaschinen durch die Aufnahme der sog. Bettungsaufbereitung (BA) im Regelwerk integriert. Bei diesem Verfahren erfährt der Schotter neben dem reinen Absieben noch zusätzliche Bearbeitung, um die Qualität der einzelnen Steine zu erhöhen. Auf diese Weise kann der Anteil an Altschotterentsorgung sowie Neuschotterzuführung in Bauabschnitten, in denen vormals nur eine vollständige Bettungserneuerung (BE) möglich war, deutlich reduziert werden.

Schotterbettung

Die Bettung besteht aus gebrochenem Naturstein (Abb. 1) mit einer groben Körnung von 31,5 bis 63 mm. Sie ist Teil des Oberbaues und eine wesentliche Tragschicht der Fahrbahn. Sie gewährleistet bei statischer und dynamischer Belastung durch den Eisenbahnbetrieb eine bestimmte Elastizität der Fahrbahn und die notwendige Lagestabilität der Gleise und Weichen. Durch ihre Wasserdurchlässigkeit sichert sie die Entwässerung des Oberbaues. Ihr ungebundener, abgestuft körniger Aufbau sowie die Kantigkeit der Schotterkörner ermöglichen die Regulierbarkeit und Verdichtbarkeit der Schotterbettung.

Qualitätsverlust der Schotterbettung im Laufe der Nutzungsdauer

Der Zugbetrieb sowie Maßnahmen zur Gleislageregulierung (Stopfen) führen sukzessive zur Abnutzung der einzelnen Schottersteine. Die Schotterkörner werden kleiner und verlieren an Kantigkeit. Der daraus entstehende Abrieb setzt sich im Schotterbett von oben nach unten ab und verfüllt die Hohlräume zwischen den Steinen. Eine derartige Verunreinigung des Schotterbetts wird verstärkt durch den Eintrag von organischem Material, von Oberleitungsabrieb, von Ladungsverlusten und von aufsteigenden Feinanteilen aus dem Untergrund. Ein Maß für die Verunreinigung der Bettung ist der „Verschmutzungsgrad", der bei einer Beprobung des Bestandsschotters den Siebdurchgang mit einem Gewichtsanteil an Unterkorn < 22,4 mm in Prozent angibt.

Mit zunehmender Verschmutzung des Schotterbetts wird die Reibung zwischen den Schotterkörnern reduziert, und die Stopfbarkeit – und somit die Regulierbarkeit der Bettung – lässt nach. Ab einem Verschmutzungsgrad von ≥ 30 % kann die Gleislage durch Stopfarbeiten nicht mehr nachhaltig hergestellt werden [1]. Weiter führt die Verschmutzung zu einer Reduzierung der Wasserableitungsfähigkeit des Oberbaus. Wird die Entwässerungsfunktion durch die Verschmutzung signifikant beeinträchtigt, kann das die Bildung von Schlammstellen mit einer dauerhaften Verschlechterung der Gleislage zur Folge haben [2, 3].

Möglichkeiten der Bettungsbearbeitung

Bettungsreinigung (BR)

Unter einer Bettungsreinigung versteht man den gleisgebundenen Ausbau des Schotters, das Absieben von Unterkorn (< 22,4 mm) zur Wiederherstellung der Soll-Sieblinie und den Wiedereinbau des abgesiebten Schotters. Die Bettungsreinigung erfolgt i.d.R. mit mehrstufigen Vibrationssieben (Abb. 3) zum Abtrennen von Überkorn (> 63 mm), Gewinnung des Mittelkornes (31,5–63 mm) gemäß Soll-Sieblinie sowie zum Abtrennen von Unterkorn

Abb. 2: Bestandsschotter mit hoher Verschmutzung durch Feinanteile und Durchwurzelung *Quelle: DB Netz AG*

(< 31,5 mm). Voraussetzung für eine Bettungsreinigung ist die Reinigungsfähigkeit sowie eine ausreichende Rückgewinnungsquote an Bestandsschotter von mindestens 50 %. Die Bestandsbettung darf nicht bzw. nur in geringem Umfang mit bindigen oder organischen Bestandteilen behaftet bzw. verklebt sein, da die Anhaftungen durch Absieben allein nicht ausreichend entfernt werden können (Abb. 2). Ist in der Bestandsbettung zudem Aufwuchs mit tiefwurzelnden Pflanzen (wie z. B. dem Schachtelhalm) vorhanden, besteht die Gefahr, dass die Samen dieser Pflanzen nicht vollständig ausgereinigt und durch den Wiedereinbau des Schotters über den gesamten Umbauabschnitt verteilt werden.

Vollständige Bettungserneuerung (vBE)

Bei der vollständigen Bettungserneuerung wird das Schotterbett konventionell – mit nicht gleisgebundenen Baumaschinen – oder gleisgebunden vollumfänglich ausgebaut und durch Neuschotter oder aufbereiteten Schotter nach den technischen Lieferbedingungen des Deutsche Bahnstandard (DBS) 918 061 [5] ersetzt. Sie kommt z. B. zum Tragen, wenn der Schotter augenscheinlich nicht mehr verzahnungsfähig (zu rund) ist oder eine Rückgewinnungsquote von weniger als 50 % zu erwarten ist. In Bereichen mit erfahrungsgemäß sehr starker Verschmutzung wie Bahnsteigen, Bahnübergängen und Weichen im durchgehenden Hauptgleis ist ein vollständiger Austausch der Bettung in der Regel unumgänglich. Eine vBE ist sowohl betrieblich als auch bzgl. der Kosten mit dem größten Aufwand verbunden, da der gesamte Bettungsquerschnitt abgefahren, entsorgt und durch Neuschotter ersetzt werden muss.

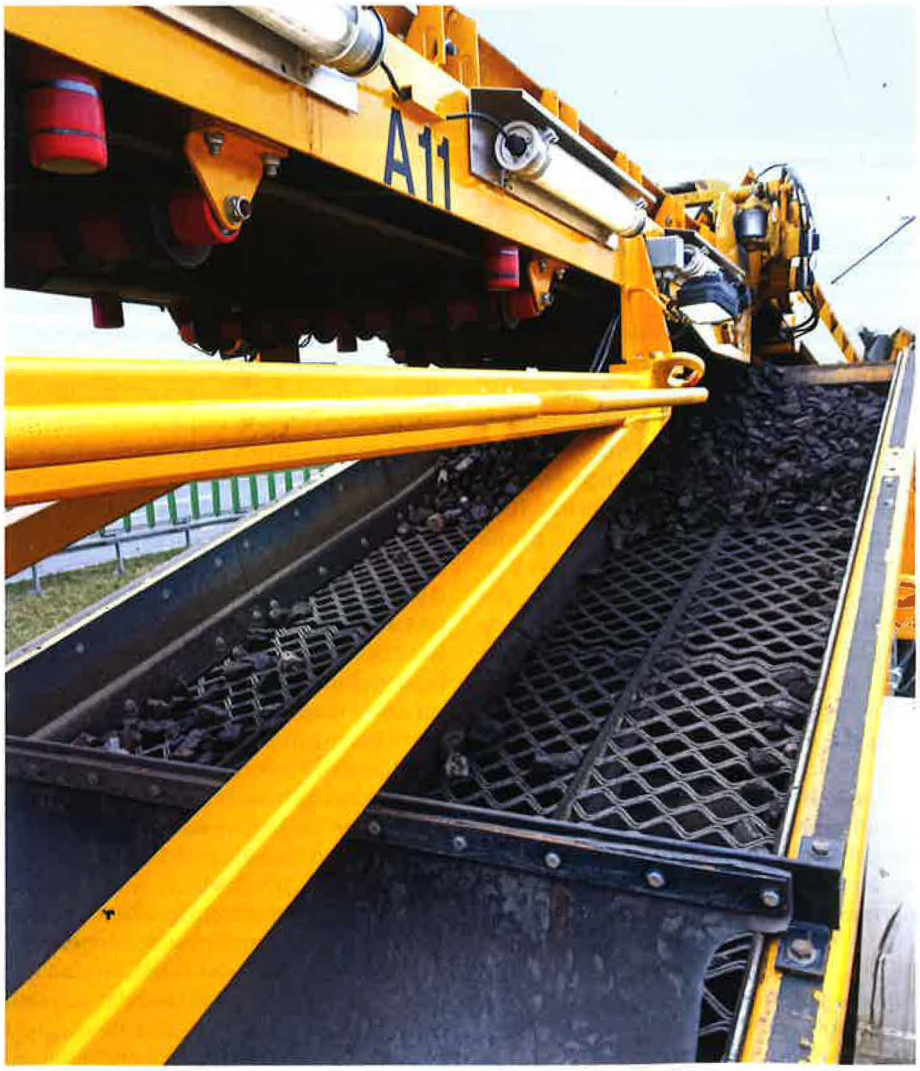

Abb. 3: Vibrationssieb eines Reinigungsmoduls *Quelle: DB Netz AG*

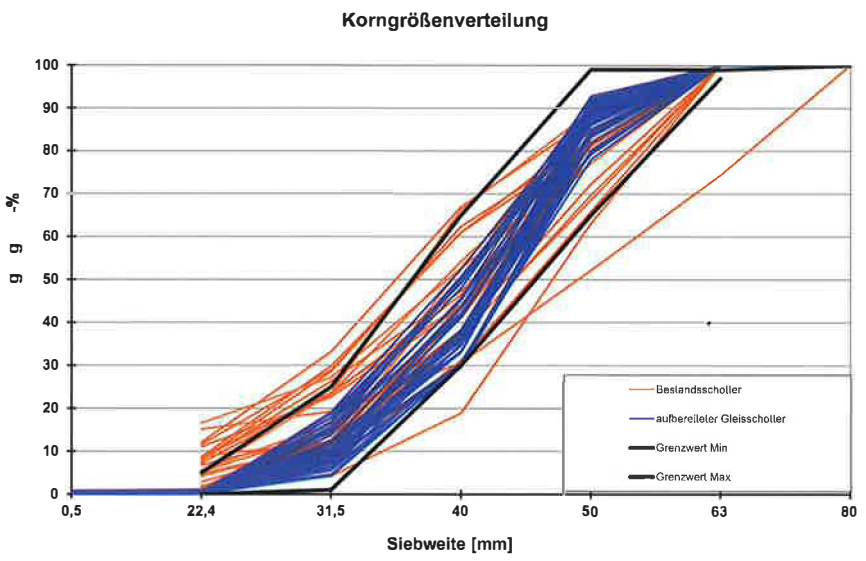

Abb. 4: Vergleich der Korngrößenverteilung des Bestandsschotters (braun) sowie des aufbereiteten Gleisschotters (blau) im Abschnitt Göttingen – Jühnde *Quelle: [6]*

Bettungsaufbereitung (BA)

Unter einer gleisgebundenen Bettungsaufbereitung versteht man den Ausbau, das Absieben des Bestandsschotters (Abb. 3) sowie zusätzliche Maßnahmen wie z.B. Waschen, Anprallen, Brechen und den anschließenden Einbau des zurückgewonnenen Schotters. Durch die zusätzlichen Maßnahmen können am Schotterstein anhaftende Bestandteile entfernt, schadhafte Steine gebrochen und die Verzahnungsfähigkeit des Schotters erhöht werden. Im Ergebnis muss der aufbereitete Schotter die Qualität aufweisen, die in den Technischen Lieferbedingungen für Gleisschotter (DBS 918 061) definiert sind.

Abgrenzung der Bettungsarbeiten nach Ril 824.1001

Anders als im Falle der BA sind BR und vBE als Bettungsbearbeitungsverfahren bereits über Jahrzehnte gängige Verfahren. Die BR wird angewendet, wenn ein Absieben des Bestandsschotters aus der Einschätzung der an der Planung Beteiligten ausreicht, um das Unterkorn (< 22,4 mm) zu entfernen und eine akzeptable Rückgewinnungsquote an Bestandsschotter zu erreichen. Im Vergleich zur BR ist die vBE eine weitaus aufwandsintensivere Maßnahme. Ohne konkrete Bewertungskriterien muss eine Entscheidung für ein Arbeitsverfahren auf der Basis von Einschätzungen und Erfahrungswerten gefällt werden.

Die BA ist eine Bettungserneuerung des vorhandenen Schotters im Gleis an Ort und Stelle. Neben der BR und vBE ist sie eine dritte Möglichkeit der Bettungsbearbeitung. Mit Fortschreibung der Ril 824.1001 werden die drei Verfahren bzgl. ihrer Anwendungsbereiche im Zuge der handlungssicheren Planung und Ausschreibung voneinander abgegrenzt. Die Auswahl des geeigneten Verfahrens wird in der fortgeschriebenen Ril 824.1001 durch die Kriterien in Tab. 1 bestimmt [4].

Einsparpotenzial durch BA anstelle vBE

Bei der Anwendung des neuen Verfahrens „gleisgebundene Bettungsaufbereitung" anstelle einer vBE wird eine Mindestrückgewinnungsquote von 50 % des Bestandsschotters angesetzt, der nicht abgefahren, entsorgt und durch Neuschotter ersetzt werden muss. Mit der Mindestrückgewinnungsquote wird sichergestellt, dass ausreichend Schotter für die Ablage des Gleisrostes sowie nachfolgende Stopfarbeiten vorhanden ist.

Bei einer eingleisigen Strecke beträgt die Bestandsschottermenge ca. 3,5 t pro Gleismeter. Bei einem Umbauabschnitt von 1000 m Länge entspricht das 3500 t Schotter. Können davon mindestens 50 % wiedergewonnen werden, wird die Menge an Schotter für die Entsorgung und den Ersatz um ca. 1750 t Schotter reduziert. Dies entspricht einer Einsparung von zwei Ganzzügen (je 740 m Länge) für die Entsorgung und zwei Ganzzügen für die Versorgung mit Neuschotter. Bei der Ent- und Versorgung über die Straße entspricht das in Summe ca. 200 eingesparte Fahrten mit Lkw. Bei einer durchschnittlichen Fahrtlänge von 50 km / Fahrt entspricht das der Einsparung von 200 km Logistikfahrten per Schiene bzw. 10000 km per Straße, die bei Einsatz der gleisgebundenen BA anstelle einer vBE bei einer Umbaulänge von nur 1 km erreicht werden kann.

Erfahrungen mit der BA auf der SFS 1733

Im Jahr 2021 wurde die Bestandsbettung im Abschnitt Göttingen – Jühnde im Zuge einer Oberbauerneuerung auf der Schnellfahrstrecke (SFS) 1733 zwischen Hannover und Würzburg

Kriterien	vollständige Bettungserneuerung (vBE)	Bettungsaufbereitung (BA)	Bettungsreinigung (BR)
Verschmutzungsgrad (VG)	> 40 %	≤ 40 %	40 % > VG > 10 %
Verwurzelungsgrad unter der Schwelle bis zum Planum	> 50 %	≤ 50 %	Kein
Verzahnungsfähigkeit des Schotters	Nach Augenschein nicht gegeben	Nach Augenschein gegeben	Nach Augenschein gegeben
Kontamination (z. B. Öl, Fette, Erz- oder Kohlestaub)	Ja	Nein	Nein
Bahnübergang, Bahnsteigsbereiche, Weiche im durchgehenden Hauptgleis	In der Regel	Möglich, wenn Gründe vorliegen (z. B. BÜ mit geringer Verkehrsbelastung)	Möglich, wenn Gründe vorliegen (z. B. BÜ mit geringer Verkehrsbelastung)

Tab. 1: Abgrenzung der Bettungsbearbeitungsvarianten *Quelle: [4]*

auf einer Länge von ca. 16 km mit dem Verfahren der gleisgebundenen BA bearbeitet. Der Bestandsschotter wurde nach dem Ausbau zunächst gesiebt, angeprallt und nach einem weiteren Siebvorgang (zum Entfernen des Prallbruches ≤ 31,5 mm) wieder eingebaut. Insgesamt wurden 46 Schotterproben im Umbauabschnitt entnommen und u. a. bezüglich folgender Parameter auf die Anforderungen des DBS 918 061 überprüft [6]:

- Korngrößenverteilung nach DIN EN 933-1
- Kornform nach DIN EN 933-4
- Plattigkeit nach DIN EN 933-3
- Anzahl der neu erzeugten Anschlagflächen am Schotterstein nach DBS 918 061.

Alle untersuchten Gleisschotterproben des aufbereiteten Schotters wiesen eine Korngrößenverteilung entsprechend der technischen Lieferbedingung für Schotter auf (DBS 918 061): Beim Aufbereitungsprozess mit Anprallen des Schotters wurde im Zuge der Beprobungen eine Verringerung der Parameter Kornform und Plattigkeit festgestellt, d. h. die Schottersteine sind kubischer geworden (Abb. 4). Bei den untersuchten Proben wurden die Anforderungen des DBS 918 061 zwar eingehalten, damit ist jedoch die Häufigkeit einer Anwendung des Verfahrens BA auf dem identischen Abschnitt begrenzt.

Durch den Anprallvorgang können am Schotterstein auch neue Anschlagflächen und -kanten erzeugt werden. Im Rahmen der Erneuerungsmaßnahmen auf der SFS 1733 wurden an untersuchten Schottersteinen zwischen ein und drei neue Flächen festgestellt (Abb. 5).

Ob und in welchem Umfang die Reduzierung der Parameter Kornform und Plattigkeit sowie neue Anschlagflächen Auswirkungen auf die Verzahnungsfähigkeit der Schotterkörner und somit auf die Gleislagequalität haben, ist Gegenstand laufender Untersuchungen.

Vorteile der gleisgebundenen Schotteraufbereitung – Fazit

Das Verfahren ermöglicht Umbauabschnitte zu bearbeiten, bei denen eine Bettungsreinigung aufgrund der Art der Verschmutzung mit anhaftenden Bestandteilen, Verwurzelungen oder sonstiger starker Verunreinigung nicht zielführend ist und in der Vergangenheit nur eine vollständige Bettungserneuerung zweckmäßig war. Im Ergebnis können in solchen Abschnitten mindestens 50 % des Bestandsschotters, die vormals entsorgt und durch Neuzuführung ersetzt werden mussten, zurückgewonnen werden und im Gleis verbleiben. Dadurch können Sperrzeiten reduziert, Ressourcen geschont und Kosten gespart werden. Die gleisgebundene Schotteraufbereitung leistet einen wertvollen Beitrag für nachhaltiges Bauen bei der DB Netz AG. ■

QUELLEN

[1] ORE D – Bericht 182 Nr. 2 Beurteilung des Schotterzustandes im Gleis, Oktober 1991

[2] Klotzinger, E.: Der Oberbauschotter Teil 1, ETR 1+2/2008

[3] Klotzinger, E.: Der Oberbauschotter Teil 2, ETR 3/2007

[4] Richtlinie 824.1001 „Bettungsarbeiten durchführen", DB Netz AG, Ausgabe April 2022

[5] DBS 918 061 „Technische Lieferbedingungen Gleisschotter", Ausgabe April 2020

[6] Schellenberg, F.; Braun, T.: Sachstandsbericht SFS 1733 Göttingen-Kassel, 14.12.2021

Dipl.-Ing. (TU) Philipp Tecklenburg
Bauartbetreuer Gleistechnik
DB Netz AG, München
philipp.tecklenburg@deutschebahn.com

Abb. 5: Aufbereiteter Schotter mit neuen Anschlagflächen *Quelle: DB Netz AG*