



Technische  
Universität  
Braunschweig



Dynamisches Eisenbahn System Modell  
Modèle dynamique d'un système ferroviaire  
Dynamic model of a railway system



Fachhochschule Nordwestschweiz  
Hochschule für Angewandte Psychologie

Jürg Suter

<http://www.desm.ch>

Stettlen, 8. Juli 2013, Version 2.3

# Bericht über die Versuchsfahrten auf Simulatoren



## Dank

Für diese Versuchsfahrten im Rahmen von Studienarbeiten und Forschungsprojekte der Fachhochschule Nordwestschweiz FHNW, Hochschule für Angewandte Psychologie und der Technischen Universität Braunschweig wurden über 300 freiwillige Arbeitsstunden geleistet. Zusammen mit der Benützung der Simulatoren und der dazu notwendigen Infrastruktur sowie weiterer Ressourcen, die für die erfolgreiche Durchführung der Versuche benötigt wurden, entspricht der Aufwand einem Äquivalent von über CHF 50'000.--. Diese Kosten würden die Budgets aller beteiligten Studienarbeiten bei weitem übersteigen.

Es ist mir bewusst, dass Freiwilligenarbeit in diesem Umfang zu Gunsten der Forschung nicht selbstverständlich ist. Umso mehr bedanke ich mich bei allen beteiligten Helfern für ihren grossartigen Einsatz, sei es für die Bedienung der Simulatoren, für die Betreuung der Studierenden bei ihren Projekten sowie der Probanden während ihrem Einsatz, für die Ausarbeitung der Konzepte und Überprüfung der Drehbücher, für fachliche oder technische Unterstützung oder für die den Betrieb und die Instandhaltung der benötigten technischen Einrichtungen im Forschungslabor!

Bericht	Jürg Suter
Versuchsfahrten, Konzept und Drehbuch	Mike von Aesch Jürg Suter René Plüss Bernhard Schwab Rolf Suter Paolo Induni
FASI-Daten für Auswertungen	Sebastian Straube Fabian Riesen
Fragebogen	Nicole Stoller Jürg Suter
Studien der Hochschule für Angewandte Psychologie FHNW	Nicole Stoller Mirjam Schwager Cédric Suter
Redaktion	Rolf Suter Lorenz Zahn Mike von Aesch

## Zusammenfassung

In Zusammenarbeit mit drei Studierenden der Fachhochschule Nordwestschweiz FHNW wurde der Fahrsimulator FASI der Re 460 erstmals für Versuchsfahrten zu Forschungszwecken benutzt. Innerhalb von sechs Wochen haben sich insgesamt 1 Lokführerin und 19 Lokführer bereit erklärt, an je zwei Simulationsübungen auf den Strecken Olten – Brugg und Baden – Zürich teilzunehmen. Die Versuchsübungen wurden mit Hilfe von zahlreichen Eisenbahnexperten anhand der Anforderungen der FHNW neu entwickelt.

Nebst den Problemstellungen im Rahmen der FHNW-Studienarbeiten wurden die Versuchsfahrten auch dazu genutzt, Erkenntnisse über den Einsatz von Simulatoren zur Untersuchung von komplexen Problemstellungen an den Schnittstellen zwischen Mensch und Maschine zu gewinnen. Zu diesem Zweck wurden nebst den zwei Versuchsübungen qualitative Datenerhebungen zu den Themen Ergonomie und Betrieb sowie über die Anwendung von Simulatoren durchgeführt.

Bei den Versuchsfahrten ist es gelungen, neue Erkenntnisse zum Thema Situation Awareness (SA) im Schienenverkehr zu gewinnen. Dazu wurde erstmals ein speziell zu diesem Zweck entwickelter SA-Fragebogen bei Lokführern angewendet. Die entsprechenden Resultate werden in der Diplomarbeit von Nicole Stoller FHNW behandelt und vorgestellt. Ferner konnten wir die Verwechslungsgefahr in einer bestimmten betrieblichen Konstellation nachweisen: Die Auswertung von Ereignissen zeigt eine Häufung von Fällen, bei welchen Lokführer nach Entgegennahme des Befehls für «Fahrt auf Sicht» irrtümlicherweise beim Halt zeigenden Signal vorbei fahren. Schliesslich zeigen die Versuchsfahrten auf, wie der Zeitdruck bei Lokführern – entgegen von Aussagen und Erwartungen – die Handlungsfähigkeit beeinflussen kann.

Der Simulator FASI der Re 460 bietet trotz seines Alters hervorragende Möglichkeiten für die Erfassung und Auswertung von Fahrdaten. Die Untersuchungen zeigen aber auch, dass der Simulator in seinem Aufbau eine ausserordentlich wichtige Wechselbeziehung im System des Eisenbahnbetriebs nicht berücksichtigt: jene zwischen Lokführer und Zugverkehrsleiter. Ausbildung und Einsatz dieser zwei Berufskategorien haben sich im Laufe der Zeit etwas auseinander entwickelt. Mittels integrierten Simulatoren könnte man neue Erkenntnisse über die Zusammenarbeit der beiden Funktionen unter allen Bedingungen und vor dem Hintergrund der Automatisierung gewinnen.

Wenn dieser Bericht von Lokführer und Probanden spricht, ist selbstverständlich auch die Lokführerin gemeint, welche uns freundlicherweise mit Ihrer Bereitschaft für die Teilnahme unterstützt hat.

## Abkürzungen/Definitionen

DESM	Dynamisches Eisenbahn System Modell
EW IV	Einheitswagen Typ 4. Intercitywagen aus den 1980er Jahren, welcher heute in grosser Anzahl in Betrieb ist. Nur nationaler Verkehr Schweiz
FASI	Fahrsimulator der Lokomotive vom Typ Re 460 der Schweizerischen Bundesbahnen SBB
FHNW	Fachhochschule Nordwestschweiz
FDV	Fahrdienstvorschriften der Schweizerischen Eisenbahnen
KMW	Krauss-Maffei-Wegmann, Entwickler des FASI
Lf oder LF	Lokführer
LOCSIM	Videobasierter Fahrsimulator der Berner Fachhochschule Biel
Pendelzug	Zugskomposition mit Lok- und Steuerwagen (vgl. Wendezug)
R	Reglement. Die Fahrdienstvorschriften FDV sind thematisch in die einzelnen Reglemente R 300.1 – R 300.15 unterteilt
RADN	Streckentabelle mit den zulässigen Geschwindigkeiten für die Zugreihen R, A, D und N
Re 460	Elektrische Universallokomotive der SBB aus dem Jahr 1992. Heute sind alle 129 Einheiten in Betrieb. Vorbild für den Fahrsimulator FASI
Sammelbefehl Befehle	Vorgedrucktes Formular gemäss Fahrdienstvorschriften für die Übermittlung von besonderen Anordnung, unterteilt in 7 mögliche Befehle
Signalsystem L	Lichtpunkte. Eine Geschwindigkeitseinschränkung wird mittels besonderen Lampenkombinationen (Fahrbegriffe) signalisiert
Signalsystem N	Numerische Haupt- und Vorsignale. Eine Geschwindigkeitseinschränkung wird mit einer numerischen Leuchtziffer signalisiert
SBB	Schweizerische Bundesbahnen
ZFK 88	Zugfunk mit Kanälen. Veraltetes Funksystem der SBB für den Fahrdienst. Heute nicht mehr in Betrieb
ZUB	Zugüberwachung, Zusatzausrüstung für die linienförmige Zugbeeinflussung (Überwachung der Bremskurve) zur konventionellen, punktförmigen Zugsicherung der Schweizer Bahnen
ZUSI	Fahrsimulator der Firma ZUSI GmbH Braunschweig
ZVL oder Zvl	Zugverkehrsleiter

# Inhalt

<b>1.</b>	<b>Problemstellung</b> .....	<b>6</b>
1.1.	Bachelorarbeit zum Thema Situation Awareness .....	6
1.2.	Organisation der Versuche .....	7
<b>2.</b>	<b>Methoden</b> .....	<b>8</b>
2.1.	Fahrsimulator Re 460 FASI.....	8
2.2.	Quantitative Datenerhebung FASI .....	18
2.3.	Qualitative Datenerhebung .....	19
<b>3.</b>	<b>Ergebnisse</b> .....	<b>20</b>
3.1.	Auswertung der Simulationen FASI .....	20
3.1.1.	Szenario A: Zug 33835 Olten – Brugg .....	20
3.1.2.	Szenario B: Zug 33837 Baden – Zürich .....	26
3.2.	Ergonomie und Betrieb .....	31
3.3.	Beurteilung der Simulatoren .....	34
3.4.	Berufserfahrung der Probanden.....	37
<b>4.</b>	<b>Diskussion</b> .....	<b>39</b>
5.	Referenzen .....	40
<b>6.</b>	<b>Anhang</b> .....	<b>41</b>

# 1. Problemstellung

Für den praktischen Teil einer Promotionsarbeit wurde in Deisswil das Forschungslabor «Dynamisches Eisenbahn System Modell DESM» aufgebaut. In diesem Labor wird die Modellierung von Eisenbahnsystemen für die Simulation von komplexen Problemstellungen an den Schnittstellen Mensch-Maschine untersucht.

In Zusammenarbeit mit der Hochschule für Angewandte Psychologie FHNW wurden auf zwei Fahrsimulatoren des DESM-Labors Versuchsfahrten mit Lokführerinnen und Lokführern durchgeführt. Die Ergebnisse dieser Versuche fließen einerseits in die Diplomarbeiten von drei Studierenden der FHNW ein, andererseits liefern sie wichtige Erkenntnisse für die erwähnte Promotionsarbeit, indem sie die Notwendigkeit von integrierten Simulatoren für die Untersuchung von komplexen Problemstellungen aufzeigen.

## 1.1. Bachelorarbeit zum Thema Situation Awareness

Die Arbeit mit dem Titel «Situation Awareness von Lokführenden während sicherheitskritischer Ereignisse im Bahnverkehr Kommunikation Lokführer – Zugverkehrsleiter» wird von Nicole Stoller verfasst. Insbesondere für diese Arbeit wurden die Simulatoren im DESM-Labor eingesetzt.

### 1.1.1. Hintergrund

Handlungsentscheide in sicherheitskritischen Momenten hängen stark von der ganzheitlichen und korrekten Erfassung der Situation und der aktuellen Aufgabe ab. Das Modell der Situation Awareness nach Endsley (1995) bildet diesen aktuellen Wissenszustand der sicherheitskritischen Situation ab und zeigt uns die wichtigsten beteiligten Faktoren auf. Die Situation Awareness wird dabei in drei Ebenen unterteilt und beschrieben als die Wahrnehmung der Situationselemente innerhalb von Zeit und Raum, das Verständnis dieser Information sowie die Vorhersage der Situation für die unmittelbare Zukunft (STOLLER 2013).

Die Relevanz der Situation Awareness ist in der Aviatik bereits seit vielen Jahren bekannt und findet Beachtung in Ausbildungen und Trainings wie auch in der wissenschaftlichen Forschung (z.B. ESSAI, 2003). Im Gegensatz dazu ist das Modell im Bahnbereich und somit auch unter Lokführenden praktisch unbekannt und von der Wissenschaft wenig untersucht (STOLLER 2013).

### 1.1.2. Ziele und Inhalt

Mit dieser Bachelorthesis soll daher die Bedeutung der Situation Awareness von Lokführenden aufgezeigt werden. An sicherheitskritischen Ereignissen beteiligte Faktoren sollen eruiert und deren Zusammenhang mit Situation Awareness geprüft werden. Dabei stützt sich die Arbeit in einem ersten Teil auf die aktuelle Wissenschaftsliteratur sowie auf Fallstudien öffentlicher Unfallberichte. In einem zweiten Teil wird versucht, die Situation Awareness von Lokführenden anhand von experimentellen Tests im Lok-Simulator und anhand von Befra-



gungen zu erfassen. Die Messung erfolgt über die Performanz einerseits und über eine Selbsteinschätzung andererseits. Die Ergebnisse und die daraus resultierenden Handlungsempfehlungen werden abschliessend in einem Forschungsbericht zusammengefasst (STOLLER 2013).

## 1.2. Organisation der Versuche

Für die Versuche auf den Fahrtrainern wurden mindestens 12 Lokführerinnen und Lokführer benötigt, welche auf den Loktypen Re 460 oder Re 465 ausgebildet sind. In Zusammenarbeit mit den Bahnunternehmen SBB und BLS konnten insgesamt 20 Lokführer motiviert werden, an den Versuchen teilzunehmen. Die entsprechenden Termine wurden über die Homepage <http://www.desm.ch> ausgeschrieben, wo sich die Interessenten gleich online anmelden konnten. Pro Termin konnten mit maximal drei Lokführern Versuche durchgeführt werden. Es musste darauf geachtet werden, dass die Informationen über die Versuche nicht weitergegeben werden konnten und keine persönlichen Daten bekannt wurden.

Der Betrieb des Labors für die Versuche erforderte jeweils vier Personen: einen ausgebildeten Instruktorlokomführer, einen Operator am FASI, einen Beobachter der Szenarien und Dilemmata sowie einen Betreuer der Lokführer, welcher auch den Simulator der Re 4/4 Locsim betreute. Die Personaleinteilung kann in Anhang 2 eingesehen werden.



*Fahrtrainner FASI der Re 460  
im DESM-Forschungslabor.*

## 2. Methoden

Für die Versuche wurden hauptsächlich auf dem Fahrsimulator der Re 460 FASI, erbaut durch die Firma Krauss-Maffei-Wegmann KMW durchgeführt. Es wurde jedoch auch der Fahrsimulator LOCSIM der Fachhochschule Biel eingesetzt. Im Umfeld der Versuchsfahrten wurden bei den Probanden verschiedene qualitative Datenerhebungen mittels Fragebogen und einigen Interviews durchgeführt.

### 2.1. Fahrsimulator Re 460 FASI

Die Lokführer wurde eingeladen, je einen Zug auf der Strecke Olten – Brugg und einen auf der Strecke Baden – Zürich zu führen. Dazu wurden zwei Drehbücher ausgearbeitet (Anhänge 4 und 5), nach welchen die Lokführer eine möglichst aufsteigende Zahl von Dilemmata zu bewältigen hatten. Anzahl und Schwierigkeitsgrad der Dilemmata sollten bei beiden Fahrten vergleichbar sein. Zusätzlich wurde als Übungsbestimmung auferlegt, dass jeder Lokführer je eine Fahrt ohne und die andere Fahrt mit Zeitdruck zu absolvieren hat. Somit ergaben sich insgesamt vier Varianten von Fahrten: Szenario A auf der Strecke Olten – Brugg und Szenario B auf der Strecke Baden – Zürich, jedes mit oder ohne Zeitdruck. Die vier Varianten wurden auf die Gesamtheit der Probanden gleichmässig verteilt, so dass die Ergebnisse nicht von der Reihenfolge der absolvierten Übungen beeinflusst werden (Müdigkeit, Routine usw.).

Beide Szenarien A und B enthalten je 14 Dilemmata, welche beobachtet, bewertet und/oder gemessen wurden. Für die Auswahl der Dilemmata wurden reale Ereignisse und Unfälle herbei gezogen:

#### 2.1.1. Szenario A: Strecke Olten – Brugg

Fahrt bei Tag mit eingeschränkter Sicht durch Nebel. Zunehmende Verschlechterung der Adhäsion (25%) im Raum Aarau.

AD1 Durchführen einer Bremsprobe auf Wirkung gemäss den Fahrdienstvorschriften FDV R 300.14, Zf. 2.3.7:

##### 2.3.7 Bremsprobe auf Wirkung bei Zügen

Der Lokführer hat die Wirkung der Luftbremse zu prüfen

- unmittelbar nach der Abfahrt
  - vom Ausgangs- oder Wendebahnhof
  - nach Veränderungen an der Zusammensetzung des Zuges
  - nach einem Lokführerwechsel
- vor der Einfahrt
  - in ein starkes Gefälle
  - in einen Kopfbahnhof



- von Zeit zu Zeit
  - bei grosser Kälte oder bei Flugschnee
  - bei Zügen, welche vorwiegend oder ausschliesslich aus Fahrzeugen mit Scheibenbremsen oder Kunststoffsohlen gebildet sind.

Die Bremsprobe auf Wirkung hat mit einer Betriebsbremsung bei ausgeschalteter elektrischer Bremse und ausgelöster Luftbremse des Triebfahrzeugs zu erfolgen.

Es wurde erwartet, dass der Lokführer die Bremsprobe auf Wirkung kurz nach Abfahrt in Olten vornimmt.

AD2 Einleiten der Bremsung bei Warnung zeigendem Ausfahrsvorsignal in Däniken

- Streckengeschwindigkeit: 125 km/h;
- Die Reaktionszeit bis zur Intervention der Zugüberwachung ZUB infolge Erreichen der SOLL-Bremskurve ist nur kurz;
- Bei Eintreffen im Bereich des Perrons wechselt das Ausfahrtsignal auf Fahrt.

Es wurde erwartet, dass der Lokführer vor dem Erreichen des Einfahrsignals eine entsprechende Bremsung einleitet.



Abb. 1: Einfahrtsignal Däniken. Das Ausfahrsvorsignal zeigt Warnung.

AD3 Ermässigung der Geschwindigkeit zwischen Schönenwerd und Aarau durch V-Ankündigung 90 km/h. Diese Situation erreicht den Lokführer möglicherweise während der Beschleunigung nach einem Streckenabschnitt mit verminderter Geschwindigkeit (Kurve), stellt für den Lokführer jedoch kein ausserordentliches Problem dar.



Abb. 2: V-Ankündigung 90 km/h am Einfahrsvorsignal von Aarau.



Abb. 3: V-Ausführung 90 km/h am Einfahrsignal von Aarau.

AD4

Überprüfung der Bedingungen für die Abfahrt des Zuges gemäss Fahrdienstvorschriften FDV R 300.6, Zf. 3.1.1:

### 3.1.1 Bedingungen für die Abfahrt eines Zuges

Der Lokführer darf beim Vorliegen der Zustimmung zur Fahrt erst abfahren, wenn

- die Zugvorbereitung abgeschlossen ist
  - die Türen geschlossen sind
- und sofern erforderlich
- die kundendienstliche Bereitschaft erstellt ist
  - die Abfahrerlaubnis erteilt ist.

Es wurde erwartet, dass der Lokführer die Türschliessung überprüft (Meldelampe im Führerstand).



Abb. 4: Die Türkontrolllampe (Pfeil) muss vor der Abfahrt dunkel sein. Der Lokführer muss die Türen verriegeln, so dass die Türfreigabetasten (links und rechts vom Pfeil) nur noch schwach leuchten.

AD5  
bis  
AD7

Der Lokführer trifft in Ruppertswil ohne weitere Verständigung das Halt zeigende Einfahrsignal an. Nach dem Erkundigen durch den Lokführer beim Fahrdienst wird ihm der protokoll-pflichtige Sammelbefehl 6 für Fahrt auf Sicht zwischen Ruppertswil und Wildegg in Folge Isolierungsstörung übermittelt. Nach der Übermittlung vergeht eine weitere Minute bis die Zustimmung zur Fahrt mittels Hilfssignal erfolgt.

Es wird folgendes überprüft:

- Zeit bis zur Meldung des Lokführers wegen Halt Stellung des Hauptsignals ohne offensichtlichen Grund (FDV R 300.6, Zf. 1.2.1);
- Vollständigkeit des Protokolls auf dem Sammelformular;
- Abwarten der Zustimmung zur Fahrt;
- Ausführen der Fahrt auf Sicht.

Diese Situation birgt eine besondere Verwechslungsgefahr: Im Falle eines protokollpflichtigen Befehls für die Vorbeifahrt am Halt zeigenden Hauptsignal hat der Lokführer von sich aus mit Fahrt auf Sicht zu fahren (FDV R 300.9, Zf. 2.4.3). Umgekehrt hat der Lokführer im Falle eines protokollpflichtigen Befehls für Fahrt auf Sicht *nicht* von sich aus am Halt zeigenden Hauptsignal vorbei zu fahren:

### 2.4.3 Hilfssignal und Befehl *Vorbeifahrt am Halt zeigenden Signal*

Mit dem Hilfssignal bzw. mit dem protokollpflichtigen Befehl *Vorbeifahrt am Halt zeigenden Signal*, erteilt der Fahrdienstleiter dem Lokführer die Zustimmung, am Halt zeigenden Hauptsignal vorbeizufahren.

Das Hilfssignal bzw. der protokollpflichtige Befehl *Vorbeifahrt am Halt zeigenden Signal*, erlaubt ebenfalls die Vorbeifahrt an unbeleuchteten und Halt zeigenden Zwergsignalen.

Bis zum nächsten Hauptsignal ist mit *Fahrt auf Sicht* zu fahren. Muss weiter als bis zum nächsten Fahrt zeigenden Hauptsignal mit *Fahrt auf Sicht* gefahren werden, ist dies dem Lokführer protokollpflichtig mit dem Befehl *Verminderung der Geschwindigkeit* vorzuschreiben.



Abb. 5: Der Lokführer trifft ohne offensichtlichen Grund auf das Halt zeigende Einfahrsignal von Ruppertswil. Das Fahrt zeigende Signal links davon gilt für einen langsameren Güterzug, den er zuvor überholt hat.

AD9  
AD10

Beachten des vorgeschriebenen Halts in Wildeggen gemäss Fahrordnung sowie Überprüfung der Bedingungen für die Abfahrt des Zuges gemäss Fahrdienstvorschriften FDV R 300.6, Zf. 3.1.1 (Türschliessung, siehe AD4).

Der nachfolgende Übergang auf das rechte Gleis einer zweigleisigen Strecke mit Einrichtung für Einspurbetrieb erfordert besondere Konzentration des Lokführers (FDV R 300.6, Zf 4.5.2 und 4.5.3):

#### 4.5.2 Verständigung der Lokführer

Die Infrastrukturbetreiberin bezeichnet die Strecken, bei denen bei Fahrt auf dem rechten Gleis aus technischen Gründen eine quittungspflichtige Verständigung notwendig ist.

#### 4.5.3 Gültigkeit der Signale

Die Signale des linken Gleises gelten für den auf dem rechten Gleis verkehrenden Zug. Besitzt das rechte Gleis eigene Signale, gelten diese.



Abb. 6: Der Lokführer hat die Signale des linken Gleises zu beachten. Im rechten Gleis fehlen die Streckengeräte für die Zugsicherung (Pfeil).

AD11  
AD12

Beachten des vorgeschriebenen Halts in Wildegg gemäss Fahrordnung sowie Überprüfung der Bedingungen für die Abfahrt des Zuges gemäss Fahrdienstvorschriften FDV R 300.6, Zf. 3.1.1 (Türschliessung, siehe AD4).  
Es kommt erschwerend dazu, dass die Lokführer hier über keine Streckenkenntnisse verfügen können, da im Modell ein alter, seit Jahren nicht mehr vorhandener Zustand der Infrastruktur visualisiert wird.

AD13  
AD14


Das Einfahrvorsignal von Brugg ist dunkel. Wegen fehlenden Streckengeräten funktioniert die Zugsicherung nicht. Der Lokführer hat am Einfahrsignal Brugg Halt zu erwarten und eine entsprechende Bremsung einzuleiten. Ferner muss die Störung dem Fahrdienstleiter gemeldet werden.



Abb. 7: Das Einfahrvorsignal Brugg ist dunkel (Störung). Im rechten Gleis fehlen die Streckengeräte für die Zugsicherung (Pfeil).

### 3.1.2. Szenario B: Strecke Baden – Zürich

Fahrt mit eingeschränkter Sicht durch Nacht, schlechte Adhäsion (25%).

BD1	<p>Durchführen einer Bremsprobe auf Wirkung gemäss den Fahrdienstvorschriften FDV R 300.14, Zf. 2.3.7 (s. a. Dilemma D1 bei Szenario A auf Seite 1). Es wurde erwartet, dass der Lokführer die Bremsprobe aus Wirkung entweder während der Rangierfahrt oder kurz nach Abfahrt in Baden vornimmt.</p>
BD2	<p>Bei einem Zwergsignal auf der Rangierfahrt leuchtet nur die obere Lampe. Er hat gemäss FDV R 300.9, Zf. 3.6 (Unklares Signalbild am Zwergsignal) vorzugehen: Leuchtet an einem Zwergsignal nur die obere Lampe, ist das Signalbild als <i>Fahrt mit Vorsicht</i> zu betrachten.</p>
BD3	<div data-bbox="316 891 938 1263" data-label="Image">  </div> <div data-bbox="960 1160 1423 1263" data-label="Caption"> <p>Abb. 8: Störung an einem Zwergsignal in Baden. Es brennt nur die obere Lampe.</p> </div>
BD4 bis BD6	<p>Überprüfung der Bedingungen für die Abfahrt des Zuges gemäss Fahrdienstvorschriften FDV R 300.6, Zf. 3.1.1 (s. a. Dilemma D4 bei Szenario A auf Seite 3). Es wurde erwartet, ob der Lokführer die Türschliessung überprüft (Meldelampe im Führerstand).</p> <p>Die drei Dilemmata folgen dicht aufeinander. Kurz nach der Haltestelle Neuenhof schaltet der Hauptschalter aus und die Störungslampe blinkt. Auf dem Diagnosemonitor erhält der Lokführer eine Störungsmeldung über einen teilweisen Traktionsausfall. Er muss den Anweisungen folgen – die Aufmerksamkeit auf Fahrweg und Strecke hat jedoch Priorität (Fahrdienstvorschriften FDV R 300.13, Zf. 3.3.2):</p> <div data-bbox="325 1711 1414 2024" data-label="Text"> <p><b>3.3.2 Aufmerksamkeit auf Fahrweg und Strecke</b></p> <p>Der Lokführer hat während der Fahrt seine Aufmerksamkeit auf den Fahrweg bzw. auf die Strecke zu richten. Daneben sind die der Zugführung dienenden Instrumente und Meldeeinrichtungen zu beachten. Sind während der Fahrt Aktivitäten auszuführen, welche die Aufmerksamkeit stören, ist nötigenfalls die Geschwindigkeit zu reduzieren und allenfalls anzuhalten. Verrichtungen und Gespräche, die mit dem Fahrdienst oder der Fahrzeugbedienung nichts zu tun haben, sind verboten.</p> </div>

Kurze Zeit nach Auftreten der Fahrzeugstörung trifft der Zug beim Vorsignal der Langsamfahrstelle ein, welches dem Lokführer die ab dem Anfangssignal höchst zulässige Geschwindigkeit von 80 km/h signalisiert. Der Lokführer verfügte über das Verzeichnis der Langsamfahrstellen. Damit sind die Bestimmungen nach FDV R 300.6, Zf. 4.2.3 und 4.2.4 erfüllt (s. unten). Hingegen ist die Distanz zwischen Vorsignal und Anfangssignal zu kurz bemessen (340 m für Ermässigung von 140 km/h auf 80 km/h). Dies lässt keine Reserve bei der Reaktionszeit mehr zu. Der Lokführer kann nur dann situationsgerecht handeln, wenn er das Verzeichnis vorgängig studiert hat und ihm der Ort der Langsamfahrstelle bewusst ist.

#### 4.2.3 Bekanntgabe

Das Aufstellen und das Entfernen von Langsamfahrtsignalen, ihre kilometrische Lage und die zulässige Höchstgeschwindigkeit sind durch die Infrastrukturbetreiberin bekannt zu geben. Die Eisenbahnverkehrsunternehmen verständigen die Lokführer. Diese haben die einzelnen Anordnungen oder ein Verzeichnis der Langsamfahrstellen mitzuführen.

#### 4.2.4 Bekanntgabefrist

Das Aufstellen von Langsamfahrtsignalen muss gemäss der von der Infrastrukturbetreiberin in den Ausführungsbestimmungen festgelegten Frist vorher den Eisenbahnverkehrsunternehmen bekannt sein, damit diese die Lokführer rechtzeitig verständigen können. Das Entfernen der Signale soll so frühzeitig bekannt gegeben werden, dass die Lokführer vor der Wegnahme der Signale davon Kenntnis erhalten.

Kurz nach Vorbeifahrt beim Vorsignal für die Langsamfahrstelle trifft der Zug bei der Schutzstrecke ein, welche nur mit ausgeschaltetem Hauptschalter befahren werden darf. Falls der Lokführer die Entpannung bereits vorgenommen hat, ist der Hauptschalter erneut auszuschalten oder die Taste für das Befahren von Schutzstrecken zu drücken. Andernfalls hat er sich zu vergewissern, dass der Hauptschalter ausgeschaltet ist.

Beim Einschaltensignal der Schutzstrecke befindet sich das Anfangssignal der Langsamfahrstelle 80 km/h. Hohes Situationsbewusstsein (Studium der Unterlagen, richtige Prioritätensetzung und Reihenfolge der Handlungen) ermöglichen das Einhalten der vorgeschriebenen Höchstgeschwindigkeit.



Abb. 9: Meldung der Fahrzeugstörung im Führerstand mittels Störungslampe (roter Pfeil) und Diagnosemonitor links davon.



Abb. 10: Das Vorsignal für die Langsamfahrstelle mit 80 km/h taucht kurz nach der Triebfahrzeugstörung auf. Die Langsamfahrstelle wurde dem Lokführer bekannt gegeben (Verzeichnis).



Abb. 11: Das Ausschaltsignal der Schutzstrecke folgt kurz nach dem Vorsignal für die Langsamfahrstelle 80 km/h. Der Ort der Schutzstrecke gehört zu den Streckenkenntnissen des Lokführers.



Abb. 12: Beim Einschaltsignal der Schutzstrecke befindet sich das Anfangssignal für die Langsamfahrstelle von 80 km/h.

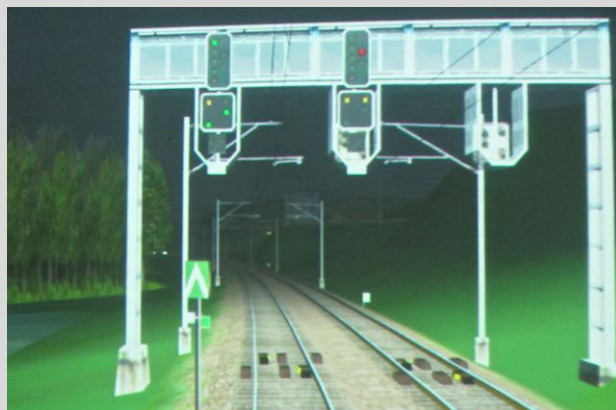


Abb. 13: Das Endsignal der Langsamfahrstelle befindet sich beim Einfahrsignal von Killwangen-Spreitenbach. Das Ausfahrsvorsignal zeigt V-Ankündigung 60 km/h.

BD7

Das Ausfahrsvorsignal des Bahnhofs Dietikon ist in Warnstellung. Der Bremsweg stellt keine besonderen Anforderungen. Bei der Einfahrt in den Bahnhof Dietikon stellt der Lokführer in der Ferne ein auf Fahrt umschaltendes Ausfahrtsignal fest – es handelt sich jedoch um das Signal des Nachbargleises.

Es wurde die Reaktion des Lokführer beim Erkennen des Fahrt zeigenden Hauptsignals in der Ferne beobachtet.



Abb. 14: Bei der Durchfahrt durch den Bahnhof Dietikon ist in der Ferne das Umschalten eines Signals zu beobachten. Es ist jedoch das Signal des Nachbargleises.

BD8

Zwischen Schlieren und Zürich Altstetten erhält der Lokführer am Signalsystem N die V-Ankündigung 60 km/h. Der Bremsweg ist eher kurz und erfordert eine aufmerksame und standardmässige Einleitung der Bremsung um die vorgeschriebene Höchstgeschwindigkeit aus der Streckengeschwindigkeit von 130 km/h erreichen zu können.



Abb. 15: V-Ankündigung 60 km/h zwischen Schlieren und Altstetten.

BD9  
BD10

Beachten des vorgeschriebenen Halts in Zürich Altstetten gemäss Fahrordnung sowie Überprüfung der Bedingungen für die Abfahrt des Zuges gemäss Fahrdienstvorschriften FDV R 300.6, Zf. 3.1.1 (Türschliessung, siehe Szenario 4, AD4 auf Seite 10).

BD11  
BD12

Im Raum Zürich Hardbrücke erhält der Lokführer über den Funk ZFK 88 einen Notruf. Die Nachfrage beim Fahrdienstleiter wird jedoch nicht oder nicht klar beantwortet. Demnach handelt es sich bei der Situation um einen unklaren Notruf, was das Vorgehen gemäss FDV R 300.9, Zf. 14.1 (Verhalten bei unklarem Notruf) erfordert:

Bei unklarem Notruf hat der Lokführer sofort mit *Fahrt auf Sicht* zu fahren. Die Einfahrt in Tunnels ist zu vermeiden. Der Lokführer hat mit dem Fahrdienstleiter Verbindung aufzunehmen. Ist dies nicht möglich und erhält der Lokführer keine anders lautende Weisung, darf die Fahrt nach 10 Minuten ohne diese Einschränkungen fortgesetzt werden.

Gleichzeitig hat der Lokführer die gestaffelten V-Ankündigungen bei der Einfahrt in den Bahnhof Zürich HB zu beachten und auszuführen.





Abb. 15: Der Lokführer erhält einen unklaren Notruf und erkundigt sich beim Fahrdienstleiter über den Grund.

BD13  
BD14

Bei der Einfahrt in den Bahnhof Zürich HB leuchtet bei einem Zwergsignal nur eine der beiden unteren Lampen. Es gilt das Vorgehen gemäss FDV R 300.9, Zf. 3.6:

### 3.6 Unklares Signalbild am Zwergsignal

Stellt der Lokführer bzw. der Rangierleiter in der Fahrstrasse ein nicht oder nur mit einer der beiden unteren Lampen beleuchtetes Zwergsignal fest und wurde er darüber nicht verständigt, hat er den Zug bzw. die Rangierbewegung anzuhalten und mit dem zuständigen Fahrdienstleiter Kontakt aufzunehmen.

Dieser sichert den Fahrweg soweit als möglich und erteilt dem Lokführer bzw. dem Rangierleiter quittungspflichtig die Zustimmung zur Weiterfahrt.

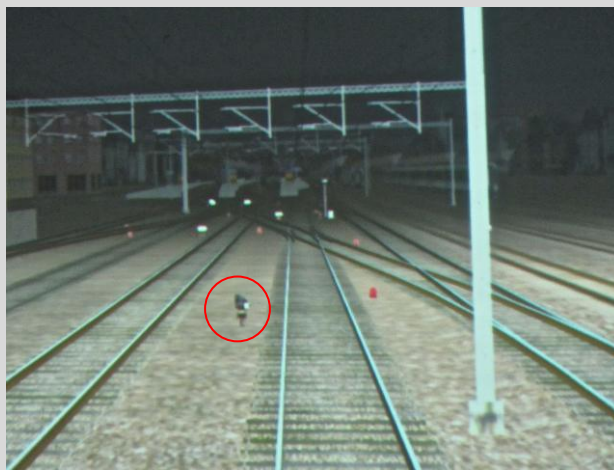


Abb. 15: Das folgende Zwergsignal bei der Einfahrt in den Bahnhof Zürich HB zeigt ein unklares Signalbild.

Jedem Proband wurde eine persönliche ID-Nummer (gemäss Terminologie FASI: „Lordnummer“) zugeordnet, welche nach den verschiedenen Erhebungen die Zusammenführung der zugehörigen Daten für die Auswertung erlauben sollen. Vor Beginn der Versuche wurde mit jedem Probanden der verantwortungsvolle Umgang mit den Daten schriftlich vereinbart (s. Anhang 8). Demnach werden die Daten nach der Erhebung und Zusammenstellung so verändert, dass sich die Ergebnisse nach der Auswertung nicht den entsprechenden Personen zuordnen lassen.

## 2.2. Quantitative Datenerhebung FASI

Der Fahrsimulator der Re 460 FASI zeichnet nach Start der Übung Daten über den momentanen Zustand des Triebfahrzeugs und der Anhängelast sowie über den aktuellen Standort mit einer Frequenz von 1 Hz auf. Ferner wird der Zustand der befahrenen Infrastrukturelemente registriert. Dies umfasst folgende Parameter:

- Sekunde nach Übungsstart [s];
- momentaner Standort der Zugspitze in Strecken-Km auf drei Stellen [kk.mmm];
- aktuelle Geschwindigkeit V IST [km/h];
- Stellung der gewählten SOLL-Geschwindigkeit [km/h];
- Wert der Beschleunigung [m/s<sup>2</sup>];
- momentane Fahrleitungsspannung [V];
- momentane Leistung [W];
- Stellung des Fahrschalters [100% bis -100%];
- Stellung des Schalters für die automatische Bremse [0-8];
- Ansprechen der Zugsicherung «Warnung» [1/0];
- Ansprechen der Zugsicherung «Halt» [1/0];
- Ansprechen der Zugüberwachung ZUB «Warnung» [1/0];
- Ansprechen der Zugüberwachung ZUB «Halt» [1/0];
- Stellung der Permanentmagnetschienenbremse PMS [1/0];
- Zug- und Stoskräfte zwischen den einzelnen Wagen [N];
- momentaner Hauptleitungsdruck in den einzelnen Wagen [bar];
- momentaner Bremszylinderdruck in den einzelnen Wagen [bar].

Sekunden	Strecken_KM	V_ist	V_Soll	Beschleunigung	FL-Spannung	Leistung	Fahrschalter	Führerbremsventil	ZS_Warnung	ZS_Halt	ZUB_Warnung	ZUB_Halt	PMS
542	44.199	125.0	125	-0.002	16.000	399088	89.473	5	0	0	0	0	0
543	44.199	125.0	125	-0.002	16.000	399088	89.473	5	0	0	0	0	0
544	44.24	125.0	125	0.001	16.000	499219	89.473	5	0	0	0	0	0
545	44.28	125.0	125	0	16.000	537761	89.473	5	0	0	0	0	0
546	44.321	125.0	125	0	16.000	585873	89.473	5	0	0	0	0	0
547	44.363	125.0	125	0.011	16.000	461340	89.473	5	0	0	0	0	0
548	44.403	125.0	125	-0.031	16.000	0	8.771	5	0	0	0	0	0
549	44.403	125.0	125	-0.031	16.000	0	8.771	5	0	0	0	0	0
550	44.444	125.0	125	-0.026	16.000	-182251	-57.232	5	0	0	0	0	0
551	44.483	124.8	125	-0.084	16.000	-1821094	-99.534	5	0	0	0	0	0
552	44.524	124.3	125	-0.161	16.000	-3432110	-99.534	5	0	0	0	0	0
553	44.564	123.5	125	-0.245	16.000	-4952523	-99.534	5	0	0	0	0	0
554	44.605	122.4	125	-0.298	16.000	-6247892	-99.534	5	0	0	0	0	0
555	44.643	121.2	125	-0.317	16.000	-6249901	-99.534	5	0	0	0	0	0
556	44.643	121.2	125	-0.317	16.000	-6249901	-99.534	5	0	0	0	0	0
557	44.681	120.0	125	-0.316	16.000	-6252116	-99.534	5	0	0	0	0	0
558	44.721	118.7	125	-0.321	16.000	-6254350	-99.534	5	0	0	0	0	0
559	44.76	117.4	125	-0.324	16.000	-6256678	-99.534	5	0	0	0	0	0
560	44.797	116.1	125	-0.328	16.000	-6258894	-99.534	5	0	0	0	0	0
561	44.835	114.8	125	-0.332	16.000	-6261277	-99.534	5	0	0	0	0	0
562	44.871	113.5	125	-0.336	16.000	-6263546	-99.534	5	0	0	0	0	0
563	44.871	113.5	125	-0.336	16.000	-6263546	-99.534	5	0	0	0	0	0
564	44.908	112.1	125	-0.34	16.000	-6265988	-99.534	5	0	0	0	0	0
565	44.944	110.8	125	-0.351	16.000	-6268324	-99.534	5	0	0	0	0	0
566	44.981	109.3	125	-0.365	16.000	-6270877	-99.534	4.041	0	0	0	0	0
567	45.018	107.7	125	-0.471	16.000	-6273810	-99.534	4.041	1	0	0	0	0
568	45.052	105.5	125	-0.649	16.000	-6277684	-99.534	4.041	0	0	0	0	0

Abb. 16: Beispiel von FASI-Fahrdaten des Triebfahrzeugs (Re 460).

Zudem werden Zeit (Sekunden nach Übungsstart), Ort (Strecken-Km und m) sowie Art und Zustand der befahrenen Signale und Sicherungsanlagen von Bahnübergängen registriert. Schliesslich werden die Abfahrts- und Ankunftszeiten an den Bahnhöfen und Betriebspunkten im Vergleich mit den SOLL-Zeiten (vordefinierte Fahrordnungen) festgehalten.

## 2.3. Qualitative Datenerhebung

Zu Beginn der Versuche wurden demografischen Daten erhoben, welche vor allem die Berufserfahrung hinsichtlich Dienstjahre im Personen-, Güter- und Rangierverkehr beinhalten (s. Anhang 9).

### 2.3.1. Fragebogen für Probanden

Während den Versuchsfahrten wurden Daten mittels strukturierter Fragebogen erhoben. Dazu gehörten je ein Fragebogen zum Thema «Situation Awareness» (10 Fragen), welche jeweils unmittelbar nach dem Absolvieren der Versuchsfahrt auf dem FASI durch die Studentin der FHNW im Gespräch mit dem Lokführer/der Lokführerin erhoben wurde. Nach den Versuchsfahrten wurden die Probanden eingeladen, weitere zwei Fragebogen zu den Themen «Ergonomie und Betrieb» (31 Fragen, s. Anhang 9) sowie «Anwendung von Simulatoren» (22 Fragen, s. Anhang 10) zu bearbeiten.

### 2.3.2. Interviews mit Probanden

Zusätzlich zu den Fragebogen wurden einige Probanden zu Interviews mit zwei weiteren Studierenden der FHNW eingeladen. Dabei wurden folgende zwei Themen bearbeitet:

- «Folgen der Automatisierung von Lokführer und Zugverkehrsleiter auf ihre Zusammenarbeit – Analyse und Vorschläge für eine verbesserte Kommunikation»;
- «Nutzung der Sicherheits-Meldesysteme durch die Lokführer».

Die Ergebnisse der Interviews wurden ausschliesslich im Rahmen der entsprechenden Diplomarbeiten ausgewertet.



*Experten und Studierende beobachten den Verlauf der Simulation am Regiepult.*

## 3. Ergebnisse

In diesem Abschnitt werden die Resultate vorgestellt, welche aus den Auswertungen der qualitativen und quantitativen Datenerhebungen hervorgehen. In einem ersten Teil wird versucht, aus den Ergebnissen aus den beiden Versuchsstrecken auf dem Fahrsimulator der Re 460 FASI Erkenntnisse zu ziehen. Im zweiten und dritten Teil werden die Erkenntnisse aus den Fragebogen zu den Themen «Ergonomie und Betrieb» sowie «Anwendung von Simulatoren» behandelt. Im vierten und letzten Teil wird die Zusammensetzung der Probanden hinsichtlich ihrer Berufserfahrung als Lokführer im Güter- und Personenverkehr erläutert.

### 3.1. Auswertung der Simulationen FASI

Den Probanden wurde zu Beginn der Versuchsfahrten erklärt, dass keine persönlichen Daten ausgewertet oder weitergegeben werden. Alle Daten, welche mit den Simulatoren aufgezeichnet werden, können nach ihrer Auswertungen nicht mehr einzelnen Personen zugeordnet werden. Es ist lediglich den Probanden selbst möglich, allenfalls ihre eigenen Daten zu erkennen, sofern sie sich an entsprechende Einzelheiten während dem Fahrtverlauf erinnern können. Bei diesen Versuchsfahrten geht es – im Gegensatz zur Ausbildung – nicht darum, die Ergebnisse der einzelnen Probanden, sondern die Gesamtheit der Ergebnisse zu beurteilen. Einzelne Resultate werden somit stets in den Kontext der Grundgesamtheit gestellt.

Ferner wurden die Probanden über die besonderen Umstände im Simulator informiert. Da der Simulator vor über 15 Jahren konstruiert und in der Zwischenzeit nicht an die veränderten Umstände und Reglemente angepasst wurde, entspricht die Modellierung in einigen Teilen nicht mehr der heutigen Situation. So zum Beispiel haben sich Infrastruktur (Signale, Fahrbahn, Bauten, usw.) und technische Gegebenheiten am Fahrzeug (Regeln der Türschliessung, ETCS usw.) verändert. Dem Lokführer wurden die entsprechenden Abweichungen mittels Merkblatt mitgeteilt.

#### 3.1.1. Szenario A: Zug 33835 Olten – Brugg

Die Lokführer erhielten den Auftrag, Zug 33835 in Olten auf Gleis 7 zu übernehmen und als unbegleiteten Extrazug Personenverkehr nach Brugg zu führen. Der Hälfte der Lokführer waren ohne Zeitdruck (Lf Nr. 1, 3, 4, 7, 11, 12, 13, 15, 16, 17), die andere Hälfte mit Zeitdruck unterwegs, indem sie dringend angewiesen wurden in Brugg mit möglichst wenig Verspätung einzutreffen (Lf Nr. 2, 5, 6, 8, 9, 10, 14, 18, 19, 20).

##### 3.1.1.1. Auswertung der Dilemmata im Überblick

Für die Auswertung Versuchsfahrten wurden 13 von 14 Dilemmata herbei gezogen. Dabei wurden die Daten getrennt nach Fahrten mit und ohne Zeitdruck ausgewertet. Die folgenden zwei Abbildungen zeigen die prozentuale Verteilung der Fehler, wobei unter Zeitdruck die Fehler eher in der zweiten Hälfte der Fahrt aufgetreten sind. Anzahlmässig sind keine signifikanten Unterschiede zu erkennen:

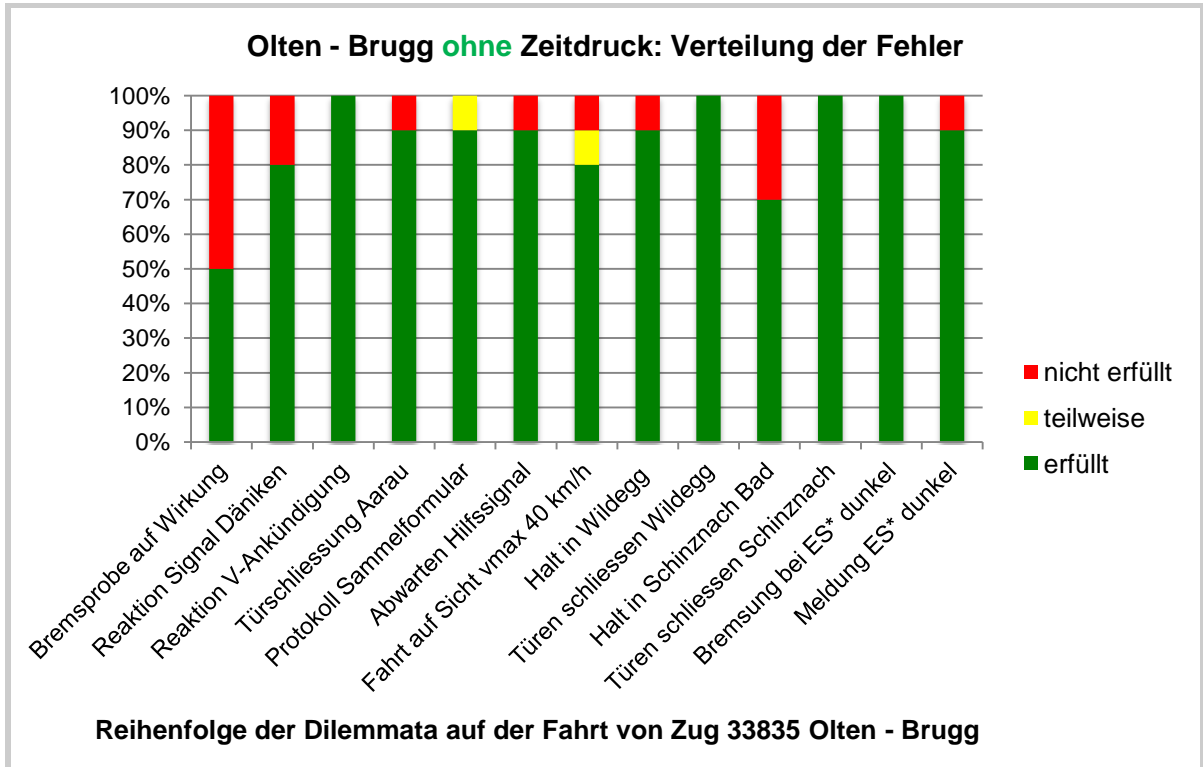


Abb. 17: Verteilung der Fehler auf den Fahrten ohne besonderen Zeitdruck.

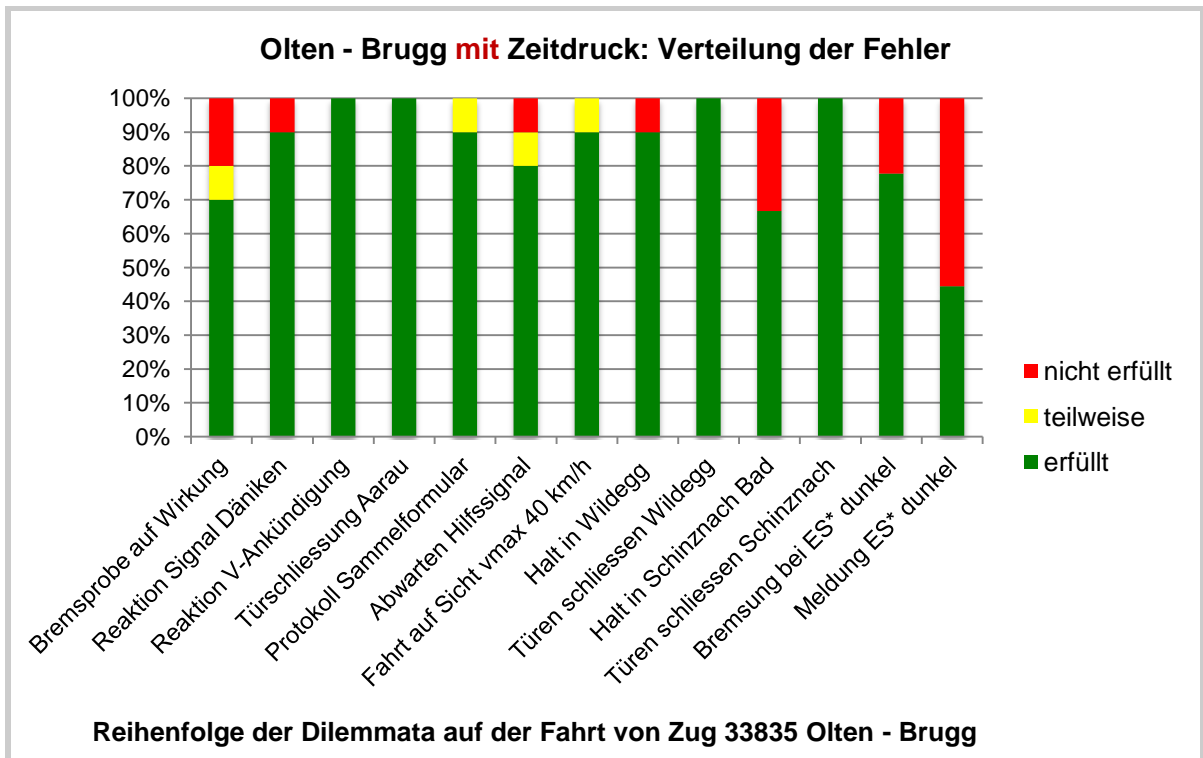


Abb 18: Verteilung der Fehler auf den Fahrten unter Zeitdruck. In der zweiten Hälfte erhielt der Zug wegen einer Stellwerkstörung eine Verspätung. Es fällt auf, dass die letzten zwei Dilemmata im Vergleich zu den Fahrten ohne Zeitdruck eine höhere Fehlerquote aufweisen.

### 3.1.1.2. Bremsprobe auf Wirkung auf den ersten 2 km der Fahrt

Aus den Beobachtungen geht hervor, dass die Bremsprobe auf Wirkung von 12 Probanden korrekt, von einem Probanden teilweise und von 7 Probanden nicht durchgeführt wurde. Hier ist jedoch zu bemerken, dass sich das Modell von der Realität eher stark unterscheidet. Die Bremsprobe auf Wirkung hängt stark mit dem Fahrgefühl zusammen, welches sich im Simulator – auch mit Bewegungssystem – relativ stark von der Wirklichkeit unterscheidet.

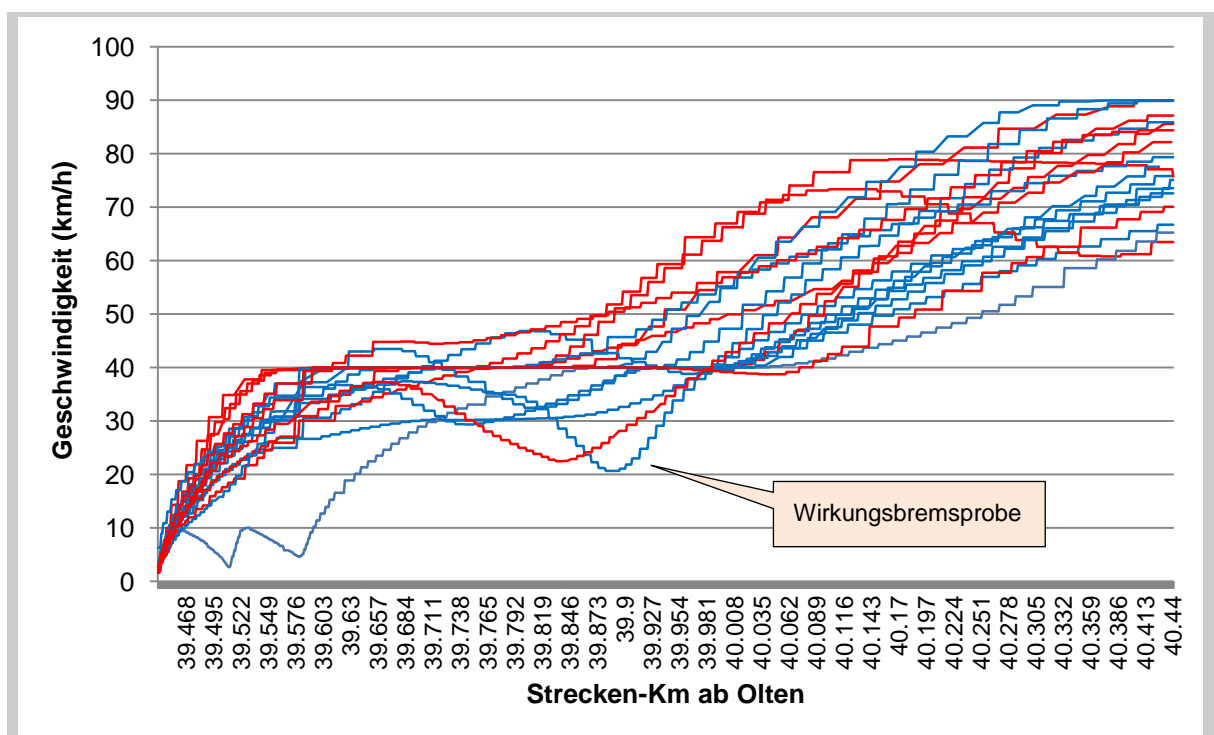


Abb. 19: Auswertung der Fahrdaten im Weg-Geschwindigkeits-Diagramm. Die Ausfahrge-  
schwindigkeit von 40 km/h (signalisiert mit Fahrbegriff 2 am Ausfahrtsignal) ist deutlich zu  
erkennen. Die Bremsprobe auf Wirkung (s. Zf. 3.1.1, AD1) erfolgt bei den meisten Lokfüh-  
rern im Bereich zwischen Km 39.6 und 40. Weiter ist erkennbar, dass die Lokführer unter  
Zeitdruck (rote Graphen) eher schneller unterwegs sind als jene ohne Zeitdruck (blaue Li-  
nien). Von Lokführer 9 sind in Folge Rechnerabsturz vor Ende der Übung keine Daten vor-  
handen.

### 3.1.1.3. Reaktion bei Warnung zeigendem Ausfahrsvorsignal in Däniken

Das Einfahrtsignal des Bahnhofs Däniken zeigte freie Fahrt, das am gleichen Standort angeordnete Ausfahrsvorsignal jedoch Warnung (Halt erwarten). Die zulässige Geschwindigkeit in diesem Bereich beträgt 125 km/h. Die Signale in diesem Bereich sind mit ZUB überwacht (linienförmiges Zugbeeinflussungssystem mit Überwachung der Bremskurve). Zwei Probanden wurden von der Situation überrascht und sind in die Bremskurve geraten, so dass die ZUB-Einrichtung interveniert hat. Das folgende Geschwindigkeits-Zeit-Diagramm zeigt die Verteilung der Reaktionen der Lokführer. Der Mittelwert der Lokführer mit Zeitdruck scheint sich hinsichtlich der Geschwindigkeit über jenem der Lokführer ohne Zeitdruck zu bewegen:

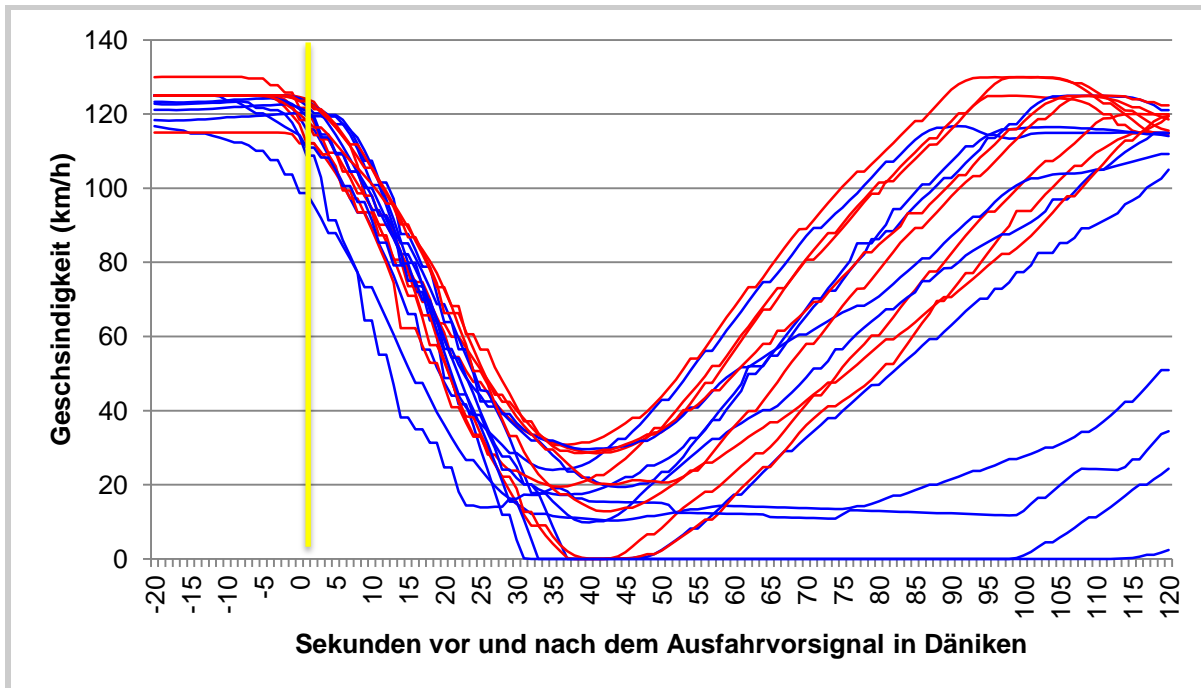


Abb. 20: Verteilung der Reaktionen der Probanden beim Ausfahrersignal Däniken in Warnstellung (Halt erwarten). Nicht ersichtlich ist die durch die linienförmige Zugbeeinflussung ZUB überwachte Bremskurve. Wenn die Reaktion (Bremsung) jedoch erst nach dem Vorsignal eingeleitet wird, kann die überwachte Bremskurve leicht erreicht werden, was zur Intervention des ZUB führt. Die durch den FASI erfassten Daten von Lokführer 2 waren nicht plausibel und wurden weggelassen, jene von Lokführer 9 sind in Folge Rechnerabsturz vor Ende der Übung nicht vorhanden.

#### 3.1.1.4. Halt vor Einfahrersignal Ruppertswil, Sammelbefehl 6 (Fahrt auf Sicht)

Vor Ruppertswil zeigt das Einfahrersignal *Halt erwarten*. Die zulässige Geschwindigkeit beträgt 160 km/h. Der Schienenzustand und damit die Adhäsion waren eher schlecht, was bei starker Beschleunigung zum Schleudern der Triebäder führte. Dies wiederum hatte im Bereich von ZUB-überwachten Signalen eine Störungsanzeige (ZUB-Anzeige 8888 blinkend) zur Folge, da das Ergebnis der odometrischen Distanzmessung eine zu grosse Differenz gegenüber den punktuell übermittelten Streckendaten ergab. Ein Lokführer hatte dies als ZUB-Ausfall interpretiert und hat die für solche Fälle vorgeschriebene Höchstgeschwindigkeit von 80 km/h nicht überschritten. Nur 6 Lokführer haben die zulässige Streckengeschwindigkeit von 160 km/h erreicht, bevor sie das Einfahrersignal Ruppertswil in der Stellung *Halt erwarten* erkannt haben. Die Reaktion auf das Signal erfolgte von allen Lokführern einheitlich schnell: Die Zeit zwischen dem Anhalten des ersten und des letzten Zuges unterscheidet sich um mehr als 100 Sekunden. Es wäre zu prüfen, ob bei der stark unterschiedlichen Annäherungszeit zum Halt zeigenden Einfahrersignal in Ruppertswil eine Korrelation zur Berufserfahrung der Lokführer hinsichtlich Güterverkehr versus Personenverkehr besteht.

Im Zusammenhang mit dem Signalthalt Ruppertswil sind drei Dilemmata verbunden: Erstens wurde die Zeit gemessen, die bis zur Kontaktaufnahme mit der Betriebszentrale vergeht, zweitens wurde der Prozess der Anordnung eines Befehls für Fahrt auf Sicht bewertet und drittens wurde das Verhalten nach Abgabe des Sammelbefehls beobachtet (vgl. Zf. 3.1.1,

AD5 bis AD7). Da die ersten beiden Dilemmata von allen Probanden problemlos bewältigt wurden, wird auf das Ergebnis hier nicht weiter eingegangen. Das dritte Dilemma AD7 birgt hingegen – wie in Ziffer 3.1.1 erwähnt – eine nicht unerhebliche Verwechslungsgefahr. Es zeigte sich, dass zwei von 20 Lokführern die Situation falsch eingeschätzt haben und beim Halt zeigenden Einfahrsignal Rupperswil vorbei gefahren sind.

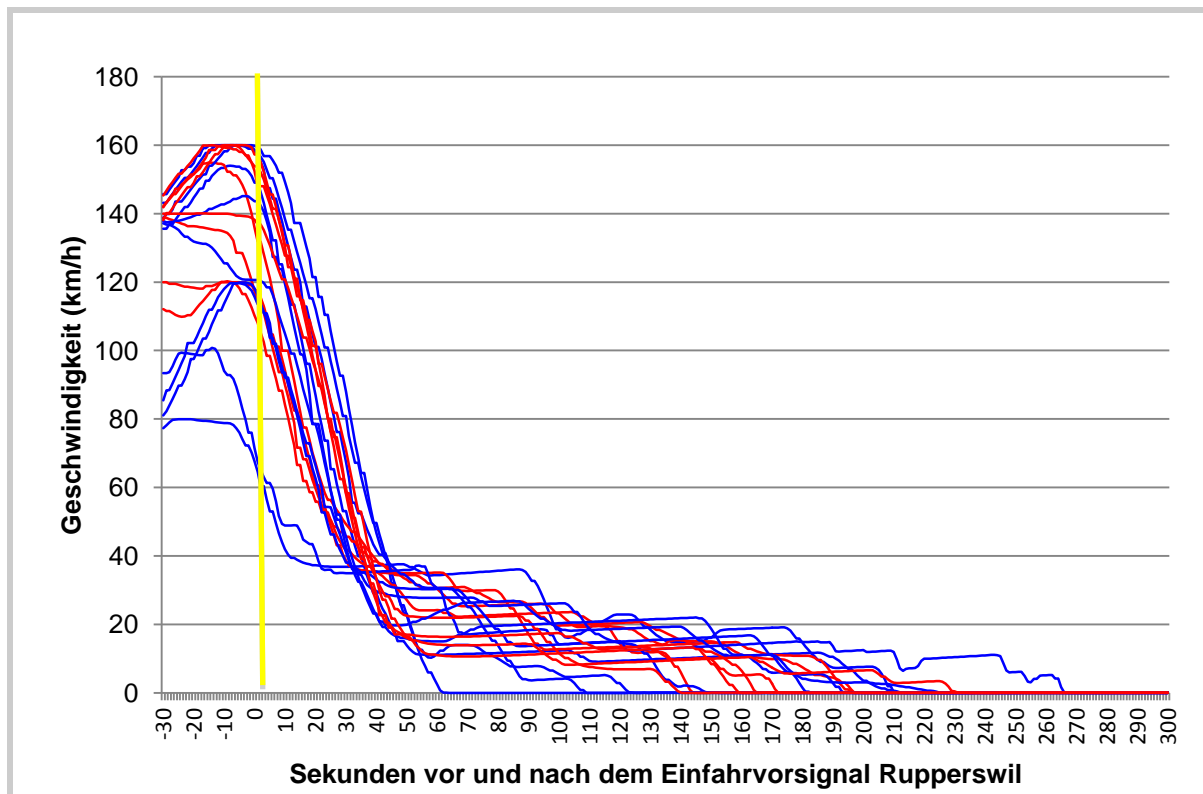


Abb. 21: Geschwindigkeits-Zeit-Diagramm der Annäherung an das Halt zeigende Einfahrsignal Rupperswil. Die gelbe Linie zeigt den Zeitpunkt der Vorbeifahrt am Vorsignal. Während im Vorfeld des Vorsignals die Züge unter Zeitdruck (rote Graphen) eher schneller als jene ohne Zeitdruck (blaue Graphen) sind, kann bei der Annäherungszeit kein offensichtlicher Unterschied mehr festgestellt werden. Die Annäherungszeit bis zum Stillstand hingegen ist auf einem Zeitintervall von über 100 Sekunden verteilt. Die durch den FASI erfassten Daten von Lokführer 2 waren nicht plausibel und wurden weggelassen, jene von Lokführer 9 sind in Folge Rechnerabsturz vor Ende der Übung nicht vorhanden.

### 3.1.1.5. Einfahrsignal Brugg dunkel

Ab Wildegg waren die Züge auf dem rechten Gleis und auf einer Strecke mit Einrichtung für signalmäßigen Einspurbetrieb unterwegs. Diese Situation konnte die Lokführer etwas verunsichern, da sie einerseits in der Praxis nur noch selten vorkommt und andererseits die Infrastruktur gemäss Visualisierung FASI ungenügend ausgebaut ist: Während der Fahrt auf dem rechten Gleis einer solchen Strecke sind die Signale des linken Gleises gültig – das rechte Gleis ist heute jedoch trotzdem mit den Streckengeräten für die Zugbeeinflussung ausgerüstet. Letzteres ist auf der FASI-Strecke zwischen Wildegg und Brugg nicht der Fall. Das Dilemma mit dem dunklen Einfahrsignal war demnach auch das schwierigste, da ein solches Signal leicht übersehen werden kann. Auf der anderen Seite kann eine solche Stö-



rung in der Praxis bei einem Lampendefekt leicht auftreten, da die Signallampen bei den Vorsignalen in Serie geschaltet sind. Eine solche Störung in Verbindung mit fehlenden Streckengeräten für die Zugbeeinflussung hingegen ist nahezu unmöglich.

Das nachstehende Geschwindigkeits-Weg-Diagramm zeigt die Züge bei der Einfahrt in den Bahnhof Brugg. Die von links erste gelbe Linie zeigt den Standort des (dunklen) Einfahrvorsignals. Die zweite gelbe Linie zeigt den Standort des Einfahrsignals in Brugg, welches Fahrbegriff 2 (Geschwindigkeits-Ausführung 40 km/h) zeigte. Im Vorfeld des Vorsignals ist erneut erkennbar, dass die Probanden unter Zeitdruck (rote Linien) schneller unterwegs sind. 16 Probanden haben ihre Züge noch vor dem Einfahrsignal auf unter 20 km/h verzögert, bis sie das Fahrt (40 km/h) zeigende Signal erkannt haben:

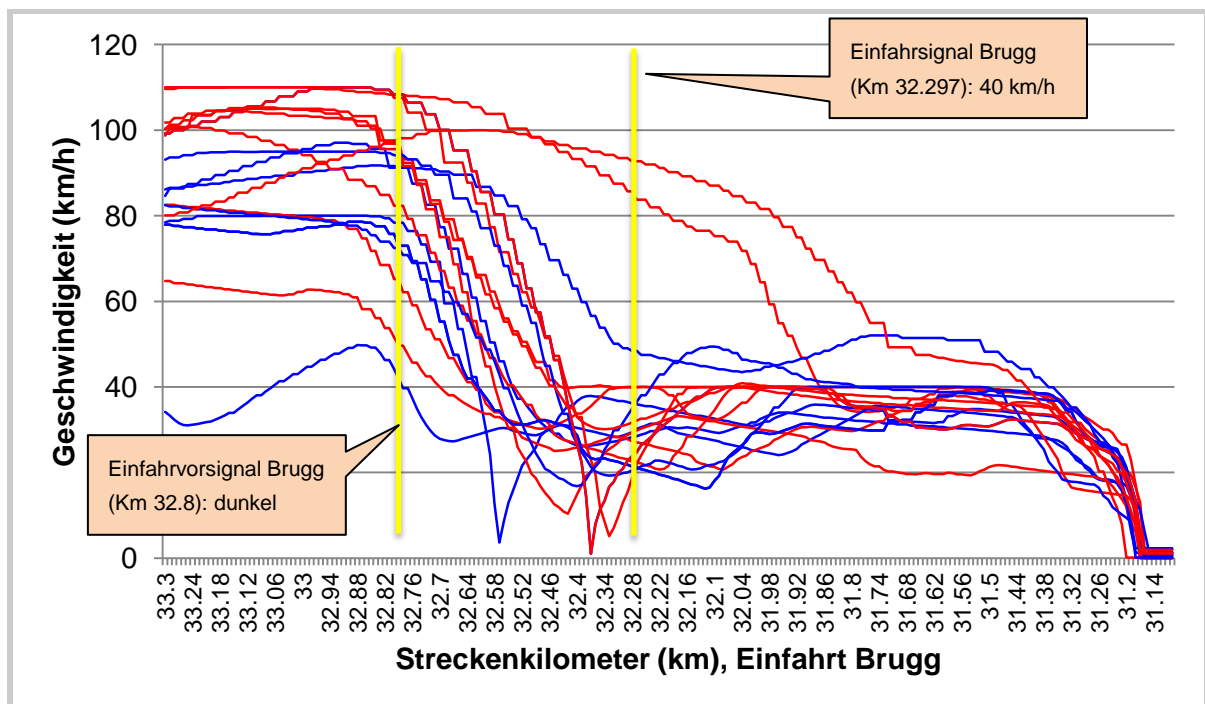


Abb. 22: Geschwindigkeits-Weg-Diagramm der Versuchszüge ab Strecken-Km 33.3 bis in den Bahnhof Brugg. Die meisten Lokführer haben das dunkle Einfahrvorsignal erkannt und die Geschwindigkeit vor dem Einfahrsignal so ermässigt, dass sie vor dem Signal hätten anhalten können. Die roten Graphen (Züge unter Zeitdruck) scheinen hinsichtlich der Geschwindigkeit erneut über den blauen Graphen (Züge ohne Zeitdruck) zu liegen. Die Daten von Lokführer 9 sind in Folge Rechnerabsturz vor Ende der Übung nicht vorhanden.

### 3.1.2. Szenario B: Zug 33837 Baden – Zürich

Die Lokführer erhielten den Auftrag, Zug 33837 in Baden ausserhalb des Bahnhofs zu übernehmen und als unbegleiteten Extrazug Personenverkehr nach Zürich HB zu führen. Die Hälfte der Lokführer waren ohne Zeitdruck (Lf Nr. 2, 5, 6, 8, 9, 10, 14, 18, 19, 20), die andere Hälfte mit Zeitdruck unterwegs, indem sie dringend angewiesen wurden in Zürich HB mit möglichst wenig Verspätung einzutreffen (Lf Nr. 1, 3, 4, 7, 11, 12, 13, 15, 16, 17).

#### 3.1.2.1. Auswertung der Dilemmata im Überblick

Für die Auswertung Versuchsfahrten wurden alle 14 vorbereiteten Dilemmata herbei gezogen. Dabei wurden die Daten getrennt nach Fahrten mit (10 Lokführer) und ohne Zeitdruck (10 Lokführer) ausgewertet. Die folgenden zwei Abbildungen zeigen die prozentuale Verteilung der Fehler, wobei unter Zeitdruck die Fehler eher in der zweiten Hälfte der Fahrt aufgetreten sind.

Analog zu den Anforderungen an das erste Szenario A auf der Strecke zwischen Olten und Brugg wurde auch bei dieser Versuchsfahrt gefordert, die Probanden mit rund 10 Dilemmata mit ansteigendem Schwierigkeitsgrad zu konfrontieren. Auf Grund der heterogenen Beschaffenheit einer jeder Eisenbahnstrecke und der daraus resultierenden Vielfalt an Einflussgrößen ist es nicht ganz einfach, eine Übung auf dem Simulator mit exakt linear zunehmendem Schwierigkeitsgrad aufzubauen und durchzuführen. Dazu kommt, dass die Messbarkeit der verschiedenen Dilemmata oft mangels fehlender Messwerte nur qualitativ möglich ist. So zum Beispiel kann eine zeitgerechte und vollständige Meldung nur durch den Fachexperten am Regiepult des Simulator beobachtet und beurteilt werden.

Der für das vorliegende Szenario B vorbereitete Versuchszug besteht – wie im Szenario A – aus einer Lok Re 460 an der Zugspitze und sechs Personenwagen vom Typ EW IV als Anhängelast. Als zusätzliche Auflage für diese Versuchsfahrt musste das auf dem Simulator noch vorhandene Zugfunkgerät ZFK 88 in Betrieb genommen werden, da dieses für die Übermittlung benötigt wurde. Mit diesem Funkgerät fühlten sich insbesondere die jüngeren Lokführer nicht sehr sicher, da es vor einiger Zeit durch das moderne Kommunikationssystem GSM-R ersetzt wurde und heute nicht mehr in Betrieb ist. Diese Unsicherheit wurde gegen Ende dazu genutzt, einen unklaren Notruf abzusetzen um das gemäss FDV erforderliche Vorgehen (s. Zf. 3.1.2, BD11, BD12) auszulösen. Die Gesamtheit dieser Aufgabe sollte den Schwierigkeitsgrad gegen Ende der Versuchsfahrt wie gefordert erhöhen.

Nachstehende Abbildungen zeigen den Verlauf der Fahrt im Überblick. Im Vergleich zu Szenario A auf der Strecke Olten – Brugg ist hier bei der Verteilung der Fehler ein deutlicher Unterschied zwischen Probanden mit und ohne Zeitdruck erkennbar. Die Lokführer unter Zeitdruck weisen hier eine ungefähr doppelte Fehlerquote auf:

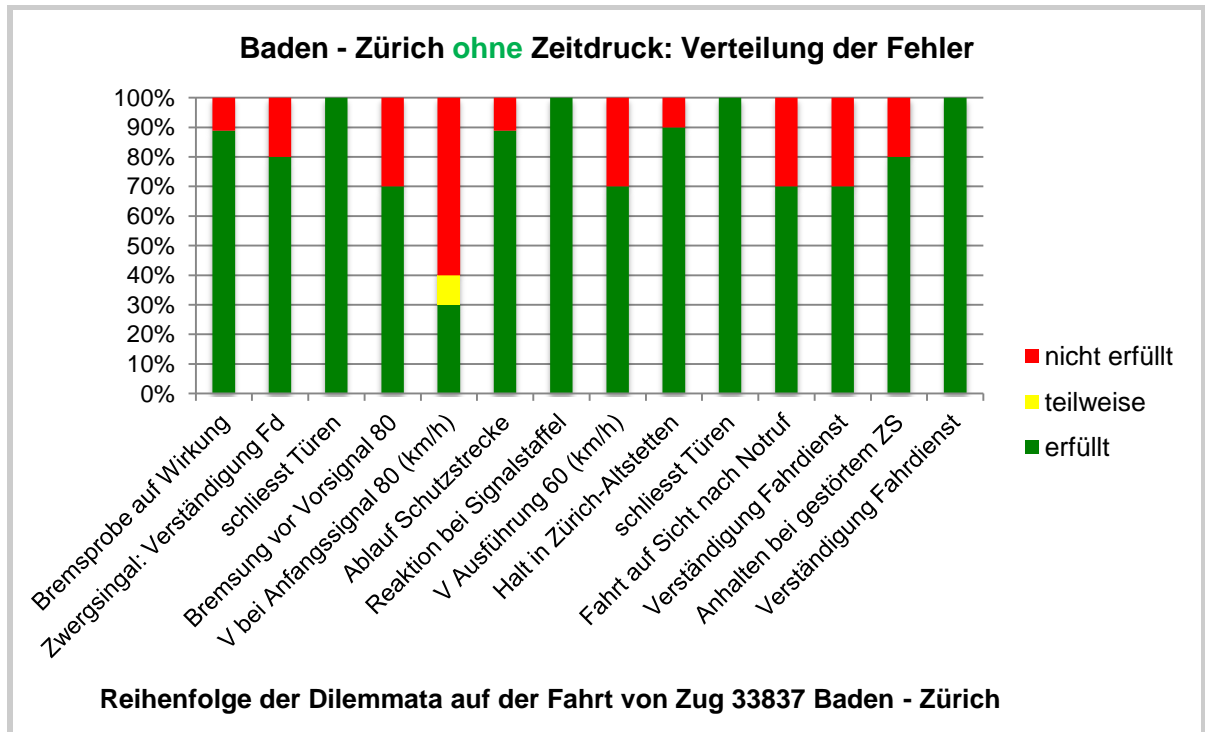


Abb. 23: Verteilung der Fehler der Probanden, die ohne Zeitdruck unterwegs sind.

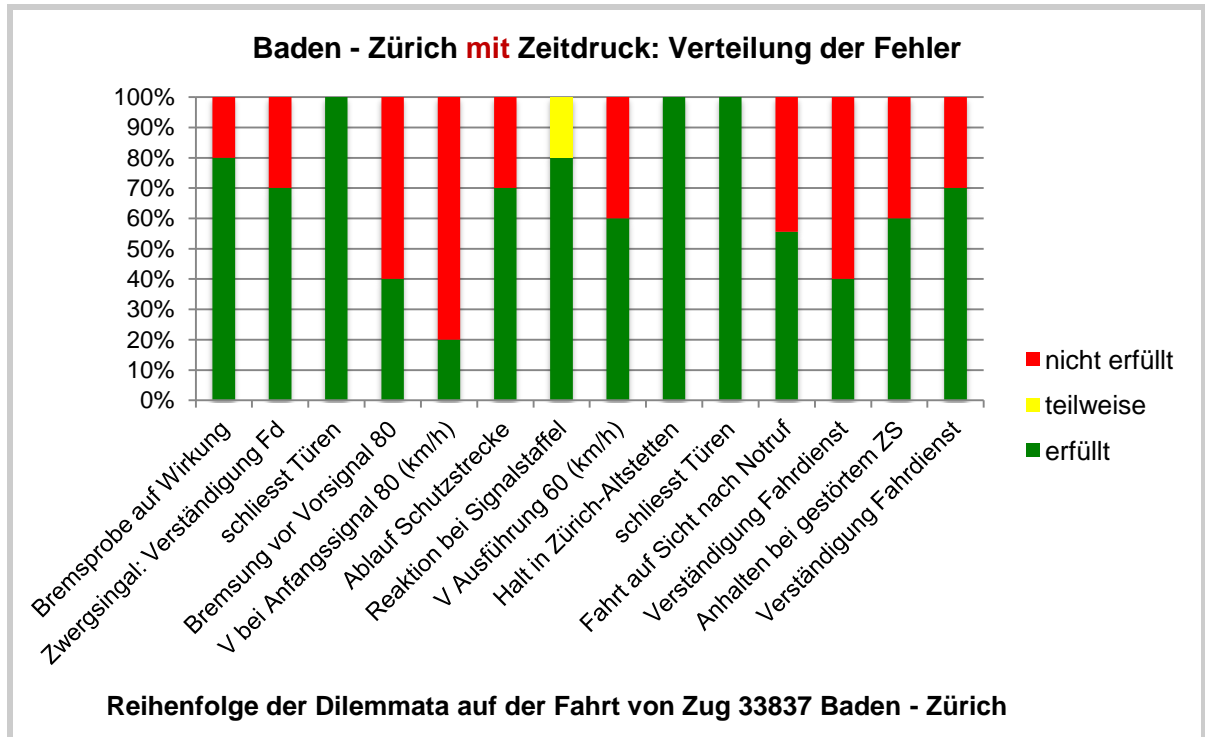


Abb. 24: Verteilung der Fehler der Probanden mit Zeitdruck. Im Vergleich zu Abb. 23 fällt auf, dass die Fehlerquote rund doppelt so hoch ist. Ähnlich wie bei Szenario A befindet sich die grösste Zunahme der Fehler am Schluss der Fahrt. Dies könnte auch mit steigendem Druck durch die Zunahme der Verspätung begründet werden.

### 3.1.2.2. Extremsituation mit Langsamfahrstelle

Während dem Verlauf dieser Übung waren zudem zwei Extremsituationen eingebaut. Zwischen den Bahnhöfen Neuenhof und Killwangen-Spreitenbach trafen die Probanden auf eine vorübergehende Langsamfahrstelle, deren Standort in den vor der Fahrt abgegebenen Unterlagen (Verzeichnis über die Langsamfahrstellen) ersichtlich war. Der Lokführer wurde während der Fahrt zusätzlich durch eine plötzliche auftretende Fahrzeugstörung und eine Schutzstrecke (spannungsloser Abschnitt der Fahrleitung zwischen zwei Speisebezirken) abgelenkt, so dass Erkenntnisse über das Situationsbewusstsein hinsichtlich dieser Langsamfahrstelle gewonnen werden konnten (vgl. Zf 3.1.2, BD4 bis BD6).

Aus den Versuchen geht ein grosser Unterschied zwischen Zügen mit und ohne Zeitdruck hervor. Insgesamt wurde die zulässige Geschwindigkeit von der Mehrheit der Züge überschritten, was hinsichtlich der Bedingungen keine Überraschung darstellt. Offensichtlich konnten nur jene Lokführer ihren Zug rechtzeitig abbremsen, welche sowohl durch ihre Streckenkenntnisse als auch durch eine konkrete Vorstellung über den Standort der Langsamfahrstelle über genügendes Situationsbewusstsein verfügten.

Dieses Ergebnis zeigt auch, dass die klare und einfache Kommunikation an den Lokführer hinsichtlich Verständlichkeit einen grossen Einfluss auf das Ergebnis hat. Das Regelwerk der Schweizerischen Eisenbahnen weist am Beispiel des Verzeichnisses über die Langsamfahrstellen offenbar noch ein gewisses Potential auf. Dazu kommt aus praktischer Erfahrung, dass im Zusammenhang mit Langsamfahrstellen (Baustellen) Signale oft fehlerhaft oder unvollständig aufgestellt werden.

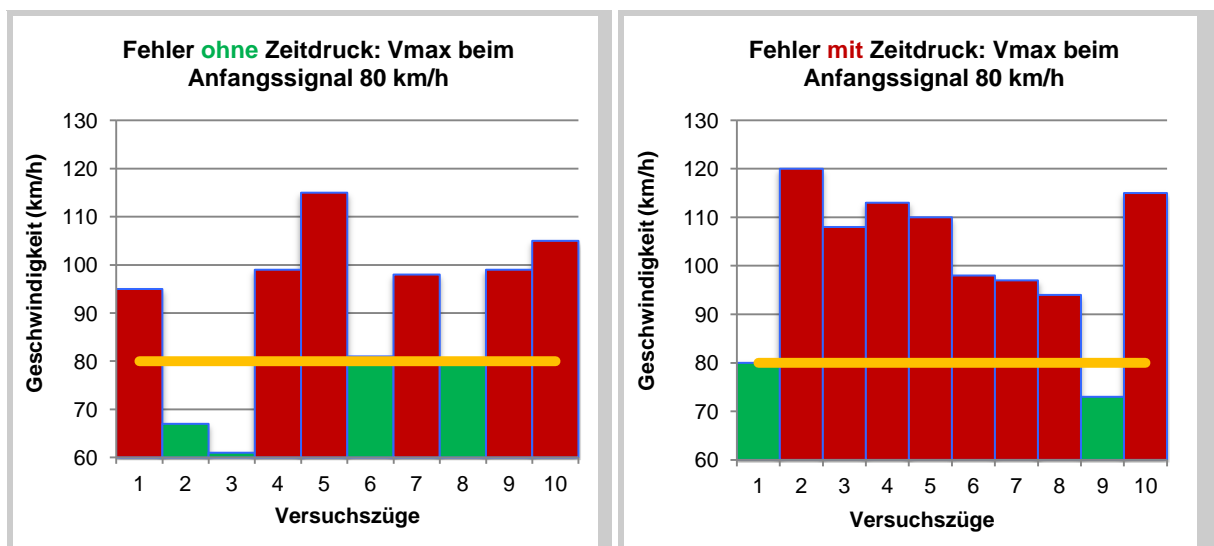


Abb. 25 und 26: Vergleich der Verteilung der IST-Geschwindigkeiten aller Versuchszüge bei der Vorbeifahrt am Anfangssignal der Langsamfahrstelle 80 km/h. Zwischen den Zügen mit und ohne Zeitdruck ist ein deutlicher Unterschied erkennbar. Es gilt jedoch zu berücksichtigen, dass diese Aufgabe für die Probanden eine Extremsituation darstellte und so nicht ohne weiteres mit der Praxis verglichen werden kann. Bei dieser Aufgabe geht es darum, die Auswirkungen von mehreren gleichzeitig auftretenden Einflussgrössen zu untersuchen.

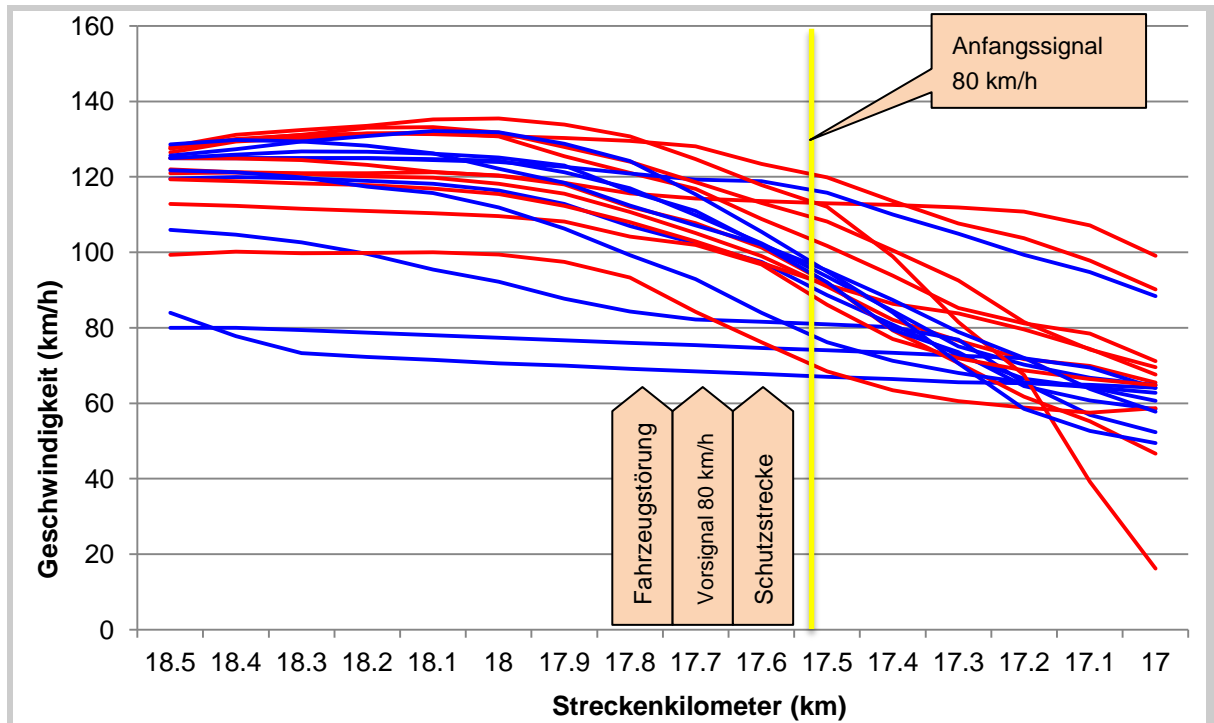


Abb. 27: Geschwindigkeits-Weg-Diagramm im Vorfeld der Langsamfahrstelle (gelbe Linie: Standort Anfangssignal 80 km/h). Die Häufung von Ereignissen kann den Lokführer bei seiner Arbeit beeinträchtigen. Mittels Langsamfahrstellenverzeichnis hätte der Standort der Signale dem Lokführer bewusst sein sollen. Vor dem Vorsignal zur Langsamfahrstelle ist ein Traktionsausfall mit Anzeige auf dem Diagnosebildschirm aufgetreten. Kurz nach dem Vorsignal zur Langsamfahrstelle begegnete der Lokführer einer permanenten Schutzstrecke. Dieser Verlauf stellt an das Situationsbewusstsein sehr hohe Anforderungen. Die Geschwindigkeitsgraphen der Züge unter Zeitdruck (rote Linien) befinden sich wiederum eher im oberen Bereich.

### 3.1.2.3. Extremsituation mit Vorsignalabstand

Die zweite Extremsituation befand sich zwischen den Bahnhöfen Schlieren und Zürich-Altstetten, wo eine Geschwindigkeitsermässigung auf einem unzulässig kurzen Bremsweg signalisiert wurde. Die Situation befindet sich an der Grenze zum Übergang von Signalsystem L zu Signalsystem N. Das Ausfahrtsignal Typ L in Schlieren zeigte korrekten Fahrbegriff 1 (höchste gemäss Streckentabelle erlaubte Geschwindigkeit). Das am gleichen Mast angeordnete Vorsignal Typ L zeigte ebenfalls Fahrbegriff 1. Bei dem folgenden Signal handelte es sich um das Einfahrsvorsignal des Bahnhofs Zürich Altstetten vom Typ N, welches V-Ankündigung 60 km/h zeigte. Diese Konstellation ist nicht zulässig: Das vorangehende Vorsignal bei der Ausfahrt von Schlieren hätte ebenfalls V-Ankündigung 60 km/h (Fahrbegriff 3\*) anzeigen sollen. Mit dieser Situation wurde die Aufmerksamkeit der Probanden im Sinne des steigenden Schwierigkeitsgrades überraschend gebunden.

Auch hier zeigt sich beim Ergebnis ein Unterschied zwischen Lokführer mit und solchen ohne Zeitdruck, jedoch bedeutend geringer als bei der ersten Extremsituation (s. Zf. 3.1.2.2). Die Aufmerksamkeit war jedoch nachhaltig gebunden, so dass zwei Probanden den fahrplanmässigen Halt in Zürich-Altstetten beinahe, ein dritter ganz verpasste (s. Abb. 30).

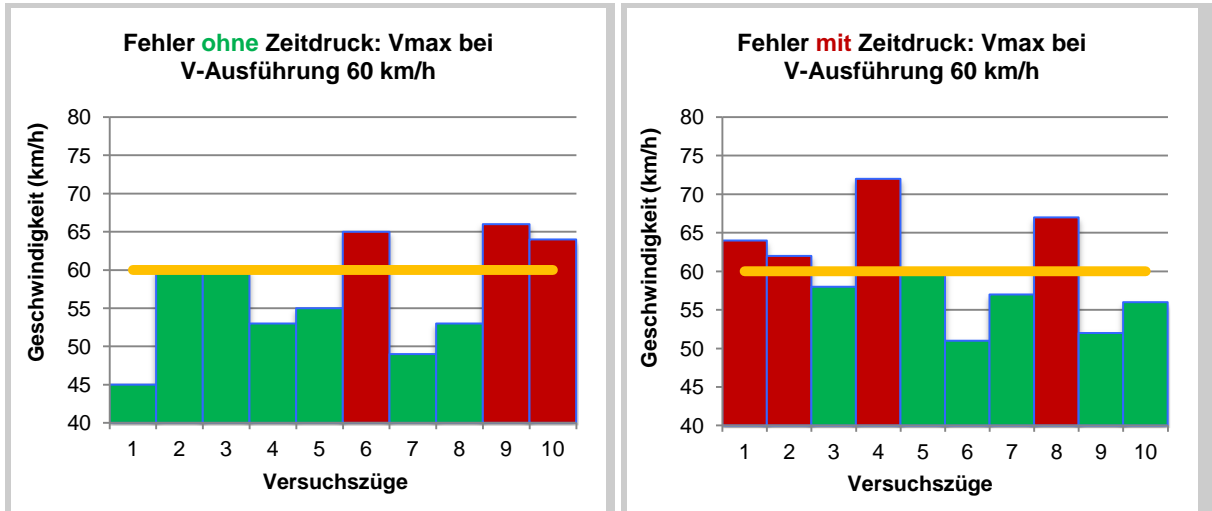


Abb. 28 und 29: Vergleich der Verteilung der IST-Geschwindigkeiten aller Versuchszüge bei der Vorbeifahrt am Einfahrtsignal in Zürich-Altstetten, welches V-Ausführung 60 km/h zeigte. Die Vorsignalisierung im Zusammenhang mit dem Übergang von Signalsystem L zu Signalsystem N war nicht korrekt.

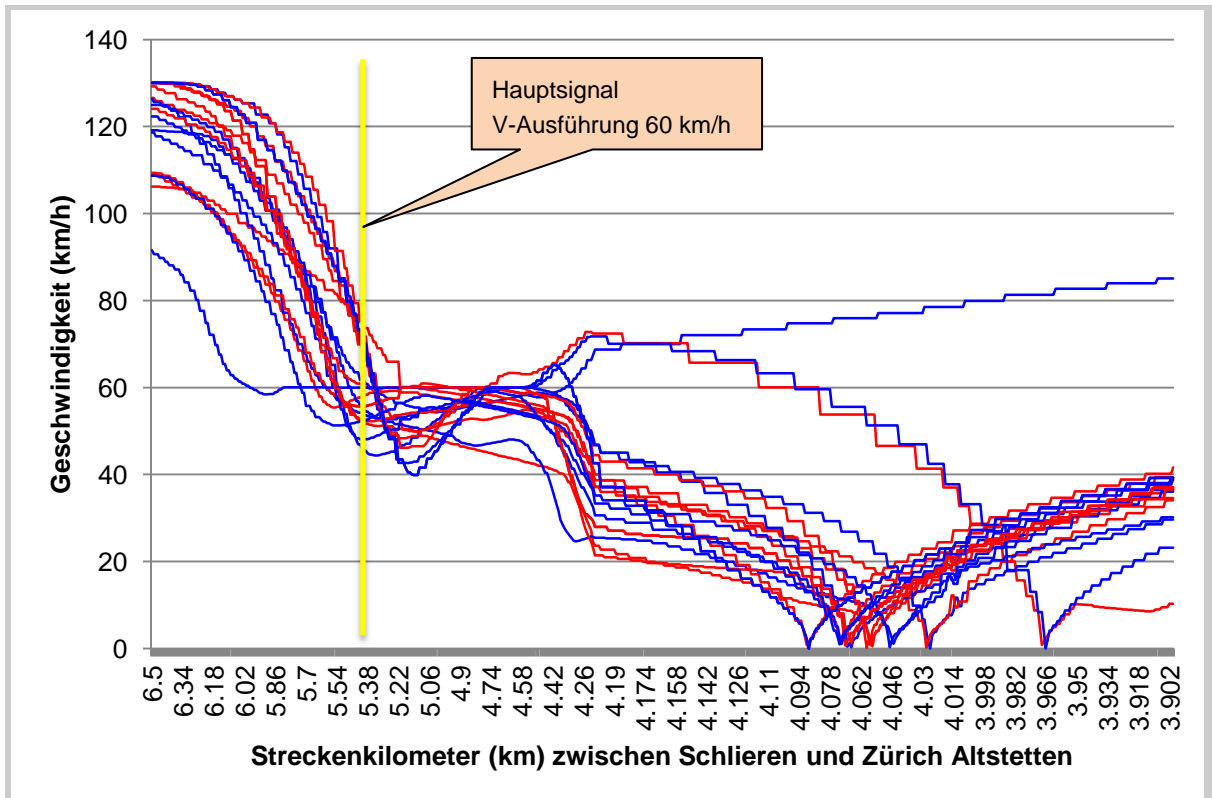


Abb. 30: Geschwindigkeitsweg-Weg-Diagramm der Strecke zwischen Schlieren und Zürich-Altstetten. Die Lokführer wurden mit einem kurzen Bremsweg zwischen V-Ankündigung und V-Ausführung 60 km/h überrascht. Ihre Aufmerksamkeit wurde dadurch stark gebunden, so dass der fahrplanmäßige Halt in Zürich-Altstetten von zwei Probanden beinahe und von einem dritten ganz verpasst wurde.

### 3.1.2.4. Unsicherheit durch Notruf und Störung am Zwergsignal

Im Raum Zürich-Hardbrücke wurde die Aufmerksamkeit der Lokführer erneut gebunden, indem sie einen unklaren Notruf über den Zugfunk ZFK 88 erhalten haben (s. Zf 3.1.2, BD11, BD12). Zusammen mit der Tatsache, dass die ZFK 88 heute nicht mehr in Betrieb stehen, galt es für die Probanden, die Situation als unklaren Notruf zu interpretieren und entsprechend zu handeln. Sowohl beim Fahren auf Sicht als auch bezüglich der Kontaktaufnahme mit der Betriebszentrale zeigten sich Unterschiede zwischen den Zügen ohne und jenen unter Zeitdruck: letztere Fehlerquote beträgt fast das Doppelte.

Im Einfahrbereich des Bahnhofs Zürich HB wurden die Probanden bereits zum zweiten Mal mit einem gestörten Zwergsignal konfrontiert. Diesmal handelte es sich jedoch um die obere Lampe, welche nicht brannte, was für den Lokführer Halt bedeutet. Die Lokführer ohne Zeitdruck reagierten zu 80% richtig, jene mit Zeitdruck zu 60%. Diese Situation betrifft eine Sicherheitsvorschrift, welche in der Praxis diskutiert wird: Macht es Sinn, in voller Fahrt eine Schnellbremsung auszulösen, wenn die Zugfahrstrasse offensichtlich gesichert ist?

## 3.2. Ergonomie und Betrieb

Die Daten der folgenden Ergebnisse wurden qualitativ mittels strukturiertem Fragebogen erhoben. Es geht darum, Informationen aus der Erfahrung der Lokführer zu bestimmten sicherheitsrelevanten Themen zu erhalten. Diese Informationen können dazu genutzt werden, Aussagen statistischer Risikobewertungen zu plausibilisieren und damit potentielle Risiken einzuschätzen.

### 3.2.1. Arbeitsumfeld: Bewertung von Führerständen

Die Grafik zeigt, dass die Führerstände vom Typ Re 460/465 aus ergonomischer Sicht deutlich am meisten Zustimmung erhalten. Diese Führerstände werden jedoch nicht mehr gebaut. An zweiter Stelle stehen die modernen Führerstände Typ Re 482, 485, 486.

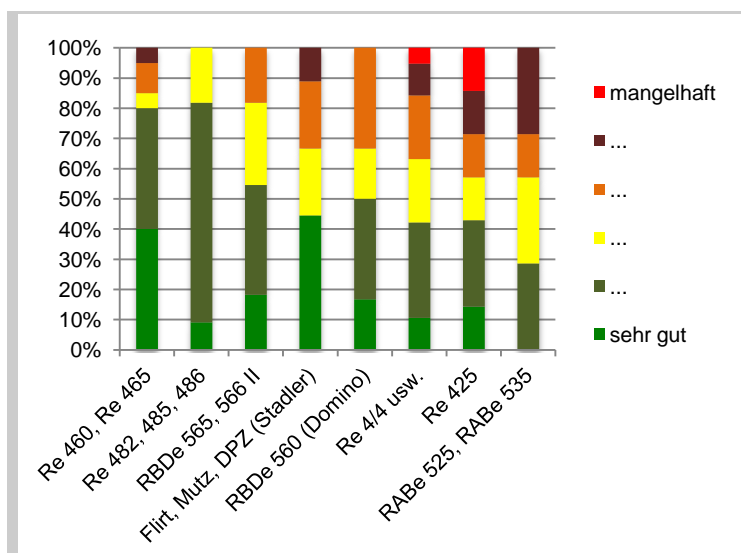


Abb. 31 (s.a. Fragebogen Anhang 10, Frage 1): Die Rangliste der Bewertung von Führerständen durch die Lokführer verhält sich etwa proportional zum Alter des Triebfahrzeugs. Ausnahmen bilden die bereits 30-jährigen Triebwagen der Serien RBDe 565, 566 II (BLS) sowie die Triebzüge von Bombardier (RABe 525, 535).

### 3.2.2. Bewertung der betrieblichen Lenkung

Die neuen Massnahmen der betrieblichen Lenkung könnten auf den ersten Blick als zusätzliche Belastung des Lokführers gewertet werden. Die Datenerhebung zeigt jedoch, dass die neuen empfohlenen Geschwindigkeiten mehrheitlich als nützlich empfunden werden. Etwas weniger trifft dies bei empfohlenen Verkehrszeiten zu (z.B. im elektronischen Dienstfahrplan; ist noch nicht realisiert).

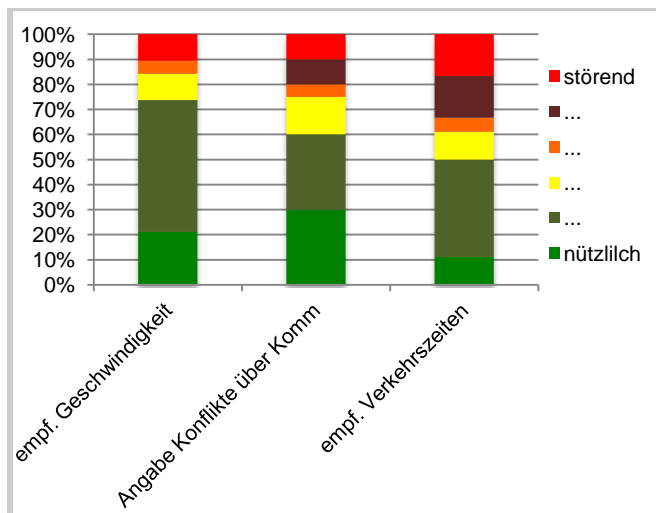


Abb. 31 (s.a. Fragebogen Anhang 10, Frage 2): Die betriebliche Lenkung über den elektronischen Fahrplan mittels empfohlener Verkehrszeiten wurde bisher nicht umgesetzt. Dies kann mit ein Grund für die deutlich schlechtere Bewertung dieser Form der betrieblichen Lenkung sein. Die betriebliche Lenkung mittels empfohlener Geschwindigkeiten stösst insgesamt mehrheitlich auf Zustimmung.

### 3.2.3. Erfahrungen mit betrieblicher Lenkung

Die betriebliche Lenkung kann nach Einschätzung durch die Lokführer das Potential von Signalhalten senken. Dennoch ist die zusätzliche Belastung der Lokführer durch die Übermittlung empfohlener Geschwindigkeiten nicht zu unterschätzen.

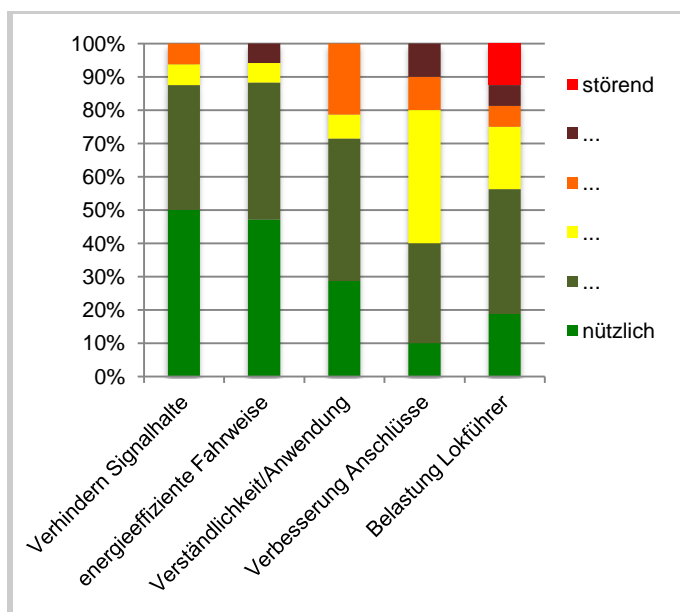


Abb 32 (s.a. Fragebogen Anhang 10, Frage 3): Das Argument des Verhinderns von Signalhalten findet bei der betrieblichen Lenkung die höchste Zustimmung. Eine ganz ähnliche Bewertung erhält das Argument der effizienten Fahrweise. Viele Lokführer machen jedoch auch die zusätzliche Belastung durch die zu beachtenden empfohlenen Geschwindigkeiten geltend.



### 3.2.4. Auswirkung der Personalfriedenheit

Ein Teil der qualitativen Datenerhebung befasst sich mit den Auswirkungen der Personalfriedenheit auf die Arbeit der Lokführer. Aus den Resultaten lässt sich der Schluss ziehen, dass unzufriedene Lokführer in ähnlichem Masse bei ihrer Arbeit beeinträchtigt werden können, wie dies bei den Versuchsfahrten der Faktor des Zeitdrucks gezeigt hat.

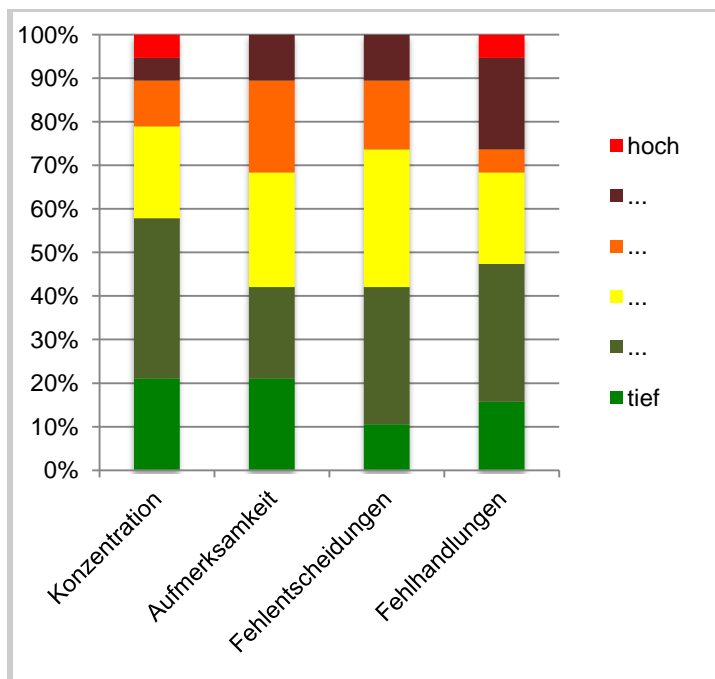


Abb. 33 (s.a. Fragebogen Anhang 10, Frage 4): Die grafische Auswertung zeigt die Einschätzung der Lokführer hinsichtlich Beeinträchtigung in ihrer Arbeit durch den Mangel an Zufriedenheit. Nach diesen Aussagen müsste die Fehlerquote mit steigender Zufriedenheit abnehmen.

### 3.2.5. Beurteilung der Personalfriedenheit

Die Bewertung der Personalfriedenheit im jeweiligen Umfeld der Probanden zeigt ein differenziertes Bild. Die Bewertung erfolgte mittels Schulnoten, wonach die Hälfte die Zufriedenheit als genügend einstufte. Ein Viertel der Probanden bewertet die Zufriedenheit als ungenügend. Die positive Extremnote (6) wurde nicht genannt, der Notendurchschnitt beträgt 3.7.

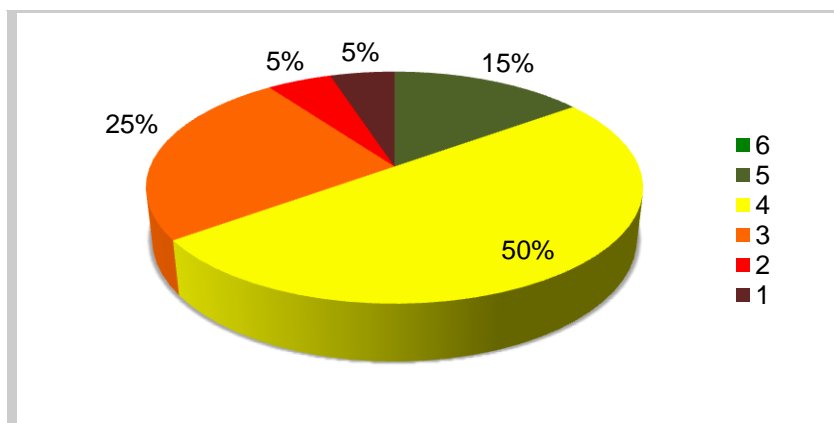


Abb.34 (s.a. Fragebogen Anhang 10, Frage 5): Urteil der Probanden über die Personalfriedenheit in ihrem Umfeld und aus Ihrer Sicht nach Skala der Schulnoten:  
6: sehr gut  
5: gut  
4: genügend  
3: ungenügend  
2: mangelhaft  
1: schlecht

### 3.2.6. Beurteilung von Gefahrenthemen

Nachstehende Grafik zeigt die Einschätzung der Sicherheitsrelevanz bezüglich Themen, welche bei der Auswertung der statistischen Risiken aufgefallen sind. Die aus der Erfahrung der Lokführer gegenwärtig als am gefährlichsten bewerteten Themen betreffen den Unterhalt von Fahrzeugen, die Missverständnisse bei der Übermittlung, das Verwechseln von Signalen (in einer Signalstaffel), das komplizierte Regelwerk sowie die Gruppensignale. Die Frage zur der ZUB-Ausrüstung (Überwachung der Bremskurve vor Hauptsignalen) wurde missverständlich formuliert, so dass offensichtlich das ZUB als System und nicht wie beabsichtigt der Stand der Ausrüstung von Signalen mit ZUB bewertet wurde.

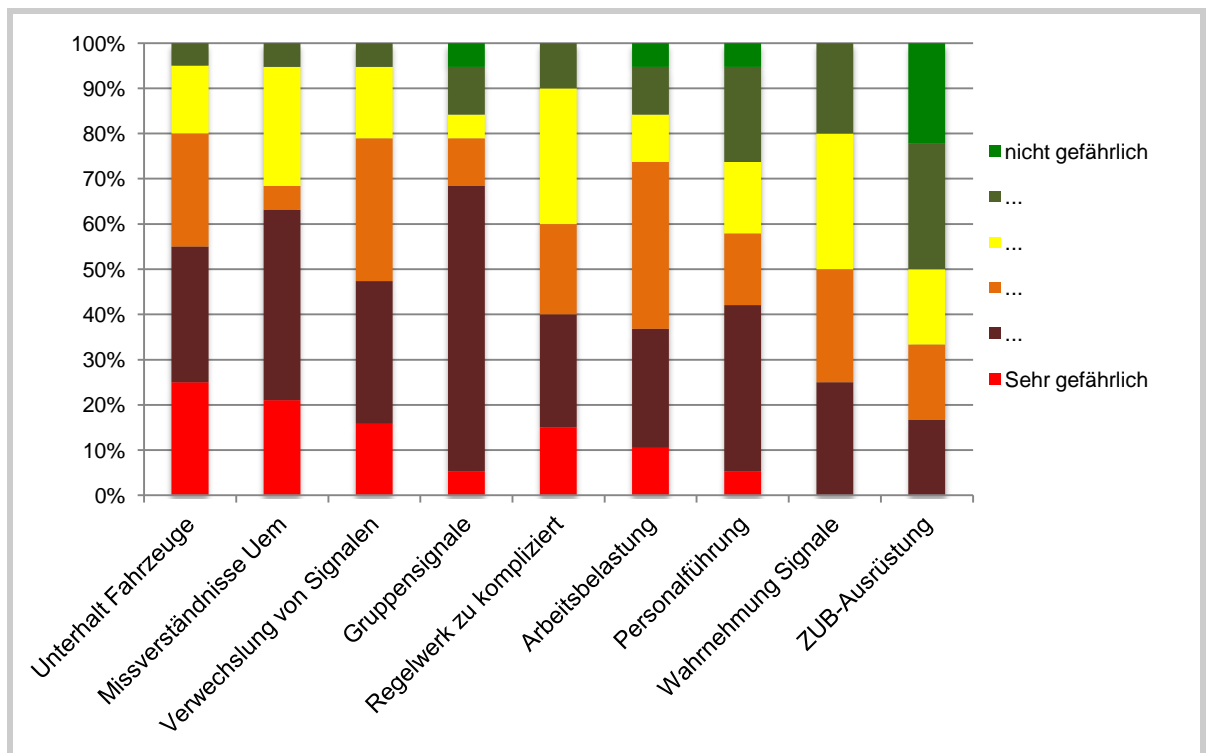


Abb. 35 (s.a. Fragebogen Anhang 10, Frage 6): Die Bewertung von vorgegebenen und bekannten Gefahrenthemen durch die Lokführer zeigt einen relativ hohen Respekt bezüglich den entsprechenden Gefahren. Die Ergebnisse aus der qualitativen Datenerhebung können allenfalls für die Plausibilisierung von statistischen Risikobewertungen herbei gezogen werden.

### 3.3. Beurteilung der Simulatoren

Die Datenerhebung zum Thema der Anwendung von Simulatoren hat zum Zweck, die Bedeutung einzelner Elemente und Komponenten durch die Lokführer als Fachleute einschätzen zu lassen. Es geht darum festzustellen, wie die Ergebnisse der Versuchsfahrten allenfalls durch eine ungenügende oder falsche Beschaffenheit der Simulatoren positiv oder negativ beeinflusst werden können. Die Fragen stehen zur Kontrolle zum Teil in komplementärer Beziehung zueinander.

### 3.3.1. Fahr Simulator Re 460 FASI und Re 4/4 LOCSIM im Vergleich

Die Fragebogen vergleichen die beiden Simulatoren FASI und LOCSIM hinsichtlich Visualisierung (3D-Geländemodell versus Videobild), Fahrgefühl, Ausrüstung Führerstand und Funktionen. Da der LOCSIM zur Zeit über keine Modellierung der Fahrdynamik (Bewegungssystem) verfügt, kann dieser Aspekt nur beim FASI bewertet werden.

Beim FASI schliessen insbesondere die Kriterien Fahrdynamik, Fahrgefühl, Detaillierung des Führerstandes sowie Funktionen im Führerstand sehr gut ab. Bei den Ergebnissen über die Visualisierung und Abbildung der Infrastruktur wird das offensichtlich veraltete 3D-Geländemodell bemerkbar. Die Bewertung letzterer Kriterien sind für den LOCSIM ähnlich, im Übrigen liegen die Ergebnis jedoch deutlich hinter dem FASI zurück.

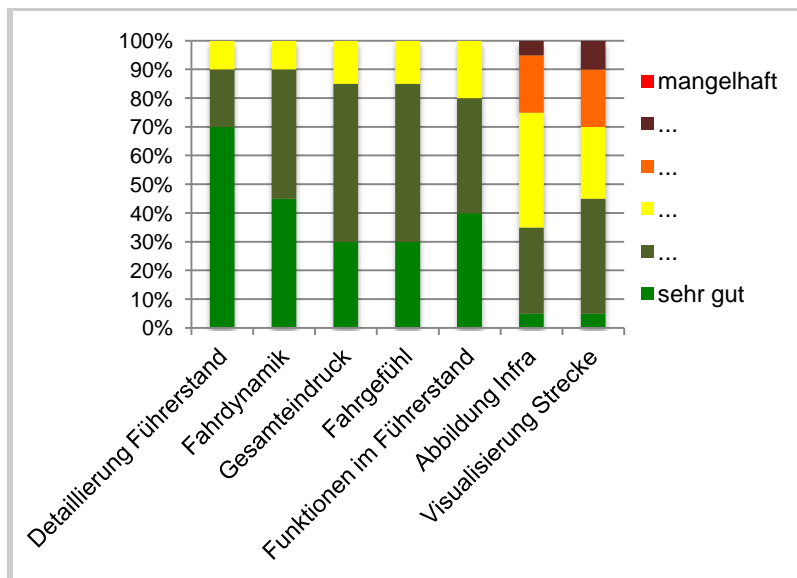


Abb. 36 (s.a. Fragebogen Anhang 11, Frage 1): Der FASI hinterlässt einen guten bis sehr guten Gesamteindruck, wozu vor allem die Detaillierung des Führerstandes, die Fahrdynamik und das Fahrgefühl beiträgt. Daraus kann der Schluss gezogen werden, dass das Bewegungssystem eine Notwendigkeit darstellt, damit sich die Lokführer der Realität entsprechend verhalten.

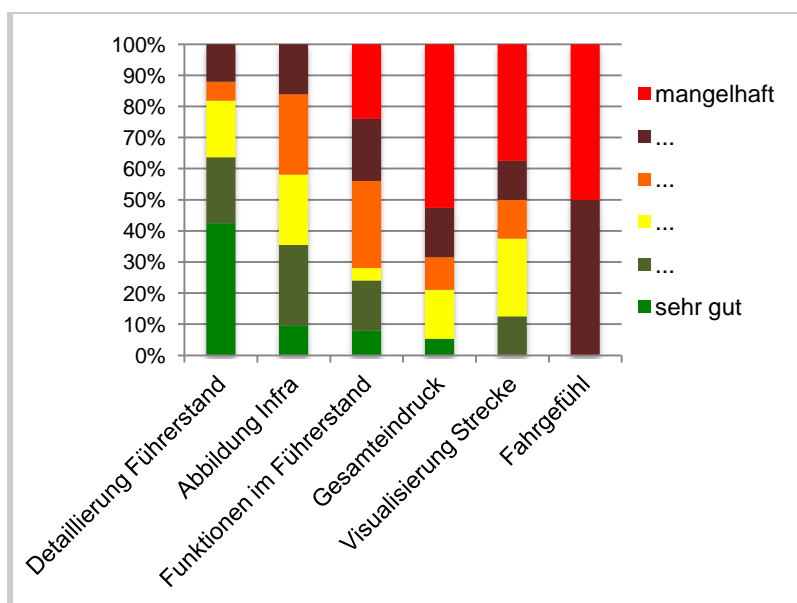


Abb. 37 (s.a. Fragebogen Anhang 11, Frage 2): Das Fahrgefühl im LOCSIM ist aus zwei Gründen mangelhaft: Erstens fehlt ein Bewegungssystem und zweitens muss die Projektion mit Rundschau und abgeschlossener Kabine ergänzt werden. Der detaillierte Führerstand und Abbildung der Infrastruktur (Video) erhalten die meiste Zustimmung.

### 3.3.2. Allgemeine Themen zu Simulatoren

Zusammenfassend können aus der Bewertung folgende Erkenntnisse gezogen werden: Integrierte Simulatoren unter Einbezug von Lokführer und Zugverkehrsleiter sind für die Untersuchung von komplexen Problemstellungen notwendig. Ein hoher Detaillierungsgrad und eine abgeschlossene Kabine sind ebenfalls Grundvoraussetzung dafür, damit die aus den Simulationen gewonnenen Resultate mit der Realität annähernd vergleichbar werden. Zum Detaillierungsgrad kann auch die Simulation der Fahrdynamik (Bewegungssystem) gezählt werden. Dies sind die wichtigsten Anforderungen, welche an einen Simulator zu Forschungszwecken gestellt werden müssen:

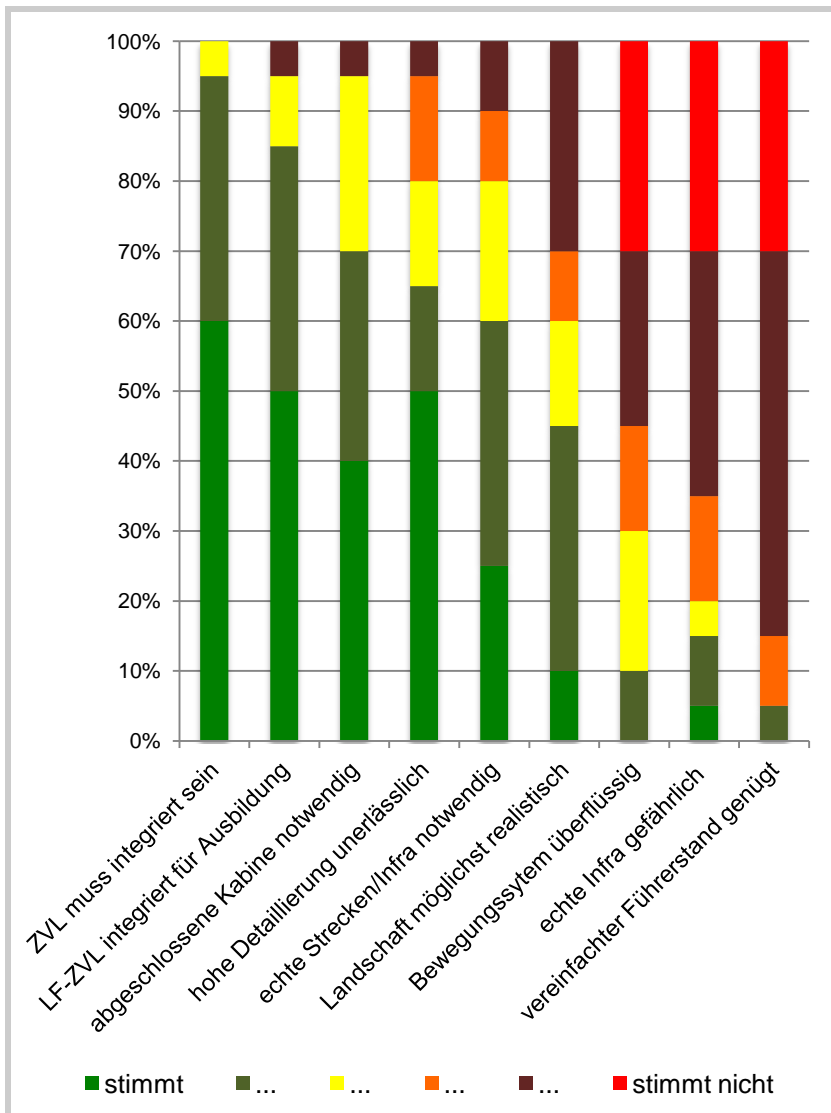


Abb. 38 (s.a. Fragebogen Anhang 11, Frage 3): Sehr hohe Zustimmung findet die Integration von Betriebszentrale und Fahrsimulator. Für den überwiegenden Teil der Lokführer ist die hohe Detaillierung des Führerstandes und eine abgeschlossene Kabine wichtig. Das gleiche gilt für das Bewegungssystem. Etwas weniger klar sind die Aussagen über die Modellierung der realen Infrastruktur. Das Gegenargument, dass falsche Lehren auf dem Simulator zu allfälligen Fehlhandlungen in der Realität führen kann, wird verworfen.

### 3.4. Berufserfahrung der Probanden

Zu Beginn der Versuchsfahrten wurden die demografischen Daten der Probanden erhoben (s. Anhang 9). Daraus können wichtige Aussagen über die Berufserfahrung gewonnen werden. Daten über die Verteilung der Berufsjahre auf Personen- und Güterverkehr beispielsweise dienen für den Test der Hypothese, ob es zwischen den Fahrdaten und der Berufserfahrung Korrelationen gibt.

#### 3.4.1. Berufserfahrung der Lokführer

Die Verteilung der Berufserfahrung der Probanden ist recht divers. Es haben sich sowohl junge Lokführer kurz nach Abschluss ihrer Ausbildung sowie sehr erfahrene Berufsleute an den Versuchsfahrten beteiligt. Nachstehende Grafik zeigt die Verteilung der Berufsjahre:

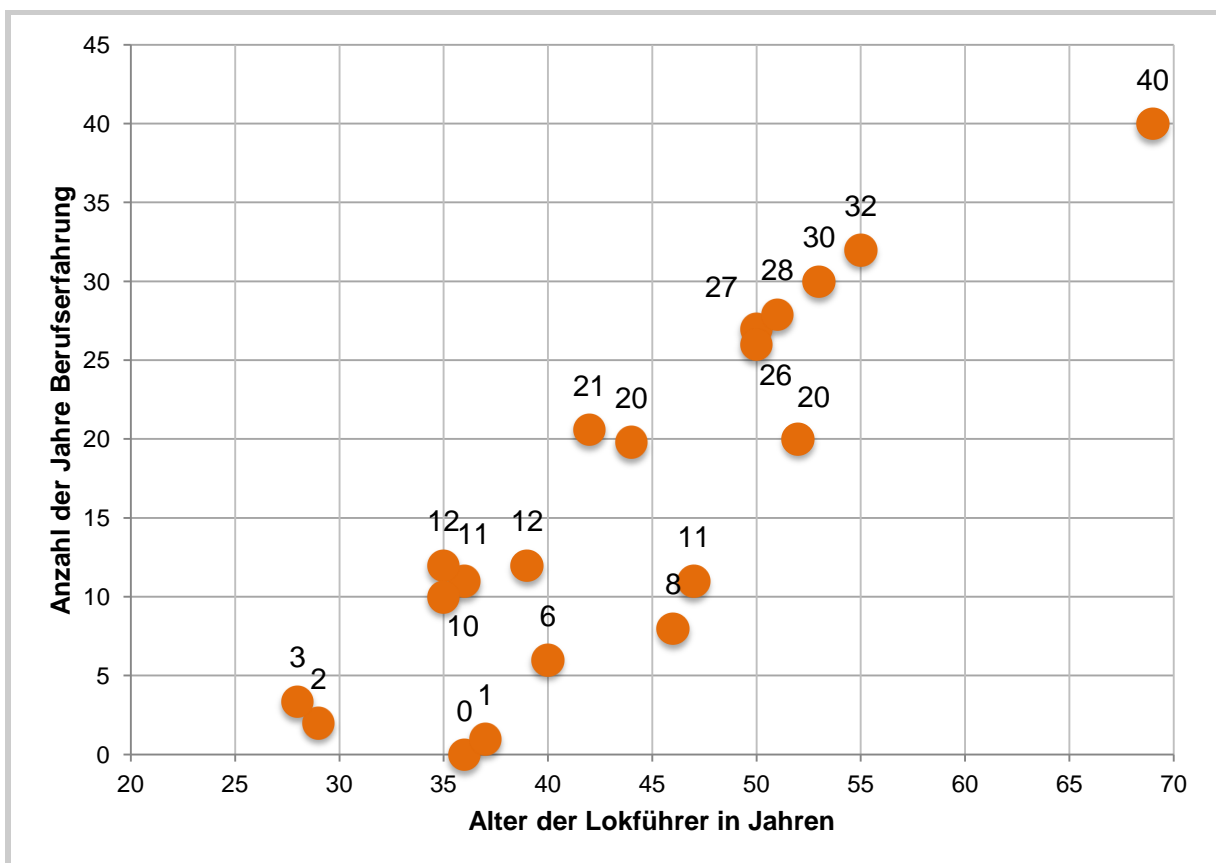


Abb. 39: Verteilung der Lokführer, die an den Versuchsfahrten teilgenommen haben, hinsichtlich Ihrer Berufserfahrung in Jahren. Allfällige Teilzeitarbeit wurde bei der Berechnung der Berufsjahre berücksichtigt.

### 3.4.2. Verteilung der Erfahrung Personenverkehr - Güterverkehr

Um allfällige Korrelationen zwischen Berufsjahren im Güter- und Personenverkehr berechnen zu können, wird eine diesbezügliche Auswertung der demografischen Daten benötigt. Es wird davon ausgegangen, dass in gemischten Berufsjahren die Anzahl Personen- und Güterzüge ungefähr gleich verteilt sind. Fährt also ein Lokführer während einem Jahr beide Zugskategorien, wird dem Personenverkehr und dem Güterverkehr je ein halbes Jahr Berufserfahrung gutgeschrieben.

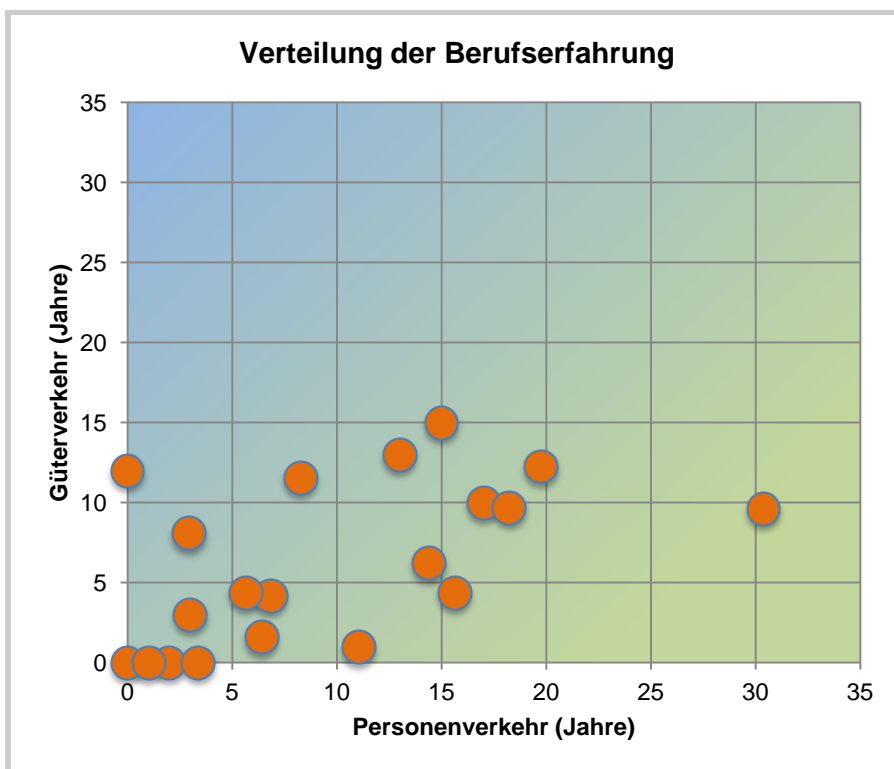


Abb. 40: Verteilung der Berufserfahrung nach Güterverkehr und Personenverkehr.

## 4. Diskussion

Möglicherweise war es das erste Mal, dass in der Schweiz so aufwändige Versuchsfahrten mit Berufsleuten als Probanden auf Simulatoren durchgeführt wurden. Vielleicht stellt sich in diesem Zusammenhang auch die Frage der Legitimität, besonders dort, wo Extremsituationen in leichter Abweichung zu den im realen Eisenbahnverkehr vorkommenden Konstellationen eingebaut wurden. Dies betrifft insbesondere die beiden ungenügenden Signaldistanzen bzw. Bremswege.

Aus der praktischen Erfahrung entsteht die Hypothese, dass die Komplexität im Eisenbahnbetrieb mit zunehmender Automatisierung nicht ab- sondern zunimmt. So zum Beispiel werden einerseits die Kommunikationswege länger und umständlicher, andererseits fällt – dank der Entwicklung der Technologie und damit der technischen Rückfallebenen – immer mehr Verantwortung auf immer weniger Personen. Parallel dazu ist aber auch ein gewisses Ansteigen von Fehlern zu beobachten. So werden laut Meldungen offensichtlich bei Baustellen häufiger Signale falsch aufgestellt, was zu gefährlichen Situationen führt. Vielleicht ist dies auch auf eine Aussage zurück zu führen, nach welcher mit zunehmender Automatisierung allgemeine Systemkenntnisse verloren gehen würden.

Die Versuchsfahrten gemäss vorliegendem Bericht sollen einen Beitrag leisten, Ansätze für den Nachweis von Hypothesen zu finden. Dabei geht es meistens um Fragen, die in irgend einer Weise im Zusammenhang mit den noch verbleibenden Schnittstellen zwischen Mensch und Maschine entstanden sind. In diesem Sinne haben diese Versuche Ergebnisse und Erkenntnisse für drei Diplomarbeiten der Fachhochschule Nordwestschweiz geliefert, welche sich mit den erwähnten Schnittstellen befassen. Darüber hinaus soll aufgezeigt werden, dass Untersuchungen mittels Simulationsmodellen in unser zunehmend komplexen Welt an Bedeutung gewinnen. Es gibt viele Problemstellungen, welche von nicht messbaren Faktoren abhängen und daher nicht auf linearem oder mathematischem Weg untersucht werden können. Es gibt keine andere Möglichkeit, mehr Licht in die dunklen Stellen zu bringen, als die Anwendung von Simulatoren.

Diese Versuchsfahrten stützen die Hypothesen,

...dass solche Simulationsmodelle eine möglichst hohe Auflösung (Detaillierungsgrad) aufweisen müssen;

...dass die wichtigen Funktionen, die in der Realität zusammenarbeiten, auch in den Simulationsmodellen zusammenarbeiten müssen (Lokführer und Zugverkehrsleiter); und

...dass der durch das Verkehrswachstum zunehmende Zeitdruck einen sicherheitsrelevanten Einfluss auf die Betriebsführung haben kann.



## 5. Referenzen

BUNDESAMT FÜR VERKEHR, 2012: Schweizerische Eisenbahnen. Schweizerische Fahr-dienstvorschriften. Bern.

KRAUSS-MAFFEI WEGMANN, 1999: Fahrsimulator SBB Lok Re 460 Schweizerische Bundesbahnen. Dokumentation Instruktor. München.

SCHWAGER Mirjam, 2013: Informationsblatt zur Bachelorarbeit. Fachhochschule Nordwestschweiz. Olten.

STOLLER Nicole, 2013: Factsheet. Situation Awareness von Lokführenden während sicherheitskritischer Ereignisse im Bahnverkehr. Fachhochschule Nordwestschweiz. Olten.

SUTER Cédric, 2013: Exposé Bachelorarbeit. Fachhochschule Nordwestschweiz. Olten.



*Operator und Fahrdienstleiter während der Simulation am Regiepult.*



## **6. Anhang**

**Anhang 1: Einsatzplan für Versuchsfahrten**

**Anhang 2: Personaleinteilung**

**Anhang 3: Streckentabelle RADN**

**Anhang 4: Drehbuch für Übung A**

**Anhang 5: Drehbuch für Übung B**

**Anhang 6: Ausführungen zu den Drehbüchern**

**Anhang 7: Einführung an die Lokführer**

**Anhang 8: Einwilligung für Datenerhebungen**

**Anhang 9: Fragebogen Demografische Daten für Probanden**

**Anhang 10: Fragebogen Ergonomie und Betrieb**

**Anhang 11: Fragebogen Anwendung von Simulatoren**

## **Anhang 1: Einsatzplan für Versuchsfahrten und Datenerhebungen**

### **1. Orientierung**

In Zusammenarbeit mit der Fachhochschule Nordwestschweiz FHNW finden im DESM-Labor Versuchsfahrten und Datenerhebungen mit freiwilligen Lokführern als Probanden statt. Die Lokführer absolvieren einerseits je zwei Übungen auf dem Fahrsimulator der Re 460 FASI sowie eine kurze Übung auf dem Fahrsimulator der Re 4/4. Dazwischen oder/und danach werden die Probanden gezielt zu bestimmten Sachverhalten befragt (qualitative Datenerhebung).

Ziele der Versuche:

- Datenerhebung für insgesamt drei Diplomarbeiten der FHNW;
- Aufzeigen des Einsatzes von Simulatoren für die Untersuchung von komplexen Problemstellungen;
- Gewinnen von Erkenntnissen über die Stärken und Schwächen der zwei eingesetzten Simulator-Typen (FASI und LOCSIM).

### **2. Organisation**

#### **2.1. Leitung**

Jürg Suter

#### **2.2. Datenerhebungen FHNW**

Nicole Stoller, Mirjam Schwager, Cédric Suter und Jürg Suter

Aufgaben:

- Beobachten der Lokführer während der Fahrt (FASI);
- Befragen der Lokführer (qualitative Datenerhebung).

#### **2.3. Ausgebildete Lokführer**

Mike von Aesch (Szenarien), Paul Gertsch, Bernhard Schwab, Peter Gerber, René Plüss,

Aufgaben:

- Beobachten der Lokführer während der Fahrt (FASI);
- Unterstützung der Datenerhebung gemäss Drehbuch.

#### **2.4. FASI-Bedienung**

Paul Gertsch, Rolf Suter, Mike von Aesch, Peter Furrer, Florian Fankhauser, Edi Isenring

#### Aufgaben:

- Laden der Übungen auf dem FASI;
- Erfassen der Teilnehmer im FASI (Name, Depot «Deisswil», Lord-Nr.);
- Leiten der Übung am FASI gemäss Drehbuch;
- Beobachten der Fahrt und Erfassen der Daten gemäss Drehbuch;
- Erfassen der Auswertung (mit Lord-Nr. Lf).

### 3. Teilnehmer

Angemeldete, freiwillige Lokführer gemäss Teilnehmerliste.

### 4. Ablauf der Versuchsfahrten und Datenerhebungen

Die Startzeiten der einzelnen Lokführer sind um je eine Stunde versetzt. Für den Zeitplan entscheidend sind die Übungen auf dem FASI, welche nach ersten Erkenntnissen ca. 70 – 80 Minuten in Anspruch nehmen. Pro Tag können 3 bis maximal 4 Lokführer teilnehmen.

	16:00			17:00			18:00			19:00			20:00			21:00		
Lf 1	E	FA	Q1	FB	Q1	L	Q2-Q4											
Lf 2				E	L	FB	Q1	FA	Q1	Q2-Q4								
Lf 3										E	FA	Q1	FB	Q1	L	Q2-Q4		

- E Einführung  
 FA, FB FASI, 2 Übungen  
 L Locsim, 1 Übung  
 Q1 Fragen zu Situation Awareness  
 Q2 Fragen über Kommunikation Lokführer – Zugverkehrsleiter  
 Q3 Fragen über Meldewesen  
 Q4 Fragen über Simulatoren

### 5. Dokumentenlenkung

Für jeden Lokführer wird vorgängig ein Dossier mit folgenden Dokumenten erstellt:

- Drehbuch für Übungen FASI (Szenarien A und B);
- Fahrordnung für Extrazüge (Szenario A: Zug 33835, Szenario B: Zug 33837);
- Beilagen für Lokführer (Szenarien A und B);
- Sammelbefehl 6 Verminderung der Geschwindigkeit für Zug 33837 (Szenario B).

Auf dem Drehbuch sind die Ergebnisse der Beobachtungen zu erfassen. Alle übrigen Dokumente inkl. ausgefülltem Sammelbefehl aus Szenario A sind einzuziehen und im Dossier abzulegen.

### 6. Besonderes

- Die Startzeit 18:00 wurde im Reservationssystem vorläufig blockiert (Stabilität Zeitplan);
- Verdunkelung der Halle während Betrieb Simulator Re 4/4 (LOCSIM);

## Anhang 2: Personaleinteilung

Name	Lord-Nr. FASI	März 2013						April 2013				
		Di, 12.	Do, 14.	Sa, 16.	Mo, 18.	Mi, 20.	Fr, 22.	Mo, 25.	Mi, 27.	Di, 02.	Do, 04.	Sa, 06.
		16:00-21:30	16:00-21:30	13:00-18:00	16:00-21:30	16:00-21:30	16:00-21:30	16:00-21:30	16:00-21:30	16:00-21:30	16:00-21:30	13:00-20:00
Jürg Suter	130300.01											
Paul Gertsch	130300.02											
Mike von Aesch	130300.03					ab 18:00						
Peter Furrer	130300.04											
Edi Isenring	130300.05											
Florian Fankhauser	130300.06		Instr.	Instr.								
Rolf Suter	130300.07											
René Plüss	130300.08											
Bernhard Schwab	130300.09											
Peter Gerber	130300.10											
Nicole Stoller FHNW												
Mirjam Schwager FHNW												
Cédric Suter FHNW												

### Funktionen

	Fahrdienst/Lokführer
	Bedienung FASI
	Datenerhebung FHNW
	Datenerhebung DESM, Betreuung Probanden

- Der genaue Ablauf der Übungen/Drehbuch wird den Helfern im Voraus schriftlich zugestellt (vertraulich);
- Die Einsatzzeiten richten sich nach den definitiv angemeldeten Probanden;
- Die Datenerhebungen verteilen sich über alle Funktionen (Fachperson Fahrdienst/Lf und Bediener FASI erheben auch Daten).

# Anhang 3: Streckentabelle RADN

Signale der Block- und Spurwechselstellen, Pfeilfahnen usw. km Name Bez	Kilometer d. Bahn km	Massgebende Gefälle %	Steigung %	Funkkanal S	Abfahr-erlaubnis	R				
						Bremsverhältnis in %	135	125	115	105
49.4 Block 43R/S	39,3			36.53	*	<b>Olten</b>	125	125	125	125
	4	1				▽ <b>Olten RB</b> J 40				
	42,9	6	0			<b>Dulliken</b>			115	110
	45,7	3	0	19		<b>Däniken</b> A 125	130	130	125	120
	48,1	6	10			<b>Schönenwerd</b> 130 K Ausf. 115			130	125
39.8 Block 38.3 Block 39V/W/R/S 38V/W/R/S	50,8			13		<b>Aarau</b> { PB 130 GB 160	160	140	135	130
	43,4									
35,6 43,5	6	3		13.52		<b>Rapperswil</b> 160 K 90	125	125	125	125
	10	0		23		<b>Wildegg</b> 3 K Ausf. 95 K 95 Schinznach Bad K n H 95, 90	110	110	110	105
36,1 Block R36	36,1	7	5							110
33,5 Hämikon R33	31,2	10	6	38 (Z64 B41)	* 6-8,12		<b>Brugg</b> 80			
29,2 Block S228/128	27,4	0	10			<b>Turgi</b>	95	95	95	95
26,0 Block 24,5 Block S226/126 S224/124	22,5	3	7			<b>Baden</b> 75 90	110	110	110	110
20,3	0	3				<b>Wettingen</b>	125	125	125	125
18,4 Neuenhof R18/S18	18,8					<b>Neuenhof</b>	140	140	135	130
12,9 Sandächer R14/S14	16,1	4	2	29	*	<b>Killwangen</b>	1) 1) 1) 1)			
12,9 Silberer R12/S12	10,9	0	3			<b>RB Limmattal</b>				
9,7 Glanzenberg R9/S9/ M9/N9	7,5					<b>Dietikon</b> 140 K Ausf. 110	130	130	125	120
6,7 Eirfang ▲ R6/S6/ M6/N6	0	3				<b>Schlieren</b>				
3,2 Herdern ▲ R993/S993 R703/S603	4,1	0	3		* 201-213	<b>Mülligen</b>				
	1,9	8	13			<b>Altstetten</b>	120	120	115	110
0,0	14	3				<b>Hardbrücke</b>	80	80	80	80
				40	B42	<b>Zürich PB</b> S A 60-40-30				

01.06.2001

FASI 1) V max. Klw - RBL bei Fahrt über Gl. 310 65 km/h Olten - Brugg - Zürich 207.1/302

Signale der Block- und Spurwechselstellen, Pfeilfahnen usw. km Name Bez	Kilometer d. Bahn km	Massgebende Gefälle %	Steigung %	Funkkanal S	Abfahr-erlaubnis	A				Funkkanal S	Abfahr-erlaubnis	A						D V max	
						Bremsverhältnis in %	70	65	60			50	40	30					
49.4 Block 43R/S	115	105	95	85	80	75	S				*	<b>Olten</b>	105	105	90	85	80	70	80
	120	120	120	115	115	110	36.53					▽ <b>Olten RB</b> J 40							
	115	110	105	100	100	90						<b>Dulliken</b>	90	85	85	80	70	65	
	120	115	115	110	105	100	19					<b>Däniken</b> A							
		120				95						<b>Schönenwerd</b> 120 K Ausf. 105	95	90			75	55	
39.8 Block 38.3 Block 39V/W/R/S 38V/W/R/S			120	115	110	110	13					<b>Aarau</b> { PB 105 GB 130	105	105	95	90	80	75	
35,6 43,5							13.52					<b>Rapperswil</b> 85 K 85	85	80	80	70	65	55	
							23					<b>Wildegg</b> 3 K Ausf. 90 K 95 Schinznach Bad K n H 90, 85	85	80	80	70	65	60	
36,1 Block R36	105	105	100	95	90	90							95						
33,5 Hämikon R33			105	105	100	95							<b>Brugg</b> 75	85				65	55
29,2 Block S228/128	90	90	90	90								<b>Turgi</b>	90		85				
26,0 Block 24,5 Block S226/126 S224/124	105	105	105	105	100	95						<b>Baden</b> 70 85	95	90					
20,3	120	120	120	110	105	100						<b>Wettingen</b>							
18,4 Neuenhof R18/S18												<b>Neuenhof</b>							
12,9 Sandächer R14/S14	2) 2) 2) 2) 2) 2)											<b>Killwangen</b>	2) 2) 2) 2) 2) 2)						
12,9 Silberer R12/S12												<b>RB Limmattal</b>							
9,7 Glanzenberg R9/S9/ M9/N9			110	105								<b>Dietikon</b> 120 K Ausf. 105	120	105					
6,7 Eirfang ▲ R6/S6/ M6/N6												<b>Schlieren</b>							
3,2 Herdern ▲ R993/S993 R703/S603												* 201-213	<b>Mülligen</b>						
	115	110	95	90	90	85						<b>Altstetten</b>	85	80	80	75	55	50	80
	75	75	75	70	70	65						<b>Hardbrücke</b>	65	55	55	XX	XX	XX	75
												<b>Zürich PB</b> S A 60-40-30				XX	XX	XX	

207.1/302 Olten - Brugg - Zürich 2) V max. Klw - RBL bei Fahrt über Gl. 310 60 km/h FASI

Vorname, Name:	
Datum:	
Startzeit:	
Lord-Nr. FASI	



# A<sup>1, 2</sup>

## Anhang 4: Drehbuch für Übung

### DESM-01-OL-BGG

#### 1. Ausgangslage

Orientierung an Lokführer	<ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Es ist folgender Reiseextrazug zu führen: <ul style="list-style-type: none"> <li>– 33835 von Olten nach Brugg (A1: <b>mit</b> Zeitdruck, A2 <b>ohne</b> Zeitdruck)</li> </ul> </li> <li><input type="checkbox"/> Komposition: Re 460 im Originalzustand (ZFK88) mit 6 EW IV (je <math>V_{\max}</math> 160 km/h)</li> <li><input type="checkbox"/> Übernahme des Zuges. Annahme: Wie Pendelzug bei Führerstandwechsel</li> <li><input type="checkbox"/> Türen: Wie Pendelzug mit seitenselektiver Türsteuerung</li> <li><input type="checkbox"/> Funk: Kanäle S28, Z64 einstellen, Kommunikation über Gegensprecher</li> </ul>
Dokumente an Lokführer	<ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Fahrordnungen von Zug und 33835, Meldung an den Lokführer für Zug und 33835</li> <li><input type="checkbox"/> Informationsblatt mit Hinweisen</li> <li><input type="checkbox"/> <b>Sammelformular Befehl 6 für Zug 33835 <u>nicht abgeben!</u></b> (wird in Rapperswil diktiert)</li> </ul>

#### 2. Ablauf der Übung

Ort	Ü-Zeit	Nr.	Instruktor	Beobachtung/Messung	Ergebnis
Olten			<ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Ausfahrtsignal M5: Fahrbegr. 2</li> </ul>	Inbetriebnahme Zug	
Olten	18:03	D1	<ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Abfahrerlaubnis erteilen (A1 <b>ohne</b> Zeitsynchronisierung, A2 <b>mit</b> Zeitsynchronisierung)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Bremsprobe auf Wirkung</li> </ul>	..... <b>J / N</b>

Dulliken	18:(05)				
Däniken	18:(07)	D2	Ausfahrtsignal geschlossen <input type="checkbox"/> Nach Vorbeifahrt Zwergsignal XF2 (schräg) Ausfahrtsignal auf Fahrt 1 stellen	<input type="checkbox"/> Reaktion angemessen (Bremsung, Sicht auf Signal abwarten)	..... J / N
Schönenwerd	18:(09)	D3	V-Ankündigung 90	<input type="checkbox"/> Reaktion angemessen (Bremsung)	..... J / N
Aarau	18:12/14	D4	<input type="checkbox"/> im Stadttunnel Wetter umstellen: 70% Regen, 25% Adhäsion Keine Abfahrerlaubnis	Prozess unbegleitete Abfahrt <input type="checkbox"/> schliesst Türen	..... J / N
Rupperswil	18:(17)	D5 D6 D7 D8	Einfahrtsignal geschlossen *) <input type="checkbox"/> Sammelform. Bf 6 diktieren <input type="checkbox"/> nach Protokoll 1 Minute warten, dann Hilfssignal einschalten	<input type="checkbox"/> Meldung an Fahrdienst (max. 3 Min) <input type="checkbox"/> Protokoll Sammelformular <input type="checkbox"/> wartet Hilfssignal ab <input type="checkbox"/> Fährt auf Sicht, $V_{\max}$ 40 km/h	..... [Sek.] ..... J / T / N ..... J / T / N ..... J / T / N
Wildegg	18:21	D9 D10	Ausfahrtsignal F3	<input type="checkbox"/> beachtet Lf den Halt? <input type="checkbox"/> schliesst Türen Wechsel auf falsches Gleis (Fahrt ohne Aufforderung)	..... J / N ..... J / N
Schinznach Bad	18:25	D11 D12		<input type="checkbox"/> beachtet Lf den Halt? <input type="checkbox"/> schliesst Türen	..... J / N ..... J / N
Brugg	18:30	D13 D14	Einfahrsvorsignal dunkel	Reaktion, Einleiten der Bremsung <input type="checkbox"/> Bremsung <input type="checkbox"/> Verständigung Fahrdienst: Vorsignal  Ankunftszeit	..... J / N ..... J / N  18: ..... [Zeit]

\*) nach Durchfahrt Güterzug: Einfahrtsignal auf Halt stellen

Datum Date Data	<b>2013</b>	Zug Train Treno	<b>33835</b>	begleitet/accompagné/scortato? <input type="checkbox"/> ja / oui / si <input checked="" type="checkbox"/> nein / non / no	
von de da	<b>Olten</b>				
nach à a	<b>Brugg</b>				
Zug- und Bremsreihe Catégorie de train et de freinage Categoria di treno e di freno	<b>R 135</b>	%	%	%	%
Anhängelast Charge remorquée Peso rimorchiato	V. max.	<b>160</b>	km/h	km/h	km/h
	Länge Longueur Lunghezza	<b>158</b>	m	<b>24</b>	A
	Gewicht Poids Peso	<b>300</b>	t	t	t
	Bremsgewicht Poids-frein Peso-freno	<b>504</b>	t	t	t
Lok (Serie) Loc (série) Loc (serie)	<input type="checkbox"/> Z <input type="checkbox"/> P <input type="checkbox"/> q				
Anzahl Wagen/Gewicht Nombre wagons/poids Numero dei carri/peso	1. Teil 1ère partie 1ª parte				
Umstellvorrichtungen Dispositifs d'inversion Dispositivi di inversione	Stellung G Position M Posizione M	<input type="checkbox"/> teilw./en partie/parziale <input type="checkbox"/> ganz/complet/totale	<input type="checkbox"/> teilw./en partie/parziale <input type="checkbox"/> ganz/complet/totale	<input type="checkbox"/> teilw./en partie/parziale <input type="checkbox"/> ganz/complet/totale	<input type="checkbox"/> teilw./en partie/parziale <input type="checkbox"/> ganz/complet/totale
Notiert, der Beauftragte (Name + Datum): Noté, le commettant (Nom + date): Notificato, il committente (Nome + data):	<b>BZ, ..... 2013</b>				

Zutreffendes ankreuzen / Marquer d'une croix ce qui convient / Crociare ciò che necessita

Datum Date Data	<b>2013</b>	verkehrt Zug circule le train circola treno	<b>33835</b>	Zug begleitet? Train accompagné? Treno scortato? <input type="checkbox"/> ja / oui / si <input checked="" type="checkbox"/> nein / non / no
von de da	<b>Olten</b>	nach à a	<b>Brugg</b>	Reihe Cat. Cat. <b>R 135</b> %
Anhängelast: Charge remorquée: Peso rimorchiato:	V. max. <b>160</b> km/h	Länge Longueur Lungh.	<b>24 A 158</b> m	Gewicht Poids Peso <b>300</b> t Bremsgewicht Poids frein Peso freno <b>504</b> t
Bahnhof Gare Stazione	Verkehrszeit Heure de circulation Ore di circolazione	<b>XVII</b>		Bemerkungen Observations Osservazioni
<b>Olten</b>	<b>18.03</b>			
<b>Dulliken</b>	<b>(05)</b>			
<b>Däniken</b>	<b>(07)</b>			
<b>Schönenwerd</b>	<b>(09)</b>			
<b>Aarau</b>	<b>18.12/14</b>			
<b>Rapperswil</b>	<b>(17)</b>			
<b>Wildeggen</b>	<b>21</b>			
<b>Schinz nach Bad</b>	<b>25</b>			
<b>Brugg</b>	<b>18.30</b>			

Zutreffendes ankreuzen / Marquer d'une croix ce qui convient / Crociare ciò che necessita  
Bahnhof  
Gare  
Stazione **BZ**

Datum  
Date  
Data ..... **2013**

Fahrdienstleiter

Lokführer

ZFK 88: Einstellen der Funkkanäle für alle Übungen:

# S 28, Z 64



# nicht abgeben!

Datum Date Data	..... 2013	Zug/Rangierbewegung auf die Strecke Train/Mouvement de manœuvre en pleine voie Treno/movimento di manovra sulla tratta	33835
6 <input checked="" type="checkbox"/>	Verminderung der Geschwindigkeit Réduction de la vitesse Riduzione della velocità		
	im Bahnhof à la gare nella stazione	<input type="checkbox"/>	Fahrt auf Sicht Marche à vue Corsa a vista V. max. km/h
	zwischen entre fra von du km dal	und et e bis au km al	<input checked="" type="checkbox"/> Fahrt auf Sicht Marche à vue Corsa a vista <input type="checkbox"/> V. max. km/h
	zwischen entre fra von du km dal	und et e bis au km al	<input type="checkbox"/> Fahrt auf Sicht Marche à vue Corsa a vista <input type="checkbox"/> V. max. km/h
	Weiche l'aiguille scambio	km	<input type="checkbox"/> V. max. km/h
	Langsamfahrsignale aufgestellt: Signaux de ralentissement posés: Segnali di rallentamento posati:	<input type="checkbox"/> ja oui si	<input type="checkbox"/> nein non no
7 <input type="checkbox"/>	Mit gesenkten Stromabnehmern fahren Circuler avec pantographes abaissés Circolare con pantografi abbassati		
	bei der Einfahrt in den Bahnhof à l'entrée de la gare de all'entrata nella stazione di		
	bei der Ausfahrt aus dem Bahnhof à la sortie de la gare de all'uscita dalla stazione di		
	bei der Durchfahrt im Bahnhof au passage de la gare de al passaggio nella stazione di		
	auf der Strecke von sur la pleine voie de km sulla tratta dal	bis au km al	
	zwischen den Bahnhöfen entre les gares de tra le stazioni di	und et e	
Grund / Bemerkungen Motif / observations Motivo / osservazioni			
<b>Isolierstörung</b>			

Zutreffendes ankreuzen / Marquer d'une croix ce qui convient / Crociare ciò che necessita

Bahnhof  
Gare  
Stazione

BZ

Datum / Zeit  
Date / Heure  
Data / Ora

..... 2013

## Beispiel für Übermittlung Befehl 6:

Aufruf von Lokführer Lf an Fahrdienstleiter Fdl

Lf:	„Fahrdienst von Lokführer 33835 antworten“
Fdl:	„Fahrdienst verstanden, antworten“
Lf:	„verstanden, (Meldung)“
Fdl:	„verstanden, (Antwort auf Meldung), ich habe einen Befehl für Fahrt auf Sicht, antworten“
Lf:	(macht sich bereit) „verstanden, ich bin bereit, antworten“
Fdl:	„verstanden, am (Datum), Zug 33835 zwischen Rapperswil und Wildegg Fahrt auf Sicht. Grund: Isolierstörung. Unterschrift Fdl (Name), antworten“
Lf:	„verstanden, am (Datum), Zug 33835 zwischen Rapperswil und Wildegg Fahrt auf Sicht. Grund: Isolierstörung. Unterschrift Fdl (Name), Bestätigung Lf (Name), antworten“
Fdl:	„richtig, schluss“

Aufruf von Fahrdienstleiter Fdl an Lokführer Lf

Fdl:	„Lokführer 33835 von Fahrdienst Olten antworten“
Lf:	„33835 verstanden, antworten“
Fdl:	„verstanden, ich habe einen Befehl für Fahrt auf Sicht, antworten“
Lf:	(macht sich bereit) „verstanden, ich bin bereit, antworten“
Fdl:	„verstanden, am (Datum), Zug 33835 zwischen Rapperswil und Wildegg Fahrt auf Sicht. Grund: Isolierstörung. Unterschrift Fdl (Name), antworten“
Lf:	„verstanden, am (Datum), Zug 33835 zwischen Rapperswil und Wildegg Fahrt auf Sicht. Grund: Isolierstörung. Unterschrift Fdl (Name), Bestätigung Lf (Name), antworten“
Fdl:	„richtig, schluss“

Vorname, Name:	
Datum:	
Startzeit:	
Lord-Nr. FASI	13



# B<sup>1, 2</sup>

## Anhang 5: Drehbuch für Übung

### DESM-02-BAD-ZUE

#### 3. Ausgangslage

Orientierung an Lokführer	<ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Es sind zwei folgenden Reiseextrazüge zu führen: <ul style="list-style-type: none"> <li>– 33837 von Baden nach Zürich HB (B1: <b>mit</b> Zeitdruck, B2 <b>ohne</b> Zeitdruck)</li> </ul> </li> <li><input type="checkbox"/> Komposition: Re 460 im Originalzustand (ZFK88) mit 6 EW IV (je <math>V_{\max}</math> 160 km/h)</li> <li><input type="checkbox"/> Übernahme des Zuges. Annahme: Wie Pendelzug bei Führerstandwechsel</li> <li><input type="checkbox"/> Türen: Wie Pendelzug mit seitenselektiver Türsteuerung</li> <li><input type="checkbox"/> Funk: Kanäle S28, Z64 einstellen, Kommunikation über Gegensprecher</li> </ul>
Dokumente an Lokführer	<ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Fahrordnungen von Zug und 33835, Meldung an den Lokführer für Zug und 33835</li> <li><input type="checkbox"/> Informationsblatt mit Hinweisen</li> <li><input type="checkbox"/> Langsamfahrstellenverzeichnis</li> </ul>

#### 4. Ablauf der Übung

Ort	Ü-Zeit	Nr.	Instruktor	Beobachtung/Messung	Ergebnis
Baden		D1	Zwergsignal steht auf Fahrt	Inbetriebnahme Zug	..... J / N
			<input type="checkbox"/> während Vorbereitung Zwergsignal auf freie Fahrt stellen	<input type="checkbox"/> Funkkanäle S28, Z64 (ev. helfen)	
		D2	Zwergsignal nur obere Lampe	<input type="checkbox"/> Bremsprobe auf Wirkung	..... J / N
				<input type="checkbox"/> Reaktion: Verständigung Fahrdienst	..... J / N

Baden	19:05	D3	<input type="checkbox"/> Ausfahrtsignal auf Fahrt 1 stellen; B1 <b>ohne</b> Zeitsynchronisierung, B2 <b>mit</b> Zeitsynchronisierung (Klick auf Bahnhof-Symbol)	<input type="checkbox"/> schliesst Türen	..... J / N
Wettingen	19:(07)				
Neuenhof	19:(09)	D4 D5 D6	Traktionsausfall Langsamfahrstelle 80 km/h Schutzstrecke	<input type="checkbox"/> Bremsung einleiten <u>vor</u> Vorsignal 80 <input type="checkbox"/> V <sub>IST</sub> 80 km/h bei Anfangssignal <input type="checkbox"/> Ablauf Schutzstrecke	..... J / N ..... J / N ..... J / N
Killwangen-Spreitenbach	19:(12)				
Dietikon	19:(14)	D7	Ausfahrtsignal geschlossen (anderes Signal in Staffel zeigt Fahrt) <input type="checkbox"/> Ausfahrt auf Fahrt stellen, wenn beide Ausfahrtsignale gut sichtbar (ca. Mitte Perron)	<input type="checkbox"/> Reaktion angemessen; Handlung nach Erkennen Signal Fahrt im Nachbargleis	..... J / T / N
Schlieren	19:(17)				
Zürich Altstetten	19:20	D8 D9 D10		V Ankündigung 60 km/h <input type="checkbox"/> V Ausführung 60 km/h <input type="checkbox"/> Beachtet Lf den Halt in Z Altstetten? <input type="checkbox"/> schliesst Türen	..... [km/h] ..... J / N ..... J / N
Hardbrücke		D11 D12	<input type="checkbox"/> Notruf absetzen und nicht oder unklar kommentieren (Ende Perron Hardbrücke)	Verhalten Lf <input type="checkbox"/> Zeit nach Notruf (Sek) <input type="checkbox"/> Fahrt auf Sicht, V <sub>max</sub> 40 km/h <input type="checkbox"/> Verständigung Fahrdienst	..... [Sek.] ..... J / N ..... J / N
Zürich HB	19:24	D13 D14	Zwergsignal nur untere Lampe	Verhalten Lf <input type="checkbox"/> Hält an <input type="checkbox"/> Verständigung Fahrdienst  Ankunft in Zürich HB	..... J / N ..... J / N  19: .....

**Meldung an den Lokführer**  
**Avis au mécanicien de locomotive**  
**Avviso al macchinista**

Datum Date Data	..... 2013	Zug Train Treno	33837	begleitet/accompagné/scortato? <input type="checkbox"/> ja / oui / si <input checked="" type="checkbox"/> nein / non / no			
von de da	Baden						
nach à a	Zürich						
Zug- und Bremsreihe Catégorie de train et de freinage Categoria di treno e di freno	R 135		%			%	
V. max.	160		km/h			km/h	
Anhängelast Charge remorquée Peso rimorchiato	Länge Longueur Lunghezza	158 m	24	A	m	A	m
	Gewicht Poids Peso	300		t	t		
Bremsgewicht Poids-frein Peso-freno	504		t	t			t
	Lok (Serie) Loc (série) Loc (serie)	<input type="checkbox"/> Z <input type="checkbox"/> P <input type="checkbox"/> Q					
Anzahl Wagen/Gewicht Nombre wagons/poids Numero dei carri/peso	1. Teil 1ère partie 1ª parte						
Umstellvorrichtungen Dispositifs d'inversion Dispositivi di inversione	Stellung G Position M Posizione M		<input type="checkbox"/> teilw./en partie/parziale <input type="checkbox"/> ganz/complet/totale		<input type="checkbox"/> teilw./en partie/parziale <input type="checkbox"/> ganz/complet/totale		<input type="checkbox"/> teilw./en partie/parziale <input type="checkbox"/> ganz/complet/totale

Notiert, der Beauftragte (Name + Datum):  
Noté, le commettant (Nom + date):  
Notificato, il committente (Nome + data): **BZ, ..... 2013**

Zutreffendes ankreuzen / Marquer d'une croix ce qui convient / Crociare ciò che necessita

**Fahrordnung für Züge**  
**Marche pour trains**  
**Orario di marcia per treni**

Datum Date Data	..... 2013	verkehrt Zug circule le train circola treno	33837	Zug begleitet? Train accompagné? Treno scortato? <input type="checkbox"/> ja / oui / si <input checked="" type="checkbox"/> nein / non / no
von de da	Baden	nach à a	Zürich	Reihe Cat. Cat.
Anhängelast: Charge remorquée: V. max. 160 km/h Peso rimorchiato:		Länge Longueur Lungh.	24 A 158 m	Gewicht Poids Peso
		Bremsgewicht Poids frein Peso freno	504 t	
Bahnhof Gare Stazione	Verkehrszeit Heure de circulation Ore di circolazione	XVIIII		Bemerkungen Observations Osservazioni
Baden	19.05			
Wettingen	(07)			
Neuenhof	(09)			
Killwangen-S.	(12)			
Dietikon	(14)			
Schlieren	(17)			
Zürich Altstetten	20			
Zürich HB	19.24			

Zutreffendes ankreuzen / Marquer d'une croix ce qui convient / Crociare ciò che necessita

Bahnhof  
Gare  
Stazione **BZ**

Datum  
Date  
Data ..... 2013

ZFK 88: Einstellen der Funkkanäle für alle Übungen:

**S 28, Z 64**

## Langsamfahrstellenverzeichnis Stand ..... 2013

Strecken	Betriebspunkt 1	Betriebspunkt 2	Vmax	Gleis	km von	km nach	Gültig ab	Gültig bis	Bemerkung
111 111 (B)	Lausanne	Lausanne (bif)	50	A61 – A71	0.1	0.35	25.01.2012	31.12.2020	
111-2 111-2B	Genève	Chambésy	80	242	58.61	59.15	11.10.2012	31.12.9999	Protection Pose uniquement entre 20h30 et 05h30
111-2 111-2B	Jonction (Genève)	Genève La Praille	40	32 & 44	63.7	63.96	26.11.2012	31.12.2014	
121 121 (B)	Fribourg/Freiburg	Düdingen	100	845 / 945	67.3	67.71	14.05.2012	28.06.2013	
121 121 (B)	Fribourg/Freiburg	St-Léonard	50	A64	66.07	66.2	22.06.2012	17.01.2014	Nr. : Lsgi + 45 Sortie depuis la voie 4 sur voie A64
121 2 (B) 121-2	Rosé	Villars-sur-Glâne	80	43-936	58.06	60.48	04.02.2013	06.04.2013	Nr. : LSRD+-11
121 2 (B) 121-2	Villars-sur-Glâne	Rosé	50	936	60.48	60.28	11.02.2013	10.04.2013	Nr. : LSRD+-12 Seulement Samedi 22h00 – Lundi 07h30
121 2 (B) 121-2	Villars-sur-Glâne	Rosé	80	936	60.48	60.28	11.02.2013	10.04.2013	Nr. : LSRD+-13
141-2 141-2 (B)	Burgdorf	Wynigen	80	383 & 483	82.73	82.66	08.02.2013	12.04.2013	Nr. : FOL +/- 03/13 & FOL +/- 04/13
141-2 141-2 (B)	Lerchenbühl (Verzw.)	Wynigen	50	3	83.67	83.31	07.03.2013	14.04.2013	Nr. : 153+-11
161 161 (B)	Wettingen	Killwangen- Spreitenbach	80	711-714	17.57	17.23	12.03.2013	06.04.2013	
171 171 (B)	Regensdorf-Watt	Z Seebach	50	958-957	16.87	17.22	10.03.2012	12.04.2013	Nr. : +/- HF19
201 201 (B)	Bretonnières	Le Day	80	119 & 219	38.2	38.5	11.12.2012	31.01.2020	Nr. : LSHa+-11 & LSHa +-12
211 211 (B)	Châteauneuf- Conthey	Chamoson	80	2	84.9	85.8	12.04.2012	03.05.2013	
211 211 (B)	Martigny	Vernayaz	100	137-138 & 238- 237	62.4	62.0	14.12.2012	28.04.2013	Nr. : smsi7012 & smsi7112
211-2 211-2B	Lutry	Pully	80	102	4.41	4.96	21.12.2012	29.04.2013	Nr. : 49YS2012+/-
211-2 211-2B	Pully	Lutry	80	202	3.96	4.5	21.01.2013	30.04.2013	Nr. : 01YS2013+/-
221 221(B)	Salgesch	Sierre/Siders	50	279	109.66	109.3	25.02.2013	16.03.2013	Nr. : CSSI 02 Stabilité de la voie
222 222 (B)	Varzo	Iselle di Trasquera	50	207-208	13.5	18.5	11.03.2013	27.04.2013	Nr. : +/- 15/13 & +/- 18/13 Posizionato solo temporaneamente

## Anhang 6: Ausführungen zu den Drehbüchern FASI, Szenarien A und B

### 1. Bedienung des Bewegungssystems FASI

Wegen einem technischen Problem im Aktuator 1 (Abschaltkontakt für Grundstellung) ist gegenwärtig die Grundstellung des Bewegungssystems zu vermeiden. Daher ist bis auf weiteres folgende Bedienungsvorschrift zu beachten:

- Vor dem starten der Übung Rechnerschrank des Bewegungssystems kontrollieren: Rote Lampe muss leuchten;
- Nach Start der Übung: Tasten NOT HALT ggf. ausschalten und Bestätigungstaste am Rechnerschrank des Bewegungssystems drücken (rote Lampe erlischt);
- Bewegungssystem beobachten: Fährt hinunter zu den Referenzkontakten und dann hoch in Ausgangslage;
- Nach Ankunft im Zielbahnhof NOT HALT drücken;
- Übung erst bei aktiviertem NOT HALT stoppen (bzw. Pause);
- Falls Bewegungssystem selbsttätig in Grundstellung fährt: Abbruch des Vorgangs mit NOT HALT.

➔ Es ist zwischen NOT HALT (eckiger Knopf am Steuerpult und an der Treppe) und NOT AUS (runder Knopf auf dem Steuerpult) zu unterscheiden. NOT AUS unterbricht die gesamte Kabine ohne Rücksicht auf die Rechner. NOT AUS darf nur in absoluten Notfällen gedrückt werden!



**NOT AUS:** Nur im absoluten Notfall betätigen!  
(Beschädigung der Rechner)

**NOT HALT:** Nach Ankunft im Zielbahnhof betätigen: Grundstellung des Bewegungssystems vermeiden.

### 2. Orientierung des Lokführers, Abgabe der Dokumente

Bei der Orientierung des Lokführers ist einerseits zwischen Szenarien (Übungen) A und B, andererseits zwischen der Ausgangslage mit (A1, B1) und ohne Zeitdruck (A2 und B2) zu unterscheiden. Dem Lokführer sind RADN, das Verzeichnis der Langsamfahrstellen, die vorbereitete Fahrordnung sowie die Meldung an den Lokführer abzugeben.

**A1:** Der Zug ist in Gleis 7 zu übernehmen und die Zugvorbereitung vorzunehmen. Es besteht Zeitdruck – bis Brugg ist möglichst viel Verspätung aufzuholen.

**A2:** Der Zug ist in Gleis 7 zu übernehmen und die Zugvorbereitung vorzunehmen. Bis zur Abfahrt besteht kein Zeitdruck – die Modell-Uhr wird bei Abfahrerlaubnis auf die fahrplanmässige Abfahrtszeit gestellt.

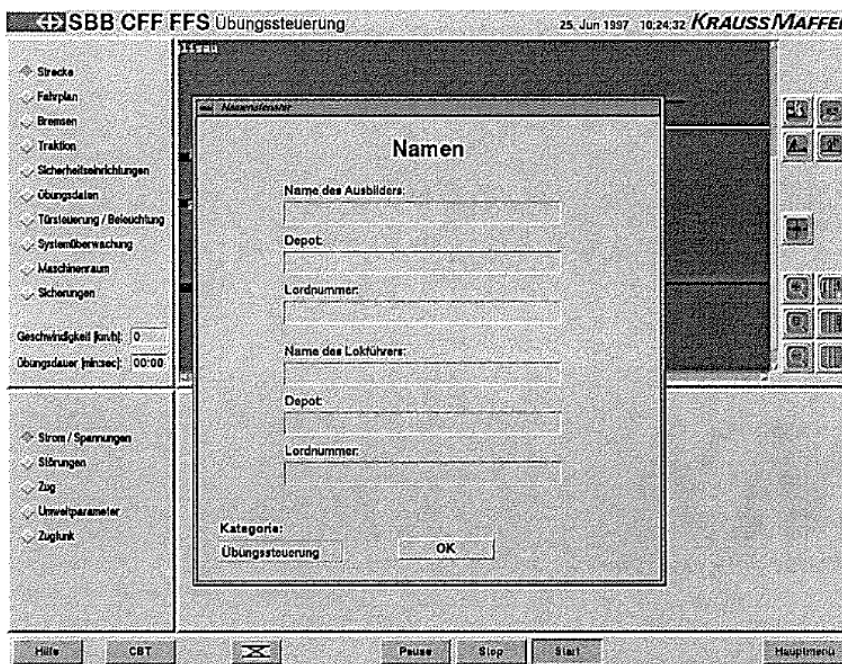
**B1:** Der Zug ist vor Zwergsignal 81B zu übernehmen und die Zugvorbereitung durchzuführen. Es besteht Zeitdruck – bis Zürich ist möglichst viel Verspätung aufzuholen.

**B2:** Der Zug ist vor Zwergsignal 81B zu übernehmen und die Zugvorbereitung durchzuführen. Bis zur Abfahrt besteht kein Zeitdruck – die Modell-Uhr wird bei Abfahrerlaubnis auf die fahrplanmässige Abfahrtszeit gestellt.

### 3. Datenerfassung bei Start der Übung

Nach dem starten der Übung sind zwingend folgende Daten einzugeben:

- Name des Ausbilders;
- Depot: Deisswil;
- Lordnummer (gemäss Personaleinteilung);
- Name des Lokführers (gemäss Eintrag auf Drehbuch);
- Depot: Deisswil;
- Lordnummer (gemäss Eintrag auf Drehbuch).



### 4. Hinweise zu Bedienungen bei Szenario A (Zug 33835, Olten – Brugg)

Im Drehbuch sind die durch den FASI-Bediener manuell auszuführenden Eingaben rot geschrieben. Die Beobachtungen und Messungen (Dilemmata D1 bis DX) sind durch den Verantwortlichen Fahrdienst/Lokführer und die Studierenden der FHNW gemeinsam in Absprache zu erfassen und zu notieren.

#### 4.1. Abfahrerlaubnis erteilen

- Bei Szenario A1 **ohne** Zeitsynchronisation;
- Bei Szenario A2 **mit** Zeitsynchronisation.

#### 4.2. Däniken: Ausfahrtsignal auf Fahrt stellen (Dilemma D2)

- Sobald Zug bei Vorsicht zeigendem Zwergsignal XF2 vorbei gefahren ist.

#### 4.3. Stadttunnel Aarau: Wetter umstellen

- 70% Regen, 25% Adhäsion einstellen.

#### 4.4. Halt vor Einfahrtsignal Rapperswil (Dilemma D7 – D10)

- Nach Aufruf durch Lf, sonst nach 3 Minuten: Sammelformular Bf. 6 diktieren (vollständig gemäss Textvorlage bei Muster-Sammelformular).

### 5. Hinweise zu Bedienungen bei Szenario B (Zug 33837, Baden - Zürich)

Im Drehbuch sind die durch den FASI-Bediener manuell auszuführenden Eingaben rot geschrieben. Die Beobachtungen und Messungen (Dilemmata D1 bis DX) sind durch den Verantwortlichen Fahrdienst/Lokführer und die Studierenden der FHNW gemeinsam in Absprache zu erfassen und zu notieren.

#### 5.1. Ausgangslage (Dilemma D1)

- Funkkanäle einstellen: S28, Z64;
- Während dem Vorbereiten des Lokführers Zwergsignal auf Fahrt stellen (nach ca. 1 Min.).

#### 5.2. Ausfahrtsignal auf Fahrt stellen

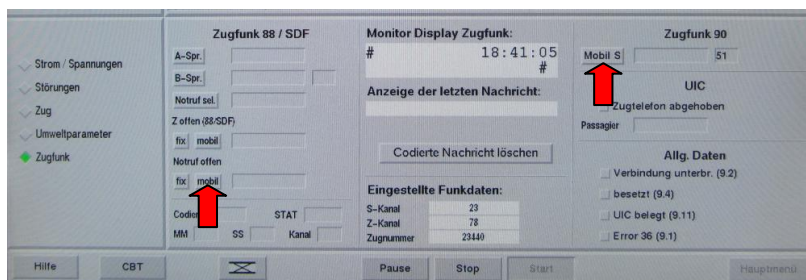
- Bei Szenario B1 **ohne** Zeitsynchronisation;
- Bei Szenario B2 **mit** Zeitsynchronisation (Klick auf Bahnhofsymbol Baden, dann ok).

#### 5.3. Dietikon: Verwechslungsgefahr in Signalstaffel (Dilemma D7 – D8)

- Ausfahrtsignal erst auf Fahrt stellen, wenn auch das Nachbarsignal gut erkennbar ist (nach Anfang Perron).

#### 5.4. Hardbrücke: Notruf absetzen (Dilemma D10)

- Bedienungsoberfläche „Zugfunk“ einschalten;
- Telefonhörer abnehmen (gelbe Taste mit Hörer, muss leuchten);
- Unter „Zugfunk 90“ Button „Mobil S“ drücken: rechts davon erscheint Zugnummer;
- Unter „Notruf offen“ Button „mobil“ drücken: Notrufsignal ertönt;
- Aufruf durch Lokführer nicht oder unklar beantworten („...Achtung...sofort...langsam...“).

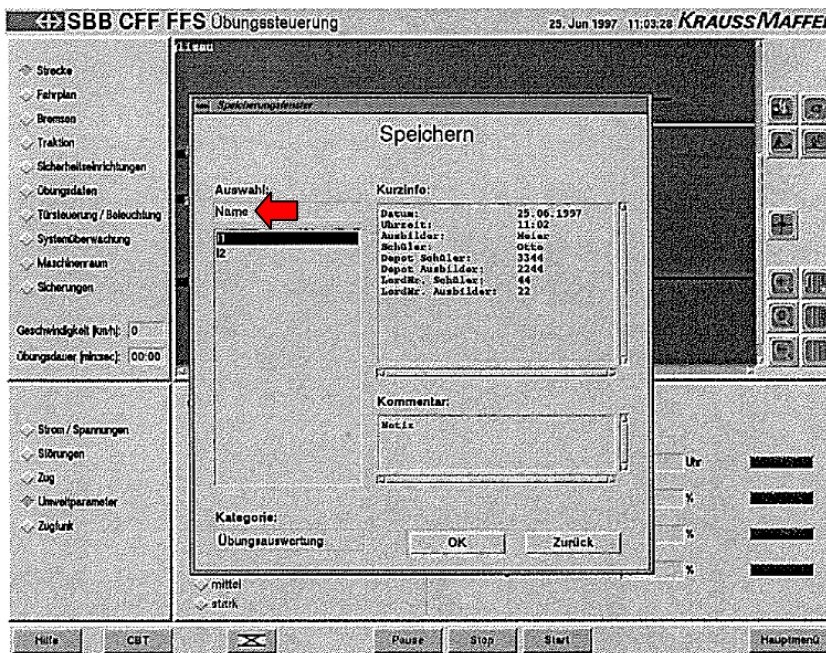




## 6. Datenerfassung und Speicherung der Übung

Nach dem stoppen der Übung sind zwingend folgende Daten einzugeben:

- Meldefenster „Speichern“ unter „Auswahl“: Lord-Nr. des Lokführers (gemäss Angaben auf dem Drehbuch. Der Button „OK“ wird schwarz/bedienbar;
- „OK“ drücken.



## 7. Besonderes/Störungen

- Bei eindeutigen Systemstörungen (z.B. Bild eingefroren) ist der Lf zu verständigen und die Übung abzubrechen;
- Bedienung Bewegungssystem beachten (Zf. 1). Bei eindeutigen Systemstörungen ist das Bewegungssystem mit NOT HALT auszuschalten;
- Störungsbehebung gemäss Bedienerhandbuch, Zf. 14.

## Anhang 7: Einführung an die Lokführer

### 1. Orientierung

In Zusammenarbeit mit der Fachhochschule Nordwestschweiz FHNW finden im DESM-Labor Versuchsfahrten und Datenerhebungen mit freiwilligen Lokführern als Probanden statt.

Ziele der Versuche:

- Datenerhebung für insgesamt drei Diplomarbeiten der FHNW;
- Aufzeigen des Einsatzes von Simulatoren für die Untersuchung von komplexen Problemstellungen;
- Gewinnen von Erkenntnissen über die Stärken und Schwächen der zwei eingesetzten Simulator-Typen (FASI und LOCSIM).

### 2. Hinweise zur Sicherheit

Notausgänge

Verlegte Kabel in der Halle: Sturzgefahr

Keine Geländer auf den Podesten: Sturzgefahr

Licht: Verdunkelung bei Betrieb LOCSIM

### 3. Hinweise zur Organisation

Verpflegung: Selbstbedienung

WC: gemäss Einweisung

Ablauf

- Orientierung und Datenschutz;
- Übungen;
- Fragebogen Q1 bis Q4 (Tisch LOCSIM).

# E1

Stettlen, 11.03.2013, Version 1.1

## Anhang 8: Einwilligung für Datenerhebungen

Vorname		Name	
		Lord-Nr. FASI	

Ich stimme zu, an den Versuchsfahrten und den qualitativen Datenerhebungen (Interviews und Fragebogen) im Rahmen nachstehender Forschungsarbeiten teilzunehmen:

SUTER Jürg, Aufbau und Visualisierung eines dynamischen Eisenbahn-Systemmodells in Raum und Zeit, Technische Universität Braunschweig;

STOLLER Nicole, Situation Awareness von Lokführenden während sicherheitskritischer Ereignisse im Bahnverkehr, Fachhochschule Nordwestschweiz FHNW;

SCHWAGER Mirjam, Folgen der Automatisierung von Lokführer und Zugverkehrsleiter auf ihre Zusammenarbeit – Analyse und Vorschläge für eine verbesserte Kommunikation, Fachhochschule Nordwestschweiz FHNW;

SUTER Cédric, Sicherheits-Meldesysteme von Seiten des Bundesamts für Verkehr und der Schweizerischen Bundesbahnen, Beitrag zur Sicherheit im Schweizerischen Schienenverkehr.

- Alle erhobenen und aufgezeichneten Daten werden ausschliesslich für die Erstellung der Bachelorarbeit genutzt. Sie werden vertraulich und im Sinne des Datenschutzes behandelt;
- Interviews werden auf einem Tonträger aufgezeichnet. Alle persönlichen Daten werden in Abschriften der Aufnahme gelöscht. Für Publikationen beziehungsweise die interne Verwendung (Forschungsarbeiten) werden nur vollständig anonymisierte Daten verarbeitet und genutzt. Alle persönlichen Daten (Aufnahmen) werden am Ende der Bachelorarbeit gelöscht;
- Vor Abschluss der Forschungsarbeiten kann der Teilnehmer seine Einwilligung rückgängig machen. In einem solchen Fall werden die erhobenen und aufgezeichneten Daten gelöscht;
- Der Teilnehmer stimmt zu, dass für die Forschungsarbeiten nur vollständig anonymisierte Daten genutzt werden;
- Der Teilnehmer kann die Datenerhebungen und seine Beteiligung an Interviews jederzeit und ohne Grundangabe beenden. Es entstehen daraus keine Nachteile;
- Der Teilnehmer wurde über den Inhalt der laufenden Projekte informiert und hat eine Kopie dieser informierten Einwilligung erhalten.

Der Teilnehmer:

Für die Forschungsarbeit:

.....

.....

Jürg Suter

# E2

Stettlen, 11.03.2013, Version 1.1

## Anhang 9: Fragebogen Demografische Daten für Probanden

Vorname		Name	
		Lord-Nr. FASI	

Geschlecht:	<input type="checkbox"/> m	<input type="checkbox"/> w	Jahrgang:	
Muttersprache	<input type="checkbox"/> deutsch	<input type="checkbox"/> französisch	<input type="checkbox"/> andere:	

Wie viele Jahre Arbeitserfahrung als Lokführer haben Sie?		
Regionalverkehr, S-Bahn	..... Jahre	<sup>1</sup> davon ..... Jahre Teilzeit (..... %)
Fernverkehr (Personenverkehr)	..... Jahre	<sup>1</sup> davon ..... Jahre Teilzeit (..... %)
Güterverkehr	..... Jahre	<sup>1</sup> davon ..... Jahre Teilzeit (..... %)
Rangierdienst, Bau	..... Jahre	<sup>1</sup> davon ..... Jahre Teilzeit (..... %)
Gesamte Berufserfahrung als Lokführer <sup>2</sup>	..... Jahre	

<sup>1</sup> falls zutreffend

<sup>2</sup> Da sich die Berufsjahre in den einzelnen Verkehrsarten überschneiden können, wird auch die gesamte Anzahl Jahre Berufserfahrung gefragt

Falls Sie in den letzten 3 Jahren an einem Kurs oder Training im Sicherheitsbereich teilgenommen haben: Worum ging es dabei (mehrere Kreuze möglich)?	
<input type="checkbox"/>	Situationsbewusstsein / Situation Awareness
<input type="checkbox"/>	Treffen von richtigen Entscheidungen, Entscheidungsfindung
<input type="checkbox"/>	Umgang mit Stress, Stress-Management
<input type="checkbox"/>	Fachtechnische Information/Ausbildung
<input type="checkbox"/>	anderes, nämlich:

# Q4.1

Stettlen, 25.03.2013, Version 1.3

## Anhang 10: Fragebogen Ergonomie und Betrieb

Vorname		Name	
		Lord-Nr. FASI	

Wie bewerten Sie persönlich die Führerstände folgender Triebfahrzeuge bezüglich Ergonomie (Bedienungsfreundlichkeit) und Wohlbefinden während der Arbeit?

Re 460, Re 465	mangelhaft <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> sehr gut	<input type="checkbox"/> nicht bekannt
Re 4/4, Re 420, Re 6/6, Re 620, RBe 540, RBDe 566 I (BLS)	mangelhaft <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> sehr gut	<input type="checkbox"/> nicht bekannt
RBDe 560 (Domino)	mangelhaft <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> sehr gut	<input type="checkbox"/> nicht bekannt
RBDe 565, 566 II (BLS)	mangelhaft <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> sehr gut	<input type="checkbox"/> nicht bekannt
Re 425 (BLS)	mangelhaft <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> sehr gut	<input type="checkbox"/> nicht bekannt
Re 482, Re 485, Re 486	mangelhaft <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> sehr gut	<input type="checkbox"/> nicht bekannt
NINA, Lötschberger	mangelhaft <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> sehr gut	<input type="checkbox"/> nicht bekannt
Flirt, GTW, Mutz (Stadler)	mangelhaft <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> sehr gut	<input type="checkbox"/> nicht bekannt

Wie beurteilen Sie folgende Formen der betrieblichen Lenkung, indem der Lokführer zusätzliche Informationen/Empfehlungen erhält?

empfohlene Geschwindigkeit ohne Grundangabe (vgl. Adaptive Lenkung AdL)	störend <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> nützlich	<input type="checkbox"/> weiss nicht
Empfohlene Verkehrszeiten ohne Grundangabe (z.B. auf dem LEA oder el. Fahrplan)	störend <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> nützlich	<input type="checkbox"/> weiss nicht
Angabe bevorstehender Konflikte mit Zugreihenfolge, Kommunikation über GSM-R	störend <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> nützlich	<input type="checkbox"/> weiss nicht

Andere bevorzugte Form der Informationsübermittlung für die betriebliche Lenkung bei Konflikten:

Wie sind Ihre persönlichen Erfahrungen/Meinungen mit der Adaptiven Lenkung (AdL) oder anderen Formen der betrieblichen Lenkung?

hinsichtlich dem Verhindern von Signalhalten	störend <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> nützlich	<input type="checkbox"/> weiss nicht
hinsichtlich energieeffizienter Fahrweise	störend <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> nützlich	<input type="checkbox"/> weiss nicht
hinsichtlich Verbesserung von Anschlussverbindungen	störend <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> nützlich	<input type="checkbox"/> weiss nicht
hinsichtlich Belastung des Lokführers	störend <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> nützlich	<input type="checkbox"/> weiss nicht
hinsichtlich Verständlichkeit und Anwendbarkeit	störend <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> nützlich	<input type="checkbox"/> weiss nicht

Wie beurteilen Sie die möglichen Auswirkungen einer mangelhaften Personalzufriedenheit auf die Arbeit des Lokführers?

hinsichtlich Konzentration	tief <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> hoch	<input type="checkbox"/> weiss nicht
Hinsichtlich Aufmerksamkeit	tief <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> hoch	<input type="checkbox"/> weiss nicht
Hinsichtlich Fehlentscheidungen	tief <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> hoch	<input type="checkbox"/> weiss nicht
Hinsichtlich Fehlhandlungen (z.B. Signalfälle)	tief <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> hoch	<input type="checkbox"/> weiss nicht

Wie Beurteilen Sie die Personalzufriedenheit in Ihrem Umfeld?

	tief <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> hoch	<input type="checkbox"/> weiss nicht
--	---	--------------------------------------

Wie beurteilen Sie die in Ihrem Arbeitsbereich auf Grund der heutigen Situation tatsächlich vorhandenen Gefahren hinsichtlich folgender Themen?

Gruppensignale	nicht gefährlich <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> sehr gefährlich	<input type="checkbox"/> weiss nicht
ZUB-Ausrüstung	nicht gefährlich <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> sehr gefährlich	<input type="checkbox"/> weiss nicht
Verwechslung von Signalen in Staffel	nicht gefährlich <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> sehr gefährlich	<input type="checkbox"/> weiss nicht
Arbeitsbelastung	nicht gefährlich <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> sehr gefährlich	<input type="checkbox"/> weiss nicht
Missverständnisse bei Übermittlung	nicht gefährlich <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> sehr gefährlich	<input type="checkbox"/> weiss nicht
Wahrnehmung von Signalen durch ihre Vielfalt	nicht gefährlich <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> sehr gefährlich	<input type="checkbox"/> weiss nicht
Regelwerk zu kompliziert	nicht gefährlich <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> sehr gefährlich	<input type="checkbox"/> weiss nicht
Mangelhafte Personalführung	nicht gefährlich <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> sehr gefährlich	<input type="checkbox"/> weiss nicht
Unterhalt von Fahrzeugen	nicht gefährlich <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> sehr gefährlich	<input type="checkbox"/> weiss nicht
andere Themen:		

# Q4.2

Stettlen, 11.03.2013, Version 1.1

## Anhang 11: Anwendung von Simulatoren

Vorname		Name	
		Lord-Nr. FASI	

### Wie bewerten Sie den Fahrsimulator der Re 460?

Gesamteindruck	mangelhaft <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> sehr gut	<input type="checkbox"/> weiss nicht
Visualisierung der Strecke (Sicht aus dem Führerstand)	mangelhaft <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> sehr gut	<input type="checkbox"/> weiss nicht
Abbildung der Infrastruktur	mangelhaft <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> sehr gut	<input type="checkbox"/> weiss nicht
Fahrdynamik (Bewegungs- system)	mangelhaft <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> sehr gut	<input type="checkbox"/> weiss nicht
Fahrgefühl	mangelhaft <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> sehr gut	<input type="checkbox"/> weiss nicht
Detaillierung des Führer- standes (Originalzustand)	mangelhaft <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> sehr gut	<input type="checkbox"/> weiss nicht
Simulation der Funktionen im Führerstand	mangelhaft <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> sehr gut	<input type="checkbox"/> weiss nicht

### Wie bewerten Sie den Fahrsimulator der Re 4/4?

Gesamteindruck	mangelhaft <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> sehr gut	<input type="checkbox"/> weiss nicht
Visualisierung der Strecke (Sicht aus dem Führerstand)	mangelhaft <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> sehr gut	<input type="checkbox"/> weiss nicht
Abbildung der Infrastruktur	mangelhaft <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> sehr gut	<input type="checkbox"/> weiss nicht
Fahrgefühl	mangelhaft <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> sehr gut	<input type="checkbox"/> weiss nicht
Detaillierung des Führer- standes (Originalzustand)	mangelhaft <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> sehr gut	<input type="checkbox"/> weiss nicht
Simulation der Funktionen im Führerstand	mangelhaft <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> sehr gut	<input type="checkbox"/> weiss nicht



Wie beurteilen Sie folgende Aussagen hinsichtlich der Simulatoren für die Ausbildung und die Untersuchung von komplexen Problemstellungen?

Das Bewegungssystem ist überflüssig – darauf kann verzichtet werden.	stimmt nicht <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> stimmt	<input type="checkbox"/> weiss nicht
Ein möglichst hoher Detaillierungsgrad ist unerlässlich, damit der Simulator ernst genommen wird.	stimmt nicht <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> stimmt	<input type="checkbox"/> weiss nicht
Es ist wichtig, dass sich der Lokführer in einer abgeschlossenen Kabine befindet und sich bei seiner Arbeit fühlt.	stimmt nicht <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> stimmt	<input type="checkbox"/> weiss nicht
Eine abgeschlossene, detailliert ausgerüstete Kabine ist überflüssig. Ein vereinfachter Führerstand genügt für alle Anwendungen.	stimmt nicht <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> stimmt	<input type="checkbox"/> weiss nicht
Das Training auf echten Strecken mit genau nachgebildeter Infrastruktur ist notwendig.	stimmt nicht <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> stimmt	<input type="checkbox"/> weiss nicht
Das Training auf echten Strecken mit genau nachgebildeter Infrastruktur ist gefährlich (lernen von falschen Reaktionen).	stimmt nicht <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> stimmt	<input type="checkbox"/> weiss nicht
Die möglichst realistische Darstellung der Landschaft und der Umwelt ist...	nicht wichtig <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> wichtig	<input type="checkbox"/> weiss nicht
Für die Untersuchung von komplexen Problemstellungen/Ereignissen muss der Zugverkehrsleiter in die Simulation integriert sein.	stimmt nicht <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> stimmt	<input type="checkbox"/> weiss nicht
Eine integrierte Simulation Lokführer - Zugverkehrsleiter/Betriebszentrale ist für die Ausbildung notwendig.	stimmt nicht <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> stimmt	<input type="checkbox"/> weiss nicht