

## Grundlagenscanning

Systemführerschaft Interaktion Fahrzeug – Fahrweg Meterspur  
Projekt: 1 Grundlagenscanning  
Modul: Lieferobjekte 1.1

## Bestehendes Wissen und Kooperationen



---

Datum / Status: 20.10.2022 / Freigegeben  
Verfasser: Jackson Buckner / MGBahn

Seitenanzahl 15

Geprüft: Christof Kraft / PROSE Ltd.  
Freigegeben: Martin Siegen / MGBahn



---

Zitierweise: Buckner Jackson, Railplus / Matterhorn Gotthard Bahn: *Bestehendes Wissen und Kooperationen*. Technischer Bericht, 05.10.2022

---

## Freigabe durch die Systemführerschaft

Version	Verantwortlich	Datum
1.0	Technical Board	27.10.2022
1.0	Management Board	31.10.2022

## Management Summary

Das erste Modul des Projekts P1 «Grundlagenscanning» beinhaltet 3 Ziele, um das aktuelle Fachwissen zur Interaktion Fahrzeug - Fahrweg zu erfassen:

1. *Erstellung einer Übersicht der Forschungsinstitutionen und ihren für das Projekt massgebenden Forschungsgrundlagen (Dissertationen, Forschungsberichte, laufende Forschungsaktivitäten)*
2. *Übersicht über die an einer Zusammenarbeit interessierten Forschungsinstitutionen mit Angaben zu möglichen Ressourcen*
3. *Laufende Sammlung der Forschungsunterlagen und Ablage in einer Wissensdatenbank Systemführerschaft Fahrzeug - Fahrweg Meterspur*

Diese Ziele wurden mit 4 Lieferobjekte abgedeckt:

- **Übersicht Institutionen** (Ziele 1 & 2)
  - *Beschreibung:* Auflistung von Institutionen aus der Privatwirtschaft und Universitäten, welche für die Systemführerschaft Interaktion Fahrzeug - Fahrweg relevante Forschung vorantreiben. In der Übersicht ist festgehalten, ob die jeweiligen Institutionen «Know-how», Kapazität und Interesse für eine Zusammenarbeit haben. Die Liste ist ausführlich, aber nicht abschliessend.
  - *Fazit:* In der Schweiz forschen nur wenige Hochschulen und Firmen zu Themen, welche für die Systemführerschaft Interaktion Fahrzeug - Fahrweg relevant sind. Somit ist eine Zusammenarbeit mit Firmen und Hochschulen im Ausland nötig.
- **Wissenslandkarte** (Ziel 1)
  - *Beschreibung:* Eine graphische Zusammenfassung der *Übersicht Institutionen*.
  - *Fazit:* Es gibt ausserhalb der Schweiz diverse Institutionen und Hochschulen, welche die Forschung zum Thema Interaktion Fahrzeug - Fahrweg vorantreiben.
- **Kooperationslandkarte** (Ziel 2)
  - *Beschreibung:* Eine graphische Darstellung der Partnerschaften zwischen der Systemführerschaft Fahrzeug - Fahrweg und externen Firmen / Hochschulen. Die Karte zeigt nicht nur wer die Partner sind, sondern auch wie die Kooperation mit den einzelnen Partnern aussieht und in welchen Projekten die Partner unterstützen.
  - *Fazit:* Es wurden mehrere Partnerschaften aufgebaut, die meisten im Ausland. Obwohl in der Schweiz nur wenig zur Interaktion Fahrzeug – Fahrweg geforscht wird, können einige Schweizer Hochschulen zu relevanten Nebenprojekten punktuell beitragen.
- **Ablage Fachartikel** (Ziele 1 & 3)
  - *Beschreibung:* Eine Sammlung von Fachartikeln, welche für die Forschungsarbeit der Systemführerschaft Interaktion Fahrzeug - Fahrweg relevant sind. Die Artikel stammen mehrheitlich von Institutionen, die in der *Übersicht Institutionen* aufgelistet sind.
  - *Fazit:* Aktuell wird zur Interaktion Fahrzeug - Fahrweg international geforscht. Einige Trends sind in der Forschung ersichtlich. Allgemein liegt der Fokus darauf, Lärm und Verschleiss zu minimieren. Es fehlt aber aktuell die Forschung zur Interaktion Fahrzeug - Fahrweg aus der Sichtweise der Gesamtwirtschaftlichkeit.

Die Lieferobjekte, die in diesem Bericht beschrieben sind, werden während der Aktivitäten der Systemführerschaft weiterhin gepflegt und vervollständigt. Besonders wichtig ist es, die *Übersicht Institutionen*, die *Kooperationslandkarte* und die *Ablage Fachartikel* aktuell zu halten. Dies wird im Rahmen des vorgesehenen Projekts P8 «Wissensmanagement» erfolgen.

## Inhalt

<b>1</b>	<b>Ausgangslage.....</b>	<b>5</b>
1.1	Problemstellung .....	5
1.2	Ziele und Lieferobjekte .....	5
<b>2</b>	<b>Beschreibung der erstellten Lieferobjekte.....</b>	<b>6</b>
2.1	Übersicht Institutionen .....	6
2.2	Wissenslandkarte .....	7
2.3	Kooperationslandkarte .....	7
2.4	Ablage Fachartikel.....	9
<b>3</b>	<b>Fazit .....</b>	<b>12</b>
3.1	Zusammenfassung der Lieferobjekte .....	12
3.2	Zusammenfassung der gewonnenen Kenntnisse .....	12
3.3	Weiteres Vorgehen.....	13
<b>4</b>	<b>Verzeichnisse .....</b>	<b>14</b>
4.1	Revisionen .....	14
4.2	Abbildungen .....	14
4.3	Tabellen .....	14
<b>5</b>	<b>Anhang.....</b>	<b>15</b>
5.1	Anhang A: Übersicht Institutionen .....	15
5.2	Anhang B: Kooperationslandkarte .....	15
5.3	Anhang C: Inhaltsverzeichnis der Ablage Fachartikel (Stand 10.10.2022).....	15

## 1 Ausgangslage

In der Systemführerschaft Interaktion Fahrzeug - Fahrweg dient das Projekt «P1 Grundlagen-scanning» zur Beschaffung des Grundlagenwissens für die anderen Projekte und die Branche. Das Grundlagenwissen besteht sowohl aus der bestehenden Forschung zur Interaktion Fahrzeug - Fahrweg als auch aus dem aktuellen Praxisverständnis der schweizerischen Meterspurbahnen zu diesem Thema. Mit diesem Grundlagenwissen ist das Projekt P1 auch damit beauftragt, eine erste Zusammenfassung der Zielkonflikte zwischen Infrastruktur, Rollmaterial, Betrieb und der Industrie zu erstellen. Das Projekt P1 wird bis Ende des Jahres 2022 fertiggestellt und wird in mehreren Berichten abgeschlossen. Der vorliegende Bericht behandelt das Grundlagenwissen aus bereits erfolgter Forschung, das beauftragte «Modul 1» im Projektauftrag des Projekts P1.

### 1.1 Problemstellung

In der Forschung und Grundlagenbereitstellung Interaktion Fahrzeug - Fahrweg wird laufend Basiswissen erarbeitet und bereitgestellt. Deshalb existiert bereits heute viel Grundlagenwissen, welches die unterschiedlichen Projekte der Systemaufgabe verwenden können. Dieses Wissen ist zur Verfügung zu stellen, um Doppelspurigkeiten innerhalb der Projekte zu vermeiden. Neben dem Sammeln von Grundlagenwissen wurden die erkannten Institutionen zu ihrer Kapazität und ihrem Interesse an einer Zusammenarbeit mit der Systemführerschaft beurteilt.

### 1.2 Ziele und Lieferobjekte

Um die bereits existierende Forschung zu untersuchen, bereitzustellen und um mögliche Zusammenarbeiten mit externen Institutionen zu beurteilen, sind im Projektauftrag P1 3 Lieferobjekte für Modul 1 festgelegt worden (unten aufgelistet). Obwohl die Komponenten der Lieferobjekte im Projektauftrag festgehalten sind, wird die Form der abzugebenden Lieferobjekte nicht beschrieben. Aus diesem Grund sind die Lieferobjekte aus dem Projektauftrag eher als «Ziele» zu lesen.

*Lieferobjekt (Ziel) 1.1* Erstellung einer Übersicht der Forschungsinstitutionen und ihren für das Projekt massgebenden Forschungsgrundlagen (Dissertationen, Forschungsberichte, laufende Forschungsaktivitäten)

*Lieferobjekt (Ziel) 1.2* Übersicht über die an einer Zusammenarbeit interessierten Forschungsinstitutionen mit Angaben zu möglichen Ressourcen

*Lieferobjekt (Ziel) 1.3* Laufende Sammlung der Forschungsunterlagen und Ablage in einer Wissensdatenbank Systemführerschaft Fahrzeug / Fahrweg Meterspur

Um die drei obengenannten Ziele zu erfüllen, wurden 4 (Unter-) Lieferobjekte erstellt.

1. *Übersicht Institutionen*: Dieses Lieferobjekt gibt eine Übersicht über die Institutionen, welche das Thema Interaktion Fahrzeug - Fahrweg untersuchen sowie eine Einschätzung ihrer «Brauchbarkeit» für eine Zusammenarbeit. Dementsprechend behandelt dieses Lieferobjekt die Ziele 1.1 und 1.2 des Projektauftrags.
2. *Wissenslandkarte*: Dieses Lieferobjekt gibt einen schnellen Überblick darüber, wo in Europa Hochschulforschung zum Thema Interaktion Fahrzeug - Fahrweg betrieben wird. Dieses Lieferobjekt behandelt ebenfalls das Ziel 1.1 des Projektauftrags.
3. *Kooperationslandkarte*: Dieses Lieferobjekt zeigt auf, wo eine Zusammenarbeit zwischen den Projekten der Systemführerschaft Interaktion Fahrzeug - Fahrweg und externen Partnern stattfindet. Damit wird das Ziel 1.2 behandelt.
4. *Ablage Fachartikel*: Dieses Lieferobjekt ist eine Wissensdatenbank von relevante Fachartikeln und dementsprechend werden damit die Ziele 1.1 & 1.3 behandelt.



## 2 Beschreibung der erstellten Lieferobjekte

In diesem Kapitel werden die Lieferobjekte beschrieben, inklusive einem Fazit, das aus der Erstellung gewonnen wurde.

### 2.1 Übersicht Institutionen

#### Beschreibung des Lieferobjekts

Die *Übersicht Institutionen* (Siehe Anhang A) ist eine Auflistung der Hochschulen und Organisationen aus der Praxis, die aktuell die Forschung im Bereich Interaktion Fahrzeug - Fahrweg vorantreiben. Für jede Institution werden die relevanten Forschungsthemen sowie mindestens eine Kontaktperson aufgelistet. Wenn möglich sind die Kontaktdaten dieser Person ebenfalls angegeben. Weiter ist angegeben, für welche Projekte die jeweiligen Institutionen relevant sind. Wenn möglich wurde auch eine Schätzung gemacht, wie viel Knowhow, Kapazität und Interesse an der Zusammenarbeit die jeweiligen Institutionen haben. Die Übersicht wird den Projekten der Systemaufgabe und den beteiligten Bahnen bereitgestellt. Eine Aktualisierung ist in der Laufzeit der Systemaufgabe vorgesehen, um die gewonnenen Kenntnisse der Wissenslandschaft in der Systemführerschaft aktuell zu halten.

Die vorliegende Liste wurde ursprünglich als eine interne Auflistung möglicher Kooperationspartner erstellt. Die Institutionen wurden teilweise mittels Recherchen ausfindig gemacht und teilweise dank den Kenntnissen interner Fachexperten erfasst. In der Liste gibt es einen Eintrag pro Organisation pro Institut. Zum Beispiel hat die TU Graz zwei relevante Forschungsinstitute (das *Institut für Eisenbahnwesen und Verkehrswirtschaft* und das *Institut für Eisenbahn-Infrastrukturdesign*) und hat dementsprechend zwei Einträge. Für jeden Eintrag gibt es 17 Spalten mit Informationen, die in fünf Gruppen unterteilt sind:

- **Allgemeine Information** (Spalte 1-4): Diese Spalten beinhalten Informationen zu Organisations-/Institutsnamen sowie Sprache und Land der Institution.
- **Kontaktperson** (Spalte 5-7): Diese Spalten beinhalten die Namen der relevanten Kontaktpersonen sowie, wenn möglich, ihre Kontaktdaten.
- **Relevanz** (Spalte 8-11): Hier wird die Relevanz der Institute erfasst. Die drei Felder «Knowhow», «Kapazität» und «Interesse» sind mit einer Zahl 1-3 ausgefüllt. Eine «1» bedeutet dabei, dass das Institut einen hohen Rang hat (Eine Institution mit einer «1» hat also viel Knowhow, Kapazität oder Interesse). Ebenfalls sind die Forschungsthemen der Institutionen aufgelistet, damit entschieden werden kann, ob ein Institut für ein gewisses Thema relevant ist.
- **Projektrelevanz** (Spalte 12-16): Es gibt je Projekt P2-P5 eine Spalte. Wenn das Institut für ein Projekt relevant ist, wird ein «x» in der entsprechenden Spalte gesetzt.
- **Bemerkungen** (Spalte 17): Weitere Bemerkungen sind hier eingetragen.

#### Fazit

Die aufgelisteten Institutionen befinden sich hauptsächlich im europäischen Ausland, insbesondere im deutschsprachigen oder englischsprachigen Raum. Die Liste zeigt auf, dass das Thema des Rad/Schiene-Kontakts aktuell bei etlichen Institutionen untersucht wird. Ausserdem wird aus der Liste klar, dass das «Know-how» zu diesem Thema hauptsächlich im Ausland vorhanden ist: Es konnten nur wenige Know-how-Träger in der Schweiz evaluiert werden. Vereinzelt befassen sich Schweizer Hochschulen mit Forschungsthemen, die teilweise am Rande der Systemaufgabe Interaktion erarbeitet werden, aber es gibt keine erkannten Arbeiten die direkt den Rad-/Schiene-Kontakt betreffen.

## 2.2 Wissenslandkarte

Die *Wissenslandkarte* ist eine visuelle Zusammenfassung der Institutionen, die aktuell an der Interaktion Fahrzeug - Fahrweg forschen. Mehrheitlich stimmt die Karte mit der *Übersicht Institutionen* gemäss Anhang A überein, weitere Institutionen konnten durch das Wissen externer Fachexperten ergänzt werden. Dementsprechend ist die Wissenslandkarte als eine grobe Zusammenfassung der wichtigsten Institutionen anzuschauen und nicht als eine abschliessende Aufzählung. Es ist trotzdem deutlich zu erkennen, dass es im Vergleich zum Ausland in der Schweiz aktuell nur wenig Forschung zur Interaktion Fahrzeug - Fahrweg gibt.

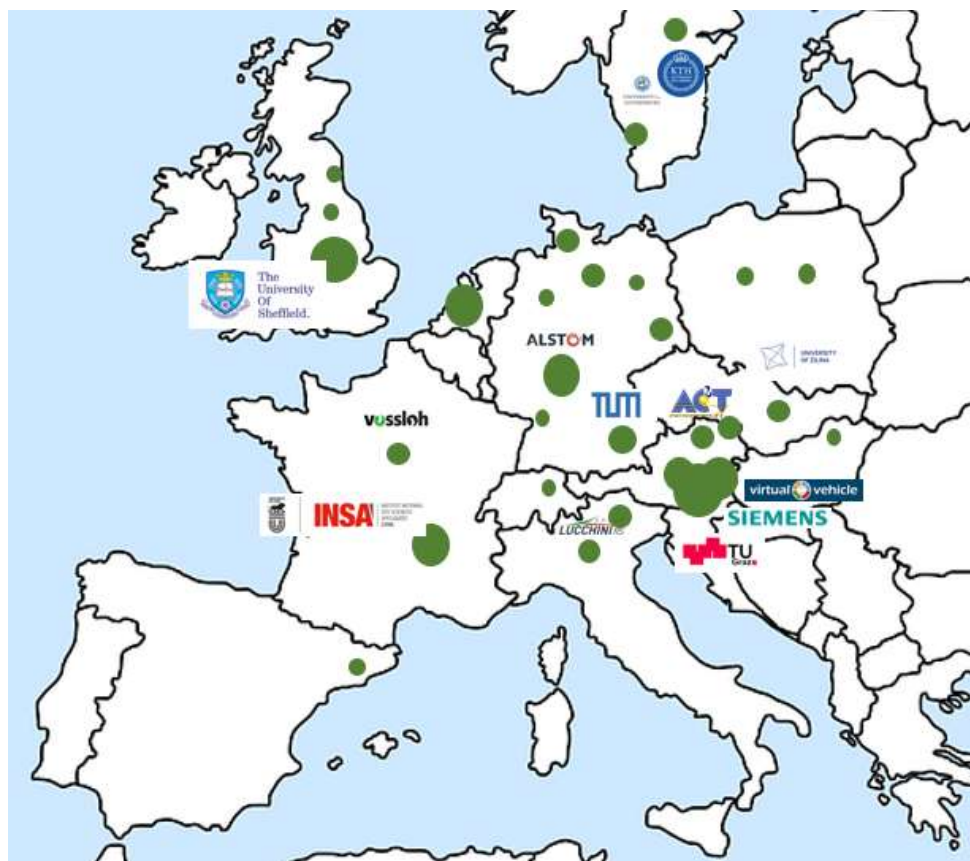


Abbildung 1: Wissenslandkarte

## 2.3 Kooperationslandkarte

### Beschreibung der Lieferobjekt

Die *Kooperationslandkarte* (Siehe Anhang B) ist eine visuelle Zusammenfassung der externen Partner, mit denen die Systemführerschaft arbeitet. Die Karte ist in sieben Projekte unterteilt: die sechs Projekte «P1-P6» sowie die Bereitstellung der D RTE 29051. Wenn eine Kooperation zwischen einem Projekt und einem externen Partner existiert, wird das Logo des Partners in der Zeile des Projekts eingetragen. Die Kooperationslandkarte ist in Abbildung 2 dargestellt sowie als A3 Blatt in Anhang B hinterlegt.

# Kooperationslandkarte (Stand 27.10.22)

☐ = Erst-Kontakt erfolgt  
☐ = noch nicht kontaktiert

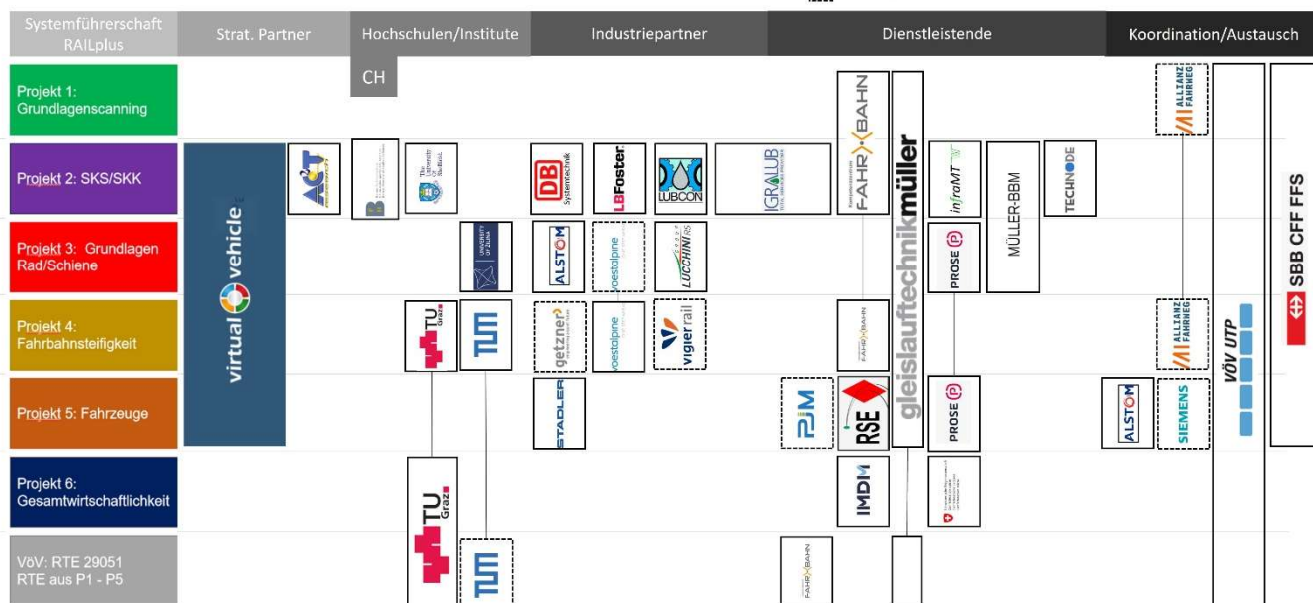


Abbildung 2: Kooperationslandkarte

Die Positionierung des Logos neben den Projekten hängt von der Art der Kooperation ab. «Strategische Partner» arbeiten mit den Projektteams eng zusammen und werden deswegen direkt neben den Projekten gezeichnet. «Koordination/Austausch»-Partner stimmen sich nur mit der Systemführerschaft ab und sind deswegen weiter weg von den Projekten gezeichnet. Der graue Balken oberhalb der Firmenlogos beschreibt die Kooperationsform zwischen dem Projekt und den Partnern genauer. Eine ausführliche Liste der verschiedenen Kooperationsformen ist in Tabelle 1 zu finden.

Kooperationsformen	Ziel	Vertragsform
<b>Strategische Partner</b>	Gemeinsame Entwicklung	Kooperationsvertrag
<b>CH Hochschulen/Institute (Schweiz)</b>	Zugang zu Knowhow mit Sichtbarkeit auf Meterspur	Kooperationsvertrag (Forschung, Lehre und Weiterbildung)
<b>Hochschulen/Institute (International)</b>	Zugang zu Know-how	Beauftragung (Forschung)
<b>Industriepartner</b>	Zugang zu Know-how	Beauftragung
<b>Dienstleistende</b>	Zugang zu Know-how	Beauftragung
<b>Austausch/Koordination</b>	Abstimmung	Austausch

Tabelle 1: Kooperationsbeziehungen mit externen Partnern

Es können mit der Zeit mehr Partner zu einem Projekt hinzukommen und, wenn sie ihre Aufträge abschliessen, können externe Partner das Projekt verlassen. Auf diesem Grund ist die



*Kooperationslandkarte* ein «lebendiges» Dokument und die Karte in Abbildung 2 ist die Momentaufnahme vom Herbst 2022.

## Fazit

Die *Kooperationslandkarte* zeigt, dass die Systemführerschaft mit externen Partnern von Universitäten bis zu Industrieorganisationen stark vernetzt ist. Mehrere Firmen aus der Eisenbahnindustrie sind bereit, sich in der Forschung einzubringen, entweder als Partner oder als Dienstleistende. Das «Know-how» von internationalen Hochschulen und Universitäten wird genutzt und obwohl es in der Schweiz nur wenige Hochschulen mit einem Fokus auf die Interaktion Fahrzeug - Fahrweg gibt, können einige von diesen trotzdem in einzelnen Projekten einen Beitrag leisten. Die *Kooperationslandkarte* deutet auf die Schlüsselrolle von *Virtual Vehicle GmbH* hin. Das *Virtual Vehicle* kooperiert in vier Projekten als übergreifender strategischer Partner.

## 2.4 Ablage Fachartikel

### Beschreibung des Lieferobjekts

Die *Ablage Fachartikel* ist eine Ablage von Publikationen, die für die Forschung der Systemführerschaft «Interaktion Fahrzeug-Fahrweg» relevant sind. Die Datenbank der Fachartikel wird laufend mit relevanten Dokumenten ergänzt. Ein Zugang zu diesen Artikeln wird für alle beteiligten Bahnen freigeschaltet, damit die Bahnen selbst den Stand des Wissens nachschlagen können. Die Sammlung besteht aus Hauptordnern, die auf die Quelle der Dokumente hinweisen:

- **Systemführerschaft gescannt:** Dieser Ordner beinhaltet Artikel, die im Laufe der Aktivitäten der Systemführerschaft gefunden werden. Dieser Ordner kann jederzeit ergänzt werden, wenn neue Quellen gefunden werden.
- **Referenzen D RTE 29051:** In der Vorbereitung der D RTE 29051 wurden viele verschiedene Fachexperten beauftragt, Teilkapitel zu schreiben und die wichtigsten Referenzen zu ihren Beiträgen abzulegen. Dieser Ordner ist eine Sammlung dieser Referenzen.
- **<Name externer Partner> Sammlung:** Manche externen Partner haben eigene Sammlungen von relevanten Publikationen und haben angeboten, ihre Datenbank der Systemführerschaft zur Verfügung zu stellen. Die Sammlungen dieser Partner sind in ihren eigenen Ordner bereitgestellt. Zum Beispiel die Fachartikelsammlung von *Virtual Vehicle GmbH* ist im Ordner «VIF Sammlung» abgelegt.

Ein Inhaltsverzeichnis liefert einen Überblick über die Artikel (Siehe Ablage D). Das Verzeichnis ist als Excel-Tabelle geführt, womit jeder Hauptordner sein eigenes Blatt hat. Jedes Dokument hat einen Eintrag im Inhaltsverzeichnis mit folgenden Informationen:

- **Titel**
- **Organisation**
- **Institut**
- **Autor(-innen)**
- **Jahr** (Veröffentlichungsjahr)
- **Schlagwörter** (Wenn möglich direkt vom Dokument kopiert, sonst manuell ergänzt)
- **Abstract** (Wenn möglich direkt vom Dokument kopiert)
- **In Datenbank** (ja/nein. «Ja» Wenn das Dokument als PDF in der Datenbank abgelegt ist. Wenn «nein» sollte ein Link zur Dokumentquelle hinterlegt werden.)
- **Link** (Webadresse zum Dokument)

- **Bemerkung** (diverses)
- **Relevantes Projekt** (Es gibt je Projekt P2-P6 eine Spalte. Wenn das Dokument für ein Projekt relevant ist, wird ein «X» in der entsprechenden Spalte gesetzt.)
- **D RTE 29051 Kapitel** (Das Kapitel in der D RTE 29051, zu dem der Inhalt des Artikels am besten thematisch passt)
- **Art der Publikation** (Beschreibt, wie der Artikel ursprünglich veröffentlicht wurde. Es gibt folgende Auswahlmöglichkeiten:
  - Buch (Ausschnitt)
  - Buch (Ganz)
  - Dissertation
  - Fachkonferenz
  - Journal (Industrie)
  - Journal (Wissenschaft)
  - Master-/Diplomarbeit
  - Norm/RTE
  - Präsentation
  - Richtlinie
  - Veröffentlichung)
- **Artikel Qualität** (Obwohl jeder gesammelte Artikel relevant ist, sind manche relevanter als andere. Diese Spalte ist ein Hinweis dazu und hat folgende Auswahlmöglichkeiten:
  - Fachexperte empfohlen
  - relevant
  - Systemführerschaft zitiert
  - überholtes Wissen
  - unbekannt
  - wenig Relevanz
- **Vertraulichkeit** (ob der Artikel «open access» ist oder ob der Artikel nicht ausserhalb der Systemführerschaft geteilt werden darf. Artikeln, die nicht in der Datenbank abgelegt sind, wird die Beschreibung «(kein Zugriff)» zugewiesen.)

Um die Dokumente einheitlich abzulegen, folgen die Namen der gespeicherten Dokumente einem festen Muster, und zwar «Autor Publikationsjahr Titel». Wäre beispielsweise dieser Bericht in der Datenbank abgespeichert, wäre er als «Buckner et al 2022 Bestehendes Wissen und Kooperationen.pdf» eingetragen. Die Dokumente sind standardmässig als PDFs abgelegt.

Da die Dokumente in der Datenbank teilweise nur durch zahlungspflichtige Dienstleistungen verfügbar oder eventuell vertraulich sind, ist es wichtig, die Berechtigung der Artikel festzulegen. Dies erfolgt im Inhaltsverzeichnis über der Spalte «Vertraulichkeit». Die Datenbank wird auf der RAILplus Website als Sammlung von Weblinks hochgeladen. Damit kann auf Open Access Artikel zugegriffen werden und nicht-Open Access Artikel sind ohne das dementsprechende Abonnement gesperrt. Vertrauliche Dokumente, z. B. Dokumente mit empfindlichem Inhalt werden nicht publiziert.

In der Datenbank wurden bereits sehr viele Dokumente gesammelt, die dazu dienen den Stand des Wissens abzubilden. Die Menge der Dokumente weist darauf hin, dass viel Erfahrung zur Verfügung steht. Die Entscheidung, ob und wie diese Erfahrung verwendet wird, liegt bei den Projekten P2-P6

selbst. Dazu sind die Daten so abgelegt, dass die individuellen Projekte die für sie relevanten Dokumente finden können, um die Brauchbarkeit dieser Dokumente tiefer zu analysieren.

## Fazit

Beim Erstellen der Ablage wurden eine Vielzahl Dokumente erkannt, die das Thema «Interaktion Fahrzeug - Fahrweg» beinhalten. Besonders bei den Hochschulen gibt es eine grosse Menge an Artikeln, die für die Systemführerschaft relevant sind. Dies zeigt, dass die Interaktion Fahrzeug - Fahrweg international ein Forschungsthema ist. Bei der genaueren Betrachtung der Forschungsarbeiten sind auch Trends ersichtlich, welche uns in der Ausrichtung der Systemaufgabe bestätigen:

- Zwecks Verschleissminimierung werden Optimierungen der Rad-Schiene Kontaktgeometrie und der Kontaktmechanik erforscht.
- Zum Reibmanagement sind zwei gegenläufige Trends ersichtlich:
  - Einerseits wird eine Erhöhung des Reibwertes gesucht, um die übertragbaren Traktionskräfte zu erhöhen und
  - andererseits wird eine Reduktion in Verschleiss und Lärm durch Spurkranzschmierung und Schienenkopfkonditionierung untersucht.
- Um den Verschleiss und die damit verbundenen Schädigungen zu reduzieren, wird nach optimierten Materialien der Räder und Schienen gesucht. Die Forschung in diesen Berichten ist nur teilweise fokussiert auf eine Verschleissreduktion des Rades und der Schiene, oft beschränkt sie sich nur auf eine einseitige Verschleissoptimierung, Rad oder Schiene.
- Um den Lärm und die Erschütterungen initiiert vom Bahnbetrieb zu vermindern, wird der Einsatz von verschiedenen Fahrbahnelementen geprüft. Der Fokus liegt momentan auf besohlenen Betonschwellen, Unterschottermatten und optimierten Zwischenlagen.

Obwohl diese Trends die Hauptthemen der Systemführerschaft antasten, wurde auch beim Erstellen der Ablage klar, dass es an aktuellen Forschungen zu gesamtwirtschaftlichen Optimierungen zwischen Fahrzeugen und Fahrbahn fehlt.

### 3 Fazit

#### 3.1 Zusammenfassung der Lieferobjekte

Das erste Modul des Projektauftrages von Projekt 1 «Grundlagenscanning» besteht aus 3 Zielen. Diese Ziele wurden anhand von 4 Lieferobjekte erreicht:

- Die *Übersicht Institutionen* ist eine Auflistung der Institutionen, welche für die Systemführerschaft Interaktion Fahrzeug - Fahrweg relevante Forschungsprojekte vorantreiben. Die Auflistung ist nicht abschliessend und deutsch- und englischsprachige Institutionen sind wahrscheinlich überrepräsentiert. Bei den Angaben der Institutionen ist jeweils festgehalten, wie viel «Know-How», Kapazität und Interesse sie für eine Zusammenarbeit haben.
- Die *Wissenslandkarte* ist eine graphische Zusammenfassung der *Übersicht Institutionen* mit einigen Ergänzungen von Fachexperten.
- Die *Kooperationslandkarte* ist eine graphische Übersicht über die Hochschulen und Universitäten, welche in einer Partnerschaft mit der Systemführerschaft Fahrzeug - Fahrweg sind. Diese Partner verteilen sich auf verschiedene Länder.
- Die *Ablage Fachartikel* ist eine Sammlung von Fachartikeln, die den Mitgliedern von RAILplus zur Verfügung gestellt wird.

#### 3.2 Zusammenfassung der gewonnenen Kenntnisse

In diesem Modul des Projekts «Grundlagenscanning» wurden verschiedene Erkenntnisse über die Wissenslandschaft Interaktion Fahrzeug - Fahrweg in Europa gewonnen:

- Es gibt ausserhalb der Schweiz diverse Institutionen und Hochschulen, welche die Forschung zum Thema Interaktion Fahrzeug - Fahrweg vorantreiben.
- In der Schweiz gibt es nur wenige Protagonisten die sich direkt mit das Thema Interaktion Fahrzeug - Fahrweg befassen. Das heisst, dass eine Zusammenarbeit mit ausländischen Partnern zwingend ist.
- Schweizerische Hochschulen betreiben sehr wenig Forschung im Thema Interaktion Fahrzeug - Fahrweg. Es wird trotzdem versucht, dass schweizerische Hochschulen in den Projekten einen Beitrag leisten können (zum Know-how-Transfer)
- Eine Vielzahl von Kooperationspartnern wurden schon gefunden und kontaktiert. Die Partner sind bereit ihr «Know-How» an das Projekt weiterzugeben und einen Beitrag für die Systemführerschaft Interaktion Fahrzeug / Fahrweg zu leisten.
- Es gibt eine Vielzahl aktueller Forschungen zum Thema Interaktion Fahrzeug - Fahrweg. Insbesondere werden Lösungen für Verschleiss und Lärm erforscht. Diese betreffen Optimierungen des Rad-/Schienenkontakts, des Reibmanagements, des Rad- und Schienenmaterials und der Gleisbaukomponenten.
- Obwohl es Forschung zum Thema Interaktion Fahrzeug - Fahrweg gibt, fehlt es aktuell an Projekten, welche die Interaktion gesamtwirtschaftlich betrachten.

### 3.3 Weiteres Vorgehen

Die Lieferobjekte dieses Berichts sind «lebendige» Dokumente und müssen weiterhin gepflegt werden. Da das Projekt P1 «Grundlagenscanning» am Ende des Jahres 2022 beendet wird, wird die Pflege der *Übersicht Institutionen*, *Wissenslandkarte*, *Kooperationslandkarte* und *Ablage Fachartikel* ab dem 01. Jan 2023 durch das vorgesehene Projekt P8 «Wissensmanagement» weitergeführt.



---

## 4 Verzeichnisse

### 4.1 Revisionen

<i>Rev.</i>	<i>Datum</i>	<i>Bearbeiter</i>	<i>Beschrieb der Anpassung</i>
0.0	20.10.2022	Jackson Buckner	Erstellung
1.0	31.12.2022		Abgabe

### 4.2 Abbildungen

Abbildung 1: Wissenslandkarte .....	7
Abbildung 2: Kooperationslandkarte .....	8

### 4.3 Tabellen

Tabelle 1: Kooperationsbeziehungen mit externen Partnern .....	8
--	---

## 5 Anhang

### 5.1 Anhang A: Übersicht Institutionen

[Übersicht Institutionen.xlsx](#) Informationen zu den Kontaktpersonen nur auf Anfrage

### 5.2 Anhang B: Kooperationslandkarte

[Kooperationslandkarte Stand 20222010.pdf](#)

### 5.3 Anhang C: Inhaltsverzeichnis der Ablage Fachartikel (Stand 10.10.2022)

[00 Inhaltsverzeichnis - Hochschulforschung.xlsx](#)

Organisation	Institute	Deutsch, Englisch, Französisch, Italienisch, Polnisch, Schwedisch			Email	Telefon	Priorisierung: 1 = gut, 3 = niedrige Relevanz				Bemerkung					
		Sprache	Land	Kontaktperson			Knowhow	Kapazitäten	Interesse	Forschungsthemen		P2	P3	P4	P5	P6
AC2T research AG		D	A				1	1	1	Tribologie Schmierstoffanwendung Rad-Schiene-Prüfstand	X					
Getzner		D	A				1	1	1	Besohlungen und Zwischenlagen			X			
Liebherr		D	A				1	1	1	Aktive Radsatzsteuerung LICAS				X		
Liebherr	Bulle	D	A				1	1	2	Mechatronik Komponenten				X		Liebherr- Transportation Systems GmbH & Co KG Liebherrstrasse 1 2100 Korneuburg
TU Graz	Institut für Eisenbahnwesen und Verkehrswirtschaft	D	A				1	1	1	Substanzerhaltung LCC			X		X	
TU Graz	Institut für Eisenbahn- Infrastrukturdesign	D	A				2	3	2	Ziel Forschungsthemen Verbesserungen im Oberbau			X			Stiftungsprofessur 2021 gestartet
TU Leoben	Department Metallurgie Department Werkstoffwissenschaft	D	A				?	?	3	Werkstoff		X				
Virtual Vehicle Research GmbH		D	A				1	1	1	Berührgeometrie Fahrzeugsimulation Schädigungsmodelle Gleisdynamik	X	X	X			www.v2c2.at/expe rtise/
Voestalpine Rail Technology GmbH (vaRT)	Zeltweg	D	A				1	?	?	Weichen		X	X			Weichen
Voestalpine Railway Systems GmbH (vaRS)	Leoben	D	A				1	1	1	Schienen und Werkstoffe		X	X			Schiene
Wiener Linien	Bahn	D	A				1	?	?	Anwender	X					
University of Wollongong AU	Centre for Geomechanics and Railway Engineering	E	AU				?	?	?	Railway Geotechnics		X	X			
Simon Fraser University		E	Canada				?	?	?	Vehicle-Track-Interaction	X	X				
Berne Fachhochschule		D	CH				?	?	?	Data Science		X				
Patrick Braess		D	CH				1	?	1	Gleislagestabilität			X			(Selbstständig)
Emkamatik		D/E/F	CH							Traktionsregelung		X		X		
EPFL	Intelligent Maintenance and Operations Systems	D/E	CH				?	?	?	Data Science		X				
Igralub		D	CH				?	1	1	Konditioniersysteme Monitoring	X					
IMDM		D/F	CH				1	1	1	Asset Management					X	
SBB AG		D	CH				1	?	?	1) Netzzugang 1&2) Rad/Schiene, 2) Improved wear behavior and friction control in the wheel/rail contact	X	X		X		
Schwihag		D	CH				1	1	1	Schienenbefestigung			X			
Siemens	Schweiz	D	CH				1	1	1	Fahrzeughersteller				X		
Stadler		D	CH				1	1	1	Fahrzeughersteller				X		
Vigier		D	CH				1	1	1	Erschütterungen			X			
ZHAW		D	CH				?	?	?	Fahrzeugkasten				X		
Alstom	Bereich Lauftechnik	D	D							Zusammenarbeit mit Dr. Dede aus dem Bereich Lauftechnik	X					
Alstom	Kompetenzzentrum Fahrwerke Siegen	D	D				1	1	1	Fahrzeughersteller Mechatronik Simulation				X		
Argecare		D	D				1	3	?	Entwicklung Programmsysteme für Untersuchungen Rad/Schiene		X				argecare.eu/wheel /rail-kinematic
DB Systemtechnik	Kirchmöser	D	D				1	1	1	Werkstoff Rad Schiene Bruckmechanik zerstörungsfreie Prüfung		X				
DB Systemtechnik	Minden	D	D				1	1	1	1) Fahrzeugzulassung 1) Rad/Schiene 2) Bremstechnik	X	X		X		
Helbling		D	D							Festigkeitsberechnungen FEM				X		
InfraMT		D	D				1	1	1	Messtechnik			X			
Lubcon		D	D							Hersteller Schmier-, Konditioniermittel	X					
Müller BBM		D	D				1	1	1	Messtechnik Erschütterungen	X		X			
RWTH Aachen	Institut für Schienenfahrzeug und Transportsysteme	D	D				1	?	1	Mechatronik				X		

TU Dresden	Institut für Bahnsysteme und öffentlichen Verkehr	D	D				2	2	2	Planung und Gleistechnik			X			
TU München	Lehrstuhl und Prüfamnt für Verkehrswegebau	D	D				1	1	1	experimentelle und theoretische Erforschung des Verformungs- und Beanspruchungsverhaltens des Oberbaus			X			
VBK - Verkehrsbetriebe Karlsruhe		D	D				?	?	1	Austausch rund um RSI		X				Gemischte Betrieb (Strassebahn-Vollbahn Gemischte Verkehr Radprofile)
Vossloh		D	D				1	1	1	Schienenbefestigung			X			
PROSE AG		D	D/CH				1	1	1	Drehgestelle, Fahrzeug Simulationen, Entgleisungssicherheit		X		X		Winterthur, Bern, Berlin
VibraTec		F	F				?	?	1	Verminderung von Erschütterung und Lärm am Rad			X			
Newcastle University	NewRail	E	GB							Simulationsanalysen, Wirtschaftliche Bewertung, Testfahrten & Auswertung				X		
University of Huddersfield GB	Railway Research	E	GB				1	1	1	Vehicle and Track dynamics Wheel-Rail Interaction		X				
University of Sheffield GB	Mechanical Engineering Railway Research	E	GB				1	?	1	Tribologie Rad-Schienenkontakt	X	X				<a href="http://MERail.research.shef.ac.uk">MERail: Research (shef.ac.uk)</a>
University of Southampton	Institute of Sound and Vibrations	E	GB				1	?	?	Lärm	X	X				
Lucchini		E/I	I				1	1	1	Werkstofftechnik (Räder) Radschallabsorber		X				Verbindung zu Politecnico Milano
Politecnico di Milano, I	Dipartimento di meccanica	I	I				1	1	?	Rad-Schienenwerkstoffe, Fahrzeugsimulation, Schienenschädigungen, usw		X	X	X		<a href="http://Dipartimento di Meccanica: Mechanical System Dynamics (polimi.it)">Dipartimento di Meccanica: Mechanical System Dynamics (polimi.it)</a>
TU Delft		E	NL				2	3	?	RS-Kontakt Mehrkörpersimulation Reibwertmanagement	X					
TU Delft		E	NL				1	3	?	Fahrbahnsteifigkeit			X			
Chalmers University of Technology Göteborg		E/S	Schweden				?	1	?	Werkstoffe		X				
KTI, Stockholm	Aeronautical and Vehicle Engineering	S/E	Schweden				1	?	?	Vehicle-Track-Interaction Wheel-Rail Interaction		X				
University of Žilina, SK		E	SK				1	1	1	Entwicklung Programmsysteme für Untersuchungen Rad/Schiene		X				
Volpe Center - US Department of Transportation		E	US				?	?	?	Vehicle-Track-Interaction		X				
LBFoster		E	US /UK/CAN				1	?	1	Friction Management Perfomance Monitoring	X					

# Kooperationslandkarte (Stand 27.10.22)

= Erst-Kontakt erfolgt  
 = noch nicht kontaktiert



Systemführerschaft RAILplus	Strat. Partner	Hochschulen/Institute	Industriepartner	Dienstleistende	Koordination/Austausch	
Projekt 1: Grundlagenscanning		CH				
Projekt 2: SKS/SKK						
Projekt 3: Grundlagen Rad/Schiene						
Projekt 4: Fahrbahnsteifigkeit						
Projekt 5: Fahrzeuge						
Projekt 6: Gesamtwirtschaftlichkeit						
VöV: RTE 29051 RTE aus P1 - P5						





Friction modifiers effects on tribological behaviour of bainitic rail steels	TU Delft	Railway Engir	Messaadi et al	2019	Rail grades; Friction	Bainitic steels	Ja		X					10.2	Schienenkopfkonditionierung (SKK)	Journal (Wissenschaft)	Unbekannt	Open Access
Determining the angles of squat cracks via CT scanning and metallographic observations	TU Delft	Railway Engir	Naeimi et al	2020	Squat; Primary crack	This study inv	ja		X	X				8.5.2	Schiene	Journal (Wissenschaft)	Unbekannt	Open Access
Sichtbare Zusammenhänge zwischen dem dynamischen Adhäsionsverhalten von Antrieben und Schienenschäden	SBB & emkamatik		Nerlich & Menth	2019	Squat; Tribologie; G	Der Squat stell	ja		X		X			8.5	Schädigungen aus der Wechselwirkung	Journal (Industrie)	relevant	Nur Systemführerschaft
Finite Element Analysis of a crossing panel under dynamics moving load – effect of support conditions and implications on foot fatigue	Huddersfield	Institute of R	Otorabad et al	2022		The dynamic b	nein				X			8.5.3	Fahrweg	Master-/Diplomarbeit	Unbekannt	(Kein Zugriff)
Vergleich von räumlicher und lokaler Stopftechnologie	TU Dresden	Institut für B;	Pfaff	2018	Stopfen	Im Bereich der	Deutschen Bahn				X			8.5.3	Fahrweg	Master-/Diplomarbeit	Unbekannt	(Kein Zugriff)
Reducing wheel–rail surface damage by incorporating hydraulic damping in the Bogie primary suspension	Huddersfield	Institute of R	Qu et al	2022	Railway vehicle; whi	Wheel–rail sur	ja		X		X	X		7.1	Das Fahrwerk (Konstruktiver Aufbau)	Journal (Wissenschaft)	Unbekannt	Open Access
Das Bogenlaeufige Eisenbahn-Fahrzeug	Schulthess Verlag		R. Liechty	1934	Fahrwerk; radial einstellbare Radsä	Ja						X		7.2	Spurführung	Bericht	Fachexperte	Open Access
Mechanisms of short pitch rail corrugation	TU Delft	Railway Engir	S.Li	2022	Short pitch corrug	nein					X			8.5.2	Schiene	Dissertation	Unbekannt	(Kein Zugriff)
Railway track degradation: The contribution of a spatially variant support stiffness - Local variation	TU Delft	Railway Engir	Sadri et al	2019	Track degradation, §	This study adres	ja				X			8.2	Einflussfaktoren auf die Wechselwirkung	Journal (Wissenschaft)	Unbekannt	Open Access
Comparisons between beam and continuum models for modelling wheel-rail impact at a singular rail surface defect	TU Delft	Railway Engir	Shen et al	2021	Impact force; Whee	A singular rail	Ja		X	X				9.4	Rad/Schiene – quasistatische und dynamisch	Journal (Wissenschaft)	Unbekannt	Open Access
Fast and robust identification of railway track stiffness from simple field measurement	TU Delft	Railway Engir	Shen et al	2021	Field hammer test; f	We propose tr	ja				X			6.4	Fahrbahnsteifigkeit	Journal (Wissenschaft)	Unbekannt	Open Access
Experimental investigation for wheel polygonisation of high-speed trains	TU Delft	Railway Engir	Sheng et al	2020	axle-box acceleratio	The wheel pol	nein					X		8.5.1	Rad	Journal (Wissenschaft)	Unbekannt	(Kein Zugriff)
Rail surface conditioning and rail durability	TU Delft	Railway Engir	Steenbergen, M.	2018	Friction-induced ma	Rail maintenance	Ja								Ausschnitt aus Proceedings of the 11th International Conference on Contact Mechanics and Wear of Rail/Wheel Systems (CM 2018)	Fachkonferenz	Unbekannt	Open Access
A state-of-the-art review of curve squeal noise: phenomena, mechanisms, modelling and mitigation	University of Sout	Institute of S;	Thompson et al	2016	Curve Squeal; falling	Curve squeal i	Ja		X	X	X	X		8.4	Ursachen und Auswirkungen der Interaktion	Bericht	relevant	Nur Systemführerschaft
A simplified method for calculating load distribution and rail deflections in track incorporating the influence of sleeper stiffness	TU Delft	Railway Engir	van Belkom	2020	beam on elastic fou	When performing	ja				X			8.2	Einflussfaktoren auf die Wechselwirkung	Journal (Wissenschaft)	Unbekannt	Open Access
Photogrammetrische Ermittlung des belastungsabhängigen Verformungsverhaltens von Schotter	TU Dresden	Institut für B;	Wang	2020	Verformungsverhalt	Photogramme	nein				X			8.5.3	Fahrweg	Master-/Diplomarbeit	Unbekannt	(Kein Zugriff)
Ground vibration induced by high speed trains on an embankment with pile-board foundation: Modelling and validation with in situ tests	TU Delft	Railway Engir	Wang et al	2022	Ground vibrationHig	To investigate th	nein				X			8.4	Ursachen und Auswirkungen der Interaktion	Journal (Wissenschaft)	Unbekannt	(Kein Zugriff)
Kurvenquietschen: Untersuchung des Quietschvorgangs und Wege der Minderung	TU Berlin	Institute Lanc	Y.Ben Othman	2009	Kurvenkreischen; K;	Kurvenquietsc	ja		X	X	X	X		8.4	Ursachen und Auswirkungen der Interaktion	Dissertation	Fachexperte	Open Access
A numerical study on waves induced by wheel-rail contact	TU Delft	Railway Engir	Yang & Li	2019	Wheel-rail contact; '	Recent finite e	ja			X	X			9.4	Rad/Schiene – quasistatische und dynamisch	Journal (Wissenschaft)	Unbekannt	Open Access
Numerical modeling of wheel-rail squeal-exciting contact	TU Delft	Railway Engir	Yang & Li	2019	Wheel-rail contact;	Complex frictik	ja			X				9.3	Rad/Schiene – Kontaktmechanik	Journal (Wissenschaft)	Unbekannt	Open Access
Numerical modeling of dynamic frictional rolling contact with an explicit finite element method	TU Delft	Railway Engir	Yang et al	2019	Explicit FEM; Frictional rolling; Whe	ja			X					9.3	Rad/Schiene – Kontaktmechanik	Journal (Wissenschaft)	Unbekannt	Open Access
Wheel-rail rolling contact behavior induced by both rail surface irregularity and sleeper hanging defects on a high-speed railway line	TU Delft	Railway Engir	Yang et al	2021	Sleeper hanging; Un	In this study, a	ja		X	X				9.4	Rad/Schiene – quasistatische und dynamisch	Journal (Wissenschaft)	Unbekannt	Open Access
Einfluss des zweidimensionalen Spannungszustandes auf die Setzung des Schotters	TU Dresden	Institut für B;	Yi	2018			nein				X			8.5.3	Fahrweg	Master-/Diplomarbeit	Unbekannt	(Kein Zugriff)
Analysis of Railway Ballasted Track Stiffness and Behavior with a Hybrid Discrete-Continuum Approach	TU Delft	Railway Engir	Yunlong Guo et al	2021	Discrete element m	Railway ballasted	nein				X			8.2	Einflussfaktoren auf die Wechselwirkung	Journal (Wissenschaft)	Unbekannt	(Kein Zugriff)
Massnahmen gegen das Kurvenkreischen beim Regionalverkehr Bern - Solothrn	Grolimund + Partner AG		Zerflüh et al	2016	Lärm; Kreischen; SKK; RBS; Betrieb	Ja			X					10.2	Schienenkopfkonditionierung (SKK)	Journal (Industrie)	relevant	Nur Systemführerschaft

Multimodal dispersive waves in a free rail: Numerical modeling and experimental investigation	TU Delft	Railway Engir Zhang et al	2021 Multimodal dispersi In this paper, wv ja		X	8.4	Ursachen und Auswirkungen der Interaktion	Journal (Wissenschaft)	Unbekannt	Open Access
Vibration modes and wave propagation of the rail under fastening constraint	TU Delft	Railway Engir Zhang et al	2021 Rail vibration mode: This paper inves ja		X	8.4	Ursachen und Auswirkungen der Interaktion	Journal (Wissenschaft)	Unbekannt	Open Access
A three-dimensional finite element solution of frictional wheel-rail rolling contact in elasto-plasticity	TU Delft	Railway Engir Zhao & Li	2014 Rolling contact; frict Wear, rolling c nein	<a href="https://journals.sagepub.com/doi/10.1177/1350650114543717">https://journals.sagepub.com/doi/10.1177/1350650114543717</a>	X	9.3	Rad/Schiene – Kontaktmechanik	Journal (Wissenschaft)	Unbekannt	(Kein Zugriff)