

Sehr geehrte/r Leserin, Leser!

Für 2025 sind in der FSV wieder einige Ziele gesetzt worden. Ergänzend zur Veröffentlichung der Standardisierten Leistungsbeschreibung Verkehr und Infrastruktur (LB-VI) Version 7 wird das Prüfbuch erneuert. Dieses enthält eine umfangreiche Zusammenstellung notwendiger Prüfungen, die sich auf Normen und Richtlinien beziehen und im Sinne der Qualitätssicherung zur Anwendung kommen. Für alle Beteiligten im Bauprozess (Auftraggeber, Auftragnehmer, Planer) entsteht eine transparente Prüfung einiger Prozesse. Zusammen mit unseren Schwesternverbänden in der Schweiz und in Deutschland wurde das neue Forschungsprojekt „Klimacheck Infrastrukturplanung“ begonnen. Kommunale und regionale Verkehrsvorhaben sollen mit klimarelevanten Kriterien bewertbar und damit klimaorientierte Mobilitätsplanungen in allen Ebenen forciert werden. Früher als gewohnt wird heuer die größte Veranstaltung im Verkehrswesen stattfinden, bereits am 6. Mai gastiert die Österreichische Forschungsgesellschaft Straße - Schiene - Verkehr im Marriott Hotel auf der Wiener Ringstraße. Die zugehörige Fachausstellung und das Rahmenprogramm enthalten wieder hochkarätige Vorstellungen. Wir bitten Sie sich bald anzumelden, am besten über unsere Homepage www.fsv.at.

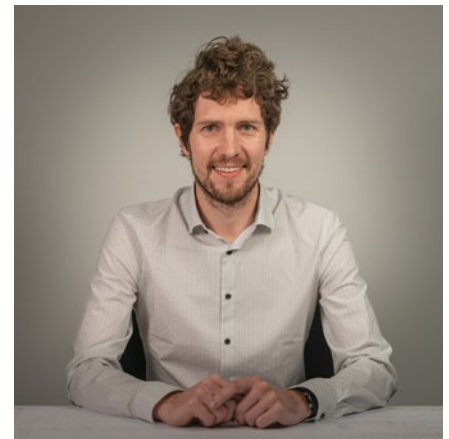


Dipl.-Ing. Martin Car
Generalsekretär der FSV

Beurteilung von Bahntrassen durch Inversion von Dispersionskurven

Im Zuge der Gleisinstandhaltung wird die Gleislage durch kombinierte Hebe-, Richt- und Stopfmaschinen korrigiert. Durch lokale Auflockerungen des Oberbauschotter im Zuge des Stopfprozesses wird dabei der Querverschiebewiderstand herabgesetzt, was sich negativ auf die Verwerfungssicherheit des Gleises auswirkt. Um Langsamfahrstellen nach der Instandhaltung zu vermeiden, wird der Schotter nach der Gleislagekorrektur oftmals mit dem Dynamischen Gleisstabilisator (DGS) verdichtet. Im Sinne einer Qualitätssicherung soll der Verdichtungserfolg dieser Maßnahme überprüft und aufgezeichnet werden. Es existiert jedoch keine Methode, mit der die Verdichtungskontrolle zum einen prozessintegriert und flächendeckend und zum anderen für die verschiedenen Schichten des Gleiskörpers getrennt (also über die Tiefe differenziert) durchgeführt werden kann. Deshalb wurde in meiner Masterarbeit ein Verfahren vorgestellt und untersucht, welches diese beiden Anforderungen erfüllen soll.

Das untersuchte Verfahren stammt ursprünglich aus der Seismik und wird dort zur Untergrunderkundung und Erdbebenlokalisierung eingesetzt: Seismische Oberflächenwellen werden von Sensor-Array-Messeinrichtungen erfasst und Dispersionskurven (also der Zusammenhang zwischen Frequenz und Ausbreitungsgeschwindigkeit der Wellen) abgeleitet. Durch Inversion der Dispersionskurven kann auf den Schichtaufbau und die Steifigkeiten des Untergrunds geschlossen werden. Für die genannte Problemstellung musste zum einen eine Messvorrichtung entworfen werden, die während der Fahrt des Schienenfahrzeugs kontinuierlich Oberflächenwellen anregt und diese mit einem geeigneten Sensor-Array misst.



Dipl.-Ing. Georg Wagner

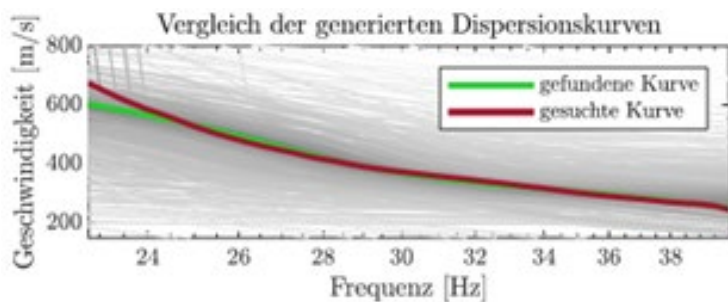
Zum anderen musste ein geeigneter Auswertungsalgorithmus entwickelt werden, mit dem Dispersionskurven berechnet und durch Inversion derselben Bodenprofile abgeleitet werden können.

Messvorrichtung und Versuchsdurchführung

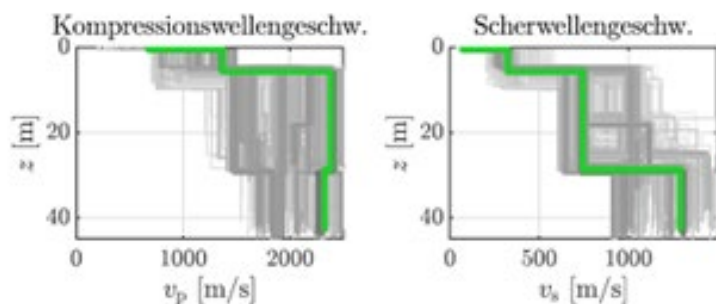
Das Ziel der Arbeit war die Entwicklung einer neuartigen Methode zur Verdichtungskontrolle im Gleisbau mit einem Verfahren aus der Seismik, der sogenannten Multi-channel Analysis of Surface Waves (MASW). Die Messauswertung erfolgt in mehreren Schritten (Erfassung der Signale, Berechnung einer Dispersionskurve, Inversion der Dispersionskurve zur Ableitung von Bodenprofilen). Da dies prozessintegriert – also in Echtzeit – umgesetzt werden soll, ist der Einsatz verschiedener Software-Lösungen für die einzelnen Schritte nicht geeignet. Aus diesem Grund wurde der gesamte Prozess in einem Matlab-Algorithmus automatisiert.



1: Messvorrichtung mit Schlagvorrichtung auf der ersten Achse (links) und drei Messachsen mit Beschleunigungsaufnehmern (S1 bis S6)



2: Ergebnisse der Inversion einer Dispersionskurve: In grün jenes Bodenprofil und die dazugehörige Dispersionskurve mit der besten Übereinstimmung zur gemessenen Dispersionskurve (rot)



Die Messvorrichtung besteht aus vier Radachsen, die über Stahlstangen gelenkig verbunden sind und von einem Schienenfahrzeug über das Gleis gezogen werden (vgl. Abbildung 1). Auf der ersten Achse befindet sich eine Schlagvorrichtung, die durch ein Fallgewicht Oberflächenwellen im Gleiskörper anregt. Die restlichen Achsen dienen der Montage von jeweils zwei Beschleunigungsaufnehmern zur Erfassung und weiteren Verarbeitung der Oberflächenwellen. Bei der Hauptuntersuchung auf einem Versuchsgleis in Linz konnten Messdaten in einer ausreichend guten Qualität gewonnen werden, um den Auswertungsprozess zu simulieren und Aussagen über die Eignung des Verfahrens zur Verdichtungskontrolle treffen zu können.

Ergebnisse und Erkenntnisse

Mit dem entwickelten Messverfahren konnten Dispersionskurven der generierten Oberflächenwellen berechnet werden. Durch Inversion dieser Dispersionskurven war es möglich, Bodenprofile mit Schichtgrenzen und Steifigkeiten der einzelnen Schichten abzuleiten (vgl. Abbildung 2). Diese Steifigkeiten können in weiterer Folge als Kennwerte der indirekten Verdichtungskontrolle herangezogen werden.

Da das entwickelte Messverfahren erstmals getestet wurde, konnten einige Problemfelder identifiziert und Verbesserungsvorschläge für die weiterführende Forschung und Umsetzung getroffen werden: Vor allem während der Fahrt über das Gleis treten starke Störsignale auf, deren

Ursachen mit den vorliegenden Messdaten nicht final geklärt werden konnten. Hier ist weiterer Forschungsbedarf gegeben.

Außerdem haben die Messachsen jeweils denselben Abstand zueinander. Dieser Umstand stellte sich als besonders problematisch heraus, da dadurch der untersuchbare Frequenzbereich der Oberflächenwellen stark eingeschränkt wird und in weiterer Folge die Kennwerte der abgeleiteten Bodenprofile zunehmend streuen. Es wurde daher eine optimierte Geometrie entwickelt, die mittlerweile umgesetzt und getestet wurde.

Schlussfolgerungen

Die untersuchte Methode zur Verdichtungskontrolle im Gleisbau mittels Analyse von seismischen Oberflächenwellen befindet sich noch im Entwicklungsstadium. Weitere Forschungstätigkeiten erscheinen vielversprechend, da mit der eingereichten Arbeit die Grundlagen und weitere Verbesserungsmöglichkeiten für ein flächendeckendes und prozessintegriertes System zur Verdichtungskontrolle im Gleisbau dargelegt werden konnten. Ein solches System besteht bis dato nicht und könnte durch eine umfassende Qualitätskontrolle der Verdichtungsarbeiten den Instandhaltungsprozess im Bahnbau maßgeblich verbessern.

Dipl.-Ing. Georg Wagner
Beim FSV-Preis 2024 wurde die Diplomarbeit von Dipl.-Ing. Georg Wagner im November 2024 prämiert.

Veranstaltungen und Seminare

FSV-Tagung

FSV-Verkehrstag 2025 mit Fachausstellung

06.05.2025

Vienna Marriott Hotel, 1010 Wien

FSV-Schulungen:

Brückeninspektoren - Basislehrgang

24.-26.03.2025

FSV, 1040 Wien

Brückeninspektoren - Aufbaulehrgang

22.-24.04.2025

FSV, 1040 Wien

Gewässerschutzanlagen Ursache - Funktion - Wirkung

21.-22.05.2025

FSV, 1040 Wien

Nähere Informationen zu diesen und weiteren Veranstaltungen, und eine Online-Anmeldemöglichkeit finden Sie auf unserer Homepage unter www.fsv.at.

FSV-AKTUELL SCHIENE

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

FSV-Geschäftsstelle:

A-1040 Wien, Karlsgasse 5

Tel.: +43 1 5855567 ·

Fax: +43 1 5855567 - 99

E-Mail: office@fsv.at · <http://www.fsv.at>

Schriftleitung:

DI(FH) DI Ehrenfried Lepuschitz

(Kommentare, Anregungen, Beitragsideen etc. 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), da Sie so die MwSt. sparen können.

Abonnementpreis der Zeitschrift ETR – Eisenbahntechnische Rundschau für **FSV-Mitglieder ermäßigt!**