



ERKENNTNISSE AUS MESSUNGEN AM DYNAMISCHEN GLEISSTABILISATOR

Bei Gleisen mit Schotteroberbau ist es notwendig, die Soll-Lage des Gleises durch Heben, Richten und Stopfen in regelmäßigen zeitlichen Abständen wiederherzustellen [1]. Durch den Stopfprozess wird der statische Querverschiebewiderstand der Einzelschwellen (QVW) und somit auch die Verwerfungssicherheit des Gleises reduziert, bzw. ist in manchen Fällen (z.B. bei Abschnitten mit hohen Streckenlasten oder Zuggeschwindigkeiten) ein erhöhtes Entgleisungsrisiko gegeben [1, 2]. Dementsprechend sind nach einem Stopfvorgang Langsamfahrstellen anzuordnen, bis der Gleisschotter aufgrund der Verkehrslasten ausreichend verdichtet und der QVW wieder gegeben ist [1]. Diese Langsamfahrstellen können vermieden werden, indem im Anschluss an den Stopfvorgang eine Verdichtung des Gleisschotters mit dem dynamischen Gleisstabilisator (DGS) oder Vorkopf- und Zwischenfachverdichtern erfolgt [1].

Ob bzw. wie erfolgreich der Verdichtungsprozess ist, kann derzeit nur mit zeitaufwändigen statischen QVW-Versuchen an Einzelschwellen überprüft werden. Im Hinblick auf die im Erd- und Dammbau übliche flächendeckende Dynamische Verdichtungskontrolle (FDVK) bei dynamischen Walzen, erscheint die Entwicklung eines ähnlichen Systems für den dynamischen Gleisstabilisator sinnvoll. Um beurteilen zu können, ob tatsächlich ein verdichtungszustandsabhängiges Bewegungsverhalten des DGS vorliegt, welches Voraussetzung für die Entwicklung eines objektiven, arbeitsintegrierten und flächendeckenden Messsystems zur Beurteilung der Schotterverdichtung ist, wurde von der Fa. *Plasser & Theurer* in Zusammenarbeit mit dem Institut für Geotechnik (Forschungsbereich Grundbau,- Boden und Felsmechanik) der *TU Wien* ein Forschungsprojekt initiiert.

Datenaufbereitung und -analyse

Neben den erhobenen Beschleunigungsmessdaten wurden für die weitere Analyse auch die Schwinggeschwindigkeiten und Schwingwege des DGS bzw. der Schwelle benötigt. Diese wurden mittels numerischer Integration im Zeitbereich ermittelt, wobei tiefe (Stör-)Frequenzen vor jedem Integrationsschritt durch Anwendung eines Hochpassfilters entfernt wurden. Nach einem Vergleich verschiedener Filter und Grenzfrequenzen wurde ein Butterworthfilter 6. Ordnung mit einer Grenzfrequenz von 9 Hz gewählt. Anhand der gemessenen Beschleunigungen und den daraus ermittelten Schwinggeschwindigkeits-, und Schwingwegverläufen wurden für jede Überfahrt des DGS folgende Kenngrößen ermittelt:

- Beschleunigungs-, Schwinggeschwindigkeits- und Schwingwegamplituden in Horizontal- und Vertikalrichtung
- Bewegungsfigur in der Ebene der dominanten Bewegungsrichtungen (Horizontal- und Vertikalverschiebung für den Zeitraum von jeweils zehn Unwuchtumdrehungen)
- Vertikale Lage des dynamischen Rotationszentrums (Momentanpol) des DGS und der Schwelle

Zusätzlich wurde anhand der Frequenzvariation am Stand der Amplitudenfrequenzgang für den DGS und die instrumentierte Schwelle ermittelt. Durch eine Betrachtung der Phasendifferenz zwischen Erregerkraft (Unwuchtschwingung) und der horizontalen Schwellenbeschleunigung konnte eine messtechnische Möglichkeit zur Bestimmung der Transversalwellenlänge und (aufgrund der bekannten Erregerfrequenz) somit der Transversalwellengeschwindigkeit des Gleisrosts aufgezeigt werden. Da im Zuge der Versuche keine Weginformation (z. B. mittels GPS-Signal) erhoben wurde, wurde dieser Ansatz im Zuge der Diplomarbeit allerdings nicht detaillierter untersucht.

Ergebnisse

Im Zuge eines Vergleichs der jeweiligen Kenngrößen für die Überfahrten auf dichtem (initiale Überfahrt), aufgelockertem (nach Stopfen) und einmalig verdichtetem Schotter konnten verdichtungsabhängige Kenngrößen identifiziert werden. Hierbei wurden die horizontalen Verschiebungsamplituden des DGS und der Schwelle, die vertikalen Beschleunigungsamplituden des DGS und die vertikale Lage des dynamischen Rotationszentrums der Schwelle sowie die Bewegungsfigur des DGS in der Ebene der dominanten Bewegungsrichtungen vom Verdichtungszustand des Schotters beeinflusst. Die

Entwicklung der horizontalen Verschiebungsamplituden der Schwelle stimmt insbesondere gut mit der bekannten Abhängigkeit des QVW vom Verdichtungszustand des Gleisschotters überein (geringere Verschiebungsamplituden bei dichtem Schotter, bei üblicherweise höherem QVW). Dieses Verhalten beeinflusst ebenfalls die vertikale Lage des dynamischen Rotationszentrums der Schwelle, welches bei dichtem Schotter weniger weit von der Messebene entfernt liegt als bei lockerem Schotter.

Tabelle 1: Vergleich der durchschnittlichen Horizontalverschiebungsamplitude des DGS und der max. Horizontalverschiebungsamplitude der Schwelle für die Versuchsfahrten.

Sensor	Ist-Zustand vor Stopfen	1. Fahrt nach Stopfen	2. Fahrt nach Stopfen
DGS-y (\bar{y}_d)	1,59 mm	1,52 mm	1,54 mm
Schwelle-y (\bar{y}_{d_max})	0,86 mm	1,03 mm	0,91 mm

Die ermittelten Ergebnisse deuten darauf hin, dass das Bewegungsverhalten von Schwelle und DGS vom Verdichtungszustand des Gleisschotters abhängt. Eine Weiterentwicklung des DGS vom reinen Verdichtungsgerät zu einem Verdichtungs- und Messgerät mit der Fähigkeit zur flächendeckenden dynamischen Verdichtungskontrolle erscheint daher (nach einer dynamischen Entkoppelung vom Maschinenrahmen) erfolgsversprechend. Die entsprechenden Grundlagen sollen in einem derzeit laufenden Folgeprojekt zwischen der Fa. *Plasser & Theurer* und der *TU Wien* erarbeitet werden.

Literatur

- [1] B. Lichtberger, Handbuch Gleis: Unterbau, Oberbau, Instandhaltung, Wirtschaftlichkeit., Eurailpress, 2010.
- [2] W. Glawischnig und R. Klaus, „Dynamischer Gleisstabilisator. Festigkeit durch Vibration.“, Fa. Plasser & Theurer, 1976.