

## PantOMeaSim

Highly accurate and highly efficiently pantograph contact force measurement and simulation system

<b>Programm / Ausschreibung</b>	IWI 24/26, IWI 24/26, Basisprogramm Ausschreibung 2026	<b>Status</b>	laufend
<b>Projektstart</b>	01.05.2026	<b>Projektende</b>	30.04.2027
<b>Zeitraum</b>	2026 - 2027	<b>Projektlaufzeit</b>	12 Monate
<b>Keywords</b>			

### Projektbeschreibung

Das Gesamtziel des Projekts PantOMeaSim ist die Entwicklung eines innovativen Mess- und Simulationssystems für die Interaktion zwischen Stromabnehmer und Oberleitung in Übereinstimmung mit den Normen EN 50317 und EN 50318. Durch die Integration von fortschrittlicher Hardware, Simulationstechniken und Kalibrierungsmethoden soll das Projekt den Messaufwand sowie die Kosten für Zulassungskampagnen von Fahrzeugen und Oberleitungsanlagen signifikant reduzieren. Zugleich soll eine hohe Messgenauigkeit erreicht werden, um die Lebensdauer, Verfügbarkeit und Zuverlässigkeit von Fahrzeugen und Oberleitungsanlagen zu erhöhen.

Die Elektrifizierung des Schienenverkehrs hat sich zu einem zentralen Bestandteil des nachhaltigen Verkehrs entwickelt. Der Neubau von Fahrleitungsanlagen kostet zwischen 0,80 und 1,50 Millionen EUR pro Gleiskilometer, während die Instandhaltung durch Abnutzung ebenfalls erhebliche Kosten verursacht. Ein optimal eingestellter Stromabnehmer kann diese Instandhaltungskosten erheblich senken. Das Projekt PantOMeaSim zielt darauf ab, wertvolle Erkenntnisse zu gewinnen, um eine möglichst präzise Einstellung von Stromabnehmern zu gewährleisten, die über die heutigen Standards hinausgeht. Durch die Minimierung der Beeinflussung der Messgrößen und die Reduktion von Abweichungen bei simulierten dynamischen Werten werden sowohl die Instandhaltungskosten als auch die Lebensdauer von Stromabnehmern und Oberleitungen verbessert. Insgesamt leistet das Projekt einen bedeutenden volkswirtschaftlichen Beitrag und fördert den Kampf gegen den Klimawandel.

Forschungsschwerpunkte

#### 1. Entwicklung eines fortschrittlichen "Pantographen-Messsystems"

Der erste Forschungsschwerpunkt widmet sich der Entwicklung eines Messsystems zur präzisen Bestimmung der Kontaktkräfte von Pantographen unter Berücksichtigung statischer, dynamischer und aerodynamischer Faktoren. Ziel ist es, die Messunsicherheit auf ein Minimum zu reduzieren. Das System kombiniert vier optische Kraftsensoren und vier optische Beschleunigungssensoren auf der Stromabnehmerwippe sowie zwei zusätzliche Kraftsensoren am Grundrahmen zur Messung der aerodynamischen Kräfte. Zudem wird die Anwendung optischer Systeme zur Messung der Kontaktpunktverschiebung und der vertikalen Verschiebung des Kontaktpunktes und des Lichtbogens bei Kontaktverlusten untersucht. Die angestrebte Messgenauigkeit übertrifft die aktuellen Branchenstandards mit einer Zielgenauigkeit von unter 1 % für statische Messungen und weniger als 5 % für die Gesamtgenauigkeit. Die zu erwartenden Vorteile umfassen eine

verlängerte Lebensdauer von Stromabnehmern und Oberleitungen (bis zu 10-20 %) sowie reduzierte Wartungs- und Betriebskosten.

## 2. Hochgenaue dynamische Kalibrierung des Messpantographen

Der zweite Forschungsschwerpunkt zielt auf die Entwicklung einer hochpräzisen Prüfvorrichtung zur Analyse der dynamischen Auswirkungen des Messsystems und zur Kalibrierung des instrumentierten Pantographen. Die Prüfvorrichtung wird einen elektrischen Aktuator mit hoher Dynamik und einer präzisen Kraftmessung umfassen. Ziel ist es, eine präzise Kalibrierung des Pantographen bei Frequenzen von 0,5–20 Hz zu ermöglichen und gleichzeitig die dynamischen Auswirkungen des Messsystems zu analysieren. Durch den Einsatz autonomer Kalibrieralgorithmen und verbesserter Steuerungssysteme wird die Effizienz und Wiederholgenauigkeit der Tests optimiert.

## 3. Modellierung und Methoden zur Parametrierung von Pantographen

Der dritte Forschungsschwerpunkt umfasst die Entwicklung innovativer Modellierungs- und Parametrierungsmethoden für Pantographen, die auf den Ergebnissen des zweiten Schwerpunkts aufbauen. Hier werden Testsequenzen entwickelt, die das dynamische Verhalten sowie mechanische Faktoren erfassen. Maschinelles Lernen wird eingesetzt, um aus den gesammelten Daten präzise Vorhersagemodelle zu erstellen und mathematische Methoden zur Parametrierung physikalischer Simulationsmodelle anzuwenden. Die Zielgenauigkeit des Modells liegt bei mindestens 95 %, was zu einer präziseren Simulation der Pantograph-Oberleitungs-Interaktion und einer Reduktion der Testaufwände führt.

## 4. Modellierung der Oberleitungsdynamik und numerische Simulation der Interaktion zwischen Pantograph und Oberleitung

Der vierte Forschungsschwerpunkt fokussiert sich auf die Entwicklung numerischer Methoden zur Simulation der Interaktion zwischen Pantographen und Oberleitungen. Hierbei wird ein verbessertes Oberleitungsmodell entwickelt, das weit über die Anforderungen der EN 50318 hinausgeht (Position des Kontakt drahts ( $\pm 3$  mm), der Elastizität ( $\pm 0,05$  mm/N), der Hängelänge ( $\pm 5$  mm)). Die Simulation wird eine hohe Genauigkeit bei der Standardabweichung der Kontaktkraft ( $\pm 15$  %), des Anhubes ( $-8$  mm;  $+15$  mm), der vertikalen Position des Kontaktpunkts ( $\pm 15$  mm) und des Mittelwerts der Kontaktkraft ( $\pm 1$  N) erreichen. Darüber hinaus werden spezielle Fahrzeugdynamiken wie Weichenfahrten und Tunnelpassagen berücksichtigt, um realistische Simulationen für verschiedene Betriebsbedingungen zu ermöglichen. Diese Modelle setzen neue Maßstäbe für die Simulation der Pantograph-Oberleitungs-Interaktion und dienen als Grundlage für zukünftige Oberleitungsstandards.

## Projektergebnisse und wirtschaftliche Bedeutung

Der erfolgreiche Abschluss von PantOMeaSim wird den Zulassungsprozess für elektrifizierte Züge maßgeblich vereinfachen und modernisieren. Das entwickelte Mess- und Simulationssystem mit einer fortschrittlichen Prüfvorrichtung ermöglicht erstmals eine erhebliche Reduzierung des Messaufwands um 10-20 %, was zu signifikanten Kostensenkungen und kürzeren Zulassungszeiten führt. Das Projekt stellt einen großen Fortschritt in der Weiterentwicklung der Stromabnehmertechnologie für den elektrifizierten Schienenverkehr dar und trägt maßgeblich zur Erhöhung der Lebensdauer von Stromabnehmern und Oberleitungen um bis zu 10-20 % bei.

Langfristig werden die Ergebnisse des Projekts zu einer nachhaltigeren, effizienteren und ausfallsicheren Zukunft des Schienenverkehrs beitragen.

Auf Basis der Projektergebnisse von PantOMeaSim und deren Industrialisierung ergeben sich erhebliche wirtschaftliche Potenziale für PJM. Bis 2035 können zusätzliche Umsätze in Höhe von 5,9 Millionen EUR im Bereich Stromabnehmer erzielt werden. Darüber hinaus werden die Chancen auf Gesamtzulassungsprojekte deutlich erhöht, was auch in anderen Fachbereichen zu Umsatzsteigerungen führen wird.

Exporte spielen eine entscheidende Rolle in der österreichischen Wirtschaft und tragen signifikant zum Wachstum und zur Beschäftigung bei. Die österreichische Eisenbahnindustrie nimmt eine führende Position ein, da global agierende

Unternehmen wie Siemens Mobility und Plasser & Theurer ihre Fahrzeuge weltweit exportieren und auf Prüf- und Zertifizierungsdienste angewiesen sind. Dieses Projekt trägt dazu bei, Österreich als internationales Zentrum für Exzellenz in der Bahntechnologie weiter zu etablieren.

#### Gesamtfazit

Dieses Forschungsprojekt schließt eine wichtige Lücke im aktuellen Markt, da PJM das einzige Prüfinstitut in Österreich ist, das sich auf Pantographen- und Oberleitungssysteme spezialisiert hat. Die Ergebnisse des Projekts werden nicht nur die Marktposition und den Umsatz von PJM stärken, sondern auch positive Auswirkungen auf die gesamte österreichische Eisenbahnbranche haben. Darüber hinaus wird das Projekt einen wertvollen Beitrag im Kampf gegen den Klimawandel leisten, indem es die Effizienz und Nachhaltigkeit des Schienenverkehrs steigert.

#### **Projektpartner**

- PJ Messtechnik GmbH