

# Aktuelle Masterarbeiten

am Institut für Eisenbahnwesen und Verkehrswirtschaft



Zustandsbewertung von Kreuzungsweichen



Squat-Monitoring mithilfe des SOF-Signals



HD-Schwelle als Übergangskonstruktion



Instandhaltungsdetektion in Weichen



Weichen mit vielen Fahrten in der Ablenkung



Schienenbrüche an Schweißstößen



Tausch der festen Fahrbahn im Tauerntunnel



Spurweitenmessung im Weichenbereich



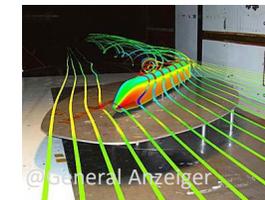
Zustandsbewertung von Weichen auf fester Fahrbahn



Stopfqualität und Maschinentyp



Schotterbettzustand und Stöße

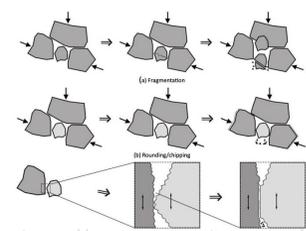


Energieverbrauch im Tunnel: FBS und Messung



© Thorsten Schaeffer

Dauerfestigkeit von 49E1 Schienen



Schotterqualität und Gleislageentwicklung

<https://www.scribdirect.com/topics/engineering/ballast-breakage>

# Zustandsbewertung von Weichen auf fester Fahrbahn



*Die feste Fahrbahn als Zukunftsmodell? Wie funktionieren Weichen auf der festen Fahrbahn und wie performen diese?. Während die Gleislage im Vergleich zu Weichen auf Schottergleisen nicht kritisch ist, sind möglicherweise andere Effekte bei Weichen auf fester Fahrbahn kritisch. Diese Arbeit beschäftigt sich mit dem Qualitätsverhalten dieser Weichen. Für die Bearbeitung wird eine 25-jährige Zeitreihe an ÖBB-Messzugdaten bereitgestellt.*

Projektart: Masterarbeit

Sprache: Deutsch oder Englisch

1. Betreuer: Markus Loidolt  
DI Dr. techn.  
+43 316 873 4994  
markus.loidolt@tugraz.at

2. Betreuer: Julia Egger  
Dipl.-Ing.  
+43 316 873 4995  
julia.egger@tugraz.at



- Darstellung der Häufigkeit und Lage von Weichen auf fester Fahrbahn mithilfe von netzweiten Anlagendaten.
- Datenaufbereitung und Berechnung vorhandener Indikatoren für ein überschaubares Sample an Weichen.
- Interpretation der Zeitreihen und Vergleich der Verschlechterungsraten mit jenen anderer Weichentypen.
- Welche Nutzungsdauer ist bei Weichen auf festen Fahrbahnen zu erwarten?

Projektausgabe durch Markus Loidolt oder Stefan Marschnig

# Tausch der festen Fahrbahn im Tauerntunnel



Projektart: Masterarbeit

Sprache: Deutsch oder Englisch

1. Betreuer: Markus Loidolt  
DI Dr. techn.  
+43 316 873 4994  
markus.loidolt@tugraz.at

2. Betreuer: Jan Schatzl  
Dipl.-Ing.  
+43 316 873 6716  
jan.schatzl@tugraz.at

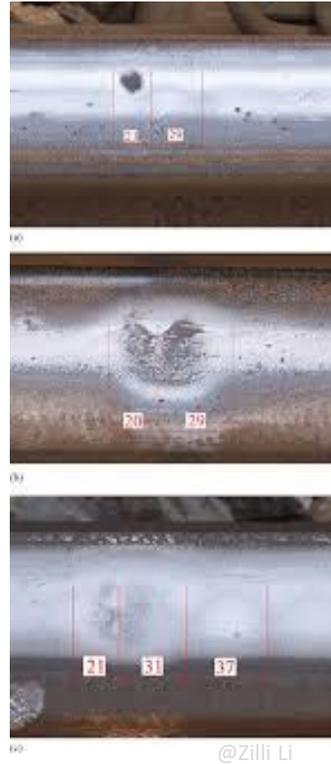
Projektausgabe durch Markus Loidolt oder Stefan Marschnig

*Im ersten Halbjahr 2025 musste die feste Fahrbahn im Tauerntunnel nach relative kurzer Nutzungsdauer erneuert werden. Grund hierfür war ein nicht idealer Aufbau der Tragschichten und daraus resultierende Probleme mit dem Oberbau. In dieser Arbeit soll der Gleiszustand der ausgebauten Fahrbahn messtechnisch untersucht werden und mit typischen schlechten Zuständen des Schottergleises verglichen werden. Dafür zur Verfügung stehen eine Vielzahl an Messgrößen des ÖBB-Messzuges.*



- Literaturrecherche zu feste Fahrbahn Systeme im allgemeinen und zu dem Aufbau im Tauerntunnel im speziellen.
- Analyse von Gleislagedaten und Schienenoberflächendaten über die Zeit für die Zustandsbewertung der Fahrbahn
- Vergleich der End-of-Life Qualität der festen Fahrbahn mit schlechten Schottergleisabschnitten → Können andere Versagensmechanismen abgeleitet werden?
- Kündigen sich ähnliche Schadensbilder auch bei anderen FF-Systemen an oder ist dies ein Einzelfall?

# Squat-Monitoring mithilfe des SOF-Signals



*Squats stellen viele Infrastrukturbetreiber vor große Probleme. Auch in Österreich scheint das Problem immer relevanter zu werden. Wenn zu spät detektiert müssen Schienen zufolge von Squats gewechselt werden. Durch eine frühzeitige Detektion lassen sie sich durch Schienenschleifen beseitigen. Das von ÖBB Messzügen erhobene Schienenoberflächensignal ist möglicherweise dafür geeignet. Dies muss jedoch erst bewiesen werden.*

**Projektart:** Masterarbeit

**Sprache:** Deutsch oder Englisch

**1. Betreuer:** Markus Loidolt  
DI Dr. techn.  
+43 316 873 4994  
markus.loidolt@tugraz.at

**2. Betreuer:** Ursula Ehrhart und Florian Gerhold  
Dipl.-Ing.  
+43 316 873 4992 / 6218  
ursula.ehrhart@tugraz.at  
florian.gerhold@tugraz.at



- Analyse des SOF-Signals an bekannten Squat-Positionen und Ableitung typischer Signalcharakteristika.
- Aufbau eines Modells zur Abgrenzung von Squats zu anderen Effekten der Schienenoberfläche (vor allem Schweißstöße).
- Bewertung der Modellgüte mit üblichen Bewertungsgrößen (false-positive, false-negative, F1-Score,...)
- Können durch das Modell Squats detektiert werden, bevor sie zu kostspieligen Schienenwechsel führen?

Projektausgabe durch Markus Loidolt oder Stefan Marschnig

# Schienenbrüche an Schweißstößen



*Schienenbrüche treten verhältnismäßig häufig an Schweißstößen auf. Laut Literatur kann die Verwendung von Abbrennstumpfschweißungen anstelle von Thermitschweißungen Brüche deutlich reduzieren. Diese Arbeit soll diesen Zusammenhang datenseitig belegen. Dafür werden die Schienenbrüche der letzten Jahre im Netz der ÖBB analysiert und jeweils einer der beiden Schweißstößen zugeordnet. Für die Bearbeitung wird eine entsprechende Liste an Brüchen sowie weitere Inputdaten bereitgestellt.*

Projektart: Masterarbeit

Sprache: Deutsch oder Englisch

1. Betreuer: Markus Loidolt  
DI Dr. techn.  
+43 316 873 4994  
markus.loidolt@tugraz.at

2. Betreuer: Dieter Knabl  
Dipl.-Ing.  
+43 316 873 6219  
dieter.knabl@tugraz.at



- Analyse der Schienenbrüche der letzten Jahre und Zuordnung zu einem der Schweißverfahren.
- Vergleich der beiden Datensamples und statistische Beweisführung.
- Berücksichtigung weiter Datenquellen (Verkehrskollektive, Anagendaten, SOF-Daten) für die Bearbeitung der Frage, ob ein Bruch im vorhinein absehbar ist
- ...

Projektausgabe durch Markus Loidolt oder Stefan Marschnig

# Dauerfestigkeit von 49E1 Schienen



*Schienen des Profils 49E1 wurden und werden auf Strecken der ÖBB eingebaut, bei denen sich die Verkehrsbelastung in Grenzen hält. Die Dauerfestigkeit von Schienen ist u.a. von dieser kumulierten Belastung (Anzahl der Lastwechsel) und der Höhe der Achslast selbst abhängig. Dennoch: dieses Schienenprofil hat in einigen Abschnitten die - angenommene - Grenzbelastung von 280 Mio. Bruttotonnen schon überschritten.*

Projektart: Masterarbeit

Sprache: Deutsch oder Englisch

1. Betreuer: Stefan Marschnig  
DI Dr. techn.  
+43 316 873 - 6717  
stefan.marschnig@tugraz.at

2. Betreuer: Dieter Knabl  
Dipl.-Ing.  
+43 316 873 6219  
dieter.knabl@tugraz.at

Projektausgabe durch Stefan Marschnig



- Auswertung der kumulierten Tonnage auf Gleisen mit 49E1-Schienen
- Qualitative Analyse der vorherrschenden Achslasten bei Abschnitten mit überschrittener Grenzbelastung
- Stichprobenartige Analyse der Schienenbrüche in diesen Abschnitten

# Stopfqualität und Maschinentyp



*Die Gleisstopfung ist die mengenmäßig häufigste und wichtigste Instandhaltungsarbeit am Fahrweg der Eisenbahn und wird in aller Regel großmaschinell durchgeführt. Dazu wurden in den letzten Jahren und Jahrzehnten diverse Maschinentypen entwickelt, welche unterschiedliche Eigenschaften und Einsatzfelder haben. Trotzdem gibt es auch für Streckenstopfmaschinen unterschiedliche Konfigurationen, die je nach Einsatzfeld und Strategie variieren können. Ziel der Arbeit ist es, festzustellen, ob ein Qualitätsunterschied zwischen den eingesetzten Stopfmaschinen erkennbar ist.*

Projektart: Masterarbeit

Sprache: Deutsch oder Englisch

1. Betreuer: Stefan Marschnig  
DI Dr. techn.  
+43 316 873 - 6717  
stefan.marschnig@tugraz.at

2. Betreuer: Jan Schatzl  
Dipl.-Ing.  
+43 316 873 6716  
jan.schatzl@tugraz.at



- Verschneidung von Maschineneinsatzdaten mit Gleislagedaten.
- Wahl vernünftiger Bewertungsmethoden zur Qualitätsbeschreibung einer Gleisstopfung.
- Vergleich der Datensamples und statistische Beweisführung.
- Untersuchung mehrerer Zusammenhänge (Maschinentyp, Alter...)

Projektausgabe durch Markus Loidolt oder Stefan Marschnig

# Weichen mit vielen Fahrten in der Ablenkung



*Die meisten Weichen werden Großteils im geraden Strang befahren, einige wenige hingegen sehr häufig in der Ablenkung. Letztere sind der Fokus dieser Arbeit. Wie entwickeln sich Gleislageparameter dieser Weichen im Vergleich zu ansonsten gleichartigen Referenzweichen? Muss mit höheren Erhaltungsaufwänden und geringeren Nutzungsdauern gerechnet werden? Für die Bearbeitung wird eine 25-jährige Zeitreihe an ÖBB-Messzugdaten bereitgestellt.*

Projektart: Masterarbeit

Sprache: Deutsch oder Englisch

1. Betreuer: Markus Loidolt  
DI Dr. techn.  
+43 316 873 4994  
markus.loidolt@tugraz.at

2. Betreuer: Julia Egger  
Dipl.-Ing.  
+43 316 873 4995  
julia.egger@tugraz.at

Projektausgabe durch Markus Loidolt oder Stefan Marschnig



- Darstellung der Häufigkeit und Lage entsprechender Weichen mithilfe von netzweiten Belastungsdaten und Anlagendaten.
- Erarbeitung eines Samples von stark in die Ablenkung befahrener Weichen und vergleichbarer Referenzweichen
- Datenaufbereitung und Berechnung vorhandener Indikatoren für diese Weichen.
- Interpretation der Zeitreihen und Vergleich der Verschlechterungsraten der Weichen mit den jeweiligen Referenzen
- Angabe einer kritischen prozentuellen Anteil der Achsen in die Ablenkung

# HD-Schwelle als Übergangskonstruktion



*HD-Schwellen (High duty sleeper) versprechen hohe Lebensdauern und einen instandhaltungsarmen Betrieb. Aufgrund der geringen, vorhandenen Stückzahl und den damit verbundenen hohen Kosten finden sie jedoch kaum Anwendung auf Streckengleisen. Nichtsdestotrotz werden sie an Eisenbahnkreuzungen und Brückenanschlüssen zur Herstellung eines Steifigkeitsübergangs eingesetzt. Ziel der Arbeit ist es, die Performance von HD-Schwellen in diesen Bereichen zu bewerten.*

Projektart: Masterarbeit

Sprache: Deutsch oder Englisch

1. Betreuer: Stefan Marschnig  
DI Dr. techn.  
+43 316 873 - 6717  
stefan.marschnig@tugraz.at

2. Betreuer: Jan Schatzl  
Dipl.-Ing.  
+43 316 873 6716  
jan.schatzl@tugraz.at



- Literaturrecherche zu HD-Schwellen, deren Eigenschaften und Eignung als Übergangselement.
- Aufbau eines Datensets (HD-Schwellen an Übergangskonstruktionen) mit Referenzabschnitten
- Analyse des Verhaltens und statistische Auswertung.
- Identifikation sinnvoller Einsatzbereiche von HD-Schwellen

Projektausgabe durch Markus Loidolt oder Stefan Marschnig

# Zustandsbewertung von Kreuzungsweichen



*Kreuzungsweichen ermöglichen sowohl Gleiswechsel als auch Streckenkreuzungen. Aufgrund der vielen (beweglichen) Komponenten stellen einer der komplexesten Anlagen der Eisenbahninfrastruktur dar. Die Zustandsbeschreibung des Fahrwegs ist aktuell nicht möglich. Diese Arbeit soll dies ändern. Für die Bearbeitung wird eine 25-jährige Zeitreihe an ÖBB-Messzugdaten bereitgestellt.*

Projektart: Masterarbeit

Sprache: Deutsch oder Englisch

1. Betreuer: Markus Loidolt  
DI Dr. techn.  
+43 316 873 4994  
markus.loidolt@tugraz.at

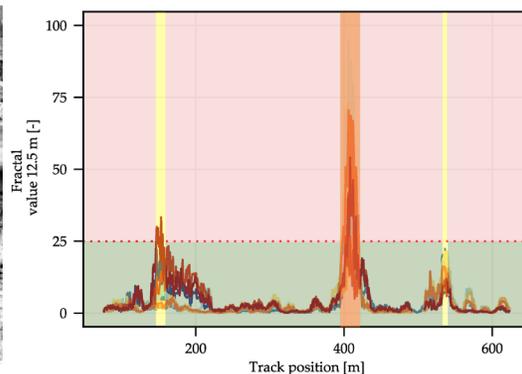
2. Betreuer: Julia Egger  
Dipl.-Ing.  
+43 316 873 4995  
julia.egger@tugraz.at



- Darstellung der Häufigkeit und Lage von Kreuzungsweichen mithilfe von netzweiten Anlagendaten.
- Datenaufbereitung und Berechnung vorhandener Indikatoren für ein überschaubares Sample an Kreuzungsweichen.
- Interpretation der Zeitreihen und Vergleich der Verschlechterungsraten mit jenen anderer Weichentypen
- Einteilung der Weichen in sinnvolle Teilbereiche und Vergleich dieser

Projektausgabe durch Markus Loidolt oder Stefan Marschnig

# Schotterbettzustand und Stöße



*Unebenheiten der Schienenoberfläche an Schweiß- und Isolierstößen führen zu dynamischen Lasteinträgen und Schotterzerstörung. Sowohl die Unebenheiten (SOF-Signal) als auch die Schotterzerstörung (FRED-Werte) können mithilfe von Messdaten beschrieben werden. Wie verhält es sich jedoch mit der zeitlichen Entwicklung? Ab wann setzt die Schotterzerstörung ein und wie lange dauert es, bis der Zustand sicherheitskritisch wird? Diese Arbeit versucht diese Fragen zu beantworten. Für die Bearbeitung wird eine 25-jährige Zeitreihe an ÖBB-Messzugdaten bereitgestellt.*

Projektart: Masterarbeit

Sprache: Deutsch oder Englisch

1. Betreuer: Markus Loidolt  
DI Dr. techn.  
+43 316 873 4994  
markus.loidolt@tugraz.at

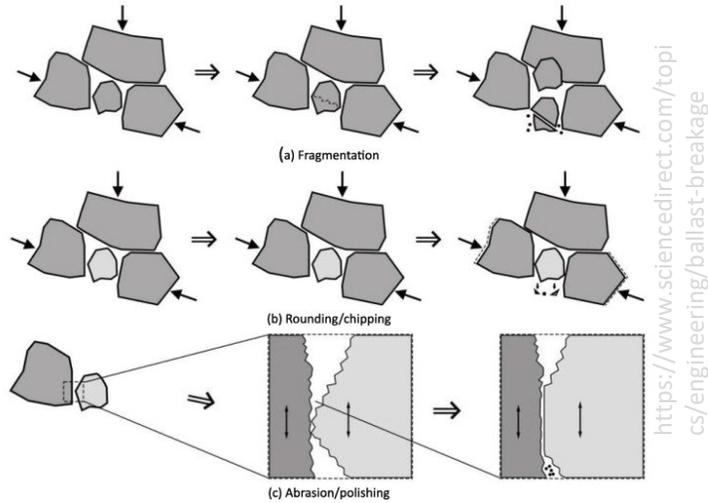
2. Betreuer: Katharina Korenjak  
Dipl.-Ing.  
+43 316 873 4993  
andrea.korenjak@tugraz.at



- Aufbereitung von SOF und FRED Werten, Gleislagedaten für ein vordefiniertes Datensamples mithilfe vorhandener Algorithmen.
- Analyse der Zeitreihen, Bewertung der zeitlichen Abfolge der Fehlerentwicklung sowie die Interpretation der Abhängigkeiten zwischen den Indikatoren
- Bewertung des Einflusses von Gleisstandhaltung (Stopfen, Schleifen, Schienenwechsel, Schotterbettreinigung)

Projektausgabe durch Markus Loidolt oder Stefan Marschnig

# Schotterqualität und Gleislageentwicklung



Das Gleisbett ist ein zentrales Element des Eisenbahnfahrwegs und spielt bei der Lastabtragung eine tragende Rolle. Schotter ist jedoch nicht gleich Schotter: Es gibt deutliche Qualitätsunterschiede. In dieser Arbeit soll der Einfluss von Schotterqualität auf die Gleislageentwicklung erarbeitet werden? Wie kostspielig ist die Verwendung von „schlechtem“ Schotter für die Erhaltungskosten von Gleisen. Für die Bearbeitung wird eine 25-jährige Zeitreihe an ÖBB-Messzugdaten in Form einer Datenbank bereitgestellt.

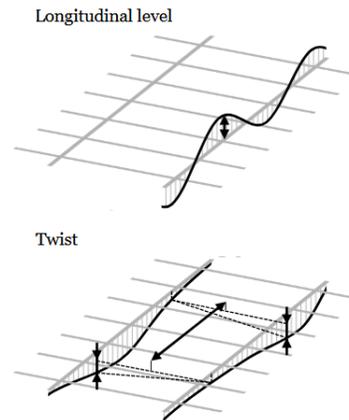
Projektart: Masterarbeit

Sprache: Deutsch oder Englisch

1. Betreuer: Markus Loidolt  
DI Dr. techn.  
+43 316 873 4993  
markus.loidolt@tugraz.at

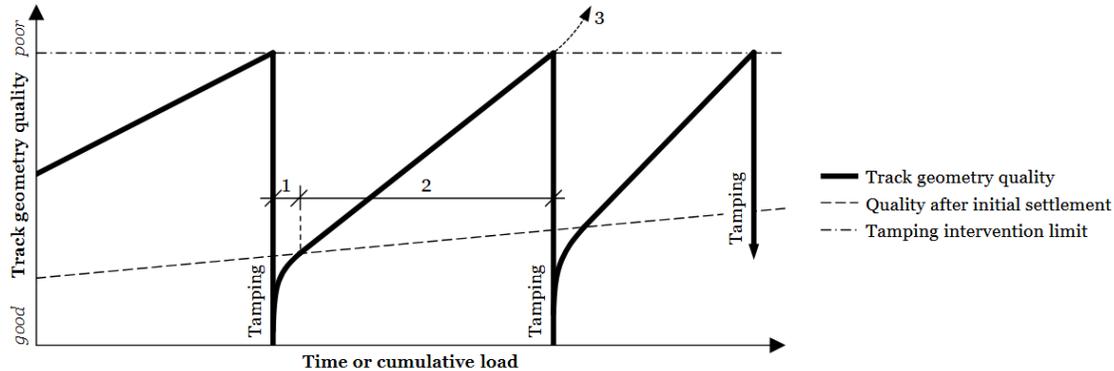
2. Betreuer: Jan Schatzl  
Dipl.-Ing.  
+43 316 873 6716  
jan.schatzl@tugraz.at

Projektausgabe durch Markus Loidolt oder Stefan Marschnig



- Kategorisierung der Schotterqualität durch die Anwendung der ÖBB Schotterstrategie auf die vorliegenden Anlagenklassen oder durch andere Kriterien.
- Korrelation der Schotterklassen mit dem Verschlechterungsverhalten der Gleislage mithilfe einer aufbereiteten Datenbank.
- Datenseitige Bewertung von Streckenabschnitten mit bekanntermaßen „schlechtem“ Schotter und Vergleich mit dem durchschnittlichem Verhalten vergleichbarer Abschnitte.

# Instandhaltungsdetektion in Weichen



*Predictive Maintenance bedingt die Kenntnis über in der Vergangenheit durchgeführte Erhaltungsmaßnahmen. Ist diese Information nicht dokumentiert, können Zeitreihen in Kombination mit statistischen Methoden vergangene Maßnahmen detektieren. Algorithmen für die freie Strecke existieren, müssen aber auf die Spezifika von Weichen angepasst werden. Diese Arbeit befasst sich mit dieser Anpassung. Für die Bearbeitung wird eine 25-jährige Zeitreihe an ÖBB-Messzugdaten sowie vorhanden Algorithmen bereitgestellt.*

Projektart: Masterarbeit

Sprache: Deutsch oder Englisch

1. Betreuer: Markus Loidolt  
 DI Dr. techn.  
 +43 316 873 4994  
 markus.loidolt@tugraz.at

2. Betreuer: Jan Schatzl  
 Dipl.-Ing.  
 +43 316 873 6716  
 jan.schatzl@tugraz.at



- Einarbeitung in die vorhandenen Algorithmen und Anwendung auf Weichenbereiche
- Erweiterung der Methodik sowie Kalibrierung für eine optimale Detektionsgenauigkeit für Weichen
- Bewertung der Modellgüte mit üblichen Bewertungsgrößen (false-positive, false-negative, F1-Score,...)

Projektausgabe durch Markus Loidolt oder Stefan Marschnig

# Spurweitenmessung im Weichenbereich



Die Spurweite ist eine der wichtigsten sicherheitsrelevanten Messgrößen des Fahrwegs und wird weltweit von Messfahrzeugen erhoben. In Weichen ergeben sich durch zusätzliche Fahrwegelemente jedoch Auffälligkeiten im System. Zusätzlich haben die Messrichtung und Messgeschwindigkeit einen Einfluss auf die Messergebnisse. Um die Erhaltungsplanung von Weichen voranzutreiben, müssen diese Einflüsse bekannt sein. Diese Arbeit befasst sich im Detail mit dem Thema und versucht Korrekturfaktoren zu finden. Für die Bearbeitung wird eine 25-jährige Zeitreihe an ÖBB-Messzugdaten sowie vorhanden Algorithmen bereitgestellt.

Projektart: Masterarbeit

Sprache: Deutsch oder Englisch

1. Betreuer: Markus Loidolt  
DI Dr. techn.  
+43 316 873 4994  
markus.loidolt@tugraz.at

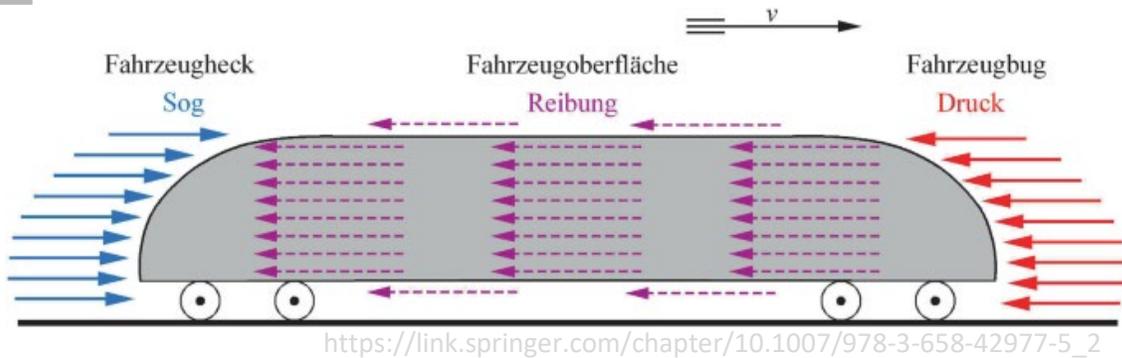
2. Betreuer: Katharina Korenjak  
Dipl.-Ing.  
+43 316 873 4993  
andrea.korenjak@tugraz.at

Projektausgabe durch Markus Loidolt oder Stefan Marschnig



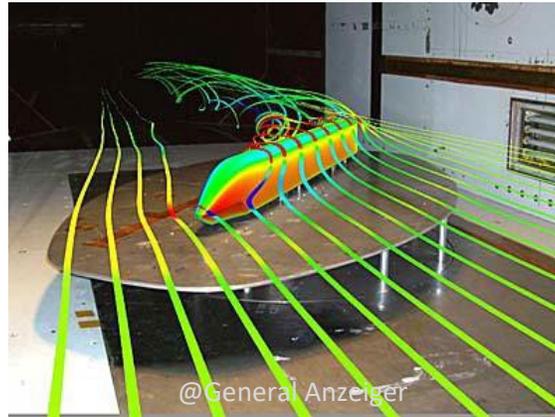
- Wodurch werden Signalausfälle der Spurweite im Weichenbereich hervorgerufen und welche räumliche Ausprägung haben diese typischerweise?
- Welchen Einfluss haben Messrichtung und Messgeschwindigkeit auf die Spurweite und können Einflüsse herausgerechnet werden.
- Welchen Einfluss haben die Ergebnisse auf den kumulativen Spurweitenindex – eine Bewertungsgröße für den Kraftschluss zwischen Schiene und Schwelle als Grundlage für Schwellenaustauschprognosen

# Energieverbrauch im Tunnel: FBS und Messung



Züge benötigen im Tunnel zusätzliche Energie um den Tunnelwiderstand zu bewältigen. Der Ausmaß dieses Effekts ist von Zuggeschwindigkeit, Zugdesign und Tunnelquerschnittabhängig. Berechnungsmodelle für den zusätzlichen Energiebedarf sind oft viele Jahrzehnte alt und nicht an heutige Geschwindigkeiten angepasst. Diese Arbeit analysiert den Energieverbrauch von in Tunneln mithilfe der Software FBS und vergleicht Ergebnisse mit tatsächlichen Verbräuchen. Für die Bearbeitung werden entsprechende Energieverbrauchsdaten sowie Input für FBS zur Verfügung gestellt.

**Projektart:** Masterarbeit  
**Sprache:** Deutsch oder Englisch  
**1. Betreuer:** Markus Loidolt  
 DI Dr. techn.  
 +43 316 873 4994  
 markus.loidolt@tugraz.at  
**2. Betreuer:** Dieter Knabl  
 Dipl.-Ing.  
 +43 316 873 6219  
 dieter.knabl@tugraz.at



- Aufbau des FBS-Modells und Integration eines Zuges, dessen Energieverbrauch durch Messungen bekannt ist. Anwendung von Handformeln aus der Literatur
- Vergleich des berechneten Energieverbrauchs mit dem gemessenen Energieverbrauchs. Berücksichtigung von weiteren Effekten (Fahrweise, Rekuperation).
- Erarbeitung des Einflusses von Tunnelquerschnitt und Zugdesign auf den Energieverbrauch in Tunneln

Projektausgabe durch Markus Loidolt oder Stefan Marschnig

# Bring your own topic



*Gerne greifen wir Projektideen oder Inputs auf und versuchen eine entsprechende Masterarbeit zu gestalten. Für viele Fragestellungen dient die sich die am EBW vorhandene 25-jährige Zeitreihe an ÖBB-Messzugdaten als Grundlage für Auswertungen.*

Projektart: Masterarbeit

Sprache: Deutsch oder Englisch

1. Betreuer: Markus Loidolt/Stefan Marschnig

DI Dr. techn.  
+43 316 873 4994  
markus.loidolt@tugraz.at  
stefan.marschnig@tugraz.at

2. Betreuer: ??

Dipl.-Ing.  
+43 316 873 6218

Projektausgabe durch Markus Loidolt oder Stefan Marschnig

