

## **Brückentagung 2023**

### **Monitoring der Hochleistungshilfsbrücken der ÖBB für Fahrgeschwindigkeiten von 160 km/h**

**Vortragender:**

Thomas Mack

**von:**

Schimetta Consult ZT GmbH, Linz, Österreich

**Befugnis:**

Bauingenieurwesen, Kulturtechnik und Wasserwirtschaft

**Bauherr / Auftraggeber**

ÖBB-Infrastruktur AG

**Projektbeteiligte:**

Aplica Advanced Solutions GmbH, Wien, Österreich

Maurer SE, München, Deutschland

Position-Control Messtechnik GmbH, Friedrichsthal, Deutschland

Railmonitor ApS, Hinnerup, Dänemark

Revotec ZT GmbH, Wien, Österreich

Trigonos ZT GmbH, Schwaz, Österreich

**Autoren Paper:**

Thomas Mack, Roman Geier

## Projektbeschreibung

### 1. Entwicklung der neuen Hilfsbrückentypen:

In den Jahren 2010 – 2012 wurden neue Hilfsbrücken von SCZ entworfen, da der Bestand an Hilfsbrücken der ÖBB erneuert werden musste. Ebenso war eine Anpassung an den aktuelle Eurocode erforderlich. Im Zuge der Planung wurde entschieden die neuen Hilfsbrückentypen auch für höhere Fahrgeschwindigkeiten auszulegen, da im Baustellenbereich bisher nur Geschwindigkeiten von 80 – 100 km/h erlaubt sind. So kam es zur Namensgebung „Hochleistungshilfsbrücke“.

Es wurden acht Typen von Hilfsbrücken mit den Längen 10,9m bis 29,1m geplant, um die üblichen Kleinbaustellen unter Aufrechterhaltung des Bahnbetriebs abwickeln zu können. Bei der dynamischen Untersuchung hat sich gezeigt, dass bei den Typen ab 18,7m Länge und Fahrgeschwindigkeiten über 120 km/h die dynamische Reaktion des Tragwerks zulässige Grenzwerte für den Fahrkomfort überschreiten können.

Daher war im nächsten Schritt die Entwicklung von Schwingungstilgern, welche für alle Hilfsbrücken Anwendung finden sollten, notwendig. Die Hochleistungshilfsbrücke mit der Länge von 26,5 m (HHB 265) war der erste erstellte Prototyp, welcher im ÖBB-Brückenwerk St. Pölten – Wörth gefertigt wurde.

Die neue Hilfsbrücke HHB 265 besteht aus vier Längsträgern, jeweils in Form von Trägerpaaren und mit Queraussteifungen verbunden. Die beiden Trägerpaare wurden in der Brückenachse hochfest miteinander verschraubt. Die Schienen wurden auf dafür vorgesehenen Querstegen durch Langlöcher befestigt, wodurch eine kleinere Schiefstellung des Tragwerks durch den Einbau vor Ort ausgeglichen werden konnte. Das Tragwerk selbst wiegt rund 80 Tonnen, weist eine Schlankheit von  $L/24$  auf und hält alle gültigen normativen Vorgaben ein.

Dieses neu errichtete Tragwerk wurde anschließend im Jahr 2014 im Brückenwerk mit einem Schwingungserreger der AIT in Resonanz gebracht und alle möglichen Einbauzustände und Funktionen der Schwingungstilger (inkl. Auswirkungen bei einem Defekt) simuliert. In weiterer Folge wurde die Hilfsbrücke auf der Westbahnstrecke im Nahbereich von Vöcklabruck eingebaut und messtechnisch überwacht. Hier waren aufgrund der Lage im Bahnnetz (Bahnhofsnähe) nur Überfahrten mit 100 km/h möglich, weshalb ein vertieftes Monitoring nicht erforderlich war.

### 2. Projekt- und Aufgabenbeschreibung für Einsatz an Haltestelle Rum, Tirol:

Die Haltestelle Rum wurde von 2020 – 2022 generalsaniert. Es wurden die Bahnsteige neu errichtet und auch die Fußgängerunterführung wurde zur Gänze abgetragen und neu erstellt. In diesem Abschnitt befinden sich 2 Gleise zwischen dem Hauptbahnhof Innsbruck und dem Bahnhof Hall in Tirol. Der Gleiskörper befindet sich in einer Geraden. Züge, welche nicht halten, können an dieser Position mit bis oder mehr als den geplanten 160 km/h durchfahren. Somit war dieses Bauvorhaben optimal, um erstmalig die Brückenreaktionen unter diesen Fahrgeschwindigkeiten messtechnisch zu beobachten.

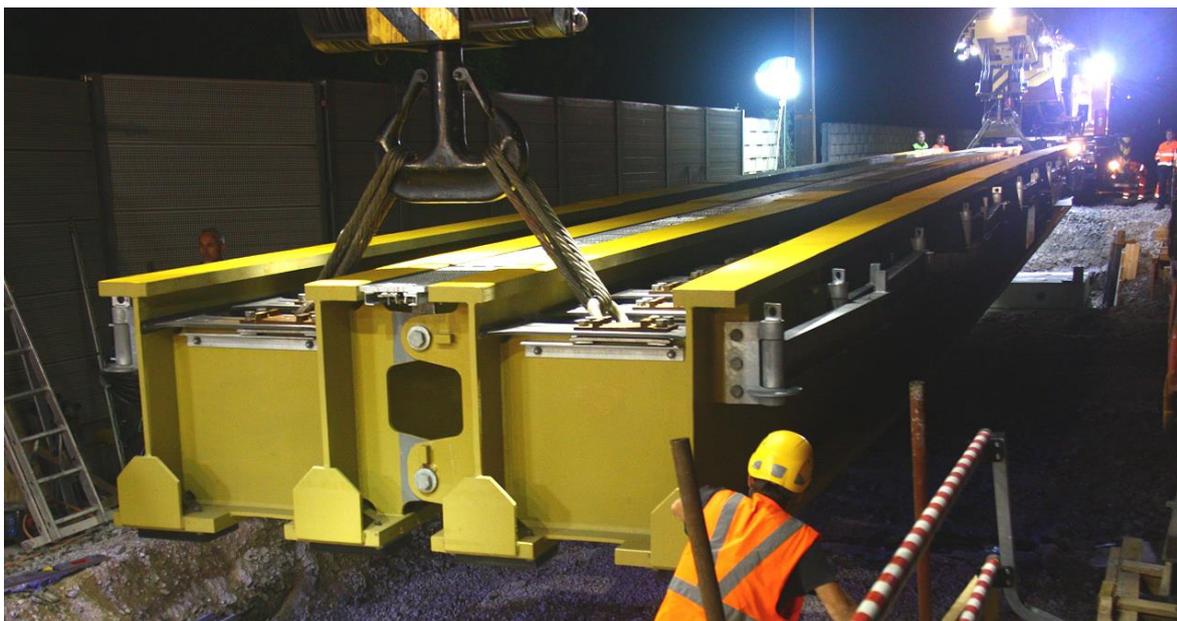
Um diese Geschwindigkeiten zu ermöglichen war es erforderlich das Brückentragwerk in Hinblick auf die bei Überfahrt auftretenden Beschleunigungen zu überwachen, um die Funktion der Schwingungstilger zu erfassen und die gemessenen Schwingbeschleunigungen mit den theoretischen Rechenwerten zu vergleichen. Die Schwingbeschleunigungen sind für Hilfsbrücken mit  $8 \text{ m/s}^2$  begrenzt, um den Fahrkomfort aufrechtzuerhalten und die Sicherheit für den Bahnbetrieb zu gewährleisten.

Zusätzlich waren die Fundamente auf Setzungen und Neigungen zu überwachen. Beim gegenständlichen Bauvorhaben waren diese Bewegungen bereits abgeschlossen und keine größeren Bewegungen

mehr zu erwarten. Der Baubeginn war im Jahr 2020 und wurde mit konventionellen Messmethoden und geodätischen Vermessungen begleitet. Erst Ende 2021 war die Montage des neuen Monitoringsystems geplant und die Schnellfahrten erst für den Spätfrühling 2022 vorgesehen. Somit konnte die Funktion des Setzungs- und Neigungssystem unter stabilen Bedingungen geprüft werden.

Maßgeblich war noch die Überwachung der Gleislage (Verwindung, Rampenneigung, gegenseitige Höhenlage), wobei nicht nur die langfristige Entwicklung der Lage von Interesse war, sondern auch die Detektion von Blindsutten. Dieser Begriff aus der Oberbautechnik beschreibt eine sehr kleine, lokale Einsenkung, welche nur unter Belastung messbar ist. Ohne Belastung ist die Schwelle aufgrund der Zugbandwirkung der Schiene und der Lagerung der benachbarten Schwellen minimal ohne Kontakt mit dem Schotter (schwebend). Erst bei Zugsüberfahrt ergibt sich eine kleine Einsenkung, welche sich unangenehm auf den Fahrkomfort auswirken kann.

Dies ist speziell bei Hilfsbrücken ein Thema, da die Brücke selbst durch die Tiefgründung starr gelagert ist, sich durch die Baumaßnahmen immer Bewegungen und lokale Setzungen ergeben und somit diese Blindsutten auftreten können. Solche wurden früher durch Augenschein während einer Zugsüberfahrt geprüft und wenn vorhanden, wurde die Gleislage durch Stopfen korrigiert. Bei höherer Fahrgeschwindigkeit sind die Grenzwerte noch geringer, weshalb ein Monitoringsystem erforderlich war, welches auch die einzelnen Radsätze erfassen kann, also hochdynamisch misst, und zeitgleich die Datenmenge bearbeitbar bleibt.



Einbau einer HHB 265 im Zuge einer Nachtsperre @SCZ

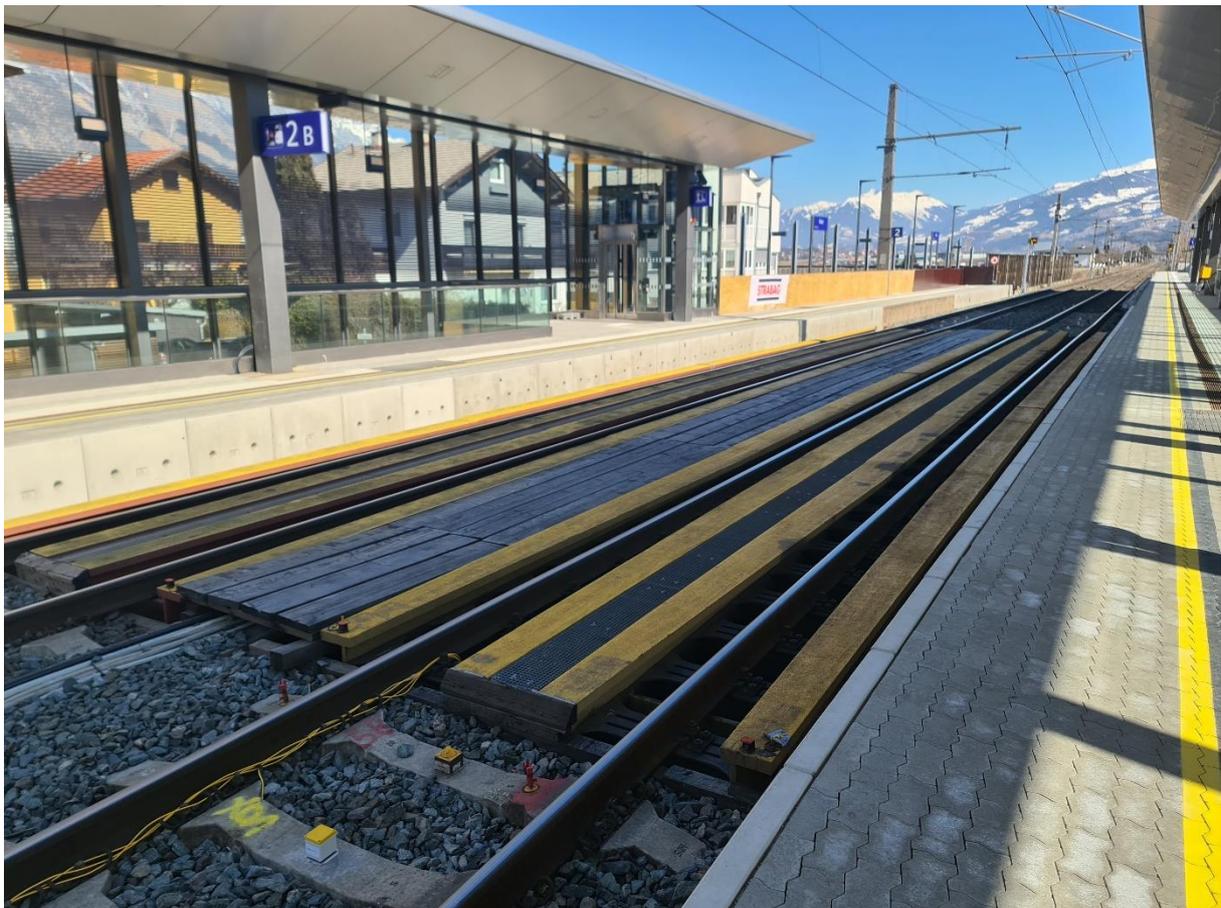
### 3. Beschreibung Monitoringsystem:

Im Zuge von mehreren Abstimmungsbesprechungen wurde entschieden die bereits bekannten Messsysteme von Position Control (Deutschland) und Railmonitor (Dänemark) für die Beobachtung der Gleise zu verwenden. Die Überwachung der Brücke erfolgte durch ein konventionelles Messsystem, welches von Schimetta Consult installiert wurde. Maßgebend war zum Projektbeginn ein Messkonzept, um die Messpositionen zu fixieren und Änderungen über die Bauzeit mitberücksichtigen zu können.

Die Zugsüberfahrten wurden vorab von Maurer AG simuliert. Um einen Abgleich mit den theoretischen Schwingwerten je Zug zu ermöglichen, war eine Zugsdetektion erforderlich, welche von Revotec bereitgestellt wurde. Die geodätische Vermessung zum Abgleich der Messdaten und Referenzierung auf die absoluten Werte erfolgte durch Trigonos.

Das Monitoringsystem selbst bestand aus:

- 4 Beschleunigungssensoren (2 je Brücke) zur Erfassung Schwingungen Brücke und Tilger
- 8 Schlauchwaagensensoren, 1 Referenzsensor und 4 Neigungssensoren für die Fundierung
- 10 Neigungswürfel auf den Schwellen für die Langzeitüberwachung der Gleise auf Gleis 1
- 16 Röhrenneigungssensoren entlang der Schiene für die Langzeitüberwachung auf Gleis 2
- 16 Blindsuttensensoren auf Basis von Schwingbeschleunigungen auf allen Gleisen beidseitig
- 4 Temperatursensoren zur Kontrolle der jahreszeitlichen Temperaturbewegungen



HHB 265 in Haltestelle Rum bei Innsbruck nach Installation Monitoringsystem @SCZ

#### 4. Messablauf und Überfahrten mit 160 km/h:

Die Installation des Systems erfolgte im Oktober 2021. Nach der Konfiguration und Inbetriebnahme erfolgte über mehrere Monate eine Messreihe, um das Verhalten der Brücke und der Gleiskörper zu erfassen. Im März 2022 erfolgte eine konventionelle Einzelmessung, um Referenzwerte im Vergleich mit den bisherigen Messungen an derselben Hilfsbrücke für das installierte Monitoringsystem zu erhalten. Zusätzlich erfolgten „Tiny Motion Messungen“ mit einem Kamerasystem, um Gleiseinsenkungen und Frequenzen des Monitoringsystems bestätigen zu können.

Parallel wurden mit allen beteiligten Abteilungen der ÖBB die notwendigen Schritte für die Überfahrten mit Geschwindigkeiten bis 160 km/h in die Wege geleitet. Da die Baustelle nicht für einen Dauerbetrieb ausgelegt war, erfolgte die Planung der Überfahrten mit höheren Geschwindigkeiten stufenweise (bis 120 km/h, bis 140 km/h und bis 160 km/h) und nur in den Nächten von jeweils einer Woche. In diesen Zeitfenstern war eine Dauerüberwachung des Monitoringsystems durch das Personal von SCZ gewährleistet und immer ein AdB (Aufsichtsorgan des Bahnbetreibers) der ÖBB vor Ort.

Nachdem die Funktionsbereitschaft des Monitoringsystems bestätigt wurde und die Geschwindigkeitsleiteinrichtungen temporär deaktiviert waren, konnten die Überfahrten bis 160 km/h erfolgreich durchgeführt werden. Dies war in Europa erstmalig möglich und wurde messtechnisch begleitet.

## 5. Ergebnisse und Ausblick:

Während und nach erfolgten Zugüberfahrten wurden die Messergebnisse des Monitoringsystems ausgewertet. Dabei hat sich gezeigt, dass die Messwerte eine gute Übereinstimmung mit den Rechenwerten aufwiesen und es noch eine deutliche Reserve zu den Grenzwerten trotz der höheren Fahrgeschwindigkeiten gab. Die Grenzwerte selbst wurden für diese Überfahrten zusätzlich mit hohen Sicherheiten beaufschlagt und vor Erreichung dieser Grenzwerte, wurden Warnwerte definiert, welche ebenfalls nicht erreicht wurden.

Das gesamte Monitoringsystem war über die Einsatzdauer stabil, allerdings konnte bei allen Einzelkomponenten und deren Zusammenspiel Potential für Verbesserungen gesammelt werden, welche zeitnah umgesetzt werden. Bei zukünftigen Projekten werden diese Adaptierungen bereits eingesetzt und die Messsysteme können dabei weiter optimiert werden.

Deutlich gezeigt hat sich, dass für zukünftige Projekte ein Messkonzept zum Projektstart maßgeblich ist, in welchem alle Bauphasen und die zeitliche Entwicklung des Umfeldes berücksichtigt wird, damit Referenzpositionen des Messsystem bestehen bleiben und es zu keinen Beschädigungen der Sensorik kommt. Stopfarbeiten im Zuge der Baumaßnahmen und sonstige Gleisarbeiten (Schienenschleifen, Schneeräumung, etc.) sind dabei ebenso zu berücksichtigen und deren Ausführung zu besprechen. Es hat sich gezeigt, dass der Schutz des Messsystems durch die Zusammenarbeit aller Projektbeteiligten laufend gewährleistet werden kann, da alle Wartungsarbeiten an der Strecke dahingehend angepasst wurden.

Zusammengefasst konnten erstmalig in Europa Züge mit 160 km/h über Hilfsbrücken fahren und messtechnisch alle erforderlichen Parameter erfasst werden. Diese Erkenntnisse werden zukünftig in das Regelwerk der ÖBB einfließen, um diese Fahrgeschwindigkeiten auf Haupttrouten zu ermöglichen und dadurch Verzögerungen im Zugverkehr durch Baustellen zu minimieren. Dank der perfekten Zusammenarbeit aller Abteilungen der ÖBB und der externen Partner war eine Umsetzung in dieser Größenordnung möglich.