



FSV-aktuell STRAßE Februar 2024

Mitteilungen der Österreichischen Forschungsgesellschaft
 Straße • Schiene • Verkehr

Editorial

Sehr geehrte Leserin,
 sehr geehrter Leser,

die FSV bemüht sich auch heuer wieder ihren eigenen gesetzten Ansprüchen gerecht zu werden. Heuer wird es ein arbeitsintensives Jahr werden. 2023 war das Jahr der Überarbeitung der Standardisierten Leistungsbeschreibungen Verkehr und Infrastruktur (LB-VI). Sämtliche Arbeitsausschüsse, die sich mit der LB-VI auseinandersetzen, haben etliche Überarbeitungen in die Geschäftsstelle gesendet. 2024 wird das

Jahr der Veröffentlichung. Aber bis es im Herbst soweit ist, gibt es noch einige Qualitätsprüfungen zu überwinden.

Mehr noch, die LB-VI-Neuaufgabe ist ein Meilenstein, der sich positiv auf die Überarbeitung von RVS, auf die sich die LB-VI weitreichend bezieht, auswirkt: Um den Bezug des Ausschreibungsstandards auf die RVS in aktueller Form zu halten, werden diese „beschleunigt“ fertig gestellt. Im heutigen ersten Fachbeitrag wird von der Ingenieurbiologie berichtet. Ein komplettes Neuland im Bereich der RVS, es zeigt aber, wie breitgefächert die FSV-Richtlinien schon sind. Im Verkehrswesen stellt die Ingenieurbiologie eine junge Wissenschaft dar, das Sichern von Hän-

gen und Böschungen bei Straßendämmen oder Einschnitten steht hier im Vordergrund. Die Lösungen sind sehr im Einklang mit der Klimarelevanz, vor allem die Bodenversiegelung in der Böschungssicherung durch harte Verbauung wird reduziert.

2024 wird auch das Jahr der Einarbeitung der Klimarelevanz in bestehende Regelwerke, nachdem im Klimacheck-Projekt bekannt wurde, welche der vorhandenen Regelwerke prioritäre Auswirkungen auf das Klima haben. Es ist erfreulich, dass die FSV diesen Weg eingeschlagen hat.

*Dipl.-Ing. Martin Car
 Generalsekretär der FSV*

Beitrag über Entwicklungen im Bereich der RVS

Ingenieurbiologie – eine altbewährte und ressourcenschonende Bautechnik

Die Ingenieurbiologie ist ein biologischtechnisches Fachgebiet, welches sich mit der Verwendung und Technik von Pflanzen im Bauwesen, im Bereich von Sicherungsarbeiten und ökologischen Strukturmaßnahmen, befasst.

Anwendungsbereiche der Ingenieurbiologie

Ingenieurbiologische Maßnahmen und Bauweisen finden sowohl im Erdbau, an Hängen und Böschungen sowie in Gräben, als auch im Wasserbau, an Fließgewässern, Anwendung. Die Ingenieurbiologie bietet so ein breites Anwendungs- und Forschungsgebiet für die Verwendbarkeit von Pflanzen als lebende Baumaterialien sowie für die Ergründung der Zusammenhänge zwischen Vegetation und abiotischen Faktoren, wie z. B. geologischer oder hydrologischer Gegebenheiten.

Materialien in der Ingenieurbiologie

Als Baumaterialien werden in der Ingenieurbiologie neben Pflanzen auch unbelebte Materialien (Totmaterialien), wie Steine, Holz, etc., sowie temporär oder dauerhaft haltbare Hilfsmaterialien, wie Geotextilien, Nägel, etc., verwendet. Tot- sowie Hilfsmaterialien dienen dazu, die kritische Phase, bis sich die Vegetation zufriedenstellend entwickeln konnte, zu überbrücken – temporäre Funktion – und zusätzlich stabilisierend zu wirken – permanente Funktion. Die Verwendung

lebender Materialien bzw. temporär wirksamer Hilfsmaterialien bringt eine kontinuierliche Dynamik und hohe Komplexität ingenieurbiologischer Systeme mit sich.

Bei der Anwendung ingenieurbiologischer Systeme ist unbedingt darauf Bedacht zu nehmen, dass nicht jede Maßnahme oder jedes Bauwerk für jeden Prozess und jede Umgebung geeignet ist, um seine Wirkungsweise in einer entspre-

chenden Lebensdauer zu entfalten. Hierfür sind eine kompetente Planung, Ausführung und Pflege bzw. Instandhaltung ingenieurbiologischer Maßnahmen und Bauweisen unumgänglich.

Notwendigkeit und Motivation für die Erarbeitung eines Regel-



Dipl.-Ing. Christina Schmidt, BSc.

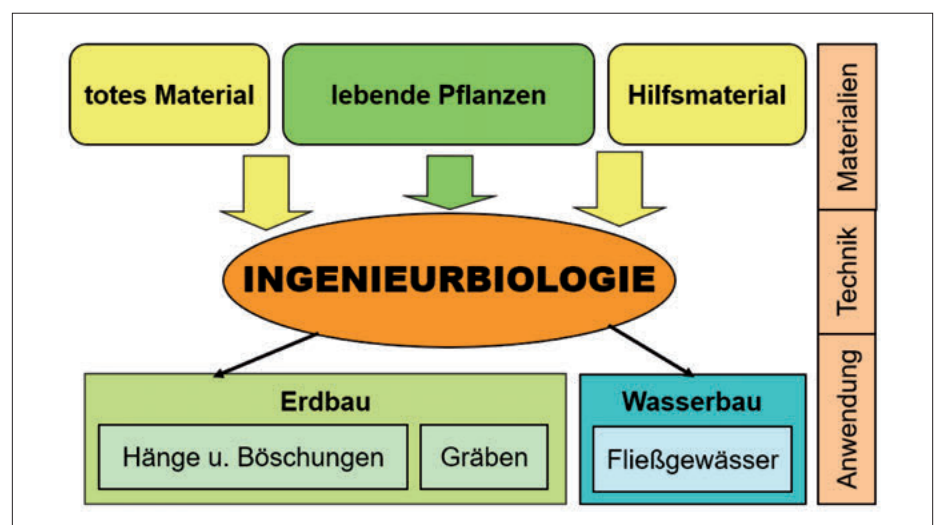


Bild 1: Systematik der Ingenieurbiologie (Quelle: Universität für Bodenkultur Wien, Department für Bautechnik und Naturgefahren, Institut für Ingenieurbiologie und Landschaftsbau)



Bild 2: Rutschungssanierung Sölkpass, Passhöhe (etwa 1.826 m ü. A.) 2018 (Quelle: Schmidt C.)

werks im Arbeitsausschuss – Verkehr und Umwelt – Ingenieurbilogie (AA VU16)

Die Verankerung ingenieurbilogischer Systeme im Regelwerk der FSV soll dazu führen, dass diesen naturnahen Bauweisen gegenüber Massivbauweisen, wo dies möglich ist, der Vorzug gegeben wird bzw. eine Kombination mit rein technischen Bauweisen angestrebt wird.

Ziele des AA VU16 für die Erarbeitung des neuen Regelwerks „Ingenieurbilogische Bauweisen“ sind:

- das Herauslösen der Langtexte in den Ständigen Vorbemerkungen und Positionstexten aus der LB-VI – ULG5170, ULG5338 und ULG5339,
- das Zusammenfassen und Formulieren des Stands der Technik (Technische Vertragsbedingungen),
- die Harmonisierung und Aktualisierung der Begrifflichkeiten und Nomenklatur,
- die Erarbeitung von Vorgaben für zeitliche Ausführung und räumliche Anwendbarkeit,
- die Erarbeitung von Vorgaben für die Übernahme ingenieurbilogischer Bautypen (Abnahmekriterien) und
- die Erhöhung der Vertrags- und Rechtssicherheit bzgl. der Leistungsausführung im Verhältnis von AG und AN.

Positive Auswirkungen durch die Verwendung ingenieurbilogischer Systeme sind in folgenden Bereichen zu erwarten:

– Ökonomische Nachhaltigkeit:

Die Erhöhung der Vertrags- und Rechtssicherheit bzgl. der Leistungsausführung im Verhältnis von AG und AN führt zu einer Verminderung von Mehrkostenforderungen und Schlichtungskosten.

Durch die Verwendung von lokalen und regionalen Materialien anstatt rein technischer (harter) Verbauungen aus Stahlbeton kann eine Einsparung von Baukosten erwartet werden.

Die Vermeidung von Planungs- und Ausführungsfehlern erhöht die Langlebigkeit der Bauwerke und reduziert die Unterhaltungsmaßnahmen.

Im Zuge von Umplanungen oder Änderungen in der Ausführung sind, im Gegensatz zu rein technischen Bauweisen, wesentlich geringere Anpassungskosten erwartbar.

– Ökologische Nachhaltigkeit:

Schonung von Ressourcen, Erhöhung der Biodiversität, Förderung der Regionalität, Wahrung des Landschaftsbildes, Schaffung von Lebensräumen, Verbesserung des Mikroklimas, CO₂-Bilanz – Reduktion von Transportwegen und Bauaufwand, Berücksichtigung der Kreislaufwirtschaft.

– Soziale Nachhaltigkeit:

Wahrung des Landschaftsbildes, Erhaltung der Wohlfahrtswirkung, Bewahrung von Lebensräumen für Mensch und Tier, Schaffung von Naherholungsräumen, Bewahrung und Förderung des Fachwissens und des Handwerks

Im Zuge der Erstellung der RVS-Richtlinie o8.80.01 „Ingenieurbilogische Bauweisen“, die die technischen Vertragsbedingungen bei der Errichtung von häufig angewendeten ingenieurbilogischen Maßnahmen und Bauweisen (keine Sonderformen) festlegt, wurde im Arbeitsausschuss beschlossen ein ergänzendes Arbeitspapier auszuarbeiten, um wichtige Hinweise zur Planung und Anwendbarkeit, Pflege und Instandhaltung von ingenieurbilogischen Bauweisen festzuhalten. Die Form des RVS-Arbeitspapiers wurde gewählt, um die vielfältigen Ausführungsmöglichkeiten der ingenieurbilogischen Bauweisen nicht einzuschränken. Im RVS-Arbeitspapier Nr. 37 „Ingenieurbilogische Bauweisen, Planung und Instandhaltung“ werden die Ziele und die typischen Anwendungsfälle einzelner ingenieurbilogischer Bautypen beschrieben sowie nützliche Hinweise für deren Planung gegeben.

Die RVS-Richtlinie o8.80.01 und das RVS-Arbeitspapier Nr. 37 sind in Zusammenhang mit dem jeweils anderen anzuwenden.

Überblick der Regelwerke zur Ingenieurbilogie des AA VU16

- RVS o8.80.01 „Ingenieurbilogische Bauweisen“

Diese RVS-Richtlinie beinhaltet die technischen Vertragsbedingungen ingenieurbilogischer Maßnahmen und Bautypen.

- RVS-Arbeitspapier Nr. 37 „Ingenieurbilogische Bauweisen, Planung und Instandhaltung“

Dieses RVS-Arbeitspapier beinhaltet Leitlinien zur Planung und Anwendbarkeit, Pflege und Instandhaltung ingenieurbilogischer Maßnahmen und Bautypen.

Ein Blick in die Regelwerke

- RVS-Richtlinie o8.80.01 „Ingenieurbilogische Bauweisen“

- Begriffsbestimmungen

- Allgemeines – Material, Verpackungsmaterial und Reststoffe, Bauablauf, Dokumentation, Übernahmefähiger Zustand

- Aufzählung Ingenieurbilogischer Bautypen
 - Material, Ausführung, Prüfung (Übernahmekriterien)

- RVS-Arbeitspapier Nr. 37 „Ingenieurbilogische Bauweisen, Planung und Instandhaltung“

- Allgemeine Planungshinweise und Planungsgrundsätze

- Funktionen ingenieurbilogischer Bauweisen – Wirkungen der Bauweisen, Nachsorge und Pflege

- Aufzählung Ingenieurbilogischer Bautypen
 - Ziele der Bauweise, Anwendungsbereich, Planungshinweise, Nachsorge und Pflege.

Dipl.-Ing. Christina Schmidt, BSc.
christina.schmidt@pippich.at

FSV Preis

Im Rahmen der FSV-Tagung „FSV-Preis 2023 – wir gehen neue Wege, die Jugend geht mit“ bekamen sechs Master-/Diplomarbeiten bzw. Dissertationen, die sich mit verkehrsrelevanten Themen beschäftigen, einen Preis verliehen.

Die Verleihung der Preise erfolgte im November 2023. Aus den Einreichungen stellen wir heute zwei prämierte Arbeiten vor:

Innovative Zustandserfassung des erweiterten Fahrwegs mittels LiDAR-Scanner

Die derzeit vorstattengehende Entwicklung am Eisenbahnsektor in der Form von vor allem stark steigendem Personenverkehr ist äußerst begrüßenswert, birgt jedoch auch große Herausforderungen. Steigende Zugzahlen und höhere Belastungen bedeuten mehr Verschleiß für den Fahrweg bei immer weniger und kürzer werdenden Sperrpausen für Monitoring-, Instandhaltungs- und Reinvestitionsmaßnahmen bedingt durch hohe Pünktlichkeitsanforderungen. Deshalb ist die effektive und effiziente Zustandserfassung und -beschreibung der einzelnen Komponenten des Fahrweges für das Funktionieren des Eisenbahnsystems von immenser Bedeutung. Sie bildet die Grundlage für die Planung der Instandhaltungsmaßnahmen und ermöglicht somit die Aufrechterhaltung einer hohen Fahrwegqualität. Zum heutigen Stand werden zur Zustandsbeschreibung des Fahrwegs verschiedenste Technologien eingesetzt, welche fortlaufend verbessert und evaluiert werden. Diese Messtechnologien erzeugen jene Rohdaten, auf Grundlage derer mithilfe von entwickelten Analysemethoden komponentenspezifische und gesamtheitliche Zustandsbeschreibungen erfolgen. Die LiDAR-Technologie (Light Detection And Ranging) ist überwiegend noch kein fester Bestandteil der angewandten Messmethoden, scheint aber ein großes Potenzial zu besitzen, sich als Messtechnologie im Eisenbahnwesen zu etablieren.

In der Arbeit werden eingangs die Randbedingungen und Systemeigenschaften der LiDAR-Technologie analysiert. Hierbei ist vor allem die Einsatzmöglichkeit am Standardmesswagen und

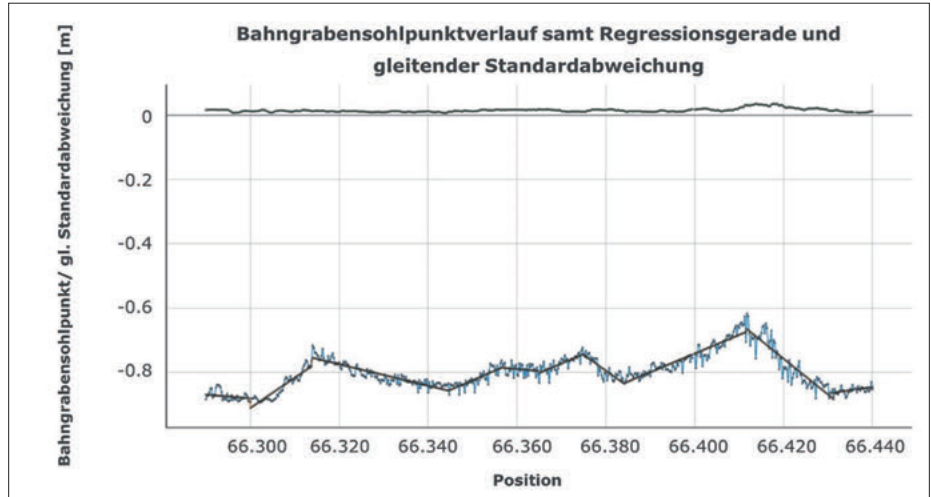


Bild 3: Verlauf des Bahngrabens in Längsrichtung

die ausreichende Genauigkeit als positive Eigenschaft zu nennen. Aufbauend auf den Erkenntnissen aus der Technologieanalyse wird eine Potenzialanalyse der LiDAR-Technologie zur Zustandsbeschreibung des erweiterten Fahrwegs und insbesondere des Bahngrabens durchgeführt. Dazu wird eine Bewertungsmethodik erstellt, welche verschiedene Faktoren des erweiterten Fahrwegs beschreibt und in weiterer Folge mit Daten des Georadars und in-situ Beobachtungen überprüft wird. Dabei kann im ersten Schritt mithilfe geometrischer Auswertungen der 3D-Punktewolke an jedem Gleisquerschnitt das Vorhandensein eines Bahngrabens basierend auf der geometrischen Form des Regelbahngrabens überprüft werden. Bei Vorhandensein eines Bahngrabens werden mit verschiedenen Beurteilungskriterien die Verunreinigung und die Unebenheit des Bahngrabens sowie der Bewuchs im Bahngraben evaluiert. Aufgrund der Systemeigenschaften des Messinstruments und somit der Merkmale der Messdaten ist es darüber hinaus möglich, stehendes Wasser im Bahngraben zu detektieren. Dies ist von großer Bedeutung, da stehendes Wasser auf ein nicht funktionsfähiges Entwässerungssystem hinweist, was wiederum gravierende Auswirkungen auf die Gleislage haben kann. Für offene Entwässerungsanlagen ist es zusätzlich essentiell, dass Mindestneigungen und die richtige Anordnung von Hoch- und Tiefpunkten eingehalten werden. Aufgrund der

Dateneigenschaften ist es nicht möglich, Längsneigungen der Bahngräben zu überprüfen, da die Messpunkte relative Abstände zur Schienenoberkante darstellen. Absolute Höhenkoordinaten bzw. die Information über die Streckenlängsneigung würden dieses Problem lösen. Das Abflussverhalten in Längsrichtung kann jedoch mithilfe der Modellierung des Verlaufs der Bahngrabensohle dahingehend bewertet werden, als dass mögliche Störstellen identifiziert werden können (Bild 3). Zusätzlich zu den beschriebenen Bewertungskriterien kann die Bahngrabenbreite gemessen werden. Dabei gibt die Entwicklung über die Zeit ebenfalls Aufschluss über mögliche Ablagerungen, Verschmutzungen und Vegetation im Bahngraben.

Die Ergebnisse der LiDAR-Datenanalyse werden im nächsten Schritt mit vorhandenen, bewährten Messdaten verschnitten. Die Korrelationsanalyse zwischen den Georadar-Daten und den LiDAR-Burteilungen zeigen, dass leichte Zusammenhänge bestehen. Starke Zusammenhänge sind nicht erwartbar, da die beiden Messsysteme teilweise unterschiedliche Faktoren berücksichtigen. Um jedoch die Bewertungsmethoden weiter zu va-



Dipl.-Ing. Jan Schatzl

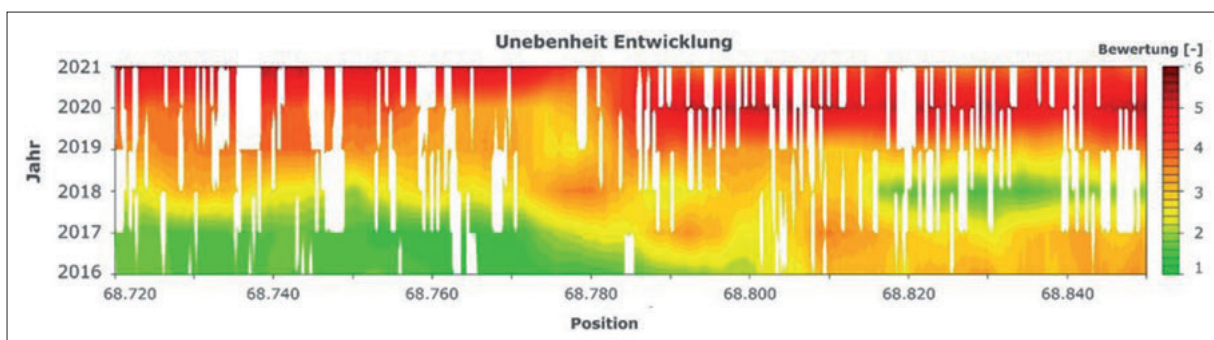


Bild 4: Entwicklung der Unebenheit im Bahngraben an einem beispielhaften Abschnitt

lidieren, werden Detailanalysen an kürzeren Abschnitten durchgeführt. Die Betrachtung der Zustandsentwicklung an einzelnen Streckenabschnitten zeigt, dass die LiDAR-Bewertungsmethode reliable und plausible Ergebnisse liefert. Es können Zustandsentwicklungen nachvollzogen und stabile Auswertungsergebnisse in verschiedenen Messfahrten festgestellt werden. Dabei kann einerseits gezeigt werden, dass bei gleichbleibendem gutem Bahngrabenzustand die LiDAR-Bewertungsmethoden den Bahngraben in diesem Bereich ebenfalls als in einem guten Zustand beschreiben. Andererseits kön-

nen zeitliche Veränderung zum Beispiel in der Unebenheit des Bahngrabens festgestellt und gezeigt werden (Bild 4).

Die verwendeten Methoden sind zweifelsfrei nicht ausgereift, trotzdem können valide Ergebnisse erzielt werden. Aus diesem Grund kann der LiDAR-Technologie unter der Voraussetzung von weiterführenden, tiefgreifenden Forschungen ein sehr großes Potenzial zur Zustandsbeschreibung des erweiterten Fahrwegs zugeschrieben werden.

Dipl.-Ing. Jan Schatzl, BSc.
jan.schatzl@tugraz.at

Weiterentwicklung des zustandsabhängigen Gleisstopfverfahrens

Mit der kontinuierlichen Zunahme des Personen- und Güterverkehrs auf der Schiene wird die Instandhaltung von Schottergleisen zu einer immer anspruchsvolleren Aufgabe. Heutzutage wird ein Großteil der Gleisinstandhaltungsarbeiten mit modernen Stopfmaschinen durchgeführt. Das Verfahren des Hebens, Nivellierens und des Asynchron-Gleichdruck-Stopfens liefert nachweislich optimale Ergebnisse im Hinblick auf die kontinuierliche Schotterverdichtung und die Wiederherstellung der ursprünglichen Gleisgeometrie. Die aus wirtschaftlicher Sicht wünschenswerteste Methode der Gleisinstandhaltung ist zustandsorientiert, wobei die entscheidenden Parameter an den vorgefundenen Gleiszustand angepasst werden sollten. Moderne Stopfmaschinen arbeiten jedoch mit vorher definierter Stopfparameterkombination, wobei nur wenige Parameter an den Schotterbettzustand angepasst werden.

Die im Rahmen dieser Arbeit durchgeführten Untersuchungen befassen sich mit den Grundlagen des Stopfprozesses und den bodenmechanischen Aspekten der Schotterverdichtung. Dazu wurde eine umfassende Untersuchung des Stopfprozesses bei regelmäßiger Gleisinstandhaltung in unterschiedlichen Schotterzuständen durchgeführt, wobei vor allem die Wechselwirkung zwischen Stopfpickel und Schottermatrix bei der Schotterverdichtung im Vordergrund steht. Erstmals werden diese beiden Komponenten auf einer Schwingungszykluskala betrachtet und eine neue Methode zur Messung und Interpretation ihrer Kraft-Verformungs-Beziehung in Form eines Arbeitsdiagramms entwickelt. Diese Darstellung ermöglicht es, Stopfkenngößen wie Reaktionskraft und Verdichtungsenergie, die sich aus einem gegebenen Satz von Stopfparametern ergeben, zu bestimmen. Der Vergleich der Stopfkenngößen zwischen Stopfmaschineneinsätzen an verschiedenen Standorten ermöglichte eine eindeutige Identifizierung des Schotterbettzustandes aufgrund seiner Wechselwirkung mit dem Stopfpickel. Diese Erkenntnis bildet die Grundlage für die künftige Entwicklung eines zustandsabhängigen Stopfverfahrens, bei dem die Stopfparameter an den von der Maschine wäh-

rend des Stopfens gemessenen Schotterzustand angepasst werden.

Der unwiderlegbare Beweis für einen periodischen Kontaktverlust zwischen Stopfpickel und Schottermatrix wird anhand der aus den Arbeitsdiagrammen gewonnenen Kontaktpunkte erbracht.

Das Vorhandensein dieser kontaktlosen Phase in jedem Vibrationszyklus verringert den Schotterverschleiß und hat einen positiven Einfluss auf die Verdichtung. Bodendynamisches Verhalten des Gleisschotters während der Verdichtung wurde untersucht und In-situ-Versuche wurden durchgeführt, um eine qualitative Beschreibung der temporären dynamische Fluidisierung des Gleisschotterkorngerüsts zu ermöglichen, ein Phänomen, das bei der Verdichtung von neuem Schotter durch Stopfaggregat und dynamischen Gleisstabilisator eine entscheidende Rolle spielt. Es wurde eine numerische Simulation der Wechselwirkung zwischen Stopfpickel und Schottermatrix während der Verdichtung entwickelt, die es ermöglicht, die kontinuierliche Verschmutzung des Gleisschotters durch die Anpassung eines einzigen Parameters – der elastischen Steifigkeit des Schottermodells – zu modellieren. Die Kalibrierung des Modells wurde anhand von In-situ-Messergebnissen durchgeführt und für eine umfassende Untersuchung der Stopfparameter und ihrer Auswirkungen auf das Arbeitsdiagramm und auf Stopfkenngößen genutzt.

Das in dieser Arbeit vorgestellte Messsystem und der Analysealgorithmus bieten die Möglichkeit, das Stopfaggregat aus der Gleisinstandhaltung in ein intelligentes Stopfwerkzeug umzuwandeln und aufzurüsten, was zu einer Optimierung des Stopfprozesses und einer Verlängerung der Lebensdauer des Schotters führt, während die Qualität des gesamten Gleissystems erhöht wird.

Dipl.-Ing. Dr. Olja Barbir
olja.barbir@plassertheurer.com



Dipl.-Ing. Dr. Olja Barbir

Kommende Veranstaltungen und Seminare

FSV-Tagung

FSV-Verkehrstag 2024 mit Fachausstellung
20.6.2024
Vienna Marriott Hotel, 1010 Wien

FSV-Infonachmittage

Rad- und Fußgängerverkehr
11.3.2024
FSV, 1040 Wien

Ländliche Straßen – Güterwege, Spurwege

14.3.2024
FSV, 1040 Wien und Webinar

FSV-Schulungen

Die richtige Absicherung von Baustellen im Straßenbereich
27.2.2024
FSV, 1040 Wien

Nähere Informationen zu diesen und weiteren Veranstaltungen und eine Online-Anmelde-möglichkeit finden Sie auf unserer Homepage www.fsv.at.

In der nächsten Ausgabe ...

... erwartet Sie ein Bericht über halbstarre Deckschichten.

FSV-aktuell Straße:

„Österreich-Teil“ und offizielles Organ des Bereichs Straße der Österreichischen Forschungsgesellschaft Straße – Schiene – Verkehr (FSV)

FSV-Geschäftsstelle:

A-1040 Wien, Karlsgasse 5
Tel.: +43 1 58 55 567
Fax: +43 1 58 55 567-99
E-Mail: office@fsv.at
<http://www.fsv.at>

Schriftleitung:

DI (FH) DI Ehrenfried Lepuschitz
(Kommentare, Anregungen, Beitragsideen usw. erwünscht!)

Weitere Informationen und Bestellmöglichkeit der Publikationen der FSV auf www.fsv.at.

Bei Bestellungen im EU-Raum bitte Ihre UID bekannt geben (in Deutschland = DE + 9 Ziffern).

Abonnementpreis

der Zeitschriften
Straßenverkehrstechnik sowie
Straße und Autobahn

für FSV-Mitglieder ermäßigt!