

Nachhaltiges Sanieren der Schraubenlöcher bei Holzschwellen

Das SLS-Verfahren kombiniert seit mehr als 40 Jahren in Deutschland, der Schweiz, Österreich und seit drei Jahren in den Niederlanden Innovation und Ausrichtung auf die Kundenbedürfnisse.

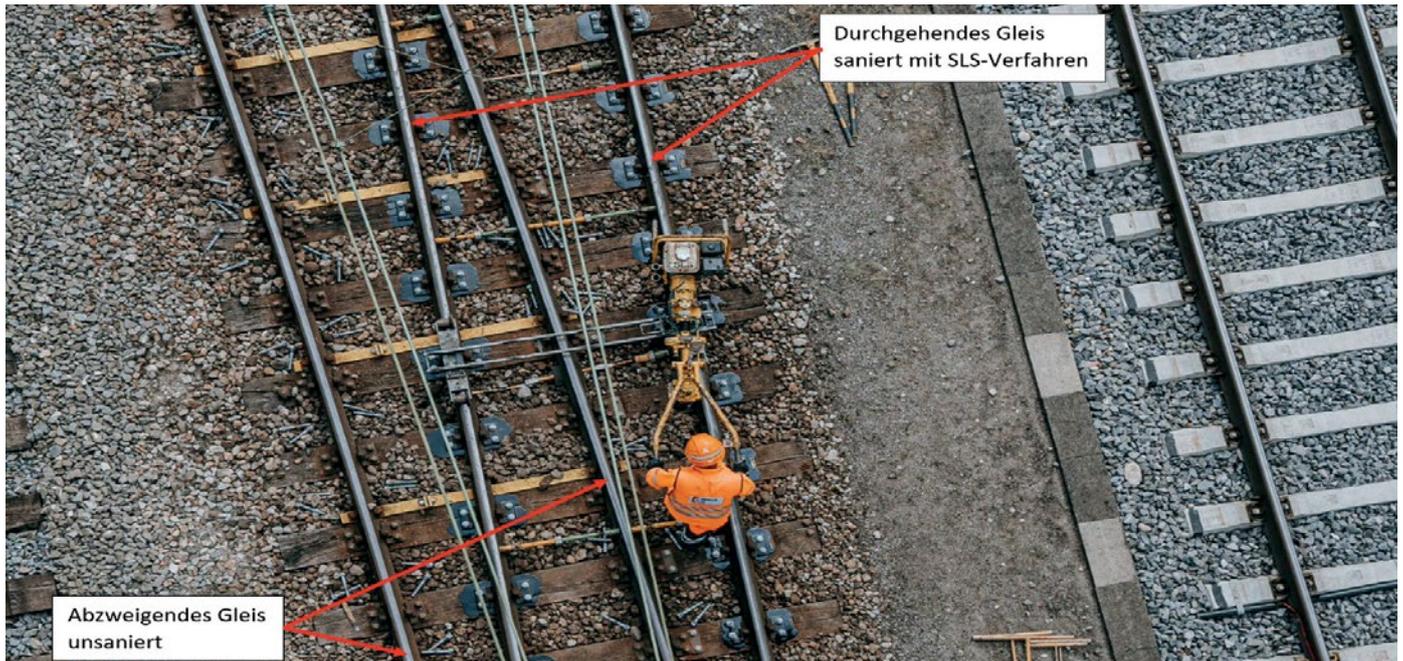


Abb. 1: Ausschnitt aus einer Draufsicht einer im durchgehenden Gleis mit dem SLS-Verfahren sanierten Weiche bei der SBB

Alle Abbildungen außer Abb. 6 a,b: Rhomberg Sersa

NORMAN KRUMNOW | GEORG GABLER |
KLAUS WEIS | PASCAL HUMBERT |
ARTHUR KAPPERS

Weltweit werden die Eisenbahnstrecken mit Beton-, Stahl-, Kunststoff- und/oder mit Holzschwellen ausgerüstet. Diese Materialien unterliegen einem natürlichen Alterungs-, Abnutzungs- und Verschleißprozess durch die Umgebungsbedingungen und die Belastungen aus dem Eisenbahnbetrieb. Um die Gleisinfrastruktur sicher, termintreu und kundenfreundlich vorzuhalten, sind deshalb regelmäßige Inspektionen und Instandhaltungsmaßnahmen durch die Eisenbahninfrastrukturunternehmen (EIU) unerlässlich. Der Einsatz der innovativen Schraubenlochanierung (SLS-Verfahren, Abb. 1) ist dabei ein nachhaltiger und wesentlicher Beitrag, um die erforderlichen Gleis- und Weicheninstandsetzungsarbeiten auf das Mindestmaß zu reduzieren und eine Nutzungsverlängerung der Gleise und Weichen mit Holzschwellenoberbau von mindestens vier bis zehn Jahren zu erreichen.

Entstehung und Wirkprinzip des Gleisoberbaus

Der traditionelle Gleisoberbau, welcher sich aus den Berg- und Grubenbahnen vor ungefähr 200 Jahren ausgebildet hat, wird durch die EIU-Betreiber stetig den wachsenden Anforderungen an höhere Geschwindigkeiten, Achslasten und Verfügbarkeit der Strecken angepasst und weiterentwickelt. Hierbei wird bei der Planung und Errichtung von Neubau- und Ausbaustrecken auch ein besonderer Fokus auf die Materialwahl der Oberbaukomponente „Schwelle“ gelegt. Aufgrund örtlicher Gegebenheiten und der Abwägung von Vor- und Nachteilen der oben genannten Schwellenmaterialarten wurden und werden auch weiterhin weltweit Gleisabschnitte in der Holzschwellen- (HS-) Bauart ausgerüstet. Weiterhin liegt in den Streckennetzen der EIU ein erheblicher Anteil von Gleisen und Weichen, welche in der HS-Bauart errichtet wurden. Im Wesentlichen bestehen das Schottergleis und die Weichen aus den Oberbaukomponenten Schiene, Schienenbefestigung, Schwelle und Schotter. Die eingeleiteten Kräfte, welche aus der dynamischen Belastung durch die Eisen-

bahnfahrzeuge und den temperaturbedingten Spannungen aus ver- bzw. behinderter Längenänderung der Schienen herrühren, müssen, um die Sicherheit des Eisenbahnbetriebs zu gewährleisten, aufgenommen und beständig sicher abgeleitet werden. Hierbei kommt der Schienenbefestigung, welche die Kraftübertragung zwischen Schiene und Schwelle gewährleistet, eine entscheidende Bedeutung zu. Die Anforderungen an die Schienenbefestigung sind – neben der kraftschlüssigen Verbindung zwischen Schiene und Schwelle – ein hoher Durchschubwiderstand, ein hoher Verdrehwiderstand und eine dauerhaft elastische Schienenauflagerung. Um diese Anforderungen zu erfüllen, wird im deutschen Streckennetz der K-Oberbau (Abb. 2) bzw. KS-Oberbau verwendet. Die Schwellenschraube (Ss) ist das entscheidende Bauteil der Schienenbefestigung, welche den form- und kraftschlüssigen Verbund zwischen Oberkante der Schwelle und Unterkante der Rippenplatte realisiert. Aufgrund des oben genannten natürlichen Alterungs-, Abnutzungs- und Verschleißprozesses während der Liegedauer der Holzschwelle findet eine Lockerung



Abb. 2: Ansicht der Schienenbefestigung

zwischen den eingeschnittenen hölzernen Gewinde- und Mantelflächen des Schraubenloches und der Schwellenschraube statt bis hin zur Ablösung, welche zur Folge hat, dass der erforderliche kraft- und formschlüssige Verbund zwischen Rippenplatte und Holzschwelle nachlässt. Dies führt in der Regel zu einer Einschränkung der Nutzbarkeit der Gleisinfrastruktur.

Entwicklung und Etablierung des SLS-Verfahrens im europäischen Markt

Die genannten Auflösungen/Lockerungen des Verbunds zwischen der Holzschwelle und der Schwellenschraube sind weltweit bei allen EIU bekannt und stellen eine signifikante Schadensart für den traditionellen Schotteroberbau dar, welche in der Regel erst nach einer längeren Liegedauer des Gleises bzw. der Weiche eintritt. Aufgrund dieses Phänomens erfolgten bereits im Jahr 1965 bei den Österreichischen Bundesbahnen (ÖBB) die ersten Entwicklungen und Versuche, um den kraftschlüssigen Verbund zwischen Rippenplatte und Holzschwelle wiederherzustellen, ohne die Schwelle austauschen zu müssen. Aus diesen ersten Versuchen wurde ein Sanierungsverfahren für Schraubenlöcher von Holzschwellen entwickelt mit dem Ziel, den kraftschlüssigen Verbund zwischen beiden Bauteilen über einen Zeitraum von mehr als vier Jahren wiederherzustellen. Dies wurde in einem Großversuch der ÖBB getestet, wobei eine Verlängerung der Liegedauer der verlegten Holzschwellen von vier bis zehn Jahren erreicht wurde. Nach Auswertung aller Daten und Fakten zeigte sich, dass das entwickelte Sanierungsverfahren ein voller technischer und wirtschaftlicher Erfolg war. Die Liege-/Nutzungsdauer der Holzschwellen konnte um ca. die Hälfte der üblichen Verwendungsdauer erhöht werden, und zusätzlich entfielen die aufwendigen Gleissperrungen / Betriebseinschränkungen sowie die erforderlichen Oberbauerneuerungsarbeiten zum Austausch der schadhaften Holzschwellen. Im weiteren Verlauf erwart

die Fa. Sersa Aktiengesellschaft (AG) im Jahr 1978 die Lizenz für die Anwendung des SLS-Verfahrens in der Schweiz; es folgten erste Einsätze an Gleisen und Weichen der Schweizerischen Bundesbahnen AG (SBB). Die Ergebnisse dieser Pilotanwendungen überzeugten die Verantwortlichen der SBB, sodass sich das Verfahren bei der SBB zu einem technisch und wirtschaftlich erfolgreichen Standardverfahren für die Sanierung der Schraubenlöcher bei Holzschwellen entwickelte. Im weiteren Verlauf wurde das Verfahren durch die SBB mit einer technischen Weisung in die technischen Richtlinien aufgenommen. Weitere Meilensteine für die Etablierung des SLS-Verfahrens in den angrenzenden europäischen Ländern war die Übernahme des Patentes für Europa der Fa. Neumann in Österreich im Jahr 1984, die Gründung der Sersa Gesellschaft mit beschränkter Haftung (GmbH) in Deutschland im Jahr 1992 und die Erteilung der Genehmigung

des Einsatzes des „Traversan-Verfahrens“ (SLS-Verfahren) der Deutsche Bahn AG (DB) im Jahr 1996 für Gleis-, Weichen- und Brückenschwellen. Für das niederländische EIU ProRail B.V. ist die Aufnahme des SLS-Verfahrens in die technischen Richtlinien für das Jahr 2022 avisiert. Es gab auch Bestrebungen, das Verfahren im osteuropäischen Raum (Russland), welcher über einen sehr hohen Anteil an Gleisinfrastruktur mit Holzschwellen verfügt, zu etablieren. Aufgrund verschiedenster Umstände konnte sich das Verfahren jedoch nicht im russischen Markt durchsetzen oder kam nur in geringem Umfang zur Anwendung. Zurzeit laufen Bestrebungen, das Verfahren im nordamerikanischen Markt zu etablieren. Dafür werden in Zusammenarbeit mit der Canadian Pacific Railway (CPR) die ersten Versuche in verschiedenen Streckenabschnitten durchgeführt. Seit dem Zusammenschluss der schweizerischen Fa. Sersa AG und der österreichischen Fa. Rhomberg Rail GmbH im Jahr 2012 wird das SLS-Verfahren in der Rhomberg Sersa Rail Group (RSRG) ständig weiterentwickelt mit der Ausrichtung, das Verfahren sukzessive weltweit in der Eisenbahninfrastruktur zu etablieren.

Prinzip des SLS-Verfahrens

Die technische und wirtschaftliche Entscheidung, ob ein Holzschwellengleis oder eine Weiche auf Holzschwellen mit dem SLS-Verfahren (Abb. 3) erfolgreich saniert werden kann, wird immer auf Basis einer visuellen Begutachtung des betreffenden Streckenabschnittes gemeinsam mit dem verantwortlichen Vertreter des EIU und den verantwortlichen Vertretern der RSRG unter Berücksichtigung der geltenden technischen Richtlinien und gesetzlichen Bestimmungen des jeweiligen EIU getroffen. Bei der Ermittlung des anstehenden Sanie-

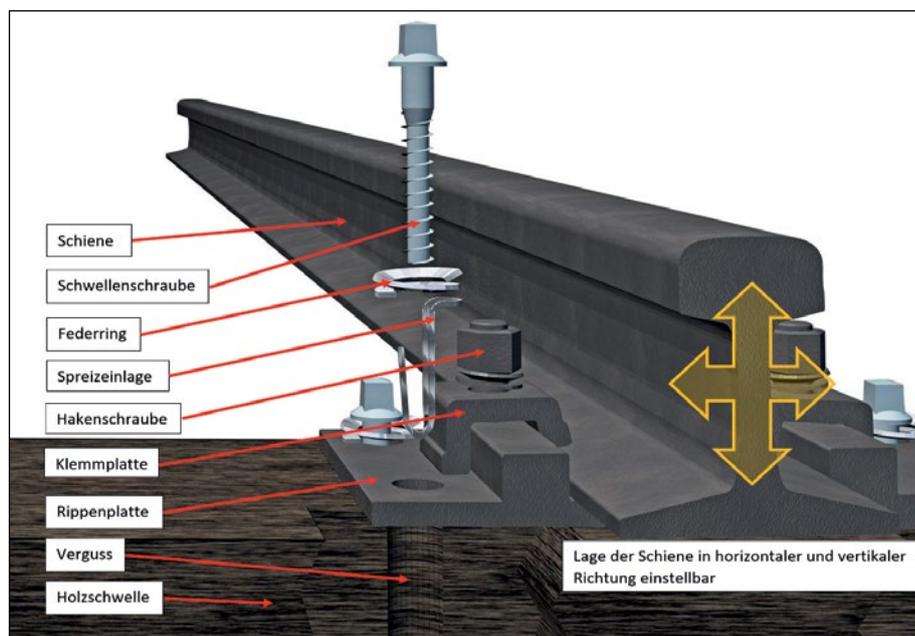


Abb. 3: Darstellung des Konstruktions- und Wirkungsprinzip des SLS-Verfahrens



Abb. 4: Schnitt durch zwei sanierte Schraubenlöcher einer Holzschwelle



Abb. 5: Wechselseitiger Einbau von isolierten Drückern und Spannern bei der DB AG

rungsaufwandes werden auch die beschädigten oder zu ersetzenden Kleinteile (Zwischenlage, Schwellenschraube usw.) aufgenommen, um diese im anstehenden Sanierungsprozess des Streckenabschnittes sukzessive zu ersetzen. Dies umfasst im Markt Deutschland auch die Umrüstung auf KS-Oberbau mittels Ersatzes der Klemmplatte und des Federrings durch eine Spannklemme (SKL 12) und eine Unterlegscheibe (ULs 6). Ein wichtiger Aspekt bei der Beurteilung der Sanierungsfähigkeit der Schraubenlöcher sind die möglichen vorhandenen Materialschäden durch Alterung, Abnutzung und Verschleiß der Holzschwellen, die einer Sanierung mit dem SLS-Verfahren widersprechen. Sind diese Vorschädigungen gering und/oder irrelevant, erfolgt in den Gleisen und Weichen zunächst der wechselseitige Einbau von isolierten Drückern und Spannern unter Berücksichtigung der inneren und äußeren Gleisgeometrie (Abb. 5). Sollte es aufgrund von vorhandenen Materialschäden bei einem geringen Teil der Holzschwellen im betreffenden Sanierungsbereich unmöglich sein, diese mit dem SLS-Verfahren zu sanieren, werden diese im Einzelschwellenwechselverfahren ausgetauscht, sodass bei dem weitaus größeren Teil der sanierungsfähigen Holzschwellen die Sanierung durchgeführt werden kann. Im Weiteren erfolgt der Ausbau der Schwellenschrauben des ersten Strangs (üblicherweise bahnrechts). Dabei werden unter anderem, wie in Abb. 3 ersichtlich, die Spur-, die Leitweite, die Pfeilhöhen sowie auch die gegenseitige Überhöhung, welche sich durch die betriebliche Nutzung verändert haben könnten, korrigiert und auf die erforderlichen Sollwerte gebracht. Die vorhandenen Schraubenlöcher werden durch die Rippenplatte bohrtechnisch auf einen Durchmesser von 23,5 mm erweitert. Dadurch und durch die anschließende Reinigung mit Druckluft wird das nicht tragfähige und verschlissene Holzmaterial entfernt. Anschließend wird die patentierte Spreizeinlage eingepresst und das Schraubenloch mit Schwellenharz vergossen. Dadurch werden alle Hohlräume ausgefüllt. Sofern sich die Rippenplatte durch die nutzungsbedingten Belastungen aus den Eisenbahnfahrzeugen in die Oberkante der Holzschwelle eingerieben bzw. eingefahren hat, werden die Höhenunterschiede mit Lupolenplatten unter der Rippenplatte ausgeglichen (Abb. 4). Der letzte Arbeitsschritt für den ersten Strang ist, dass eine neue Schwellenschraube in das aufgeweitete und mit Schwellenharz vergossene Bohrloch mit dem erforderlichen Drehmoment eingeschraubt wird. Nach max. 20 Minuten, abhängig von den vorhandenen Temperaturen, erhärtet das Schwellenharz und verbindet sich dauerhaft mit der Spreizeinlage der Holzschwelle und der neuen Schwellenschraube. Das Schwellenharz füllt dabei, wie in Abb. 4 ersichtlich, die entstandenen Hohlräume zwischen Man-

Homepageveröffentlichung unbefristet genehmigt für Rhombert Sersa Deutschland GmbH, DB Netz AG, ProRail, SBB AG / Rechte für einzelne Downloads und Ausdrücke für Besucher der Seiten genehmigt / © DVV Media Group GmbH



Abb. 6a: Dauerschwingversuch an der TU Dresden [1] Quelle: W. Fengler



Abb. 6b: Ausziehversuch an der TU Dresden [1] Quelle: W. Fengler

Homepageverwaltung, ungenutzt für Rhomberg Bersa Deutschland GmbH, DB Netz AG, ProRail, SBB AG / Rechte für einzelne Downloads und Ausdrücke für Besucher der Seiten genehmigt durch W. Media Group GmbH

CN△CONSULT



DiLoc® | OnBoard

Echtzeit-Fahrgastinformation
in Zügen

Refit statt Neukauf



Die nachhaltige Lösung!

Integration von Bestandshardware
sowie
schlüsselfertige Systemlösungen

CN-Consult GmbH
Am Seifen 12, D-35756 Mittenaar
Tel.: +49 2778 37200-00
E-Mail: info@cn-consult.eu

Dammstrasse 7, CH-5400 Baden
Tel.: +41 61 5003756
www.cn-consult.eu



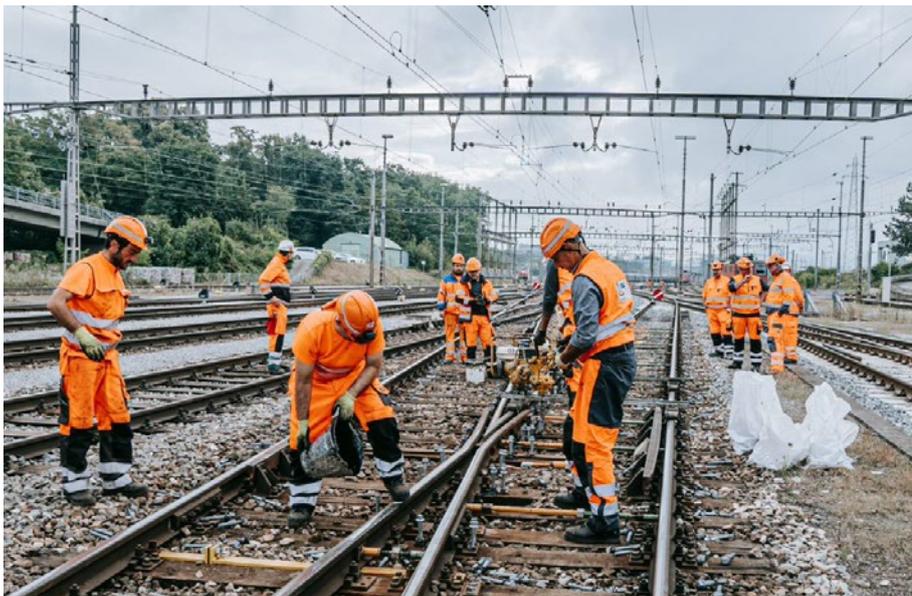


Abb. 7: Anwendung des SLS-Verfahrens bei der SBB

tel-/Gewindeflächen des Bohrlochs und der Schwellenschraube aus und überträgt mit der Spreizeinlage alle eingeleiteten Kräfte, welche kraft- und formschlüssig von den Schienen in die Holzschwelle abgetragen werden. Die Arbeitsfolge für den zweiten Strang (üblicherweise bahnlinks) ist analog. Der Vorteil des Verfahrens ist, dass dieses unter dem „rollenden Rad“ bis max. 50 km/h erfolgen kann, wenn dies durch die arbeits-sicherheitstechnischen Vorgaben des EIU abgesichert und zugelassen ist. Damit ist eine betriebliche Unterbrechung des Eisenbahnverkehrs entbehrlich, sodass die Sanierungsarbeiten in den Zugpausen unter Einsatz von Sicherungsposten üblicherweise problemlos erfolgen können (Abb. 7).

Weitere Untersuchungen zur Zuverlässigkeit

Im Jahr 2013 wurden weitere technische Gespräche mit den ÖBB geführt, um das SLS-Verfahren in die österreichischen eisenbahnspezifischen technischen Richtlinien aufzunehmen. Die Technische Universität Dresden, Professur für Gestaltung von Bahnanlagen an der Fakultät Verkehrswissenschaften „Friedrich List“, wurde beauftragt, die dafür erforderlichen Untersuchungen im Jahr 2014 durchzuführen. Die beiden Untersuchungen umfassten:

1. Zyklische Belastung („Dauerschwingversuch“) nach DIN EN 13146-4 an einem schraubenlochsanierten Holzschwellenstützpunkt nach den Vorgaben der DIN EN 13481-3, Befestigungskategorie „C“. Die Prüfung wurde darüber hinaus mit EVA-Zwischenlage sowie einer im Auflagerbereich mit einer Kunststoffplatte unterfütterten ebenen Rippenplatte (Schienenneigung 1:unendlich) durchgeführt (Abb. 6a) [1].

2. Ausziehversuche an Schwellenschrauben an zwei sanierten Holzschwellenstützpunkten in Analogie zu DIN EN 13481-2 (Anmerkung: Die Norm 13146-10 ist erst 2015 in Kraft gesetzt worden), Anhang A. Diese Prüfung erfolgte an allen vier Schwellenschrauben einer Rippenplattenbefestigung auf jeweils zwei verschiedenen Schwellen (entsprechend $2 \times 4 = 8$ Ausziehversuche, Abb. 6b) [1].

Im Ergebnis der Untersuchungen wurde festgestellt, dass alle Kriterien erfüllt wurden und ferner alle Konstruktionsteile nach Beendigung ihre volle Funktionsfähigkeit behielten. Es wurde durch die eingetragenen Belastungen weder Bruch noch Verschleiß noch bleibende Verformung festgestellt [1].

Resümee

Das SLS-Verfahren bewährt sich seit mehr als 40 Jahren technisch und wirtschaftlich erfolgreich im europäischen Eisenbahnnetz. Dabei konnten mehrere tausend Weichen und viele Gleiskilometer erfolgreich saniert werden und so die Nutzungsdauer von Holzschwellenoberbau im deutschen, schweizerischen, österreichischen und niederländischen Streckennetz um mehr als vier bis zehn Jahre verlängert werden. Sonst notwendige Oberbauerneuerungen konnten entsprechend zeitlich hinausgeschoben werden. Diese Verlängerung der Nutzungszeit führte bei den EIU zu monetären Einsparungen im siebenstelligen Bereich sowie zu einer deutlichen Steigerung der Verfügbarkeit der Schieneninfrastruktur für die Kunden und zu einer nachhaltigen Einsparung von CO₂-Emissionen. Die dadurch frei gewordenen Instandhaltungsbudgets können in andere Streckenabschnitte investiert werden. Die gesamthafte Betrachtung bestätigt den EIU, dass es sich bei dem Verfahren um

eine erfolgreiche und bewährte Sanierungsmethode für den Holzschwellenoberbau im Sinne von Nachhaltigkeit und Innovation handelt. ■

QUELLE

[1] Fengler, W.: Bericht Nr. 14.6, Versuche an Schraubenloch-sanierten Holzschwellen zur Zulassung der Sanierungsmethode bei der ÖBB vom 16.04.2021 der TU Dresden



Dipl. Ing. (FH) Norman Krumnow

Prokurist, Leiter Innovation
Rhomberg Sersa Deutschland GmbH,
Berlin
norman.krumnow@rsrg.com



Dipl. Ing. Georg Gabler

CEO
Rhomberg Sersa Deutschland GmbH,
Berlin
georg.gabler@rsrg.com



Klaus Weis

Referent Beschaffung
DB Netz AG, Frankfurt am Main
klaus.weis@deutschebahn.com



Dipl. Ing. (FH) Pascal Humbert

Produkt Manager Oberbau
SBB AG, CH-Bern
pascal.humbert@sbb.ch



Ing. Arthur Kappers

Systemspezialist Weichen
ProRail B.V., NL-Utrecht
arthur.kappers@prorail.nl