



## Zweiter DESM-Experimentalworkshop 2016

# Modellierung, Analyse, Simulation und Bewertung sicherheitsrelevanter Problemstellungen von Bahnen



Version	Datum	Ersteller	Änderungen	Status
1.2	20.04.2016	Jürg Suter		in Arbeit
1.3	09.05.2016	Jürg Suter	Ergänzungen/Anpassungen	in Arbeit
1.4	21.05.2016	Jürg Suter	Ergänzungen/Anpassungen	in Arbeit
1.5	05.06.2016	Jürg Suter	Ergänzungen/Anpassungen	in Arbeit
1.6	19.06.2016	Jürg Suter	Ergänzungen/Anpassungen	in Arbeit
1.7	02.07.2016	Jürg Suter	Anpassungen	in Arbeit
1.8	10.08.2016	Jürg Suter	Ergänzung (zwei Referenten)	definitv



## Inhaltsverzeichnis

<b>1 Zielsetzung und Konzeption</b>	<b>3</b>
1.1 Zielsetzung .....	3
1.2 Konzeption .....	3
1.3 Anforderungen und Zielsetzungen im Überblick .....	5
<b>2 Inhalt</b>	<b>6</b>
2.1 Tutorium: Beschreibung und Modellierung Szenarien .....	6
2.2 Modul 1: Gefährdungssituationen in der Realität .....	6
2.3 Modul 2: Modellierung von Gefährdungssituationen .....	7
2.4 Modul 3: Simulation, Analyse mittels Fallstudien .....	8
2.5 Modul 4: Bewertung der Ergebnisse .....	8
2.6 Executive Summary: Podiumsgespräch.....	8
<b>3 Organisation</b>	<b>9</b>
3.1 Ablauf im Detail .....	9
3.2 Referenten.....	10
3.3 Moderatoren .....	10
3.4 Durchführung und Anmeldung .....	11



# 1 Zielsetzung und Konzeption

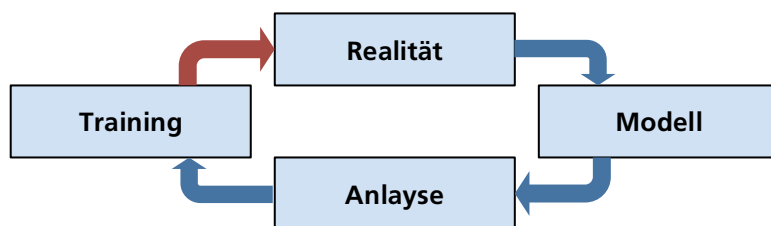
## 1.1 Zielsetzung

Eisenbahnsysteme sind komplexe Mensch-Maschine-Systeme. Nebst höchster Sicherheit und Zuverlässigkeit der technischen Systeme spielt der menschliche Faktor eine entscheidende Rolle. Um derartige komplexe und nicht vollständig messbare Interaktionen zu analysieren und zu trainieren, leisten ganzheitliche Simulationen und Simulatoren einen entscheidenden Mehrwert. Dieser Mehrwert wird in einem zweitägigen Kompaktworkshop mit vorangehendem Tutorium im eigens für diese Problemstellung entwickelten „Dynamischen Eisenbahnsystemmodell DESM“ sowie auf einer realen Bahnstrecke in Theorie und Praxis demonstriert. Ziel ist, für die Bahn Bewertungsverfahren unter Verwendung von Simulationsmodellen zu entwickeln und anzuwenden. Dazu sind Entscheidungsträger und Experten aus dem Bereich der Sicherheit im Eisenbahnbetrieb eingeladen.

Der Workshop richtet sich an

- Safety Manager von Eisenbahnunternehmen und Industrie
- Dienstleister für Eisenbahnen
- Behörden und Verbände
- Forschungseinrichtungen und Hochschulen mit Bezug zur Eisenbahnsicherheit

Allen, die in das Thema der Eisenbahnsicherheit eingebunden sind, bietet der DESM-Workshop eine hervorragende Gelegenheit, sich kompakt über den aktuellen Stand der Technik für die Modellierung, Simulation, Analyse sicherheitsrelevanter Problemstellungen und Gefährdungssituationen bei Bahnen zu orientieren.



### Executive Summary

Entscheidungsträger im Bereich Eisenbahnsicherheit werden mit der Präsentation der Ergebnisse am letzten Tag besonders angesprochen.

## 1.2 Konzeption

Ein Impulsvortrag zur Bedeutung von neuartigen Ansätzen zur Modellierung, Simulation und Bewertung sicherheitsrelevanter Problemstellungen von Bahnen durch [Prof. Dr.-Ing. Dr. h.c. mult. E. Schnieder](#) aus Braunschweig führt in die Thematik ein. In vier speziellen Modulen werden die Teilnehmer dann mit dem Instrumentarium des DESM-Labors zu den verschiedenen Simulationsinstrumenten vertraut gemacht.



Ausgehend von den Anforderungen für die Untersuchung von komplexen soziotechnischen Problemstellungen erleben die Teilnehmenden ein sicherheitsbezogenes Originalszenario, welches modelliert werden soll: Auf einer realen Eisenbahn wird eine vorgängig in der Theorie vorgestellte Situation mit einem hypothetischen Gefährdungspotential vorgeführt, so dass die Teilnehmer die wichtigsten Eigenschaften der Problemstellung in der Realität erfahren.

In einem zweiten Hauptteil der Veranstaltung werden grundsätzliche Methoden und Instrumente für die Modellierung der Situation vorgestellt. Dabei wird die Mustersituation aus der Realität modelliert und für Fallstudien aufbereitet.

Im [DESM-Labor](#) wird gezeigt, in welcher Weise die modellierte Situation anhand von Simulationen mit Probanden untersucht werden kann. Dabei gehen folgende Ergebnisse hervor: Berechnung des Gefährdungspotentials, statistischer Nachweis des Risikos sowie Eigenschaften und Verteilung von Fehlern. Mit diesen Grundlagen wird ein Ansatz für ein neues, messbares Bewertungsverfahren unter Einsatz von Simulatoren erarbeitet und vorgestellt, womit die Erkenntnisse aus den Untersuchungen in die Realität einfließen.

Zu diesem Zweck werden ausgewählte Situationen exemplarisch modelliert und mit einem Simulator untersucht. Aus den Ergebnissen werden Möglichkeiten für risikomindernde Massnahmen in Form eines neuartigen Sicherheitstrainings für sicherheitsrelevantes Personal aufgezeigt. Der Workshop wird durch Fachvorträge begleitet und unterstützt.

Analyse von Gefährdungssituationen	Der Workshop vermittelt anhand von Beispielen aus der Realität Problemstellungen, die bezüglich Sicherheitsrelevanz nicht oder nicht genügend messbar sind. Die Teilnehmer erfahren den Stand der Technik bezüglich Anwendung von Risikobewertungsmethoden.
Untersuchung von Gefährdungen	Für die Untersuchung von Gefährdungssituationen können heute Simulatoren eingesetzt werden. Den Teilnehmern werden verschiedene Modellierungs- und Messverfahren vorgestellt.
Auswertung von Messergebnissen	Die Teilnehmer lernen an einem Beispiel, wie nicht Messbare Einflussfaktoren in komplexen soziotechnischen Problemstellungen bewertet werden können, um daraus die Handlungsrelevanz abzuleiten.
Entwicklung und Anwendung von Bewertungsverfahren	Aus der Basis der vorgängig durchgeführten Analysen können punktuelle Bewertungsverfahren entwickelt werden, mit welchen Massnahmen für die Verminderung der erkannten Risiken definiert werden können.

Jedes Modul wird mit kurzen Referaten zu folgenden Themen im Sinne eines Forums abgerundet bzw. vertieft:

- Betriebsführung vor dem Hintergrund der Automatisierung,
- Kommunikation Lokführer-Zugverkehrsleiter,
- Bedeutung von Systemkenntnissen von Lokführern und Zugverkehrsleitern,
- kognitive Systeme bei der Bahn, und
- Anforderungen an die Schnittstellen Mensch-Maschine.



### 1.3 Anforderungen und Zielsetzungen im Überblick

Anforderungen	Zielsetzungen
Beschreibung von Originalszenarien aus dem Eisenbahnbetrieb mit sicherheitsrelevanter Bedeutung.	Aufzeigen von geeigneten Beschreibungsmittel
Darstellung und Vorführung von Originalszenarien in der Realität.	Verständnis, Analyse und Beschreibung der Szenarien unter Einbezug aller relevanten Einflussfaktoren.
Modellierung von Originalszenarien für die Untersuchung unter Anwendung von Simulationsmodellen (mit und ohne Einbezug von Probanden).	Durchführung von Fallstudien, einerseits unter Einbezug von Probanden auf Fahr- und Stellwerksimulatoren, andererseits unter Anwendung eines simulationsfähigen Modells (Pi-Tool).
Messbare Ergebnisse unter Anwendung von Simulatoren bzw. Simulationsmodellen.	Kenntnis und Verständnis für die Anwendung geeigneter Analyse- und Bewertungsmethoden für sicherheitsrelevante Problemstellungen.



## 2 Inhalt

### 2.1 Tutorium: Beschreibung und Modellierung Szenarien

#### 2.1.1 Pi-Tool für die Modellierung von Petrinetzen

Petrinetze wurden von rund 50 Jahren durch Karl Adam Petri für die Beschreibung von diskreten, wiederkehrenden Abläufen im Bereich der Informatik entwickelt. Petrinetze haben sich als einfach verständliches und effizientes Beschreibungsmittel etabliert, welche heute weit über die Informatik hinaus angewendet werden. An der Technischen Universität wurde das Instrument Pi-Tool entwickelt, welches u.a. die simulationsfähige Modellierung und Auswertung von zusammenhängenden Abläufen erlaubt. Um das Instrument während dem Workshop anwenden zu können, wird vorgängig ein eigenes Tutorium angeboten.

<i>Datum</i>	<i>Zeit</i>	<i>Inhalt</i>
Tag 0	13:00	Einführung in das Pi-Tool für die simulationsfähige Modellierung von diskreten Abläufen und Befähigung der Teilnehmenden, das Pi-Tool während dem Workshop anwenden zu können

#### 2.1.2 Fahrdienst und Betriebsführung

Sicherheitsrelevante Problemstellungen im Eisenbahnbetrieb weisen oft eine grosse Zahl von Wechselwirkungen zu verschiedenen Fachbereichen wie Fahrdienstvorschriften, Signalisierung, Stellwerk- und Leittechnik und Fahrplangestaltung auf. Die Teilnehmer werden während dem Tutorium in das schweizerische System der Betriebsführung eingeführt.

<i>Datum</i>	<i>Zeit</i>	<i>Inhalt</i>
Tag 0	16:00	Grundsätze der Betriebsführung unter Anwendung von Simulatoren bzw. didaktischen Instrumenten als Grundlage für das Verständnis sicherheitsrelevanter Problemstellungen am Beispiel einer Lehrstellwerkanlage

#### 2.1.3 Design von Fallstudien

Für das Durchführen von Fallstudien sind Kenntnisse über die Datenerhebung, Datenaufbereitung, Modellierung von Szenarien und Anwendung der Simulatoren erforderlich.

<i>Datum</i>	<i>Zeit</i>	<i>Inhalt</i>
Tag 0		Organisation und Durchführung von Fallstudien auf Simulatoren mit Bezug auf Originalszenarien

### 2.2 Modul 1: Gefährdungssituationen in der Realität

Aus der Analyse von Ereignissen bei den Eisenbahnen gehen folgende, grundsätzliche Problembereiche hervor:



### 2.2.1 Signalisierung / Sicherungstechnik

- Gruppensignal
- Wahrnehmung, Sichtbarkeit
- Verwechslungen (Signalstaffel, Signalstandorte links/rechts vom Gleis, Vorschriften)
- Komplexität/Verständlichkeit der Signalisierung (Umfang, Interpretation)
- Signalethik

### 2.2.2 Ergonomie / Umfeld / Bedingungen

- Farben, Symbolik
- Monotonie vs. Überlastung (Gleichgewichtsbetrachtungen, ETCS)
- Verständlichkeit (Verwendung von Farben, Symbolen)
- Überlagerung von Anzeigen (Sprachhinweise, Warntöne)
- Fehler und Sicherheitskultur (repressiv, konstruktiv)

### 2.2.3 Komplexität im Regelwerk

- Mentale Modelle (vgl. Vorschriften wie AB-EBV)
- Struktur
- Auslegung/Interpretation im Sicherheitsbereich (Widersprüche)

### 2.2.4 Systemkenntnisse / Kompetenzen

- Hohe technische Verfügbarkeit vs. Aufrechterhaltung von Handlungskompetenzen (vgl. Situation GBT)
- Konsequenzen neuer Berufsbilder (Bediener vs. Überwacher)
- Ursache von Komplexität an den Schnittstellen Mensch-Maschine
- Veränderung von Häufigkeit (vermindernd) und Schadensausmass (ansteigend)

<i>Datum</i>	<i>Zeit</i>	<i>Inhalt</i>
Tag 1	09:30 – 10:30	<i>Prof. Dr.-Ing. Dr. h.c. mult. Eckehard Schnieder, Braunschweig</i> Keynote über Risiko- und Gefährdungsanalysen
Tag 1	11:00 – 13:30	Darstellung von ausgewählten Gefährdungssituation aus der Realität: Nachvollziehbare Modellierung von Ursachen, Ereignissen sowie Einflussfaktoren.
Tag 1	11:30 – 12:00	<i>Dipl. Ing. ETH, lic. oec. HSG Otto Middendorp</i> Risikomanagement – der Ansatz der ISO Norm
Tag 1	13:00 – 14:00	<i>Dr.-Ing. René Hosse, TU Braunschweig</i> Der Ansatz der Risikogenese

## 2.3 Modul 2: Modellierung von Gefährdungssituationen

Im Modul 2 werden reale Gefährdungssituationen behandelt. Ferner werden geeignete Beschreibungsmittel, Methoden und Werkzeuge für die Modellierung von Gefährdungssituationen aufgezeigt.



<i>Datum</i>	<i>Zeit</i>	<i>Inhalt</i>
Tag 1	11:00 – 12:30	Analyse von Gefährdungssituationen
Tag 1	16:00 – 19:00	Durchführung von Fallstudien im Feld auf einer realen Eisenbahnstrecke
Tag 2	08:30 – 09:30	<i>Dr.-Ing. Roman Slovák, Bundesamt für Verkehr BAV</i> Methoden und Instrumente zum Monitoring und zur Bewertung des statistischen Risikos im öffentlichen Verkehr

## 2.4 Modul 3: Simulation, Analyse mittels Fallstudien

Einem Modell liegt die folgerichtige Anwendung von Beschreibungsmitteln, Methoden und Werkzeugen zu Grunde. Für die Modellierung von Gefährdungssituationen wird ein Drehbuch für Fallstudien auf Simulatoren vorgestellt. Das Drehbuch kommt im DESM-Labor unter Mithilfe von Probanden zur Anwendung.

<i>Datum</i>	<i>Zeit</i>	<i>Inhalt</i>
Tag 2	10:00 – 12:00	Durchführung einer Fallstudie unter Anwendung von Simulatoren. Aufzeigen von quantitativen und qualitativen Methoden für die Datenerhebung.

## 2.5 Modul 4: Bewertung der Ergebnisse

Aus den Ergebnissen der Fallstudien entsteht ein Konzept für konkrete und punktuelle Auswertungen mit dem Ziel, die erkannten Risiken zu minimieren. Die Ergebnisse sollen messbar und überprüfbar sein.

<i>Datum</i>	<i>Zeit</i>	<i>Inhalt</i>
Tag 2	13:00 – 14:00	Auswertung der Daten aus den Fallstudien
Tag 2	14:00 – 15:00	<i>Dipl.-Ing. Patrick Gontar, TU München</i> Angewandte Sicherheitsforschung am Beispiel der Flugergonomie
Tag 2	14:45 – 15:30	<i>Cpt. Dr. Jochen Mickel, Lufthansa</i> Analyse von Ereignisdaten bei der Lufthansa

## 2.6 Executive Summary: Podiumsgespräch

Zusammenfassung der Aussagen, Erkenntnisse und Konsequenzen aus dem Workshop im Plenum.

<i>Datum</i>	<i>Zeit</i>	<i>Inhalt</i>
Tag 2	16:00 – 16:45	Executive Summary / Podiumsgespräch





## 3 Organisation

### 3.1 Ablauf im Detail

	Tag 0 (Tutorium)	Tag 1	Tag 2
	12. Oktober 2016	13. Oktober 2016	14. Oktober 2016
08:30 – 09:00			Anwendung von Risikobewertungsinstrumenten
09:00 – 09:30		Empfang, Begrüssung	
09:30 – 10:00		Keynote:	Pause
10:00 – 10:30		Risiko- und Gefährdungsanalyse	Modul 3: Untersuchung von Gefährdungssituationen
10:30 – 11:00		Einführung in den Workshop	
11:00 – 11:30		Modul 1: Gefährdungssituationen	Durchführung einer Fallstudien auf Simulatoren
11:30 – 12:00		Risikomanagement: ISO Norm	
12:00 – 12:30		Businessluch	Mittagessen
12:30 – 13:00			
13:00 – 13:30		Der Ansatz der Risikogenese	Modul 4: Auswertung von Daten, Analyse und Massnahmen
13:30 – 14:00	Einführung Tutorium		
14:00 – 14:30	Tutorium 1	Modul 2: Modellierung von Gefährdungssituationen	Angewandte Flugsicherheitsforschung, Beispiel der Ergonomie, Analyse von Ereignisdaten
14:30 – 15:00	Einführung über das Pi-Tool		
15:00 – 15:30		Verschiebung ins Feld	
15:30 – 16:00	Pause		Pause
16:00 – 16:30	Tutorium 2: Betriebsführung auf der Lehrstellwerkanlage (Teil 1)	Reale Gefährdungssituation	Präsentation Ergebnisse (Podium) Abschluss
16:30 – 17:00			
17:00 – 17:30			
17:30 – 18:00			
18:00 – 18:30	Abendessen		
18:30 – 19:00			
19:00 – 19:30	Betriebsführung auf der Lehrstellwerkanlage (Teil 2) DESM-Methode für die Analyse von Gefährdungssituationen	Nachtessen/Abendprogramm	
19:30 – 20:00			
20:00 – 20:30			
20:30 – 21:00	Rückreise nach Bern		
21:00 – 21:30			
21:30 – 22:00			



## 3.2 Referenten

Die Fachvorträge werden von Wissenschaftlern sowie Fachexperten aus folgenden Institutionen gehalten:

- Technische Universität Braunschweig, Institut für Verkehrssicherheit und Automatisierungstechnik
- Transfit Consulting, Zollikofen (Bern)
- Technische Universität München, Lehrstuhl für Ergonomie
- Bundesamt für Verkehr BAV, Bern
- Lufthansa, Frankfurt am Main

### 3.2.1 Tutorium

Dr.-Ing. Patrick Diekhake (TU Braunschweig/IQST)

- Modellierung von Petrinetzen mit dem Pi-Tool von IQST

Dr.-Ing. Jürg Suter, Edi Isenring und Stefan Wenger

- Betriebsführung und Fahrdienstvorschriften der Schweizerischen Eisenbahnen

### 3.2.2 Keynote

Prof. Dr.-Ing. Dr. h.c. mult. Schnieder: Risiko- und Gefährdungsanalyse

- Methoden: CSM-Verordnung, Normen (EN 50126 CENELEC)
- Vollständigkeit: Gefährdung nicht gegeben
- Methoden: Erprobung, Rückführung aus Praxis

### 3.2.3 Modul 1: Gefährdungssituationen

Dipl. Ing. ETH, lic. Oec. HSG Otto Middendorp

- Risikomanagement – die ISO Norm

Dr.-Ing. René Hosse, TU Braunschweig

- Ansatz der Risikogenese, STAMP

### 3.2.4 Modul 3: Untersuchung von Gefährdungssituationen

Dr.-Ing. Roman Slovák (BAV)

- Methoden und Instrumente zum Monitoring und Bewertung des statistischen Risikos im öffentlichen Verkehr

### 3.2.5 Modul 4: Auswertung von Daten, Analyse und Massnahmen

Dipl. Ing. Patrick Gontar, TU München

- Ergonomie: Angewandte Flugsicherheitsforschung am Beispiel der Ergonomie

Cpt. Dr. Jochen Mickel (Lufthansa)

- Analyse von Ereignisdaten bei der Lufthansa



### 3.3 Moderatoren

Die Realversuche bzw. Fallstudien auf der Strecke und im DESM-Labor werden von erfahrenen Eisenbahnern betreut.

- Tutorium: Edi Isenring (ex. SBB)
- Mike von Aesch (Crossrail)
- Lorenz Zahn (RBS)
- Stefan Wenger (Bernmobil)

### 3.4 Transporte

#### 3.4.1 Hin- und Rückfahrt AZL am 12.10.2016

Bahn, individuell

#### 3.4.2 Hin- und Rückfahrt nach Sumiswald-Grünen am 13.10.2016

Bus von Bernmobil (Stefan Wenger)

### 3.5 Durchführung und Anmeldung

Ort der Veranstaltung:	Region Bern – Emmental Arbeitsräume und Verpflegung: <a href="#">Ziegelhüsi Deisswil</a> DESM-Labor Deisswil (Bern) Tutorial (Tag 0): Ausbildungszentrum
Datum:	12.10.2016 (Tutorium), 13./14.10.2016 (Workshop)
Teilnehmerzahl:	Wegen der Laborversuche ist der Workshop auf 25 Teilnehmer begrenzt.

Die Teilnehmer melden sich online an ([www.desm.ch/workshop](http://www.desm.ch/workshop)). Die Anmeldungen sind verbindlich. Aufgrund der Realversuche und der DESM-Versuche ist keine Stornierung möglich.