

Grossversuch Schwellen bei ungünstigem Untergrund

Management Summary

Im Auftrag der Allianz Fahrweg Normalspur für die Allianz Fahrweg Normalspur

Version	Erstelldatum	Änderungen	Autor(en)	Freigabe
V1.0	16.06.2022	-	M. Niklaus	FB FB, 24.06.22

Inhaltsverzeichnis

1	Management Summary	3
2	Anhang	6

1 Management Summary

Das vorliegende Management Summary soll den Grossversuch TUM würdigen. Es gibt einen kurzen Einblick über die Versuche. Fokus in diesem Summary sind die Erkenntnisse aus den Versuchen und eine Beurteilung, in welcher Form die Erkenntnisse in den Investitionsentscheid Unterbau und die Wahl des Oberbaus (Schwellentyp) einfließen können. Es werden dabei auch die Anforderungen des BAV berücksichtigt und ein Bezug zu diesen Handlungsfeldern gemacht (Literaturstudie, Arbeitsgruppe zu investitionsentscheidenden Kriterien). Auch gibt das Summary einen Ausblick zum möglichen weiteren Vorgehen.

1.1 Ausgangslage & Ziel

Die SBB, sowie die ÖBB haben beobachtet, dass ursprünglich unauffällige Gleisabschnitte mit Holzschwellenrost beim Umbau auf Betonschwellen zu Mud-Pumping neigen und unterhaltintensiver werden. Darum sollten die Eigenschaften der Holzschwellen und der Betonschwelle bei ungünstigem Unterbau und dieses Phänomen des Mud-Pumping in einem Grossversuch im Labor nachgebildet und gemessen werden. Mit den Erkenntnissen und Messungen, soll die Investitionspraxis untermauert und eine möglichst ideale langlebige Alternative zur Holzschwellen definiert werden. Um die möglichen Variablen und Komplexität im Gleiskörper zu reduzieren sollte ein Grossversuch im Labor durchgeführt werden. Dabei sollten Holz- und Betonschwellen als auch bebohlte Betonschwellen getestet werden.

Mit den Vorversuchen der TU Graz konnte Bodenverflüssigung bei sehr kritischen Böden im Labor nachgewiesen werden.

1.2 Herangehensweise

Im Grossversuch der TUM sollte ein gemischtkörniger Boden mit einer Restnutzungsdauer eingebaut werden. Die Versuchsanlage sollte so realitätsnah wie möglich aufgebaut und bewittert werden. Die Versuche waren so zu dokumentieren, dass sie jederzeit reproduziert oder gezielt angepasst werden konnten.

1.3 Ergebnisse

- In den Versuchen mit den Oberbaumaterialien wurden auch die Eigenschaften von Holzschwellen gemessen, um einen Bezug zur positiven Auswirkung auf den Unterbau zu ermöglichen.
- In den Versuchen am Oberbau und Bodenmaterial konnten zumindest teilweise realitätsnahe Bedingungen mit Beanspruchung und Niederschlag geschaffen werden. Die Versuche und deren Aufbau wurden soweit dokumentiert, dass eine Reproduktion oder Weiterentwicklung möglich ist.

- Mit den Vorversuchen im Schotterkasten konnte die Entmischung und die Entstehung einer neuen Schicht gemessen werden. Die untersuchten Kornverteilungen wiesen signifikante Unterschiede im eingebauten verglichen zum ausgebauten Material auf.
- Die Setzungen der Holz-, Betonschwellen und besohlter Betonschwellen im Grossversuch verliefen ähnlich. Im Grossversuch konnte keine signifikant unterschiedliche Entmischung an den Schichtgrenzen resp. Verschmutzung des Schotterbetts zwischen Holz-, Betonschwellen und besohlter Betonschwellen nachgewiesen werden.
- Die relativ dicke Schotterschicht von 40 cm wirkt sich vermutlich so positiv auf das Verhalten des Gleisrosts aus, dass sich das erwartete unterschiedliche Verhalten bezüglich Setzungen und Entmischung nicht beobachtet werden konnte.
- Der heutige Kenntnisstand erlaubt noch nicht die Realität im Labor nachzubauen. Die Alterung resp. Nutzungsdauer des Bodenmaterials konnte nicht quantifiziert werden.
- Die Versuchsergebnisse erlauben keine Empfehlungen zur Wahl der Oberbauform
- Erkannte Verbesserungsmöglichkeiten für den Versuchsaufbau:
 - Reduktion der Schotterbettdicke auf 30 cm
 - Einbau einer verschmutzten Schotterbasis
 - Reduktion der Verdichtung des Bodenmaterials
 - Optimierung der Einbaubedingungen mit einer grösseren Anzahl kleinerer Versuche
 - Anregungen/Belastungen basierend auf EN16730, Vibrogir-Versuch
 - Berücksichtigung des Zuglastverlaufs inkl. Abhebewelle und der dabei entstehenden Horizontalkräfte (Vergrösserung des Versuchs auf 6 – 10 Schwellen)

1.4 Diskussion & Schlussfolgerungen

Anwendungen für Bahnen:

- Die anfängliche Verdichtung der Foundationsschicht ist vermutlich relevant für die schädigende Wirkung des Wassers. Die Bahnen sollten während dem Umbau die erreichte Verdichtung kontrollieren und allenfalls die Verdichtungsenergie steigern. Potential hätte eine auf der Maschine integrierte Verdichtungskontrolle, welche Verdichtungs- und Zeitaufwand optimieren könnte.
- Die bessere Kraftverteilung von einer höheren Schotterbettdicke wirkt sich bei ungünstigem Unterbau schadenverzögernd aus. Die minimale Regeldicke der Schotterbetts von 30 cm für Gleise mit Belastung grösser als 15'000 GBRt/T sollte auch auf offener Strecke nicht unterschritten werden.
- Der simulierte ungünstige Schichtaufbau mit einer Schadenfolge deutlich unter den Erwartungen bestätigt das Potential, dass bei einigen Böden beim Einbau von Betonschwellen auf die Unterbausanierung verzichtet werden kann.
- Zur Dokumentation des Investitionsentscheids ergeben sich keine neuen Erkenntnisse. Die Bahnen sollten darum alle Gleise vor der Erneuerung geotechnisch untersuchen (vgl. Punkt oben). Sofern die Literaturrecherche ebenfalls keine neuen Ansätze zur Beurteilung der Nutzungsdauer aufzeigt, gewinnt die chronologische Dokumentation des Zustands des Schichtaufbaus zunehmende Bedeutung. Die SBB hat die geotechnischen Detaildaten der letzten 10 Jahre digitalisiert, welche Auswertungen zur Nutzungsdauer erlauben.

Schlussfolgerungen:

- Aufgrund des Sparpotentials erscheint eine weitere Forschung im Labor gerechtfertigt. Dazu sind vermutlich weitere Vorversuche in kleinerem Massstab nötig, um die Einbaubedingungen zu optimieren. Danach ist die Durchführung als
- Grossversuch inkl. realitätsnäher Be-/Entlastung, horizontalen Kräften und reduziertem Einfluss von Randeffekten möglich.
- Messungen im Gleis sind aufgrund der Vielzahl der Parameter und Komplexität der Zusammenhänge (noch) nicht sinnvoll.
- Nutzungsdauer Unterbau/Investitionsentscheid/Diskussion BAV: Bis zum Vorliegen neuer wissenschaftlicher Erkenntnisse kann die geotechnische Liste mit den Detaildaten ausgewertet werden.

2 Anhang

Berichte TUM:

- Bericht Nr. 3653 TUM vom 15. Januar 2018
- Bericht Nr. 3724 TUM vom 11. Mai 2018
- Bericht Nr. 3732 TUM vom 19. Juli 2018
- Bericht Nr. 4131 TUM vom 25. November 2020