



## Kurzbeschreibung Projekte Bahninfrastrukturforschung

P-1101 Optimierung Zahnstangeneinfahrten

<b>Schwerpunkte</b>	Verschleissoptimierter Bahnbetrieb	<b>Geplante</b>	07/2017-
<b>Wirkungsziele</b>	Kostenoptimierung	<b>Projektdauer</b>	12/2017
<b>Projektträger/ Projektleitung</b>	Die Zentralbahn Gerhard Züger, gerhard.zueger@zentralbahn.ch	<b>Budget total / Anteil BAV</b>	475'000 CHF 175'000 CHF

### Zusammenfassung

Bei gemischten Adhäsions-/Zahnradbahnen befinden sich an den Übergängen von den Adhäsionsstrecken zu den Zahnstangenstrecken sogenannte Zahnstangeneinfahrten, welche ein sauberes Synchronisieren der Zahnräder auf die Zahnstange sicherstellen sollen. Diese Zahnstangeneinfahrten sind seit Jahren sehr unterhaltsintensiv, haben eine kurze Lebensdauer und können unter bestimmten Umständen ein Betriebsrisiko darstellen.

Die Zentralbahn möchte in einer Vorstudie die nötigen Grundlagen erarbeiten, um diese Einfahrten bezüglich Unterhaltsaufwand, Lebensdauer und Sicherheit zu optimieren. Daneben soll die Möglichkeit einer Fahrzeitverkürzung, insbesondere durch Erhöhung der Einfahrtgeschwindigkeit, untersucht werden.

Die Vorstudie umfasst Versagensanalysen, Versuche und Simulationen. Der Schwerpunkt der Arbeiten liegt auf dem Erarbeiten der elementaren Grundlagen, und ist somit auch für andere gemischte Bahnen gültig. Einige wenige Aspekte der geplanten Studie sind Zentralbahn-spezifisch, diese werden in diesem Antrag gesondert ausgewiesen und vollumfänglich durch die Zentralbahn selber finanziert.

### Problemstellung

Diese Zahnstangeneinfahrten sind seit Jahren sehr unterhaltsintensiv und haben eine teilweise sehr kurze Lebensdauer von bis zu lediglich einem Jahr. Schäden wie hoher Verschleiss, systematische Ermüdungsrisse und mehrere Totalversagen durch Ermüdungsbrüche sind dokumentiert. Auch von anderen gemischten Bahnen sind ähnliche Probleme bekannt. Die Entgleisung einer HGe Komposition in der Zahnstangeneinfahrt Engelberg am 20.1.2015 infolge eines gebrochenen Rollenbalkens hat aufgezeigt, dass dieser Zustand ein potentiell Sicherheitsrisiko darstellen kann. Die Zentralbahn stellt die Sicherheit aktuell über provisorische Verstärkungen und Inspektionen in sehr engen Intervallen sicher.

### Ziele

Die Zentralbahn plant ein Projekt mit dem Ziel, die Zahnstangeneinfahrten so zu optimieren, dass eine dauerhaft zuverlässige Funktion ohne übermässigen Wartungs- und Inspektionsaufwand gewährleistet ist.

Eine Optimierung der Zahnstangeneinfahrten bezüglich Zuverlässigkeit, Lebensdauer und Wartungsfreundlichkeit ist technisch komplex. Die Aufarbeitung der Zwischenfälle der jüngsten Zeit, welche die Zentralbahn zusammen mit Experten (u.a. Co-Autoren der RTE 29700 „Systemtechnik Zahnradbahnen“) vorgenommen hat, zeigt auf, dass in der gesamten Eisenbahnbranche grundlegendes Wissen zur genauen Funktionsweise von Zahnstangeneinfahrten fehlt.

### Vorgehen / Module

In einer Vorstudie soll das grundlegende Wissen zur Funktionsweise von Zahnstangeneinfahrten erarbeitet und relevante Wissenslücken geschlossen werden. Zentrale Elemente dieser Vorstudie sind:

1. Versagensanalysen: Systematische Analyse von Elementen von Zahnstangeneinfahrten, welche beschädigt sind oder versagt haben, um daraus Rückschlüsse auf die relevanten Vorgänge zu erhalten



## Kurzbeschreibung Projekte Bahninfrastrukturforschung

---

2. Versuche: mit gezielten Versuchen und Messkampagnen soll das Verhalten der Zahnstangeneinfahrten im Betrieb untersucht und dokumentiert werden
  3. Simulationen: mit begleitenden Simulationen (CAD, sonstige Analysen) soll ein vertieftes Verständnis für die relevanten Vorgänge geschaffen werden
- 

### **Erwartete Resultate**

Definition der benötigten konstruktiven und organisatorischen Massnahmen, um einen zuverlässigen Betrieb bei den heutigen Geschwindigkeiten dauerhaft und ohne übermässigen Wartungs- und Inspektionsaufwand gewährleisten zu können. Die flächendeckende Umsetzung dieser Massnahmen erfolgt in einer späteren Projektphase und ist nicht Teil der Vorstudie.