

## StraWe

Die STRAßenbahnWEiche: Bewahrung der Entgleisungssicherheit/Verminderung von Störgeräuschen im innerstädtischen Bereich

|                                 |   |                        |               |
|---------------------------------|---|------------------------|---------------|
| <b>Programm / Ausschreibung</b> | Mobilität der Zukunft, Mobilität der Zukunft, MdZ - 11. Ausschreibung (2018)  | <b>Status</b>          | abgeschlossen |
| <b>Projektstart</b>             | 01.03.2019  | <b>Projektende</b>     | 31.03.2022    |
| <b>Zeitraum</b>                 | 2019 - 2022   | <b>Projektlaufzeit</b> | 37 Monate     |
| <b>Keywords</b>                 | Straßenbahnweiche, Zustandserfassung, on-board Monitoring, Verschleißprognose |                        |               |

### Projektbeschreibung

Straßenbahnweichen werden üblicherweise durch geschultes Personal halbjährlich inspiziert und erhalten in Wien auf Basis verschiedener Kriterien eine Zustandsnote zwischen A-D. Die Beurteilung erfolgt entsprechend den Vorgaben des jeweiligen Netzbetreibers und ist weder national noch international einheitlich. Um derartige Begehungen langfristig effizienter zu gestalten und die Mitarbeiter durch automatisch generierte Messergebnisse zu unterstützen, soll im Rahmen von STRAWE die Grundlage für ein Verfahren zur Verschleißbeurteilung der Weichen durch instrumentierte Fahrzeuge entstehen. Als Basis für das Vorhaben wird der seit 2012 in Wien verkehrende Straßenbahngleismesswagen herangezogen. Dieser untersucht den Verschleiß von Rillenschienen anhand eines Laserlichtschnittverfahrens, wobei für jeden Zentimeter Gleis das Schienenprofil abgetastet und anhand der Differenz zum Normalprofil die Abnutzung berechnet wird. Die hierzu definierten Grenzwerte dienen der Bewahrung der Spurführung und der Tragfähigkeit der Schiene, da zu starker Verschleiß ein maßgebliches Entgleisungsrisiko darstellt. Die Auswertung dieser optischen Messung ist mit den derzeit am Markt verfügbaren Algorithmen allerdings nur auf das Regelprofil der Schienen ausgelegt und nicht auf die Besonderheiten entlang des komplexen Profilverlaufs im Weichenbereich. Auch bei der Vollbahn steckt die automatische Analyse noch in ihren Anfängen. Für den Rillenschienenbereich sind bisher keine Anwendungen bekannt.

Für die automatische Detektion von Weichen wurden im aktuell laufenden Forschungsprojekt ASSESS Schall- und Schwingbeschleunigungsdaten an den Achslagern des Gleismesswagens herangezogen und eine akustische Beurteilung der Weichen implementiert. Ziel des nun daran anknüpfenden Projektes STRAWE ist

- 1) die Erkennung von Weichen und etwaiger Stoßstellen anhand beliebiger, instrumentierter Straßenbahnfahrzeuge,
- 2) das automatische Erkennen von Weichen am Gleismesswagen mittels Laserlichtschnitt um die passende Auswertung anzuwenden, sowie
- 3) die vibroakustischen Daten aus 1) mit einem neuen Lichtschnittalgorithmus aus 2) zu kombinieren, um zu ermitteln, in wie weit automatische, ganzheitliche Zustandsaussagen über Weichen entsprechend der in-situ Inspektion möglich sind. Diese Arbeit umfasst die temporäre Instrumentierung von neuen Regelfahrzeugen im Wiener Straßenbahnnetz (ULF und Flexity) um eine Datengrundlage für Schall- und Erschütterungs-emissionen verschiedener Fahrzeuge zu schaffen. Die Messungen werden mit den Werten des derzeit operierenden Gleismesswagens (alte E1-Garnitur) verglichen, um die

Eignung beliebiger Fahrzeuge als Messwagen zu untersuchen und sollen folglich auch anderen österreichischen Straßenbahnnetzbetreibern (siehe beigelegte LOIs) die Möglichkeiten einer temporären Fahrzeuginstrumentierung zur Zustandsbeurteilung aufzeigen, da diese keinen dedizierten Gleismesswagen betreiben. Gleichzeitig soll die Entwicklung eines neuen Algorithmus für das Laserlichtschnittverfahren die Kombination aus optischen und vibroakustischen Indikatoren zur Weichenverschleißbeurteilung zulassen. Durch die Verschneidung dieser Daten soll eine langzeitige Studie des Alterungsverhalten von Weichen ermöglicht werden, um das Erhaltungsmanagement gegenüber den derzeit in-situ bestimmten Zustandsnoten zu objektivieren und einheitliche Empfehlungen für verschiedene österreichische Netzbetreiber zu definieren.

## **Abstract**

Turnouts in light railway networks are typically inspected by trained personnel on a biannual basis. During these inspections, the switches are assigned a condition state between class A-D depending on criteria defined by the respective network operator, hence there is no national or international standardization of such assessments. In order to make these in-situ inspections more efficient, the project STRAWE described herein aims to lay the foundation for an automated onboard monitoring technique for tram turnouts. The goal is to assess rail wear at turnouts using a designated inspection tram which has been in operation in Vienna's network since 2012. The light-sectioning equipment mounted onboard measures a rail profile for every centimeter travelled and computes the rail wear as the difference between the nominal rail profile and the currently measured one. The existing limits for wear of the rail head ensure good tracking of the vehicles in order to prevent derailment. State of the art algorithms available for light-sectioning systems are only applicable for nominal rail profiles and cannot handle the variable cross-sections encountered around switches. Even for heavy rail systems, the automatic analysis of turnouts using light-sectioning is still in its early stages. For grooved rails on tram networks, no existing algorithms are known.

The ongoing work in the project ASSESS deals with the automatic detection of turnouts using noise and vibration sensors on an unpowered bogie of the inspection tram. Besides their detection, the project also aims to define a rating scheme for switches in terms of their relative loudness when driving across them. Given these existing results, the work proposed in STRAWE will continue from there by

- 1) detecting switches and other rail head discontinuities using arbitrary instrumented light rail vehicles,
- 2) automatically detecting switches using light-sectioning on the inspection tram and
- 3) combining the vibroacoustic data from 1) and the rail profile measurements from 2) to automatically obtain the holistic condition state of a switch consistent with the in-situ inspections.

The work involves the temporary instrumentation of in-service vehicles in Vienna's tram network such as the ultra-low floor (ULF) car and the new Flexity cars in order to produce a database of noise and vibration emissions of different vehicles as they drive across turnouts. The survey results will be compared to reference measurements of selected turnouts using the inspection tram (an old E1 car). This should provide information regarding the validity of onboard measurements when using arbitrary in-service vehicles and thus provide smaller network operators, who do not operate a designated inspection tram (see LOIs), with experience when it comes to equipping their in-service vehicles with sensors for monitoring rail condition. By developing a new algorithm for light-sectioning on the inspection tram, optical and vibro-acoustic measurements can be combined to develop new indicators for assessing the rail wear at turnouts. Automatically assessing their condition when driving across them allows comparable, reproducible data to be collected for long-term studies of their degradation and ageing. Life-cycle analyses and in-situ inspections will benefit from this additional information by providing more specific, objective indicators than a discrete condition state between A and D. Furthermore, recommendations regarding the onboard

assessment of turnouts can be provided to other Austrian tram network operators.

### **Projektkoordinator**

- AIT Austrian Institute of Technology GmbH

### **Projektpartner**

- WIENER LINIEN GmbH & Co KG
- Dr. Mittermayr Scientific GmbH & Co KG