

# Disposition im Bahnverkehr – Evaluation der Benutzbarkeit der Programme RCS-D und ALEA für den Störungsfall

MASTERARBEIT

2014/2015

Björn Kohli

Begleitung:

Prof. Dr. Katrin Fischer

Praxispartner:

Schweizerische Bundesbahnen, SBB

Division Infrastruktur Betrieb

## **Disposition im Bahnverkehr – Evaluation der Benutzbarkeit der Programme RCS-D und ALEA für den Störfall**

### **Abstract**

Der Disponent Bahnverkehr (DBV) ist auf dem Schienennetz der SBB in einem Sektor für den Operativen Betrieb verantwortlich. Der DBV fällt bei Abweichungen vom Fahrplan die Entscheide, damit möglichst alle Züge ihren Zielbahnhof pünktlich erreichen. Dazu nutzt er die Programme RCS-D und Alea.

Diese Masterarbeit untersucht die Benutzbarkeit von RCS-D und Alea aus Sicht des DBVs bei einer Störung. Anhand der ISO-Norm 9241–110 wurden die Kriterien Aufgabenangemessenheit, Selbstbeschreibungsfähigkeit, Erwartungskonformität und Fehlertoleranz ausgewählt. Aus psychologischer Perspektive standen die Informationsverarbeitung, das Konzept der Situation Awareness und das Entscheiden im Fokus. Iterativ wurde mittels Contextual Inquiry und der Critical Incident Technik Daten erhoben und qualitativ ausgewertet.

Bei einer Störung braucht der DBV viele detaillierte Informationen, damit er die möglichen Optionen bewerten kann. Alea unterstützt den DBV beim der Kommunikation, wobei die Schnittstelle zu RCS-D für eine effiziente und effektive Disposition im Störungsbetrieb nicht ausreichend ist. Aufgrund der Erkenntnisse wurden Hinweise für Gestaltungsvorschläge aus psychologischer Perspektive abgeleitet.

Diese Arbeit enthält 206'146 Zeichen (inklusive Leerzeichen).

## **Dispatching railway traffic – usability evaluation of the programs RCS-D and ALEA in case of disturbances**

### **English Abstract**

The Rail dispatcher (DBV) is responsible for operations in a sector on the railway network of the SBB. In Case of a deviation from the timetable, the DBV make the decisions so that possibly all the trains reach their destination on time. For this he uses the programs RCS-D and Alea. This thesis examines the usability of RCS-D and Alea from the perspective of the DBV during a disturbance. Based on the ISO norm 9241-110 the criteria suitability for the task, self-descriptiveness, conformity with user expectations, controllability and error tolerance were selected. From a psychological perspective the information processing, the concept of situation awareness and the process of decision-making stood in the focus. Contextual inquiry and critical incident technique were used iterative to collect data and evaluate them qualitatively. If a disturbance occurs the DBV has needs in detailed information, allowing him to assess the possible options. Alea supports the DBV when communicating, but the interface to RCS-D does not support an efficient and effective disposal during disturbances. Based on the findings design proposals were prepared from a psychological perspective.

## **Danksagung**

An dieser Stelle bedanke ich mich für die vielfältige Unterstützung, welche ich beim Erstellen der Masterarbeit aus meinem Umfeld erhalten habe.

Speziell will ich mich bei Christian Zeller und Marco Conrad von der SBB bedanken, welche mir mit ihrem Fachwissen hilfreich zur Seite gestanden sind, bei Peter Grossenbacher, welcher die Masterarbeit ermöglicht hat, bei Katrin Fischer und Jonas Brüngger, welche mich durch die Masterarbeit begleitet haben.

Mein besonderer Dank gilt auch meiner Partnerin und meiner Familie für die Geduld und Unterstützung beim Erstellen dieser Arbeit.

## **Redlichkeitserklärung**

Hiermit erkläre ich, dass ich die vorliegende Master-Arbeit selbständig, ohne Mithilfe Dritter und nur mit den angegebenen Quellen, Hilfsmitteln und Hilfeleistungen erstellt habe und dass Zitate kenntlich gemacht sind.

22. Juni 2015

Unterschrift

Björn Kohli

## Inhaltsverzeichnis

<b>Abkürzungsverzeichnis .....</b>	<b>9</b>
<b>1 Einleitung.....</b>	<b>10</b>
1.1 Praxispartner SBB.....	11
1.2 Aufbau der Masterarbeit.....	12
<b>2 Systemabgrenzung .....</b>	<b>13</b>
2.1 Rolle des DBV .....	13
2.2 Aufgaben des DBV.....	16
2.3 Arbeits- und Organisationskontext.....	20
2.4 Technische Unterstützung.....	22
2.4.1 Rail Control System Disposition (RCS-D) .....	23
2.4.2 Alarmierungs- und Ereignisassistent (Alea).....	29
2.4.3 Weitere Programme im Umfeld.....	30
2.4.4 Psychologische Herausforderungen der Technischen Unterstützung.....	31
<b>3 Ableitung der Fragestellung.....</b>	<b>32</b>
3.1 Allgemeine Fragestellung .....	32
3.2 Spezifische Fragestellungen .....	33
<b>4 Psychologische Aspekte der Fragestellung.....</b>	<b>36</b>
4.1 Psychologische Grundlagen.....	36
4.1.1 Visuelle Wahrnehmung.....	36
4.1.2 Aufmerksamkeit.....	37
4.2 Psychologische Prozesse.....	38
4.2.1 Speichern und Abrufen von Informationen .....	38
4.2.2 Entscheiden .....	39
4.3 Psychologische Modelle .....	42
4.3.1 Situation Awareness (SA).....	42
4.3.2 Mentale Modelle .....	44
4.3.3 Recognition Primed Decision making.....	44

<b>5</b>	<b>Normatives Modell; DIN EN ISO 9241 .....</b>	<b>45</b>
5.1	EN ISO-Norm 9241-11: 2006, Anforderungen an die Gebrauchstauglichkeit - Leitsätze.....	45
5.2	DIN EN ISO-Norm 9241-210: 2010, Prozess zur Gestaltung gebrauchstauglicher, interaktiver Systeme.....	46
5.3	DIN EN ISO-Norm 9241-110: 2008, Grundsätze der Dialoggestaltung.....	46
5.3.1	Aufgabenangemessenheit .....	46
5.3.2	Selbstbeschreibungsfähigkeit .....	47
5.3.3	Erwartungskonformität .....	47
5.3.4	Steuerbarkeit .....	48
5.3.5	Fehlertoleranz.....	48
<b>6</b>	<b>Methodisches Vorgehen .....</b>	<b>50</b>
6.1	Untersuchungsdesign.....	50
6.2	Erhebungs- und Auswertungsmethoden.....	52
6.2.1	Heuristische Evaluation .....	52
6.2.2	Goal-Directed Task Analysis.....	52
6.2.3	Beobachtungs-Interviews, Contextual Inquiry .....	53
6.2.4	Interviews, Critical Incident Technik .....	54
6.2.5	Qualitative Auswertung .....	54
6.3	Datenerhebung und Stichprobe.....	54
<b>7</b>	<b>Ergebnisse und Interpretation.....</b>	<b>56</b>
7.1	Aufgabenangemessenheit.....	56
7.1.1	Unklare Funktionalität der Infrastruktur bei einer Störung.....	58
7.1.2	Anzeige von netzspezifischen Gegebenheiten und Einschränkungen.....	59
7.1.3	Relevante Informationen zu einem einzelnen Zug .....	61
7.1.4	Bewerten einer Disposition vor der Ausführung .....	62
7.1.5	Nutzung der ECL in einer Störung .....	64
7.1.6	Informationen im zentralen Blickfeld .....	65
7.1.7	Helligkeitsunterschied zwischen den Programmen .....	67
7.1.8	Entscheidungsunterstützung bei Betriebskonzepten .....	69
7.2	Selbstbeschreibungsfähigkeit.....	70
7.2.1	Darstellung der Züge im ZWL .....	71
7.2.2	Abkürzungen der Betriebspunkte .....	73
7.2.3	Unterschiedliche Befehle / Begriffe in Alea und RCS-D .....	74
7.2.4	Blockierte Züge in Alea .....	75

7.2.5	Aussagekraft der Signets .....	77
7.3	Erwartungskonformität .....	79
7.3.1	Alea Anschlussanfragen .....	80
7.3.2	Anzeige von freien Geleisen nach dem Befahren .....	81
7.3.3	Farben der Weichengeschwindigkeiten sind nicht auf die Funktion ZVL abgestimmt .....	82
7.4	Steuerbarkeit.....	83
7.4.1	Mehrfache Eingabe von Informationen.....	84
7.4.2	Nutzung von Tastaturkürzel und Menü mittels Rechtsklick auf der Maus .....	86
7.4.3	Einschränkungen in den unterschiedlichen Ansichten steuern .....	87
7.4.4	Verlinkung mit den Detaillierten Bahnhofsinformationen .....	89
7.5	Fehlertoleranz .....	90
7.5.1	Fehlermeldungen bei verzögerten Dispositionen Respektive bei unlogischen Eingaben .....	91
7.5.2	Zurücknehmen von Dispositionen .....	92
7.6	Zusammenfassung und Beantwortung der allgemeinen Fragestellung.....	94
<b>8</b>	<b>Diskussion und Reflexion.....</b>	<b>96</b>
<b>9</b>	<b>Quellenverzeichnis.....</b>	<b>99</b>
<b>10</b>	<b>Abbildungsverzeichnis .....</b>	<b>103</b>
<b>11</b>	<b>Tabellenverzeichnis .....</b>	<b>104</b>
<b>12</b>	<b>Anhang.....</b>	<b>104</b>

## Abkürzungsverzeichnis

ADBV	Assistent Disponent Bahnverkehr
ALEA	Alarmierungs- und Ereignisassistent, Teil des Rail Control Systems
AMax	Anschluss-Matrix, Darstellung in RCS-D
Betrano	Betriebliche Anordnungen
BZ	Betriebszentrale
CUS	Customer System, Backbone zur Aufbereitung und Verbreitung von Daten für die Kundeninformation
DBV	Disponent Bahnverkehr
ECL	Ereignisorientierte Checkliste
EVU	Eisenbahnverkehrsunternehmung
HGBP	Haupt-Gleis-Belegungs-Plan
GDTA	Goal-Directed Task Analysis
ILTIS	Integrales Leit- und Informationssystem
IS	Informations-Spezialist
iSSP	integrierter Strecken-Spiegel im ZWL
LF	Lokführer
LKR	Leiter Kommandoraum
NeTs	Netzweites Trassen-System
RCS-D	Rail Control System Disposition
SAR	Soll-Abweichungen Radar
SBB	Schweizerische Bundesbahnen
SSP	Strecken-Spiegel
ZVL	Zugverkehrsleiter
ZWL	Zeit-Weg-Linienbild



## 1 Einleitung

In der Schweiz werden pro Einwohner und Jahr mehr als 2`000 Bahnkilometer zurückgelegt. Die Schweizerische Bundesbahn (SBB) transportiert Personen und Güter. Sie betreibt mehr als 3`100 km des Schweizerischen Schienennetzes. (SBB, 2014e)

Für den Betrieb sind sehr viele unterschiedliche Funktionen notwendig, um den Betrieb zu ermöglichen.

In dieser Masterarbeit wird auf die Funktion Disponent Bahnverkehr (DBV) fokussiert, welcher bei einem Ereignis dafür besorgt ist, dass diese Störungen des Bahnverkehrs möglichst kleine Auswirkungen auf die Kunden haben.

Dies gelingt in vielen Fällen, denn obwohl das Schienennetz der SBB weltweit am dichtesten befahren ist, erreichten dennoch 87,7 % der Reisenden 2014 ihr Reiseziel pünktlich (<+3 Min.). Im Güter Binnenverkehr sind es immer noch 77,2 % (<+3Min.). (SBB, 2014e)

Damit der DBV die Auswirkungen auf die Kunden klein halten kann, arbeitet er mit vielen anderen Abteilungen zusammen und wird unter anderem von zwei Computerprogrammen dem Rail Control System Disposition (RCS-D) und dem Alarmierungs- und Ereignisassistent (Alea) unterstützt.

Im Rahmen der Weiterentwicklung der bestehenden Programme wurde durch Zeller (2013) für die SBB eine Usability-Befragung bei Mitarbeitenden der Betriebszentrale (BZ) Ost durchgeführt. Es zeigte sich, dass RCS-D und Alea im Normalbetrieb positiv bewertet werden. Im Störungsbetrieb oder bei komplexeren Bedienungen lässt die Zufriedenheit jedoch nach. Die Nutzenden sind der Ansicht, dass die Erkennung von Störungen mit den Programmen erleichtert wird, die Unterstützung bei der Bewältigung jedoch wird kritisiert (Zeller, 2013). Dabei wird auch kritisiert, dass viele der ansonsten automatisierten Funktionen beim Störungsbetrieb manuelle Eingriffe erfordern. Oft fehlt dabei die Transparenz der Programme in Bezug auf ihre Vernetzung. Entsprechend sind die Auswirkungen von Eingriffen für die Nutzer schwer abzuschätzen (Zeller, 2013).

Um die Dienstleistungen am Kunden weiter zu verbessern und Herausforderungen der Zukunft zu meistern, hat die SBB mit dieser Masterarbeit eine Untersuchung in Auftrag gegeben, um die Benutzbarkeit der beiden Programme RCS-D und Alea für den DBV im Störungsbetrieb aus einer psychologischen Perspektive genauer zu betrachten. Dazu gehören auch entsprechende Gestaltungsvorschläge um die Programme RCS-D und Alea weiter zu entwickeln. Entsprechend liegt auch in der vorliegenden Arbeit der Fokus stärker auf den Gestaltungsvorschlägen als auf der bestehenden Funktionalität.

### 1.1 Praxispartner SBB

Die Schweizerische Bundesbahn (SBB) ist als Konzern aufgebaut und hat vier Divisionen, Personenverkehr, Güterverkehr (SBB Cargo), Infrastruktur und Immobilien. Zusätzlich bestehen die Steuerungs- und Dienstleistungsfunktionen, wie Personal- und Finanzwesen oder Informatik, welche für alle Divisionen Leistungen erbringen. (SBB, 2015b)

Die Division Infrastruktur unterhält und betreibt den Schienenverkehr auf dem Netz der SBB. Dies sind rund 10`000 Züge im Jahr (2014d). In der Schweiz besteht ein diskriminierungsfreier Zugang zum Schienennetz, was bedeutet, dass alle Eisenbahnverkehrsunternehmen (EVU) mit den notwendigen Berechtigungen Züge auf dem Schweizer Schienennetz betreiben können. Der Geschäftsbereich Betrieb als Teil der Division Infrastruktur betreibt das Netz gemäss den Vorgaben. (SBB, 2014a)

Für den Betrieb bestehen seit 2015 vier BZs (West, Lausanne; Süd, Pollegio; Ost, Zürich und Mitte, Olten) (vgl. Abbildung 1), welche den Zugverkehr koordinieren und eine diskriminierungsfreie Streckenauslastung ermöglichen. Bei Störungen stellt die BZ das Störungsmanagement sicher, mit dem Ziel, die Züge aller Kunden sicher, pünktlich und wirtschaftlich ans Ziel zu lenken. (SBB, 2014a)

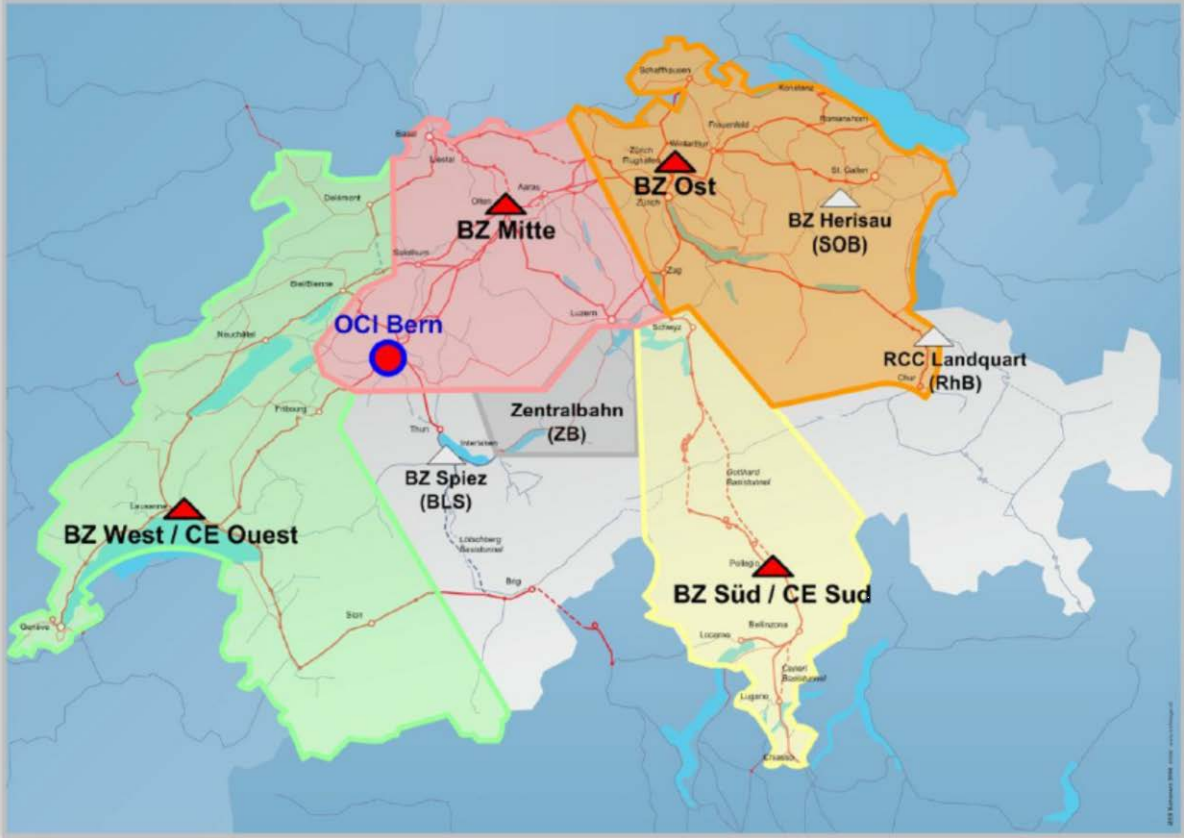


Abbildung 1: Standortübersicht der BZ inkl. der benachbarten Infrastrukturbetreiber (SBB, 2014b)

## **1.2 Aufbau der Masterarbeit**

Aufgrund der vielen Abkürzungen besteht ein Abkürzungsverzeichnis unmittelbar nach dem Inhaltsverzeichnis (Seite 6). Nach der Einleitung in Kapitel 1 (Seite 10) geht es im Kapitel 2 (Seite 13) um die Systemabgrenzung, in welchem das soziotechnische System mit der Aufgabe und der Rolle des DBV beschrieben wird. Dabei wird auch auf die jeweiligen psychologischen Herausforderungen eingegangen. Kapitel 3 (Seite 32) nimmt Bezug auf die Fragestellung und legt den Fokus auf die einzelnen Usability Kriterien. Die psychologischen Aspekte der Fragestellung werden in Kapitel 4 (Seite 36) ausgeführt. Die ISO-Norm 9241 wird in Kapitel 5 (Seite 45) beschrieben. Das methodische Vorgehen, wird in Kapitel 6 (Seite 50) erläutert. Die Ergebnisse und die Interpretation mit den Gestaltungsvorschlägen werden in Kapitel 7 (Seite 56) ausgeführt. Kapitel 8 (Seite 96) beinhaltet die Diskussion und reflektiert diese Masterarbeit.

## 2 Systemabgrenzung

Dieses Kapitel dient der Beschreibung des soziotechnischen Systems, in welchem der DBV arbeitet. Dies ist notwendig, um zu verstehen wie die Programme durch die Nutzer, in diesem Falle ein DBV, genutzt werden (vgl. Kapitel 5)

In den folgenden Unterkapiteln werden, bezogen auf den DBV, die Aufgaben, die Rolle, der Kontext sowie die Programme als technische Hilfsmittel beschrieben und ein Bezug zu den jeweiligen psychologischen Herausforderungen hergestellt.

### 2.1 Rolle des DBV

Innerhalb der BZ besteht eine Linienorganisation. Im Tagesgeschäft werden die Funktionen zugeteilt, die aufgrund der Zulassungen eingenommen werden dürfen (vgl. Abschnitt 2.3). Die Rollen im Betrieb sind während einer Schicht in der Regel fix zugeteilt. Der DBV leitet den zugeteilten Sektor im Tagesgeschäft. Die Funktionen auf Stufe DBV sind nicht an eine hierarchische Position in der Linie gekoppelt. Der Sektor wird in der Linie durch einen Teamleiter Sektor geführt. Für den Betrieb werden, gemäss dem Reglement zur Betriebsführung (SBB, 2014b), folgende Rollen im Sektor verteilt:

#### ***Disponent Bahnverkehr (DBV)***

*Der DBV verantwortet den operativen und dispositiven Betrieb im Sektor während der Schicht. Er ist die operative Entscheidungsinstanz der Infrastruktur gegenüber den EVU in allen Fragen die den laufenden Betrieb beeinflussen. Gegebenenfalls initiiert und leitet er Briefings innerhalb des Sektors. .... Bei Bedarf stimmt er sich mit den anderen DBVs, dem [Leiter Kommandoraum] LKR, dem Schichtleiter [Rangierbahnhof] RB, dem Netzleiter [Personenverkehr] P/[Güterverkehr] G oder mit internen und externen Partnern über die Betriebslage ab. Lösungen und getroffene Entscheidungen kommuniziert er adäquat. Er legt Betriebskonzepte fest und entscheidet über den optimalen Ressourceneinsatz im Sektor.*

*Teilt er die Verantwortung für einzelne oder mehrere Betriebspunkte einem anderen ZVL zu, hat er vorgängig abzuklären, ob dieser über die entsprechenden Berechtigungen verfügt. (ebenda, S. 27 f)*

#### ***Assistent Disponent Bahnverkehr (ADBV)***

*Der ADBV entlastet den DBV bei allen Aufgaben und unterstützt alle Rollen im Sektorenteam. (ebenda, S. 28)*

**Zugverkehrsleiter (ZVL)**

*Der ZVL überwacht, disponiert und lenkt die Züge in seinem zugeteilten Bedienbereich unter Einhaltung der Vorschriften und im Rahmen der Dispositionsvorgaben. Er regelt den Rangierverkehr der Eisenbahnverkehrsunternehmen und der Infrastrukturbetreiber, ohne den Zugsverkehr negativ zu beeinflussen.*

*Er ist für die betriebliche Sicherheit und Sperrung am Stellwerk zuständig.*

*Der ZVL bespricht auf Basis der Prozesse von Infrastruktur Betrieb die Lenkung der Züge mit seinen Partnern und verantwortet die Betriebssicherheit unter Einhaltung der Sicherheitsvorschriften und durch die Anwendung von Checklisten. (ebenda, S. 28)*

**Informations-Spezialist (IS)**

*Der IS holt anhand der Systeme laufend relevante Informationen ein, verschafft sich einen Überblick und vergleicht die Verkehrsabwicklung mit dem Sollfahrplan.*

*Er überwacht und aktualisiert zeitgerecht die optischen und akustischen Kundeninformationssysteme.*

*Er ist verantwortlich für die Information der Reisenden auf den zugeteilten Bahnhöfen im Regel- und Störfall. Er informiert über den Zugsverkehr, Anschlüsse, Gruppenreservierungen, Formationsänderungen und lenkt die Reisenden auf alternative Reisemöglichkeiten. (ebenda, S. 28)*

**Leiter Kommandoraum (LKR)**

*Der LKR ist während einer Schicht verantwortlich für die Einhaltung der Qualitätsvorgaben (Sicherheit, Pünktlichkeit, kundengerechte Entscheide, Kunden-/ Reisendeninformation und Wirtschaftlichkeit) im Kommandoraum. Er entscheidet bei sektorenübergreifenden oder grundsätzlichen Problemen und im Störfall. Er stimmt sich dabei mit den Partnern ([Operation Center Infrastruktur] OCI, anderen BZ, EVU, [Instandhaltung] IH, etc.) ab und kommuniziert situationsgerecht. Er pflegt Beziehungen und stellt Kontakte zu unternehmensinternen und unternehmensexternen Stellen her. Ferner initiiert und leitet er Briefings und Debriefings. (ebenda, S. 27)*

Der Werdegang des DBVs ist unterschiedlich. Aktuell führt die Ausbildung in der Regel erst über die Funktion des ZVL und später als Entwicklungsschritt zum DBV. Der ZVL muss für die Bedienung der Stellwerke periodische Prüfungen ablegen. Beim Wechsel in die Funktion des DBVs kann er bei Interesse nach wie vor die Stellwerkprüfungen ablegen und in der Funktion ZVL arbeiten, um diese Berechtigung zu behalten. Da die Einarbeitung als DBV für einen Sektor in der Regel mehrere Monate dauert, sind diese DBVs meistens in wenigen Sektoren ausgebildet.

Früher war es auch üblich, über andere Funktionen in die Rolle des DBVs zu gelangen. Durch den anderen Werdegang fehlt diesen DBVs die Berechtigung zur Stellwerkbedienung. Diese DBVs sind hingegen auf mehreren oder allen Sektoren der BZ ausgebildet. Gewisse DBVs arbeiten daher nach wie vor als ZVL, wohingegen andere nur als DBV arbeiten. Im Lohnsystem sind der DBV und der ZVL als Funktion gleich eingestuft. Aufgrund seiner Seniorität als ZVL ist er daher eher in der Rolle eines Primus inter pares.

Die Anzahl arbeitender Personen in der BZ variiert je nach Verkehrsaufkommen. Je nach dem werden Funktionen wie der IS weggelassen und Betriebspunkte, aber auch ganze Sektoren während der Nacht zusammengelegt. Dies setzt jedoch die Einarbeitung des Einzelnen im entsprechenden Gebiet voraus.

Der DBV trägt die operative Verantwortung und muss zu Beginn einer Störung bereits erste Entscheide fällen. Ist beispielsweise eine Weiche gestört, regeln die Vorschriften unter welchen Voraussetzungen diese noch befahren werden kann. Der DBV entscheidet aber die Zugfolge. Da diese Reihenfolge nicht auf der Strecke beliebig verändert werden kann, muss der Entscheid vorher umgesetzt werden. Entsprechend müssen die Entscheide früh gefällt werden, damit sie kommuniziert und durch den ZVL umgesetzt werden können. Wie aus dem Reglement klar wird, ist der ZVL für das bedienen und einhalten der Vorschriften zuständig, da er das Stellwerk mit dem Integrales Leit- und Informationssystem (ILTIS) bedient. Er muss den DBV darauf hinweisen, wenn ein Entscheid nicht konform ist, oder welche Vorschriften eingehalten werden müssen.

Um auch grossen Störungen effizient zu bewältigen, hat die SBB ein Störungskonzept entwickelt, das zusätzliche Aufgaben und Phasen der Ereignisbewältigung vorsieht, um den DBV zu entlasten (vgl. Abschnitt 2.2). Der DBV fordert über den LKR Unterstützung an, dieser teilt entsprechende Rollen im Kommandoraum zu. Diese Zuteilungen sind nicht fix. Sie werden je nach Ressourcen über andere Sektoren verteilt. Dies bedeutet auch, dass ein DBV zusätzlich zu seinem Sektor, in dem es aktuell ruhig ist, für einen weiteren Sektor ein Betriebskonzept erarbeitet oder die Ersatzbusse koordiniert. (SBB, 2014b)

Damit diese zusätzlichen rollen sichtbar sind, stehen beschriftete und farblich unterscheidbare Leuchtwesten bereit.

### *Psychologische Herausforderungen der Rolle*

Der DBV arbeitet in verschiedenen Rollen. Dadurch besteht die Möglichkeit, dass sich Mitarbeitende durch das Know-how in verschiedenen Rollen schnell und gezielt unterstützen können, beispielsweise mit einer Zweitmeinung oder Tipps. Andererseits besteht darin auch Konfliktpotential, wenn Aufgaben und Rollen diffus verteilt und umgesetzt werden.

Es braucht daher ein Bewusstsein, welche Rolle durch welche Person ausgefüllt wird, welche Rolle welche Aufgaben übernimmt und welche Informationen die Person dazu

benötigt. In der Regel besteht aber eine sehr konstruktive und gute Zusammenarbeit zwischen den DBVs und den ZVLs. Es ist auch ein Teil der täglichen Arbeit, dass sich die Teilnehmenden offen über gute, oder nicht optimale Entscheide und deren Auswirkungen austauschen.

Es gilt dabei zu beachten, dass in der BZ Personen aus verschiedenen Standorten der Schweiz zusammengezogen wurden. In den Standorten wurden unterschiedliche Kommunikations- und Führungsstile gelebt was sich auch konkret in den Handlungsspielräumen der ZVLs gezeigt hat. Die Mitarbeitenden sind mehrheitlich noch in denselben Sektoren tätig. Entsprechend gibt es auch unterschiedlich gelebte Rollen in den verschiedenen Sektoren. Dies kann zu Unklarheiten, bei Wiederholungen auch zu Konflikten führen. Gerade auch, wenn der DBV infolge des reduzierten Verkehrs, Sektoren überwachen muss in welchen er ansonsten selten zuständig ist.

## **2.2 Aufgaben des DBV**

Der DBV überwacht den laufenden Schienenverkehr und vergleicht diesen mit dem Fahrplan. Bei Abweichungen vom Fahrplan disponiert er die Züge in seinem Sektor mit dem Ziel: Möglichst alle Züge, respektive Reisenden, sicher, pünktlich und wirtschaftlich an ihren Zielbahnhof zu befördern. Um dieses Ziel zu erreichen, stimmt er sich mit den am Betrieb beteiligten Organisationen ab. (SBB, 2014a)

Wie in der Einleitung (vgl. Kapitel 1) bereits beschrieben, liegt der Fokus der Arbeit auf der Situation, in welcher eine Störung auftritt. Eine Störung wird im Regelwerk der SBB (2014b, S. 12) folgendermassen beschrieben:

*Beeinträchtigung des Schienenverkehrs, welche nebst dem Disponieren noch zusätzliche Massnahmen auslöst (zum Beispiel Alarmierung, Anordnung/ Ausfall, Umleitung, etc.). Die Quelle einer Störung ist ein Ereignis.*

Bei Einschränkungen fällt der DBV die Dispositionsentscheid beiseiensweise bezüglich Zugfolgen, Halten von Anschlüssen, Umleitungen, Wendungen oder Zugsausfällen. Diese Entscheide haben Auswirkungen auf den Bahnverkehr und damit auch auf die Kunden. Entsprechend müssen die EVUs und die Reisenden informiert werden. Da die EVUs das Rollmaterial stellen und das Zugpersonal stellen, ist diese Absprache wichtig, damit der disponierte Betrieb überhaupt umgesetzt werden kann. Wirken sich die Einschränkungen auf mehrere Sektoren schweizweit oder international aus, werden die Massnahmen je nach Umfang mit den betroffenen Sektoren, dem Leiter Kommandoraum (LKR) oder mit dem Operation Center Infrastruktur abgestimmt. (SBB, 2014b)

Damit Zeit für die Umsetzung der Dispositionsentscheide besteht, arbeitet der DBV nach Möglichkeit in der Zukunft. Im regulären Betrieb entscheidet der DBV etwa 15 Min. bis 60 Min. vor der eigentlichen Umsetzung. Bei einer Störung reduziert sich der Vorlauf, respektive er muss unter den neuen Umständen erarbeitet werden.

Die SBB hat ein mehrstufiges Störungskonzept entwickelt, um die Störungen zu bewältigen. Dieses sieht zusätzliche Rollen und Ressourcen für die Bewältigung vor. Das Störungskonzept unterscheidet zwischen fünf Eskalationsstufen (vgl. Abbildung 2), wobei Stufe null den Normalbetrieb ohne Abweichungen darstellt. Abweichungen, welche ohne weitere Konsequenzen für die Kunden disponiert werden können, werden noch dem Normalbetrieb zugerechnet. Störungen mit Auswirkungen auf die Kunden von weniger als einer Stunde, gelten als Stufe eins. (SBB, 2014b)

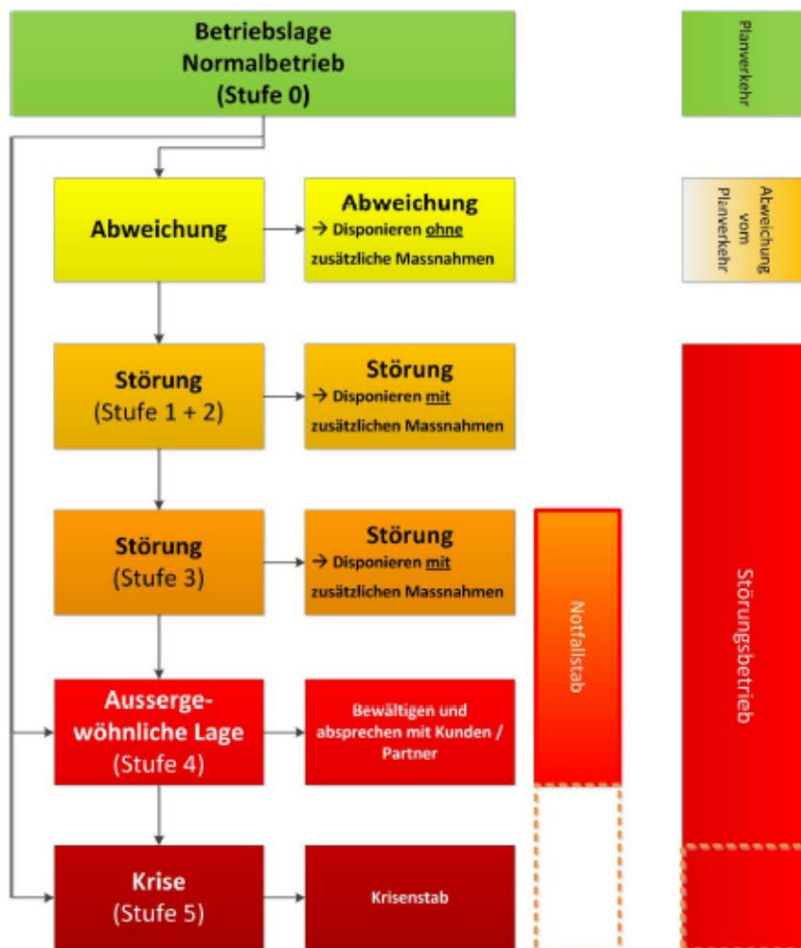


Abbildung 2: Störungsbaum und Betriebszustände (SBB, 2014b)

Tritt eine Störung auf, analysiert der DBV die vorhandenen Informationen und spricht sich mit den Beteiligten ab. In einem ersten Schritt – der Chaosphase – geht es darum, die Störung zu isolieren. Damit in einem zweiten Schritt ein Konzept erstellt werden kann. Ziel ist es, dass nach 10 Min. ein erstes Konzept für den weiteren Betrieb besteht, welches spätestens



60 Min. nach dem Ereignis umgesetzt werden kann. In der Abbildung 3 sind zudem die Verantwortlichkeiten und die Zuständigkeiten (fett geschrieben) in den Phasen einer Störung abgebildet.

Der DBV tauscht sich während einer Störung über Alea (vgl. Abschnitt 2.4.2) mit den an der Ereignisbewältigung beteiligten Stellen und den EVUs über die aktuelle Lage, gefällte Entscheidungen und Ressourcen aus. Dies, damit nach 60 Min. nach einem Ereignis die Ersatzbusse und notwendigen Ersatzzüge in Betrieb sind. (SBB, 2014b).

Damit der DBV alle Absprachen tätigen und dokumentieren kann, wird er bei etwas grösseren Störungen umgehend von einem weiteren DBV unterstützt. Dieser arbeitet meist parallel an der Dokumentation der Entscheide in Alea.

Verantwortlichkeit / Zuständigkeit

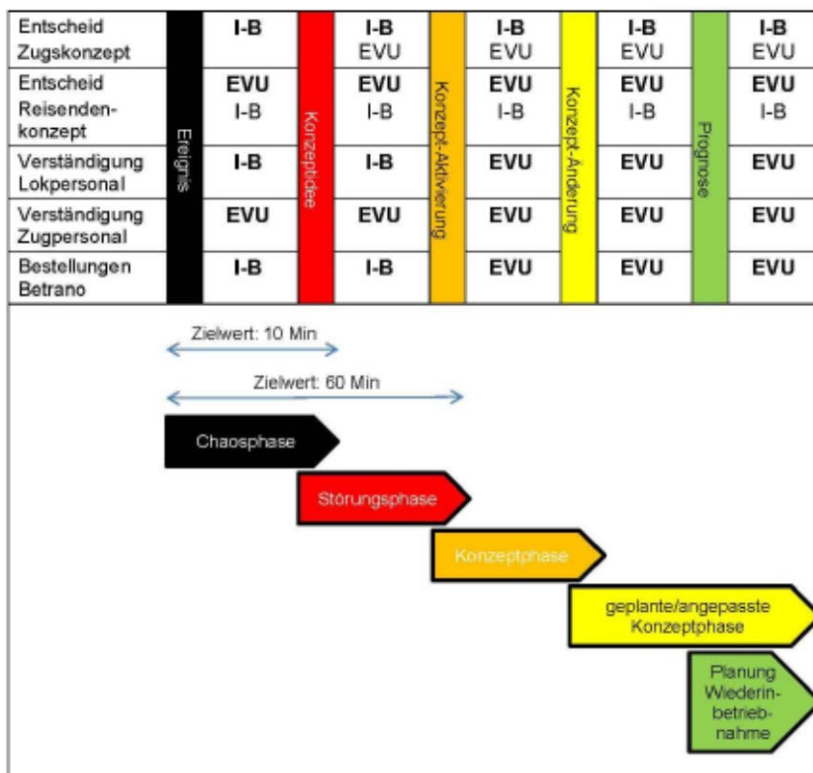


Abbildung 3: Störungsphasen und Verantwortlichkeiten (SBB, 2014b)

Um diese Zeiten einhalten zu können, wurden im Reglement Aufgaben für die Betriebsführung definiert (vgl. Abbildung 4). Diese Aufgaben werden durch den Leiter Kommandoraum zugeteilt. Der "Kümmerer" ist zuständig für die Belange des steckengebliebenen Reisezuges. Der Busskoordinator fragt bei Bussunternehmen an, ob, wie viele und in welchem Zeitraum Busse für den Bahnersatz zur Verfügung gestellt werden können. Anhand der vordefinierten Konzepte wird der Ersatzbusbetrieb umgesetzt. Dies erfordert eine laufende Abstimmung mit den Bussen damit diese die Anschlüsse auf die Züge nach Möglichkeit gewährleisten können. (SBB, 2014b).

Neben den genannten Rollen wird oft auch ein zweiter DBV als Schreibunterstützung für Alea eingeteilt. Die Aufgabe dieses DBVs ist es, in erster Linie die Entscheide und Meldungen in Alea zu erfassen. Je nach Ereignisverlauf und Bedürfnis werden weitere Aufgaben zwischen diesen DBVs aufgeteilt.

Das Entwickeln eines Betriebskonzeptes wird nach Möglichkeit einem weiteren DBV übertragen, welcher ein erstes Konzept entwickelt und zur Prüfung veröffentlicht.

Temporäre Aufgabe	Kümmerner	Bus-koordinator	Assistent LKR
Rolle			
Leiter Kommandoraum	X	X	X
Disponent Bahnverkehr	X	X	X
Assistent Disponent Bahnverkehr	X	X	X
Zugverkehrsleiter		X <sup>1)</sup>	
Informations-Spezialist		X <sup>1)</sup>	

1) Einsatz bei geplantem Bahnersatz = immer

Einsatz bei ungeplantem Bahnersatz = sofern ausgebildet/instruiert

Abbildung 4: Übersicht Rolle/Temporäre Aufgaben (SBB, 2014b)

### *Psychologische Herausforderungen der Aufgaben*

Der DBV hat die Aufgabe den Schienenverkehr zu überwachen. Dies bedeutet, dass der DBV eine Vielzahl von Informationen zu einzelnen Zügen, beispielsweise Triebwagen, Rollmaterial, Beladung und Fahrplan verarbeiten muss. Diese Parameter beeinflussen das Fahrverhalten des Zuges auf der jeweiligen Strecke. Zusätzlich kommen Einflüsse wie Wetterwechsel, Tür- oder Signalstörungen dazu, die in der BZ nicht immer vorzeitig zu erkennen sind. Folglich kann das Bahnsystem als ein hoch komplexes System verstanden werden, welches seinen Zustand sehr schnell verändern kann. Der DBV hat sehr ruhige Phasen, muss aber jederzeit damit rechnen, dass ein Ereignis auftritt, welches einen störenden Einfluss auf den Betrieb haben kann. Dies hat umgehend eine hohe Arbeitslast zur Folge.

Tritt ein Ereignis ein, welches Einfluss auf den Zugverkehr hat, ist die daraus entstehende Störung zu Beginn meist begrenzt. Das Isolieren der Störung ist als Ziel klar, die Entscheide welche dies ermöglichen sind jedoch vielfältig und drängend, da oftmals bereits weitere Züge auf dem Weg zum Ereignisort sind. Ein DBV muss daher umgehend Entscheide fällen, um die Auswirkungen auf den Zugverkehr tief zu halten. Dies obschon der DBV unter Umständen noch gar nicht weiss, was exakt zum Ereignis geführt hat oder wie lange es dauern wird. Daher finden die Entscheidungen unter Unsicherheit statt.

Besteht die Option einen Personenzug über eine alternative Route zu führen, muss geklärt werden, ob der aktuelle Lokführer diese Route überhaupt fahren darf. Kann der Zug über die alternative Route geführt werden, müssen die Reisenden rechtzeitig informiert werden. Aufgrund des Entscheides werden die Fahrstrassen in ILTIS, dem Programm für die Bedienung der Stellwerke, durch den ZVL oder die Stelle für Betriebliche Anordnungen (Betrano) programmiert. Die Umsetzung des Entscheides beginnt somit unmittelbar nach der Kommunikation des Entscheides in RCS-D und Alea. Einen kommunizierten Entscheid zu widerrufen ist meist aufwendig, auch weil dies bei den Passagieren zu Unsicherheit führt. Ob die Umsetzung wie geplant funktioniert, wird erst ersichtlich wenn der Zug auf der Strecke fährt. Diese Verzögerung zwischen Entscheid und Systemrückmeldung kann ein Erschwernis für den DBV darstellen, wenn er zusätzlich viele kognitiv anspruchsvolle Aufgaben zu bewältigen hat.

### **2.3 Arbeits- und Organisationskontext**

Der DBV arbeitet in einer der vier BZ der SBB. Innerhalb einer BZ werden oft auch Arbeitsgruppen gebildet, in denen ein DBV mitwirken kann. Diese Arbeitsgruppen befassen sich oft direkt mit den Entwicklungen der Arbeitsinstrumente – wie beispielsweise der Aktualisierung von Umleitungskonzepten, die bei einer Sperrung eines Gleises zum Einsatz kommen und helfen schnell einen geregelten Betrieb herzustellen. Auch bei den Computerprogrammen gibt es DBVs, die als „Super User“ vor Ort in der BZ die Programme pflegen. Oft werden diese Arbeiten auch während der Schicht erledigt, sofern es ruhig ist. Was zur Folge hat, dass es in der Bearbeitung zeitliche Verzögerungen geben kann, oder aber auch zu unterschiedlichen Lösungen in den einzelnen BZs führt. Obschon darauf geachtet wird, dass viel standardisiert ist. Dies bezieht sich zum Beispiel auf die räumliche Aufteilung, die Ausrichtung der Arbeitsplätze, aber auch auf die Darstellung bei RCS-D oder die Filtereinstellungen bei Alea. Aus früheren Organisationsformen sind zudem kulturelle Eigenheiten mitgenommen worden.

Das Sektorenteam besteht aus den in Abschnitt 2.1 erwähnten Rollen. Es arbeitet jeweils ein DBV pro Team. Ein Sektor bildet jeweils eine räumliche Einheit mit mehreren Arbeitsplätzen (vgl. Abbildung 5). Dadurch kann der DBV direkt mit den ZVL sprechen und hört gegebenenfalls direkt, wenn ein Ereignis dem ZVL gemeldet wird. Im Sektor ist der DBV für Dispositionsentscheidungen zuständig. Der ZVL kann innerhalb seines Betriebspunktes zum Beispiel ein Bahnhof selbst entscheiden, sofern es keine Auswirkungen auf andere Betriebspunkte hat. Die innerhalb eines Bahnhofes stattfindenden Rangierfahrten koordiniert der ZVL eigenständig.

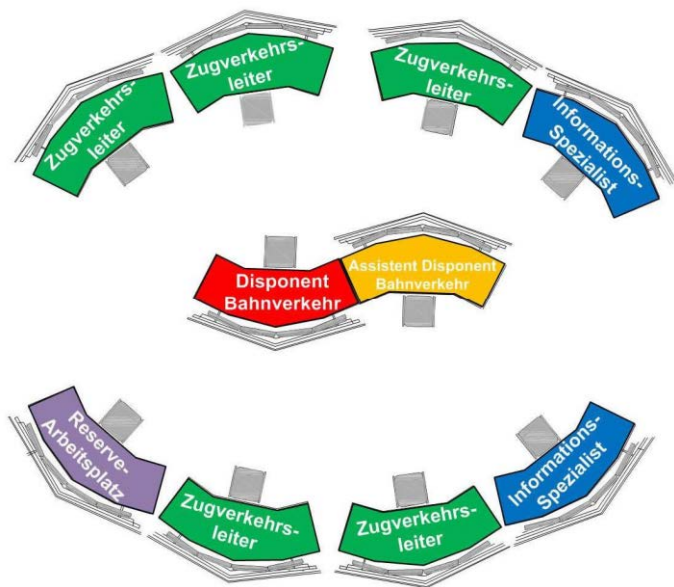


Abbildung 5: Sektorenteam – Beispiel für eine Anordnung der Arbeitsplätze (SBB, 2014b)

Störungen werden dem DBV meist durch den ZVL kommuniziert, da er eine Störung in ILTIS sieht, oder durch den Lokführer (LF) telefonisch informiert wurde. Die Entscheide für die jeweiligen Züge werden in der Folge durch den DBV in Alea dokumentiert und je nach Entscheid und Zeit bis zur Umsetzung selbst gezeichnet und durch den ZVL umgesetzt oder bei Betrano bestellt. Betrano pflegt die Entscheide im Programm für das Netzweite Trassen System (NeTs) ein, wodurch diese in RCS-D entsprechend dargestellt und in ILTIS umgesetzt werden. Bis dies programmiert ist, müssen die Fahrstrassen für jeden Zug durch den jeweiligen ZVL im Betriebspunkt gestellt werden. Bei Störungen entscheidet der DBV, aktuell noch in Absprache mit den EVUs, welches provisorische Betriebskonzept umgesetzt wird. Dazu spricht er sich mit den EVUs ab, welche das Rollmaterial und das Personal dazu bereitstellen. Dies ändert im laufenden Jahr, so dass der DBV den EVUs die Trassenkapazität (1 Trasse = örtlich und zeitlich definiertes Infrastrukturnutzungsrecht für eine Zugfahrt (SBS, 2014e)) angibt und diese entsprechend die Züge planen.

Die BZ arbeitet nach dem Leitsatz: „Wir leiten die Züge unserer Kunden sicher, pünktlich und wirtschaftlich ans Ziel“. (SBB, 2014b)

Für die Schichtarbeit besteht ein Dienstplan über 24 Stunden, 356 Tage im Jahr. Der Plan ist auf das erwartete Verkehrsaufkommen ausgerichtet. Grössere Pausen sowie die Ablösung sind festgelegt. Kurzpausen sind möglich, sofern die Überwachung gewährleistet ist. Für Ausfälle von Mitarbeitenden und bei grossen Störungen besteht die Möglichkeit, auf Mitarbeitende im Bürodienst oder aus dem Pikettdienst zurückzugreifen. Wöchentlich gibt es auch eine Sitzung in der Informationen Sektor übergreifend ausgetauscht werden. Durch die Schichtarbeit werden Informationen in der Regel schriftlich dokumentiert.

Der Werdegang zum DBV, führt seit ein paar Jahren über die Funktion ZVL.

### *Psychologische Herausforderungen des Arbeits- und Organisationskontextes*

Die Vielzahl der am Betrieb beteiligten Personen kann eine Herausforderung darstellen, so muss zum Beispiel eine gemeinsame Sprache gefunden werden. Die Zusammenarbeit mit Personen aus unterschiedlichen Betriebskulturen der SBB ist oft bereichernd. Doch bei Störungen und in unklaren Situationen kann sie eine zusätzliche Herausforderung darstellen. Sehr viele Informationen müssen verarbeitet werden und die Priorisierung kann zu diesem Zeitpunkt nur ungenügend vorgenommen werden. Die Abstimmung zwischen dem DBV und dem ZVL ist ein zentraler Punkt, da der ZVL die Entscheide des DBVs zeitnah im Stellwerk umsetzen sollte. Im regulären Betrieb ist dies meist kein Problem. Bei einer Störung erhöht sich die Anzahl Dispositionsentscheide und der kognitive Aufwand jedoch stark.

Durch die Übernahme von anderen Sektoren bei kleinem Verkehrsaufkommen kann die Arbeitslast reguliert werden, wobei Ausfälle von Mitarbeitenden aufgefangen werden müssen, mindestens so lange, bis die aus dem Pikett aufgebotenen Personen vor Ort sind. Aufgrund der beschränkten Personaldecke müssen auch zusätzliche Schichten übernommen werden.

Die Aufmerksamkeit muss über die gesamte Schicht hinweg aufrechterhalten werden, auch wenn aktuell wenig Dispositionsbedarf vorhanden ist. Beim Arbeiten in der Nacht, wo auch ein reduzierter Schienenverkehr vorhanden ist, besteht erhöhte Ermüdungsgefahr. Die Müdigkeit, die bei Schichtarbeit auftreten kann, fördert Missverständnisse und Fehlentscheide aufgrund der nachlassenden Konzentration.

Die Möglichkeit, den Arbeitsplatz individuell einzustellen und auch stehend zu arbeiten, hilft Fehlbelastungen durch lange sitzende Tätigkeiten zu vermindern und unterstützt dadurch auch das konzentrierte Arbeiten.

## **2.4 Technische Unterstützung**

Der Disponent arbeitet hauptsächlich mit zwei Programmen. Das Rail Control System Disposition (RCS-D) bildet den Zugverkehr ab und ermöglicht die Disposition der Züge. Der Alarmierungs- und Ereignisassistent (Alea) ist das zweite zentrale Programm des DBVs. Alea dient dem Informationsaustausch im laufenden Betrieb und bei Störungen. Mit vorbereiteten und freien Textbausteinen sowie mit Filter- und Verteilfunktionen können Massnahmen und Informationen allen am Betrieb beteiligten Personen zur Verfügung gestellt werden. (SBB, 2014b)

Beide Programme werden im normalen Betrieb parallel mit Maus und Tastatur bedient. Der Arbeitsplatz des DBVs ist mit acht Bildschirmen an zwei Computern sowie einem primären und einem Reserve-Telefon ausgestattet und kann stehend oder sitzend genutzt werden (vgl. Abbildung 6). Dabei sind die Bildschirme und der Tisch separat einstellbar. Auf den

sechs Bildschirmen auf der linken Seite (mit dunklem Grund) sind die RCS-D Bilder sichtbar. Diese sind im Abschnitt 2.4.1 ausführlich erläutert. Auf den zwei Bildschirmen rechts läuft auf einem separaten Computer Alea (vgl. Abschnitt 2.4.2) und zusätzliche Anwendungen (vgl. Abschnitt 2.4.3).

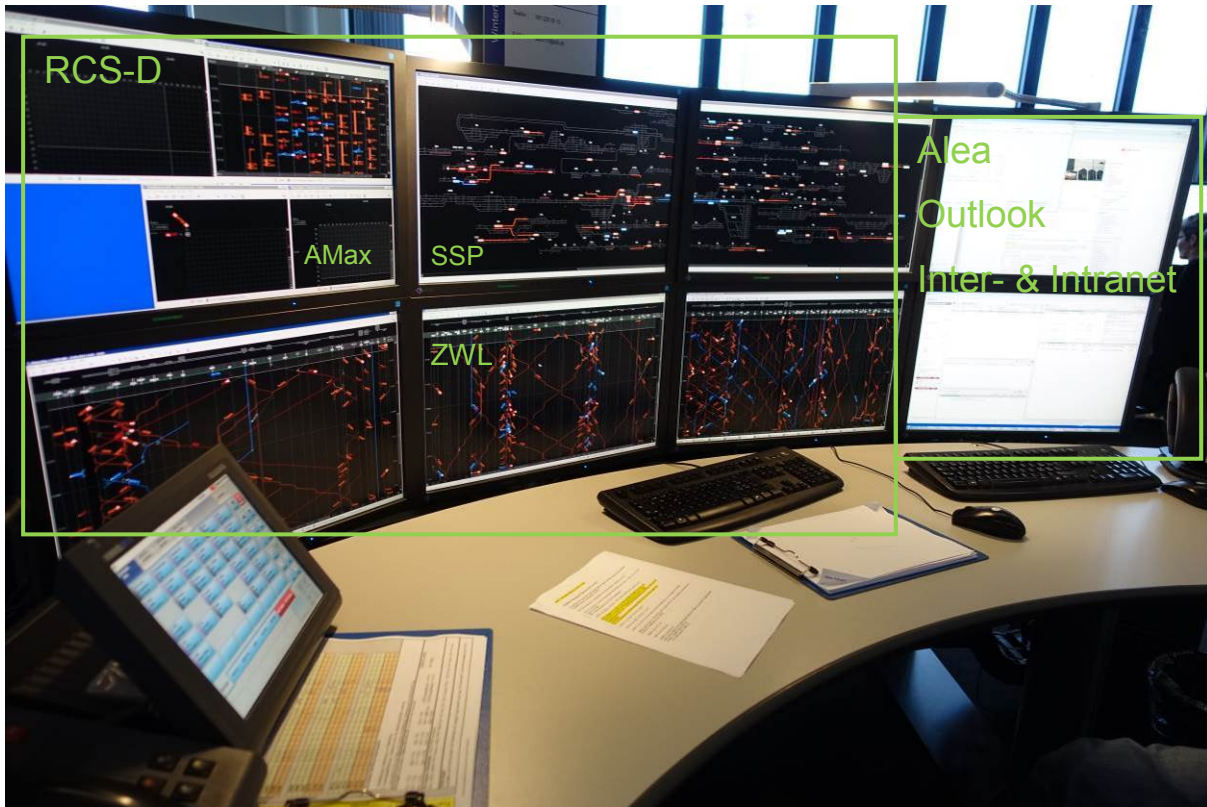


Abbildung 6: Arbeitsplatz des DBV im Sektor mit Typischer Anordnung der Programme (Bild, B. Kohli)

### 2.4.1 Rail Control System Disposition (RCS-D)

Für die Disposition des Zugverkehrs steht dem DBV das RCS-D zur Verfügung. Darin wird sein Sektor schematisch in mehreren Zeit-Wegliniendiagrammen zusammen mit den aktuellen, den geplanten sowie den vergangenen Zugbewegungen dargestellt (vgl. Abbildung 7). RCS-D bezieht von verschiedenen Computersystemen (vgl. Anhang B) Daten und berechnet fortlaufend aufgrund der bekannten Parameter (Standort, Topografie der kommenden Strecke, Rollmaterial, Triebfahrzeug usw.) die erwartete Ankunftszeit eines Zuges. Die einzelnen Streckenabschnitte und Betriebspunkte werden in den Ansichten schematisch dargestellt. Die einzelnen Ansichten werden in den folgenden Abschnitten erläutert.

Die unterschiedlichen Bilder von RCS-D können jeweils als Fenster geöffnet werden. Die visuellen Anzeigen der einzelnen Streckenabschnitte kann durch den DBV individuell angepasst und auf seine Bildschirme verteilt werden. Die maximale Anzahl an Fenstern ist auf 16 beschränkt (ohne Anschluss-Matrix (AMax) und Soll-Abweichungen Radar (SAR)),



wobei dies auch mit der Geschwindigkeit der Datenverarbeitung zusammenhängt (SBB, 2014b). Die Einstellungen können auch für unterschiedliche Arbeitsplätze unterschiedlich abgespeichert werden.

Die Anzeige eines belegten Gleises erfolgt bei der Einfahrt auf den Streckenabschnitt. Der vorhergehende Abschnitt wird dann als freier Abschnitt angezeigt. Dadurch entspricht die Anzeige nicht der realen Zugposition.

Der geplante Zuglauf wird aus NeTs übernommen und enthält auch aktuelle Anordnungen. Ereignisse werden in RCS-D erkannt, weil ein Zug unplanmässig zu stehen kommt. Der stehende Zug wird von RCS-D jedoch erst als stehend angezeigt, wenn er den Blockabschnitt verlassen müsste. Weicht ein Zug negativ vom Fahrplan ab – hat länger für eine Strecke als erwartet – zeigt RCS-D die Abweichung mit einem Fragezeichen an. Dies wird im Zeit-Weg-Linienbild (ZWL) durch eine vertikale Linie unterstützt. Ist der Zug gegenüber dem Soll-Fahrplan verspätet, werden die jeweils vollen Minuten der Abweichung mit einem Plus und der entsprechenden Zahl angezeigt.

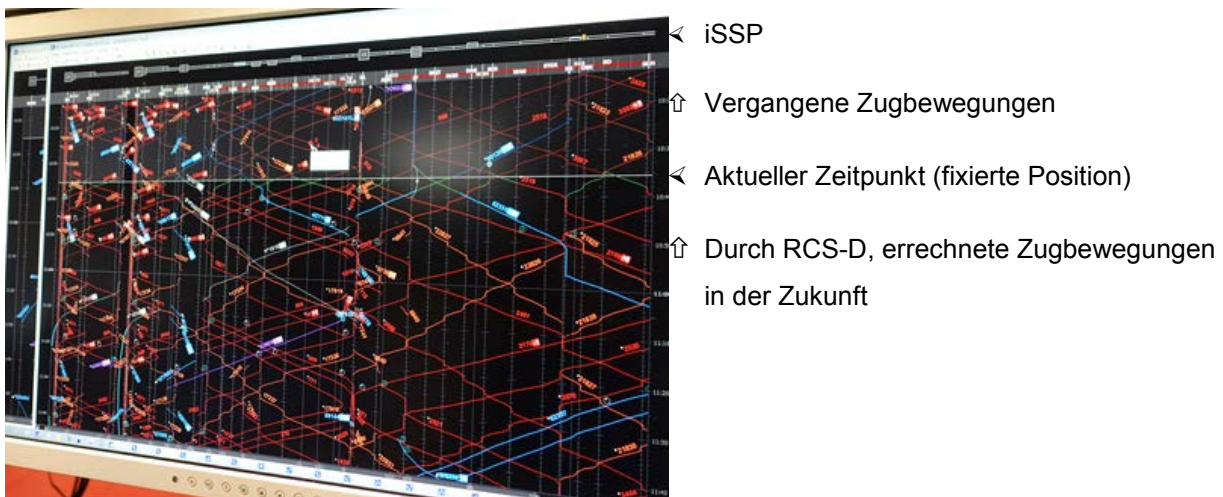


Abbildung 7: Zeit-Weg-Linienbild (Bild, B. Kohli)

Die disponierten Entscheide des DBVs werden durch das RCS-D nicht ins Stellwerk übertragen. Sie müssen vom ZVL eingetragen werden. Der ZVL arbeitet mit ILTIS, einem separaten Programm für die Stellwerke. Dieses zeigt auch die aktuellen Rangierfahrten im Bahnhof, welche im RCS-D nicht angezeigt werden. Umgekehrt werden die Daten der Weichenstellungen und der Zugstandorte aus ILTIS übernommen und im RCS-D angezeigt. Über Alea besteht für den DBV die Möglichkeit, einen veränderten Zuglauf in der Zukunft bei Betrano zu bestellen. Betrano pflegt die Bestellung im NeTs ein, wodurch diese im RCS-D angezeigt und in ILTIS umgesetzt wird.

Die Daten im RCS-D müssen vom DBV aktiv bewirtschaftet werden, da mittlerweile sehr viele Programme auch auf die Daten vom RCS-D zugreifen. So wird beispielsweise auch die

Kundeninformation aus diesem Datensatz erstellt (vgl. Anhang B). Kunden, welche auf dem Onlineportal nachsehen, haben dadurch einen fast zeitgleichen Fahrplan zur Verfügung wie der DBV. (SBB, 2014b)

Züge, welche in einem Bild angewählt sind, erscheinen in den anderen Bildern ebenfalls als markiert und erleichtern das Auffinden des Zuges in den unterschiedlichen Bildern.

Mittels der Funktion Tooltip können zusätzliche Informationen zu einem Zug (vgl. Abbildung 8), oder beispielsweise im Streckenspiegel (SSP) einer Weiche, angezeigt werden. Dazu muss die Maus einen Moment auf dem Objekt verharren, damit sich ein Kasten öffnet, in welchem die Informationen aufgeführt sind.



Abbildung 8: Mit dem Tooltip angezeigte Informationen zu einem Zug im ZWL. (SBB, 2014c)

### *Zeit-Weg-Linienbild (ZWL)*

Im ZWL ist auf der horizontalen Linie die Strecke mit den Abkürzungen der Betriebspunkte abgebildet, auf welcher ein Zug fährt. In der Vertikalen ist die Zeit abgebildet. Diese bewegt sich nach oben. Die Jetzt-Linie definiert den aktuellen Zeitpunkt. Wo sich die Jetzt-Linie mit der Linie des Zuges schneidet, ist der Zug gemäss den Berechnungen von RCS-D.

Jede Linie eines Zuges, stellt ein genutztes Trasse dar. Nach einem Zug braucht es auch immer einen gewissen Sicherheitsabstand, welcher je nach Signaldichte unterschiedlich ist. Der Begriff Trasse bezeichnet bei der SBB einen zeitlich und örtlich definierten Verkehrsweg von A nach B. Je nach Infrastruktur können für einen Zug mehr oder weniger Verbindungen hergestellt werden. Gibt es viele Signale auf der Strecke, können die Züge näher hintereinander fahren, was mehr mögliche Trassen bedeutet. (vgl. Abbildung 7 und Abbildung 9)

Die SBB hat Linksverkehr. Züge, welche auf einer zweispurigen Strecke links fahren, sind mit einer ausgezogenen Linie dargestellt. Züge auf der Gegenfahrbahn sind gestrichelt gezeichnet. Konflikte zwischen Zügen werden mit unterschiedlichen Signets angezeigt. Verspätet sich beispielsweise ein Zug, beansprucht er unter Umständen dasselbe Gleis wie ein pünktlicher Zug. Der DBV erkennt anhand der Zuglinien und dem entsprechenden Signet einen Konflikt und Abweichungen zur Leittechnik. Daraufhin entscheidet er über die Zugfolge und disponiert diese im RCS-D. Die Lupen-Funktion öffnet mittels Tastaturbefehl. Die Vergrößerung ist veränderbar und in der Lupen-Funktion kann ebenfalls disponiert werden. (SBB 2014c)





- iSSP**
- ↳ Einschränkungen auf dem Schienennetz<sup>1</sup>
  - ↳ Schematische Abbildung der Geleise
- ZWL**
- ↳ Abkürzungen der Betriebspunkte
  - ↳ Hinweise zur Funktionalität der Adaptiven Lenkung (grüne und rote Horizontale Linien)
  - ↳ geplante Zugfolge, von Fernverkehrszügen (Zugnummer Code & rote Farbe)
  - ↳ "vermisster" (Fragezeichen) Güterzug (Zugnummer Code & blaue Farbe) welcher 32 Min. vor der geplanten Zeit fährt.
  - ↳ Jetzt-Linie
  - ↳ Konflikt (türkis grüne Kreise & Ausrufezeichen)

Abbildung 9: Detailausschnitt eines ZWL (Bild, B. Kohli)

### integrierter Strecken-Spiegel im ZWL (iSSP)

Der iSSP zeigt eine schematische Darstellung der Geleise und Weichen auf der Strecke und die Anzahl der Geleise an einem Betriebspunkt. Bei mehr als 6 Hauptgeleisen werden diese mit einer Ziffer im Kasten dargestellt.

Einschränkungen werden 60 Min. vor der Umsetzung als leeres Signet angezeigt. Die in der Abbildung 9 angezeigten Beschränkungen betreffen zwei Geleise, welche auf diesem ZWL nicht sichtbar sind. Die vier Geleise werden Paarweise separat dargestellt. Ein Paar ist hauptsächlich für die Fernverkehrszüge, das zweite für Regional- und Güterzüge.

### Strecken-Spiegel (SSP)

Im SSP wird das Schienennetz aus der Vogelperspektive abgebildet. Die Darstellungen sind nicht massstäblich und aufgrund der knappen Platzverhältnisse verschachtelt. Obwohl die Ausrichtung zwischen ZWL und SSP ähnlich sind, gibt es keine visuellen Verbindungen zwischen ihnen. Die Bilder sind anhand der Sektoren aufgebaut und zeigen auch angrenzende Gebiete (vgl. Abbildung 10).

Der SSP enthält statische Informationen zur Infrastruktur wie Streckenabschnitte, Weichen, Signale und Perrons. Zusatzinformationen, welche aus Sicht der jeweiligen BZ wichtig erscheinen, wie beispielsweise Kantonsgrenzen oder gute Zufahrten für Ambulanzen,

<sup>1</sup> Zwei der vier Geleise sind Abgebildet. Die angezeigten Einschränkungen sind auf den nicht abgebildeten Geleisen

werden ebenfalls abgebildet. Der SSP wird jeweils durch einen Superuser im Nebenamt der jeweiligen BZ gepflegt.

Züge und gestellte Fahrstrassen werden in der jeweiligen Farbe der Zugart dargestellt (SBB, 2014c). Obwohl die Signalfreigabe und die Fahrstrasse sichtbar sind, gilt dies nicht als Referenzauskunft für einen Lokführer. Der Zug wird immer nur im Abschnitt angezeigt, in welchem die Lokomotive eingefahren ist. Fahrstrassen können verändert werden.

Gleissperren, welche durch einen ZVL oder über die Umsysteme erstellt und übermittelt werden sind im SSP rot abgebildet. Im Streckenspiegel besteht keine Möglichkeit einen zeitlichen Verlauf zu sehen, oder einen Zeitpunkt aufzurufen.

Mit dem Tooltip können zusätzliche Informationen zu Infrastrukturobjekten sichtbar gemacht werden, analog der Abbildung 8.

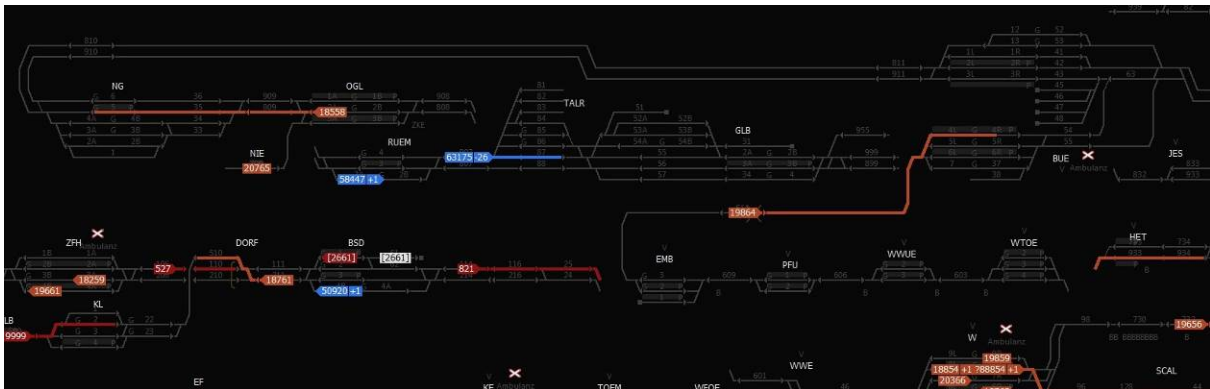


Abbildung 10: Ausschnitt Strecken-Spiegel Sektor Winterthur (ganzer Sektor im Anhang A)

### *Anschluss-Matrix (AMax)*

In der AMax werden die Anschlüsse tabellarisch pro Betriebspunkt dargestellt und beziehen sich jeweils auf einen Betriebspunkt. Anschlussgebende Züge (die erst ankommenden Züge) sind im Kopf angeordnet. Die anschlussnehmenden Züge sind Vertikal abgebildet. Es gibt Vorgaben, wie die Anschlüsse zu gewähren oder zu brechen (nicht Abwarten bis die Personen umgestiegen sind) sind. Die AMax kann mit den automatischen Dispositionen diese Regeln umsetzen. Aufgrund der Signets sieht der DBV, welche Anschlüsse gebrochen werden sollen oder bereits gebrochen wurden. Durch Anklicken kann er manuell den Entscheid übersteuern, um einen guten Kundenservice zu gewährleisten.

Zu Beginn einer Störung kommen von den verspäteten Zügen oft Anschlussanfragen, weil durch die verspätete Ankunft die Umsteigezeiten knapp sind oder nicht mehr ausreichen. Das Zugpersonal informiert die Reisenden bei der Ankunft jeweils über die Anschlüsse und ist daher auf die Informationen angewiesen. Da auch noch kein Betriebs- oder Reisenden-Lenkungskonzept vorhanden ist, werden die Anfragen jeweils pro ankommenden Zug in Alea gestellt und in der AMax beantwortet.



Abbildung 11: AMax (SBB, 2014c)

### Haupt-Gleis-Belegungs-Plan (HGBP)

Der HGBP zeigt die zeitliche Gleisbelegung im Bahnhof an. Auf dem jeweiligen Gleis wird mit einem Balken angezeigt, wie lange ein Zug dieses Gleis nutzt (vgl. Abbildung 12).

Die Information ist für den DBV wichtig, damit er Kenntnis davon hat, welche Gleise beispielsweise für eine Durchfahrt, oder für eine Gleisänderung bei einer Störung nutzbar sind. Im HGBP ist auch ersichtlich wo und wann Züge aufgestellt oder nach der Rushhour abgekoppelt werden.

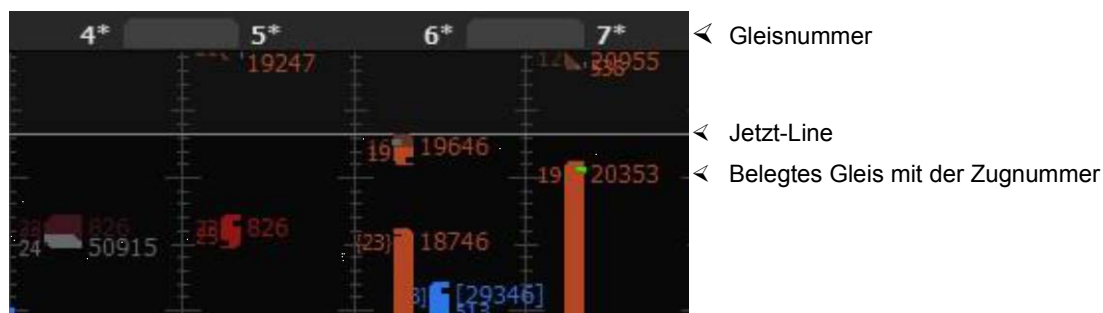


Abbildung 12: Haupt-Gleis-Belegungsplan HGBP (SBB, 2014c)

### SOLL-Abweichungen Radar (SAR)

Der SAR zeigt Abweichungen zum Soll Fahrplan an. Dabei wird neben der Zugnummer in der jeweiligen Farbkategorie die Abweichung in ganzen Minuten dargestellt. Zusätzlich wird mit dem Fragezeichen angezeigt, wenn ein Zug vermisst wird. Es gibt eine Reihe von weiteren Symbolen, welche auf das Inaktivieren eines Zuges, gefährdete Anschlüsse oder auf Konflikte hinweisen. Der SAR wird von den DBVs im regulären Betrieb kaum genutzt. Anders in der Nacht, wenn nicht das gesamte zu überwachende Gebiet auf den Bildschirmen abgebildet werden kann, weil dies zu viele Bilder sind.

Zug	Position	Erste Abw.	Versp. an	Versp. ab
2024		13:47 LTH		
49619 +61	Nach BS	11:42 MU	+61:11	+61:11
87837		14:50 BS		
17101		00:27 PR		
40159 -8	Nach SIS	12:51 OL	-16:35	-16:22
57426 ++		10:59 PR	+103:39	+103:39
43763 ++		08:36 MU	+634:57	+605:20
66422 +50		12:21 PR	+46:38	+46:38
2122 +3		13:01 OL		
62557 +39		12:27 OL	+45:54	+45:54

Abbildung 13: Soll-Abweichungen Radar (SAR) (SBB, 2014c)

#### 2.4.2 Alarmierungs- und Ereignisassistent (Alea)

Im Alea werden Konzepte und Massnahmen für den Bahnverkehr verbindlich kommuniziert (vgl. Abbildung 14). Dies beinhaltet auch die Dokumentation von mündlichen Absprachen, damit der Ereignisverlauf abgebildet werden kann. (SBB, 2014b)

Bei kleinen Abweichungen werden nur kurze Meldungen zur getätigten Disposition durch den DBV im Alea erfasst. Kommt es zu einer grösseren Störung, müssen verschiedenste Massnahmen im Alea erfasst und ereignisorientierte Checklisten (ECL) zu den jeweiligen Ereignissen abgearbeitet werden. Viele Eingaben funktionieren mittels standardisierter Textbausteine. Zugleich tragen auch Partnerorganisationen (EVU, technischer Unterhalt usw.) Informationen ins Alea ein und warten unter Umständen auf den Dispositionsentscheid des DBV. Damit der Betrieb bei einer Störung möglichst schnell wieder geordnet funktioniert, gilt die Vorgabe, dass nach zehn Minuten eine erste Konzeptidee zum Betrieb und der Reisenden-Lenkung im Alea veröffentlicht wird. Diese dient als Basis für die Kundeninformation. Die Konzeptidee wird von den EVUs geprüft, da diese gegebenenfalls Ersatzzüge und Personal stellen müssen. Zum vereinbarten Zeitpunkt wird das Konzept dann vollumfänglich umgesetzt (vgl. Abschnitt 2.2). Damit diese zeitlichen Vorgaben eingehalten werden können, sind bereits Lösungskonzepte im Alea hinterlegt, die auf die jeweilige Situation angepasst werden. (SBB, 2014b)

Im Alea können auch Meldungen erfasst werden, die aktuell noch keinen Einfluss auf den Schienenverkehr haben, aber potenziell haben könnten, beispielsweise ein fehlender Zaun bei einer Kuhweide. Aufgrund dieser Meldung wird in RCS-D die Geschwindigkeit der Züge auf der Strecke wegen Kollisionsgefahr reduziert. Dieses Ereignis wird dann durch die zuständigen Stellen der SBB vor Ort bearbeitet und der Stand laufend im Alea vermerkt



(SBB, 2014b). Es gilt zu beachten, dass bei Weitem nicht alle Einsatzkräfte, welche vor Ort sind ihre Informationen in Alea hinterlegen können. Oft geschieht dies dann telefonisch über den DBV, welcher die Informationen niederschreibt. Ist die Strecke wieder sicher befahrbar, wird die Geschwindigkeitsbegrenzung aufgehoben und der Fall beendet.

Damit nicht alle Meldungen der Schweiz angezeigt werden, bestehen viele Möglichkeiten zur Einstellung der Filterung. Die Einstellungen können für die Fallübersicht, Anfragen und Massnahmen separat getätigt werden.

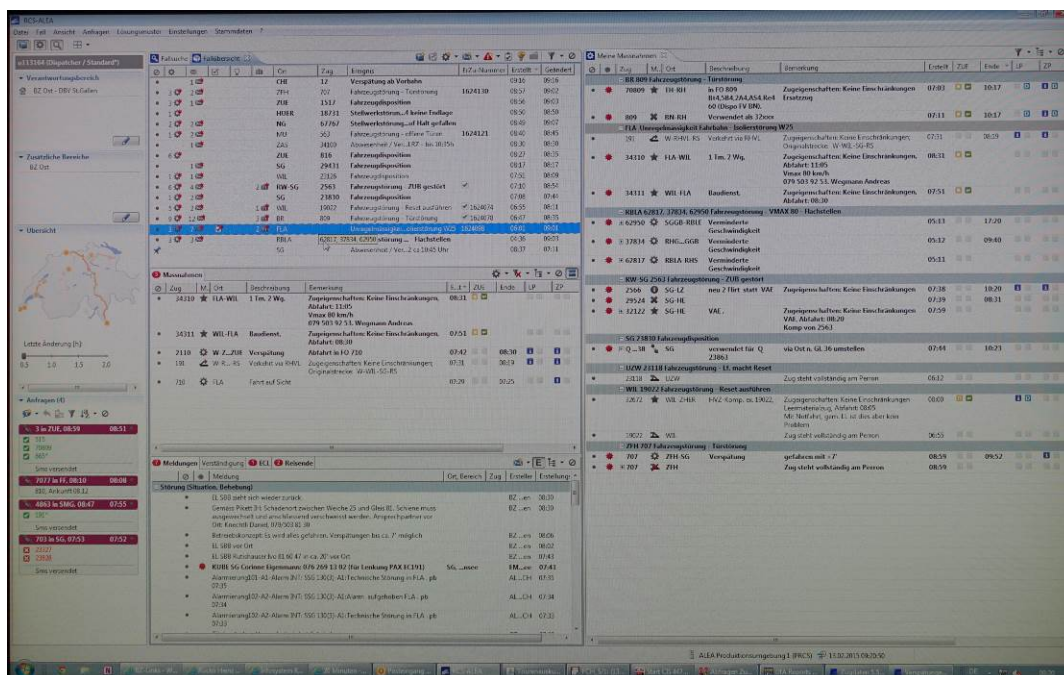


Abbildung 14: Übersichtsseite von Alea (Bild, B. Kohli)

### 2.4.3 Weitere Programme im Umfeld

Neben den zuvor erwähnten Programmen RCS-D und Alea gibt es weitere Computersysteme, welche den DBV bei der Arbeit unterstützen. So funktioniert ein Teil der Kommunikation nach wie vor per Mail. EVUs bestellen damit teilweise Leistungen, welche vom Sektoren Team umgesetzt werden. Über das Intranet besteht die Möglichkeit auf detaillierte Bahnhofspläne Topografien und Arbeitspläne von LF aufzurufen. Natürlich sind auch alle Dokumente und Vorschriften digital verfügbar. Nur noch die wichtigsten sind in ausgedruckter Form beim Arbeitsplatz des DBV hinterlegt. Verspätungen müssen auch separat mit dem Tool "Ereignis Zugverkehr, ErZu" einem Verursacher zugeordnet werden. Oft nimmt diese Arbeit bei grösseren Störungen viel Zeit in Anspruch. Extrazüge und Tages spezifische Informationen sind im Tagesfahrplan separat ausgewiesen. Für die Dokumentation spezieller Ereignisse wird pro Sektor rapportiert. Sektor spezifische Hinweise, welche längerfristig wichtig sind, werden oft in Sektor spezifischen Lösungen

dokumentiert. Gerade bei Störungen kann auf eines der wichtigsten Hilfsmittel des DBVs, das Telefon, nicht verzichtet werden. Es kommt immer dann zum Einsatz, wenn Informationen sehr zeitkritisch übermittelt oder ausführlicher erklärt werden müssen.

#### **2.4.4 Psychologische Herausforderungen der Technischen Unterstützung**

Durch die Möglichkeit der Individualisierung der Anzeigen kann sich der DBV seinen Arbeitsplatz und Ansichten einrichten. Dabei kann er auch auf unterschiedliche Sektoren oder Rollen im Betrieb Rücksicht nehmen. Obwohl viele DBVs gewisse Einstellungen und Fenster individuell angeordnet oder abgeändert haben, sind die meisten Einstellungen sehr ähnlich. Oft werden diese auch direkt aus den Schulungen übernommen, da es sehr viele Einstellungsmöglichkeiten gibt.

Die Darstellung der vielen sich verändernden Informationen im RCS-D ist eine Herausforderung. Dabei stellt sich immer auch die Frage nach den für die Funktion relevanten Informationen und deren Darstellung und Detaillierung, da diese vom DBV kognitiv verarbeitet werden müssen. Die Darstellung der Zugposition, welche sich auf einen Streckenabschnitt bezieht, hat zur Folge, dass bei langen Streckenabschnitten viel Zeit vergeht, bis RCS-D anzeigt, dass ein Zug steht. Dies bedeutet eine verzögerte Systemrückmeldung. Ebenso muss die genaue Position des Zuges erst auf dem Streckenabschnitt festgestellt werden, da nicht die exakte Position des Zuges hinterlegt ist. Erscheint ein Fragezeichen ist für den DBV der Kontext wichtig, da es regelmässig vorkommt, dass Züge, welche regulär verkehren an bestimmten Punkten ein Fragezeichen bekommen. Informationen bezüglich einer Störung kommen oft vom ZVL oder per Telefon zum DBV.

Alea wurde für den gesamten Informationsaustausch bei einer Störung entwickelt. Darin hat der DBV nur eine Funktion von vielen inne. Die Informationen kommen bei einer Störung in einer hohen Kadenz. Da die Einträge auch zwischen anderen Partnern stattfinden, sind nicht alle Meldungen für den DBV relevant. Gewisse Informationen werden über die für die Funktion definierten Filter ausgeblendet. Alle Informationen, welche angezeigt werden, müssen bearbeitet, angeklickt, damit sie nicht mehr als Neu angezeigt werden. Im Normalbetrieb und bei kleinen Abweichungen ist ein DBV für einen Sektor zuständig und bedient beide Programme alleine. Bei grösseren Störungen werden Aufgaben verteilt, der DBV trägt jedoch die formelle Entscheidung über die Disposition. Der ADBV unterstützt den DBV, indem er beispielsweise die Dispositionsentscheide des DBV in Alea einträgt. Oft kommt aber auch ein zusätzlicher DBV aus einem anderen Sektor und arbeitet am zweiten Rechner. Damit der DBV schnell unterstützt werden kann, müssen die Programme übersichtlich gestaltet sein und die Bedienung durch mehrere Personen am selben Fall erlauben.

### 3 Ableitung der Fragestellung

Im folgenden Kapitel wird die Forschungsfrage aus den Zielen der Arbeit abgeleitet. Anschliessend wird die Fragestellung mit spezifischen Fragestellungen für die Untersuchung ergänzt.

#### 3.1 Allgemeine Fragestellung

Die SBB hat, wie in der Einleitung (vgl. Kapitel 1) erwähnt, das Ziel den Service am Kunden konstant zu verbessern. Dazu müssen die Programme weiterentwickelt werden, damit auch bei der steigenden Auslastung des Schienennetzes und der Abhängigkeiten innerhalb des Schienenverkehrs, Störungen optimal bewältigt werden können.

Die Aufgabe des DBVs ist es, bei Störungen die Auswirkungen für die Kunden zu minimieren, indem er die Störung isoliert und die Bewältigung vorantreibt (vgl. Kapitel 2). Dabei steigen besonders zu Beginn einer Störung die psychologischen Herausforderungen in vielen Bereichen stark an. Besteht ein Betriebskonzept, welches umgesetzt wird, nähert sich der Betrieb dem Regulären Zustand an. Deswegen ist eine angemessene Unterstützung durch die Programme zu Beginn einer Störung wichtig.

Sowohl RCS-D als auch Alea sind für ihre jeweiligen Funktionen optimiert und im Falle von Alea auf die Usability hin untersucht worden (Richter & Flückiger, 2010). Laut der Untersuchung von Zeller (2013) besteht Verbesserungspotenzial dann, wenn es zu Störungen kommt.

Im Störungsbetrieb decken RCS-D und Alea jeweils einen spezifischen Teil der Aufgaben des DBVs ab, wobei es gewisse Überschneidungen gibt. Für die Bewältigung einer Störung müssen folglich beide Programme gemeinsam die Aufgabenerfüllung unterstützen. Diese Unterstützung besteht aus soziotechnischer und psychologischer Perspektive aus einer passenden Aufteilung der Funktionen zwischen Mensch und Maschine (Funktionsallokation) sowie einer geeigneten Darstellung der systemrelevanten Informationen. Zusätzlich müssen beide Programme eine effektive und effiziente Bedienung ermöglichen. (vgl. Abbildung 1)

Folglich lassen sich folgende Fragestellungen ableiten:

- Wie unterstützen die User Interfaces von RCS-D und Alea die Aufgabenerfüllung des DBVs in Bezug auf das Störungsmanagement?
- Welche Optimierungsmöglichkeiten bestehen aus psychologischer Sicht?

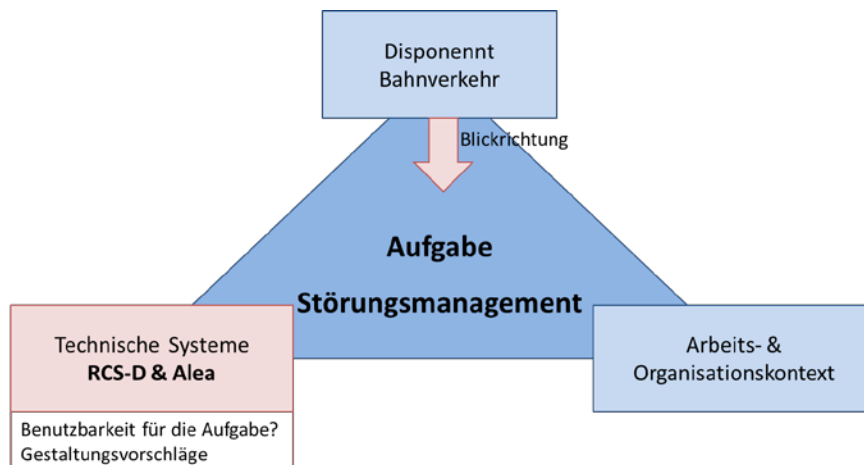


Abbildung 15: Visualisierung der Fragestellung

### 3.2 Spezifische Fragestellungen

Ausgehend von den zuvor beschriebenen allgemeinen Fragestellungen werden an dieser Stelle die spezifischen Fragestellungen abgeleitet, die in dieser Arbeit untersucht werden. Für die Beantwortung der Frage „Wie unterstützen die User Interfaces von RCS-D und Alea die Aufgabenerfüllung des DBVs in Bezug auf das Störungsmanagement?“ wird auf die Kriterien der ISO-Norm 9241 Bezug genommen (vgl. Kapitel 5), welche allgemein anerkannte Anforderungen an die Interaktion von Mensch und Maschine bei Bürotätigkeiten mit Bildschirmgeräten beschreiben. Dabei stehen die tatsächlichen Nutzenden und ihre Aufgabenerfüllung im Zentrum der Betrachtung (DIN, 2011). Im Teil 110 der ISO-Norm werden allgemein anerkannte Grundsätze bei der Dialoggestaltung beschrieben, die für die Usability wichtig sind. Die konkrete Ausprägung in einem Programm ist jedoch stark vom Nutzungskontext abhängig.

Brünger (2012) hat bei seinen Untersuchungen zur Informationsaufnahme und Informationsverarbeitung von ZVLs unter anderem festgestellt, dass die Verarbeitungsqualität der Informationen wichtig ist. Dieses Erkenntnis kann auch auf den DBV übertragen werden, da dieser eine, für möglichst viele Kunden, optimale Lösung in einer Störung finden soll. Für den optimalen Entscheid sind sehr viele sehr unterschiedliche Informationen der Beteiligten zu berücksichtigen. Erst mit einem Verständnis über die Funktionsweise des Gesamtsystems und einem passenden mentalen Modell, kann ein Bewusstsein für die aktuelle Situation, Situation Awareness, geschaffen werden, welche an einem bestimmten Ort besteht. In den folgenden Absätzen werden die Kriterien der Dialoggestaltung aus der ISO Norm 9241 Teil 110 mit einer kurzen allgemeinen Erläuterung beschrieben. Eine ausführlichere Beschreibung findet sich in Abschnitt 5. Anschliessend an jedes Kriterium wird jeweils eine spezifische Fragestellung aufgeführt.

Für die Fokussierung der Arbeit wurde die Anzahl der untersuchten Grundsätze reduziert.



Der DBV disponiert als Experte ein komplexes System und braucht dazu viele Informationen. Gemäss Albers (2010) können Experten die Fülle an Informationen schnell einordnen und verarbeiten. Novizen sind am Anfang mit der Informationsflut überfordert und haben dabei andere Bedürfnisse als Experten. In dieser Untersuchung ist der DBV als Experte die Zielgruppe. Der Grundsatz zur Lernförderlichkeit wird entsprechend weggelassen, da es sich um ein Programm für professionelle Nutzer handelt, bei welchem vom Nutzenden erwartet wird, dass er das Programm angemessen bedienen kann. Die Individualisierbarkeit steht bei diesem Programm nicht im Vordergrund, da gerade wenn ein DBV in einer Störung unterstützt wird, ein standardisiertes Bild notwendig ist, damit sich der unterstützende auf den Bildern zurechtfinden kann.

#### *Aufgabenangemessenheit*

Der DBV hat die Aufgabe im operativen Betrieb, bei Abweichungen vom Fahrplan zu Entscheide zu fällen, damit möglichst schnell wieder nach dem Fahrplan verkehrt werden kann und die Auswirkungen für die Kunden minimal sind (vgl. Kapitel 2.2). Für die Entscheide braucht der DBV Informationen, welche ihm unter anderem von den Programmen RCS-D und Alea zur Verfügung gestellt werden. Damit dies für den DBV mit kleinem kognitiven Aufwand möglich ist, müssen die Informationen auch im Störfall passend aufbereitet sein (vgl. Abschnitt 4.2). Aufgabenangemessene Programme müssen diese charakteristischen Eigenschaften der Aufgabe unterstützen (vgl. Abschnitt 5.3.1).

Fragestellung:

Bekommt der DBV die Informationen in angemessener Form, um den Zugverkehr effektiv zu disponieren?

#### *Selbstbeschreibungsfähigkeit*

Mit Hilfe der Anzeigen von RCS-D und Alea entwickelt der DBV ein Verständnis für die Situation auf dem Schienennetz (vgl. Abschnitt 2.4). Nur wenn der DBV eine angemessene Situation Awareness (SA) entwickeln und bei einem Ereignis aktualisieren kann (vgl. Abschnitt 4.3.1), ist es ihm möglich, Handlungsspielraum zu erkennen. Dialoge sind zu gestalten, dass die Nutzenden erkennen, welche Handlungen unternommen werden können so, dass die Interaktion offensichtlich ist (vgl. Abschnitt 5.3.2).

Fragestellung:

Kann der DBV aufgrund der Darstellungen und Texte, die Situation auf dem Schienennetz für ihn angemessen verstehen?

### *Erwartungskonformität*

Als langjähriger Mitarbeiter (vgl. Abschnitt 2.3) entwickelt der DBV ein mentales Modell (vgl. Abschnitt 4.3.2), wie der Betrieb funktioniert und welche Möglichkeiten bei der Disposition von Störungen bestehen. Der Dialog ist erwartungskonform, wenn er den allgemein anerkannten Konventionen im Nutzungskontext entspricht (vgl. Abschnitt 5.3.3).

Fragestellung:

Entsprechen die Darstellungen und Reaktionen der Programme auf die Eingaben den Erwartungen der DBVs?

### *Steuerbarkeit*

Der DBV steuert unter anderem mit den Programmen RCS-D und Alea den operativen Betrieb bei einer Störung (vgl. Abschnitt 2.4). In diesem Sinne ist es nicht nur der Dialog mit den Programmen, sondern auch die Umsetzung im operativen Betrieb und die Rückmeldung der Umsetzung, welche von Interesse ist, damit ein Erfahrungszuwachs möglich ist (vgl. Abschnitt 4.2.2). Der Dialog ist für den Nutzenden steuerbar, wenn er damit sein Ziel erreichen kann (vgl. Abschnitt 5.3.4).

Fragestellung:

Kann der DBV die für die Umsetzung der Massnahmen notwendigen Anweisungen mit den Programmen angemessen erteilen, dokumentieren und überwachen?

### *Fehlertoleranz*

Die Abweichungen vom Fahrplan, welche der DBV disponiert (vgl. Abschnitt 2.2), haben unterschiedlichste Ursachen. Auch der DBV selbst kann Ursache für Fehleingaben in den Programmen sein. Auch mit Fehleingaben soll das beabsichtigte Arbeitsergebnis erreicht werden können (vgl. Abschnitt 5.3.5).

Fragestellung:

Werden Fehleingaben oder fehlerhafte Informationen im System durch den DBV erkannt?

## 4 Psychologische Aspekte der Fragestellung

Aufgrund der Fragestellungen (vgl. Kapitel 3) werden im folgenden Kapitel ausgewählte psychologische Erkenntnisse und Konzepte beschrieben, um Gestaltungsempfehlungen ableiten zu können.

### 4.1 Psychologische Grundlagen

#### 4.1.1 Visuelle Wahrnehmung

Die visuelle Wahrnehmung mit dem Auge funktioniert mittels Zellen, sogenannten Zapfen und Stäbchen, welche Signale an das Gehirn senden. Die Zapfen benötigen helle Lichtverhältnisse und sind für das scharfe Sehen und die Farberkennung zuständig. Sie sind im Zentrum der Retina häufiger als an der Peripherie. In der Fovea centralis, einer kleinen Senke in der Netzhaut, sind ausschliesslich Zapfen vorhanden. Nur in diesem Bereich wird scharf gesehen. Die Stäbchen sind an der Peripherie häufiger und werden bei schwachen Lichtverhältnissen aktiviert. Bei wenig Licht wird die Farberkennung und das scharfe Sehen, folglich beeinträchtigt, da die Stäbchen aktiv sind. Die Iris, ein Muskelring, steuert den Lichteinfall ins Auge. Sie weitet oder verengt sich, um den Lichteinfall auf die Retina zu optimieren. Die Anpassung des Auges an eine helle Umgebung geschieht bedeutend schneller, als die Anpassung an eine dunkle. Diese dauert mehrere Minuten. Während der Anpassung ist die Wahrnehmung reduziert. Die Linse des Auges fokussiert das einfallende Licht, damit ein Objekt auf der Retina scharf abgebildet wird. Weil die Wellenlängen von farbigem Licht unterschiedlich sind, findet die Akkommodation (Fokussierung der Linse) nicht nur bei unterschiedlichen Distanzen, sondern auch bei unterschiedlichen Farben statt. Aufgrund unterschiedlicher Wellenlängen des farbigen Lichtes muss das Auge unterschiedlich fokussieren um bei unterschiedlichen Farben scharf zu sehen. Bei der Wahrnehmung von Texten oder Farben ist es wichtig, dass die Zeichen einen starken Kontrast zum Hintergrund aufweisen, wobei die positive (dunkle) Schrift besser lesbar ist. Alle Signale aus dem Auge werden fortlaufend im Gehirn organisiert und zu einem kompletten Bild zusammengesetzt. Da der Bereich des scharfen Sehens nur sehr klein ist, ergänzt das Gehirn fehlende Informationen, wodurch das wahrgenommene Bild meistens scharf und farbig erlebt wird. (Charwat 1996, Zühlke, 2012)

Die Informationsverarbeitung aufgrund der Reize nennt sich Bottom Up. Wobei sehr intensive und auffällige Reize auch die Aufmerksamkeit auf sich ziehen. Dies wird auch Pop Out Effekt genannt. Da aber der Bereich des scharfen Sehens und damit auch der Aufmerksamkeit beschränkt ist kann es zum Effekt von Change Blindness kommen. Dabei

werden auch grosse Veränderungen auf einem Bild nicht wahrgenommen. Wird die Wahrnehmung gesteuert, spricht man von einem Top Down Prozess. (Wickens, 2013) In beiden Fällen der Informationsverarbeitung sind Gestaltgesetze wichtig, da sie das Zuordnen aber auch die Selektion von Informationen unterstützen. Objekte, welche nahe beieinander liegen, dieselbe Farbe oder Ausrichtung haben, werden als zusammengehörig interpretiert. So können die Zugnummer aus Abbildung 9 meist eindeutig einer Linie zugeordnet werden. Saliente Reize wie die gelben Quadrate können schneller gefunden werden da sie durch die Farbe und Form visuell hervorstechen. Diese automatische Informationsverarbeitung kann durch Wissen und Aufmerksamkeit beeinflusst werden. (Meyers, 2008, Sarodnik & Brau, 2011)

#### **4.1.2 Aufmerksamkeit**

Für das bewusste Verarbeiten von Reizen ist Aufmerksamkeit notwendig, die nach Wickens (2013) auf zwei unterschiedlichen Ebenen stattfindet. Die obere Ebene ermöglicht die bewusste Verarbeitung von Informationen im Arbeitsgedächtnis. Auf der unteren Ebene geht es um die Verarbeitung von visuellen oder auditiven Reizen aus der Umgebung. Dabei werden alle ankommenden Reize aufgrund der zur Verfügung stehenden Aufmerksamkeit gefiltert. Die Aufmerksamkeit ist beschränkt vorhanden und kann nur über eine beschränkte Zeitdauer auf sehr hohem Niveau gehalten werden. Je mehr Aufmerksamkeit für die obere Ebene benötigt wird, desto weniger bleibt für die untere Ebene. Braucht der DBV bei der Ausarbeitung eines Umleitungskonzeptes sehr viel Aufmerksamkeit, nimmt er andere, wichtige Informationen aus der Umgebung, wie das Klingeln seines Telefons möglicherweise nur noch ungenügend wahr (Wickens, 2013)

Das Aufrechterhalten der Aufmerksamkeit über einen längeren Zeitraum wird Vigilanz genannt. Dabei besteht die Schwierigkeit, dass bei gleichbleibenden Reizen die Aufmerksamkeit schnell nachlassen kann. Wenn Abläufe in Programmen hoch automatisiert sind und keine Eingriffe vom Bedienpersonal benötigt werden, lässt die Aufmerksamkeit schneller nach, als wenn durch den Bediener Entscheidungen gefällt werden müssen.

Endsley und Kiris (1995, zitiert nach Endsley 2013) beschreiben dieses Phänomen als Out-of-the-loop Syndrom, bei dem die überwachende Person durch das hohe Vertrauen in das Computersystem nicht mehr aktiv an der Steuerung beteiligt und folglich unaufmerksam ist.

Die Suchzeiten auf einer Homepage sind beispielsweise auch sehr stark von den Erwartungen, respektive dem Suchreiz und dem Kontext abhängig, besonders wenn das gesuchte Objekt nicht salient ist. (Roth, Tuch, Mekler, Bargas-Avila & Opwis, 2013)

Bei der Ausführung einer Handlung aufgrund eines bestimmten Stimulus hat sich gezeigt, dass gewisse Reiz-Reaktions-Zuordnungen schneller funktionieren als andere (Fitts &

Seeger, 1953, zitiert nach Hommel & Nattenkemper, 2011), unabhängig von der Aufmerksamkeit. Dimensional überlappende Reiz-Reaktions-Muster (Set level compatibility) oder ähnliche Muster Ausprägungen (element level compatibility) helfen bei der Bearbeitung, damit diese besser und schneller ausgeführt werden können (Kornblum et al., 1990, Prinz, 1990, zitiert nach Hommel & Nattenkemper, 2011).

## **4.2 Psychologische Prozesse**

Der DBV nimmt, wie zuvor beschrieben, Informationen auf, und interpretiert diese. Dabei werden auch passende Informationen aus dem Gedächtnis abgerufen. Mithilfe dieser zusätzlichen Informationen entscheidet der DBV.

### **4.2.1 Speichern und Abrufen von Informationen**

Wie genau das Speichern und das Abrufen von Informationen geschieht, ist nach wie vor Teil der wissenschaftlichen Diskussion. Im folgenden Abschnitt werden zwei wichtige Modelle für die Mensch-Maschine Interaktion skizziert, wobei auf die für die Untersuchung wichtigen Aspekte fokussiert wird.

#### *Multi-Speicher Modell*

Das Multi-Speicher-Modell geht von einem Sensorischen-, einem Arbeits- und einem Langzeitspeicher aus.

Im Sensorischen Speicher werden sehr viele Wahrnehmungen, für eine sehr kurze Zeit gespeichert. Mittels Aufmerksamkeit werden einzelne Aspekte in ins Arbeitsgedächtnis verschoben, wo diese länger verfügbar sind.

Baddeley (2000) versteht das Arbeitsgedächtnis als separierten Speicher, in welchem Unterschiedliche Arten der Informationen separat gespeichert werden. Dies sind visuell-räumliche, sprachliche und episodische Informationen. Die Menge an Information, welche bearbeitet werden kann hängt folglich stark von der Modalität der Information ab.

Cowan (1999) versteht das Arbeitsgedächtnis hingegen als Teil des Langzeitgedächtnisses, welches die Informationen hierarchisch strukturiert besonders zugänglich hält. Dabei wird dem Arbeitsgedächtnis auch eine wichtige Rolle bei der Verarbeitung der Informationen zugeschrieben. Beim Speichern und verarbeiten von Informationen im Arbeitsgedächtnis spielt auch das sogenannte Chunking eine wichtige Rolle. Dabei werden bedeutungshaltige Informationen zum gleichen Aspekt aggregiert und als ein Element gespeichert. Die Kapazität des Arbeitsgedächtnisses ist sehr beschränkt. Aktuell wird von rund vier Elementen ausgegangen, welche, sich der Mensch merken kann. (Cowan, 2010)

Als Beispiel sind in Anhang C mögliche Informations-Chunks eines DBVs angeführt. Bei bildhaft gespeicherten Informationen mit Größenunterschieden kommt es zu einem Zooming-Effekt, bei welchem mental hinein respektive hinaus gezoomt wird. Dieses Zoomen benötigt Zeit und ist auch von der Grösse der Objekte abhängig. Grössere Objekte brauchen mehr Zeit als kleinere (Kosslyn, Reiser & Ball, 1978). Im Langzeitspeicher können die Informationen unbegrenzt abgerufen werden, wobei sie nicht so schnell zur Verfügung stehen, wie im Arbeitsgedächtnis. Bei nicht Nutzung verblasen die Informationen auch im Langzeitgedächtnis. (Meyers, 2000)

#### *Adaptive control of thought–rational ACT-R*

Das Act Modell versucht die jeweiligen Erkenntnisse aus der Forschung zu integrieren und ein umfassendes Modell der Informationsverarbeitung zu entwickeln. Entsprechend wird an dieser Stelle nur eine grobe Zusammenfassung beschrieben, welche sich auf die Fragestellung bezieht.

Dazu werden Module und deren Schnittstellen beschrieben und fortlaufend weiterentwickelt. So, dass die neusten Erkenntnisse integriert werden können. Ein Modul hat jeweils eine spezifische Funktion und entsprechende Restriktionen. Die Koordination zwischen diesen Modulen findet durch ein zentrales übergeordnetes Modul statt.

Informationen werden aus der Umwelt aufgenommen und kontinuierlich mit bestehendem Wissen abgeglichen. Dabei wird das Wissen in Faktenwissen (deklaratives Wissen) und Regeln (prozedurales Wissen) unterteilt. Für beide steht ein Langzeitspeicher zur Verfügung, aus welchem bekanntes Wissen abgerufen werden kann. Die Ziele, welche dem prozeduralen Wissen zugerechnet werden, ermöglichen einen Abgleich zum deklarativen Wissen, welches wahrgenommen wurde. Bei Abweichungen werden Handlungen aufgrund des prozeduralen Wissens initiiert. Je häufiger dieser Abgleich zu einer spezifischen Handlung stattfindet, desto routinierter wird der Ablauf. Es findet ein Lernen statt. (Anderson et. al., 2004, Preim & Dachsel, 2010)

#### **4.2.2 Entscheiden**

Svenson (1996) sowie Jungermann, Pfister und Fischer (2010) unterscheidet bei den Entscheidungen vier Ebenen von Entscheiden, welche sich unter anderem aufgrund verschiedener Merkmale unterscheiden. Dies sind die Auswahl und Ausprägung der Optionen, die Mehrstufigkeit einer Entscheidung sowie die Häufigkeit, mit welcher ein Entscheid gefällt werden muss.

Der kognitive Aufwand ist dabei stark abhängig von den dazu benötigten Informationen und deren Aufbereitung. Dennoch braucht es unterschiedlich viel Zeit und Aufmerksamkeit für die

Entscheidung auf der jeweiligen Ebene. Svenson (1996, zitiert nach Jungermann, Pfister & Fischer, 2010) beschreibt dazu folgende vier Ebenen:

*1. Level: Routinisierte Entscheidungen*

Routinisierte Entscheidungen beruhen auf vergangenen Entscheidungen und Erfahrungen in einem vergleichbaren Kontext mit vergleichbaren Optionen. Die routinisierten Entscheide können ohne kognitiven Aufwand gefällt werden. Dabei werden bestehende Muster abgeglichen und Gewohnheiten umgesetzt. Solche Entscheide werden oft nicht mehr bewusst wahrgenommen. Kann der Entscheid nicht reibungslos umgesetzt werden oder trifft er auf Hindernisse, wird auf eine höhere Ebene der Aufmerksamkeit und der Reflexion gewechselt.

Als Beispiel kann die manuelle Gangwahl eines geübten Lenkers im Personenwagen genommen werden. Der Entscheid für einen Gangwechsel ist routinisiert und wird kaum noch wahrgenommen. Fährt der Lenker nun in einem, ihm bisher unbekanntem Fahrzeug, wird er den Gangwechsel zu Beginn wieder als bewusste Entscheid wahrnehmen, da seine Muster unpassend sind. Er muss den Entscheid auf einer höheren Ebene fällen.

*2. Level: Stereotype Entscheidungen*

Entscheide in sehr unterschiedlichen Kontexten, aber mit ähnlichen Optionen, können sehr ähnlich ausfallen. Stereotype Entscheidungen werden als bewusste Entscheide wahrgenommen. Wobei die Bewertung der möglichen Optionen nach einfachen Regeln ablaufen und die Abwägungsprozesse gewohnt sind. Oft findet auch keine eigentliche Analyse statt und die Entscheide beruhen auf intuitiven holistischen Urteilen. Abweichungen der Optionsausprägungen werden nach einfachen Regeln gelöst.

Stereotype Entscheidungen kommen beispielsweise beim Einkaufen von Nahrungsmitteln vor. Dabei werden bestimmte Bewertungsmuster angewendet, so dass man zwar immer wieder vor einem Regal steht und eine bewusste Auswahl trifft, meistens jedoch ähnliche oder gleiche Produkte nach Hause nimmt. Dies auch dann, wenn man in einem anderen Laden einkauft.

*3. Level: Reflektierte Entscheidungen*

Für die reflektierten Entscheide bestehen keine Gewohnheiten und keine Präferenzen in Bezug auf die zur Verfügung stehenden Optionen. Dies unterscheidet reflektierte Entscheide von den routinisierten und den stereotypen Entscheidungen.

Folglich wird explizit über den Entscheid nachgedacht. Dabei werden Aspekte mit einbezogen, wie persönliche Erfahrungen, Werte und Hinweise aus dem Kontext. Der

Entscheidungsprozess muss nicht zwingend zu einer Entscheidung führen, sondern kann auch zugunsten der weiteren Informationsbeschaffung aufgeschoben werden.

Steht beispielsweise eine Person, die auf ihr Auto angewiesen ist, vor der Wahl, ihr aktuelles Auto teuer zu reparieren oder ein neues anzuschaffen, werden die Aspekte verglichen und Präferenzen abgewogen. Liegen der Person zu wenige Informationen für ihre Entscheidung vor, wird sie ihren Entscheid wenn möglich hinausschieben.

#### *4. Level: Konstruktive Entscheidungen*

Bei konstruktiven Entscheiden sind die möglichen Optionen nicht vorgegeben, beziehungsweise nicht hinreichend definiert. Oft sind persönliche Werte in Bezug auf die Optionen noch nicht klar. Um eine Entscheidung fällen zu können, müssen erst eigene Ziele festgelegt und mögliche Optionen generiert werden. Erst im Anschluss kann ein definitiver Entscheid gefällt werden. Oft sind dies auch Entscheide im Alltag, wie beispielsweise das Planen von Ferien.

Die Entscheide des DBVs können sehr unterschiedlich kategorisiert werden. Der Kontext der Entscheidung ist konstant. Das Schienennetz ist gegeben, jedoch als ganzes sehr komplex. Obwohl das Verkehrsaufkommen variieren kann, bleibt der zugrunde liegende Fahrplan identisch und wiederholt sich mit seinen Konflikten laufend.

Kleine Konflikte im regulären Betrieb werden routinisiert gelöst. Die entsprechenden Entscheidungen haben eine beschränkte Auswahl an möglichen Optionen, sie sind wiederkehrend und werden durch den DBV immer in gleicher Art und Weise gelöst. Bei Abweichungen, beispielsweise einer kleinen Verspätung eines einzelnen Zuges, kommen stereotype Lösungsmuster zur Anwendung, wo auch holistische Bewertungen eine Rolle spielen.

Bei Störungen entscheidet der DBV unter anderem auf den Ebenen 3 und 4. Es gibt verschiedene ähnliche Ereignisse, jedoch nie ein exakt gleiche. Auch besteht über das Ereignis selbst zu Beginn noch viel Unklarheit. Informationen müssen für die Entscheide zusammen getragen und bewertet werden, was den kognitiven Aufwand stark ansteigen lässt. Die Ziele sind definiert, allerdings muss das passende Ziel für die aktuelle Situation des DBVs erst gewählt werden. So bestehen nicht selten Zielkonflikte wie Pünktlichkeit versus Anschlussstreue. Die Auswahl an Optionen ist stark abhängig, von der Örtlichkeit und deren Infrastruktur und vom Ereignis, welches sehr unterschiedliche Ausdehnungen und Auswirkungen auf die Infrastruktur haben kann. Folglich muss gerade auch bei grösseren Ereignissen der Entscheidungsraum definiert werden.



### 4.3 Psychologische Modelle

Durch die Wahrnehmung und Interpretation der Umwelt macht sich der DBV ein Bild der aktuellen Situation. Daraus leitet er auch seine Vorstellung davon ab, wie sich der Zugverkehr entsprechend dem Schienenverkehr entwickelt und disponiert.

Die Vorstellung über den Schienenverkehr wird mit dem Modell der Situation Awareness (SA) beschrieben. Das Modell von Endsley (1995, zitiert nach Endsley & Jones 2012) zur SA ist weit verbreitet und wurde mit Gestaltungshinweisen ergänzt. Burns et al. (2004) konnten mit ihrer Studie zeigen, dass ein User Interface die SA unterstützen kann. Die Gestaltungshinweise zur SA wurden von Andersson, Jansson, Sandblad und Tschirner (2013) für das User Interface des Schienenverkehrs in Schweden angepasst.

Die Programme RCS-D und Alea werden über die verschiedensten Quellen mit Informationen versorgt. Dies können Sensoren sein, aber auch Institutionen, welche an der Bewältigung einer Störung beteiligt sind. Der DBV braucht ein passendes Verständnis darüber, wie diese Systeme funktionieren. Mentale Modelle repräsentieren nach Endsley (2013) dieses Verständnis. Ist das mentale Modell unpassend, entstehen überraschende Systemreaktionen und Handlungen.

#### 4.3.1 Situation Awareness (SA)

Im Kontext einer Aufgabe ist SA die Grundlage für eine Entscheidung. SA besteht nach Endsley und Jones (2012) aus drei Ebenen. Es sind dies die Informationswahrnehmung (Level 1), das Verständnis der Information (Level 2) und die darauf basierenden Vorhersagen des künftigen Status (Level 3). Mittels SA baut sich eine Person eine Entscheidungsgrundlage auf. Ist die Vorstellung angemessen, kann auch die Entwicklung antizipiert und eine passende Entscheidung gefällt werden. Die darauf folgende Umsetzung gibt ihrerseits auch wieder ein Feedback und somit einen Informationsinput auf dem Level 1. Mithilfe der neuen Informationen findet nun ein fortlaufender Aktualisierungsprozess statt (Abbildung 16).

Im Zentrum stehen dabei die Prozesse der Wahrnehmung, dem Verständnis und der Vorhersage des künftigen Systemzustandes, welche gemeinsam eine SA ermöglichen. Entscheidung und Handlung werden bewusst getrennt betrachtet, da auch mit einer passenden SA falsche oder passende Entscheidungen gefällt und Handlungen ausgeführt werden können.

Wie in der Abbildung zu erkennen ist, wird dieser Prozess durch umgebende Faktoren wie das Programm Interface, Arbeitsbelastung oder die Komplexität der Aufgabe beeinflusst. Die Arbeitsbelastung beim DBV sind wie in Abschnitt 2.3 dargestellt sehr schwankend. Beim fahrplanmässigen Betrieb gibt es kaum Entscheidungsbedarf, im Gegensatz zu einer Störung. Zum einen ist der DBV für die Alarmierung und die Koordination der Bewältigung

vor Ort zuständig, zum anderen muss er die Züge disponieren und die Kundeninformation sicherstellen. Dazu spricht er sich während einer grösseren Störung laufend mit den an der Ereignisbewältigung beteiligten Stellen ab und wird dadurch zur Informationsdrehscheibe. Individuelle Faktoren, welche einen Einfluss haben, sind Fähigkeiten und Kompetenzen, aber auch die Ziele und Erwartungen.

Die Ziele sind dabei ein wichtiger Faktor. Für die Aufgabenerfüllung verfolgt in diesem Fall der DBV bei einer Störung das übergeordnete Ziel, die Auswirkungen für die Kunden zu minimieren. Dies gelingt ihm nur, wenn er die möglichen Entwicklungen des Schienenverkehrs vorwegnehmen kann und dadurch die Störung isolieren kann. Daraus leitet er ein oder mehrere Teilziele ab. Mit den entsprechenden Erwartungen wird dann ein Top-down Suchprozess gestartet. Nimmt der DBV die gesuchte Information wahr (Level 1), und kann er sie angemessen verstehen (Level 2) und die Bedeutung für die Situation erkennen (Level 3), dann hat er sein Situationsbewusstsein aktualisiert. Damit können entsprechende Entscheide gefällt und umgesetzt werden.

Werden wichtige Informationen salient dargestellt, können diese vom DBV auch erkannt werden, wenn er entsprechend seiner bisherigen Ziele andere Informationen sucht. Dadurch können die Ziele aktualisiert werden.

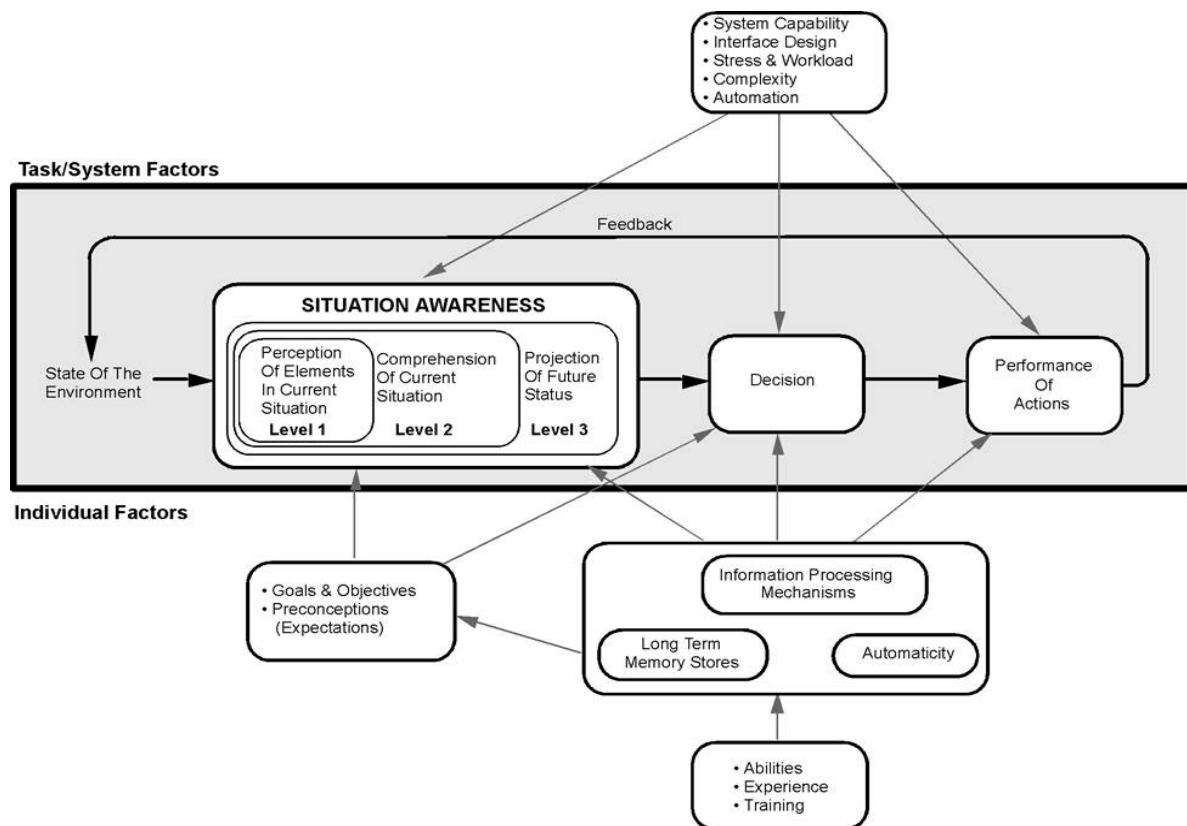


Abbildung 16: Situation Awareness als Grundlage für einen Entscheidung (Endsley, 1995, zitiert nach Endsley 2012)

### **4.3.2 Mentale Modelle**

Der Begriff der mentalen Modelle wird von Endsley (2003) beschrieben als „a systematic understanding of how something works“ (S. 22). Mentale Modelle sind folglich eine Vorstellung darüber, wie ein System funktioniert. Dies sind in der Regel vereinfachte Vorstellungen, welche aufgrund der jeweiligen Erfahrung und dem Wissen aufgebaut werden. Beispielsweise kann dies die Vorstellung darüber sein, wie das RCS-D die Position der Züge auf dem Bildschirm im Verhältnis zur realen Position auf der Schiene darstellt. Die mentalen Modelle beeinflussen über die Informationswahrnehmung und Interpretation der dargestellten Daten den eigentlichen Entscheid. Entsprechend wichtig sind passende mentale Modelle, die das Funktionieren der Systeme adäquat repräsentieren. Mentale Modelle repräsentieren nach Endsley (2013) dieses Verständnis. Weil die mentalen Modelle nicht vollständig sind, kann es zu überraschenden Systemreaktionen und Handlungen kommen.

Der DBV disponiert den laufenden Betrieb im Sektor. Dieser wird von sehr vielen unterschiedlichen Personen und Gruppen betrieben respektive genutzt. Diese Subsysteme haben ihre Eigenheiten und spezielle Funktionsweisen, die auf ihre jeweilige Aufgabe im laufenden Betrieb abgestimmt sind. Der DBV, welcher bei Störungen disponiert, benötigt folglich eine Vielzahl von mentalen Modellen für die jeweilige Zusammenarbeit den Subsystemen und ihrer Interaktion. Der Austausch zwischen diesen Subsystemen und dem DBV findet zu einem grossen Teil über die Computerprogramme RCS-D und Alea statt.

### **4.3.3 Recognition Primed Decision making**

In Situationen mit hohem Zeitdruck, in dem kaum die Zeit bleibt, alle Optionen sauber abzuwägen, beschreibt Klein (1993, zitiert nach Hutton & Klein 1999) das Modell des "Recognition Primed Decision Making". Dabei werden Entscheide aufgrund der Mustererkennung gefällt und Handlungen ausgeführt, die zu den erkannten Mustern passen. Die Muster werden mit der Erfahrung des Entscheidungsträgers aufgebaut. Sie ermöglichen ihm auch eine Abschätzung, wie sich die Situation entwickeln könnte. Dadurch ist ein Experte in der Lage sehr schnell auch in komplexen Situationen passende Handlungen einzuleiten.

Der DBVs erkennt anhand des ZWL-Musters im Sektor, wie die Situation ist und ob der Verkehr nach Plan verläuft. Bei einer Störung kennt der DBV aus seiner Erfahrung einzelne Möglichkeiten und Einschränkungen bei diesem Ort und den verkehrenden Zügen. Entsprechend schnell kann der DBV erste Dispositionen für das Isolieren der Störung vornehmen.

## 5 Normatives Modell; DIN EN ISO 9241

In der SBB werden die zu untersuchenden Programme RCS-D und Alea im laufenden Betrieb eingesetzt. Das Interesse seitens der SBB besteht in der Weiterentwicklung der Computersysteme (vgl. Kapitel 1). Aufgrund einer Studie von Zeller (2013) wird nun die Usability von RCS-D und Alea beim DBV mit dieser Masterarbeit vertieft untersucht. Entsprechend wird, wie in der Einleitung und der Fragestellung erwähnt, die ISO Norm 9241 als Grundlage für die Untersuchung genutzt.

In der ISO-Norm 9241 werden ergonomische Anforderungen für Bürotätigkeiten mit Bildschirmgeräten festgelegt (DIN, 2011). Dabei werden auch Anforderungen an die Interaktion von Mensch und Maschine beschrieben. Die Norm besteht aus verschiedenen Teilen, die unterschiedliche Aspekte abdecken.

### 5.1 EN ISO-Norm 9241-11: 2006, Anforderungen an die Gebrauchstauglichkeit - Leitsätze

Die Usability wird im Teil 11 der Norm definiert und bezeichnet dabei das Ausmass, in dem ein Benutzer in einem bestimmten Umfeld seine Ziele mit einem technischen System<sup>2</sup> effektiv, effizient und zufriedenstellend erreichen kann (DIN, 2011). Richter und Flückiger (2010) betonen, dass mit dieser Definition nicht das Produkt als solches beurteilt wird, sondern die Passung im betrachteten System.

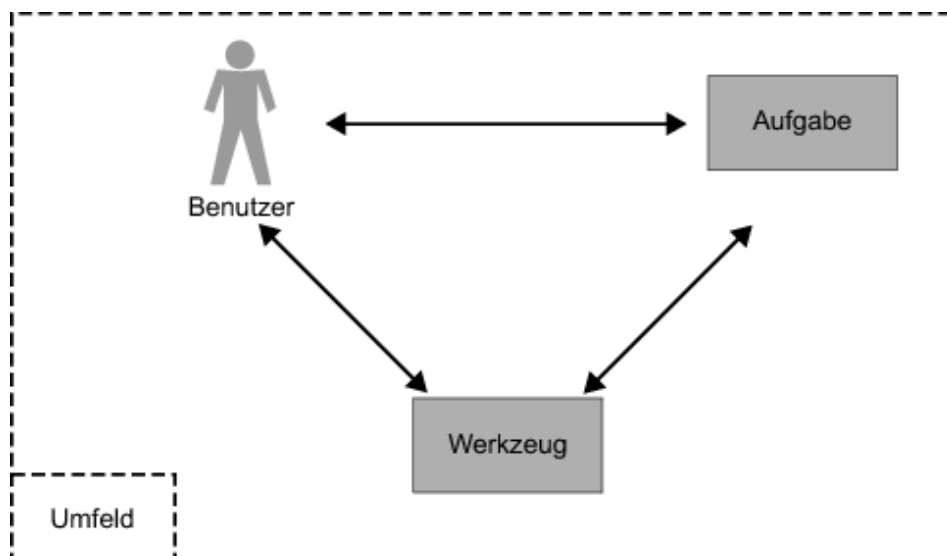


Abbildung 17: Nutzungskontext eines Programms (Richter & Flückiger, 2010)

<sup>2</sup> Der Begriff System wird in der ISO-Norm als Synonym für ein Computersystem genutzt.

## **5.2 DIN EN ISO-Norm 9241-210: 2010, Prozess zur Gestaltung gebrauchstauglicher, interaktiver Systeme**

Um die Qualität bei der benutzerorientierten Gestaltung von Systemen sicherzustellen, ist es wichtig, dass die Nutzenden bei allen Prozessschritten mit einbezogen werden. Auch wird explizit eine mögliche Iteration beim den einzelnen Schritten in Betracht gezogen, damit Erkenntnisse die während der Umsetzung entstehen in den Prozess mit einfließen können (DIN, 2011, Sarodnik & Brau, 2011).

## **5.3 DIN EN ISO-Norm 9241-110: 2008, Grundsätze der Dialoggestaltung**

Der Teil 110 der ISO-Norm beschreibt die Grundsätze, welche für die Dialoggestaltung als wichtig anerkannt wurden (DIN, 2011). Da der Nutzungskontext für die Passung entscheidend ist (vgl. Abschnitt 5.1), müssen die Grundsätze für die Erhebung mit Kriterien ergänzt werden, damit sie im Kontext der Zugdisposition in der Schweiz bewertbar werden. Im folgenden Abschnitt werden die fünf gewählten Kriterien (vgl. Abschnitt 3.2) mit einer Auswahl an Beispielen aus der Norm abgebildet. Bei den Beispielen wird jeweils ein Bezug zur Nutzung der Programme RCS-D und Alea dargestellt.

### **5.3.1 Aufgabenangemessenheit**

Ein interaktives System ist aufgabenangemessen, wenn es den Benutzer unterstützt, seine Arbeitsaufgabe zu erledigen, d.h., wenn Funktionalität und Dialog auf den charakteristischen Eigenschaften der Arbeitsaufgabe basieren, anstatt auf der zur Aufgabenerledigung eingesetzten Technologie. (DIN, 2011, S. 139)

#### *Beispiele*

- Der Dialog sollte dem Benutzer Informationen anzeigen, die im Zusammenhang mit der erfolgreichen Erledigung der Aufgabe stehen. (DIN, 2011, S. 139)  
Beispielsweise sollten Züge, welche ausgefallen sind, im ZWL nicht mehr angezeigt werden.
- Wenn für eine Arbeitsaufgabe ganz bestimmte Eingabewerte typisch sind, sollten diese Werte dem Benutzer automatisch als voreingestellte Werte verfügbar sein. (DIN, 2011, S. 140)  
Beispielsweise liegt bei der Falleröffnung mit einer Zugnummer der Ereignisort beim Zugstandort respektive etwas davor.
- Die vom interaktiven System verlangten Dialogschritte sollten zum Arbeitsablauf passen, d.h., notwendige Dialogschritte sollten enthalten sein und unnötige sollten vermieden werden. (DIN, 2011, S. 140)

Beim Öffnen der ECL werden nun die für die Bearbeitung notwendigen Aufgaben angezeigt.

### 5.3.2 Selbstbeschreibungsfähigkeit

Ein Dialog ist in dem Masse selbstbeschreibungsfähig, in dem für den Benutzer zu jeder Zeit offensichtlich ist, in welchem Dialog an welcher Stelle im Dialog er sich befindet, welche Handlungen unternommen und wie diese ausgeführt werden können. (DIN, 2011, S. 141)

#### *Beispiele*

- Während der Interaktion mit dem System sollte die Notwendigkeit, Benutzer-Handbücher und andere externe Informationen heranzuziehen, minimiert sein. (DIN, 2011, S. 141)

Der DBV muss aufgrund der entsprechenden Informationen die Filter in Alea auf seine Bedürfnisse anpassen können.

- Der Benutzer sollte über Änderungen des Zustandes des interaktiven Systems informiert werden z. B. wann Eingaben erwartet werden durch Bereitstellung eines Überblicks über die nächsten Dialogschritte. (DIN, 2011, S. 141)

Der DBV sollte erkennen, welche Informationen für einen Dialogschritt zwingend notwendig sind.

- Dialoge sollten so gestaltet sein, dass die Interaktion für den Benutzer offensichtlich ist. (DIN, 2011, S. 141)

Es muss für den DBV ersichtlich sein, wenn er Züge in RCS-D disponieren muss, da es einen Konflikt gibt.

### 5.3.3 Erwartungskonformität

Ein Dialog ist erwartungskonform, wenn er den aus dem Nutzungskontext heraus vorhersehbaren Benutzerbelangen sowie allgemein anerkannten Konventionen entspricht. (DIN, 2011, S. 142)

#### *Beispiele*

- Das interaktive System sollte das Vokabular verwenden, das dem Benutzer bei der Ausführung der Arbeitsaufgabe vertraut ist oder von ihm auf Grund seiner Kenntnisse und Erfahrungen verwendet wird. (DIN, 2011, S. 142)

Die Dispositionsmaßnahmen und Befehle sollten in Alea und RCS-D gleich benannt sein.

- Informationen sollten so strukturiert sein, wie es vom Benutzer als natürlich empfunden wird. (DIN, 2011, S. 142)

Informationen zum selben Zug sollten in einem Fall gemeinsam dargestellt werden.

- Dialogverhalten und Informationsdarstellung eines interaktiven Systems sollten innerhalb von Arbeitsaufgaben und über ähnliche Arbeitsaufgaben hinweg konsistent sein. (DIN, 2011, S. 142)

Der Aufbau der dargestellten Informationen sollte in der gleichen Reihenfolge geschehen.

#### **5.3.4 Steuerbarkeit**

Ein Dialog ist steuerbar, wenn der Benutzer in der Lage ist, den Dialogablauf zu starten sowie seine Richtung und Geschwindigkeit zu beeinflussen, bis das Ziel erreicht ist. (DIN, 2011, S. 144)

##### *Beispiele*

- Der Benutzer sollte die Steuerung darüber haben, wie der Dialog fortgesetzt wird. (DIN, 2011, S. 144)  
Bei Bedarf muss die Falleröffnung in Alea abgebrochen werden können.
- Wenigstens der letzte Dialogschritt sollte zurückgenommen werden können, soweit Handlungsschritte reversibel sind und falls es der Nutzungskontext erfordert. (DIN, 2011, S. 145)  
Eine Disposition im RCS-D, muss zurückgenommen werden können.
- Wenn die Datenmenge, die für die Arbeitsaufgabe von Bedeutung ist, gross ist, dann sollte der Benutzer die Möglichkeit haben, die Anzeige der dargestellten Datenmenge zu steuern. (DIN, 2011, S. 145)  
Mittels Layern sollten Informationen in RCS-D ein- und ausgeblendet werden können.
- Wenn Daten verändert wurden, sollten die Originaldaten für den Benutzer verfügbar bleiben, wenn dies für die Arbeitsaufgabe erforderlich ist. (DIN, 2011, S. 145)  
Der ursprünglich geplante Fahrweg sollte bei Bedarf in RCS-D sichtbar sein.

#### **5.3.5 Fehlertoleranz**

Ein Dialog ist fehlertolerant, wenn das beabsichtigte Arbeitsergebnis trotz erkennbar fehlerhafter Eingaben entweder mit keinem oder minimalem Korrekturaufwand seitens des Benutzers erreicht werden kann. (DIN, 2011, S. 145)

##### *Beispiele*

- Das interaktive System sollte den Benutzer dabei unterstützen, Eingabefehler zu entdecken und zu vermeiden. (DIN, 2011, S. 145)  
Bei der Eingabe einer Ortschaft in Kombination mit einem Zug soll darauf hingewiesen werden, dass diese Kombination nicht passend ist.

- Das interaktive System sollte verhindern, dass irgendeine Benutzer-Handlung zu undefinierten Systemzuständen oder zu Systemabbrüchen führt. (DIN, 2011, S. 145)  
Beim Verändern einer Zugfahrt soll die Disposition in RCS-D gleich angezeigt werden, so wie sie bei den provisorischen Dispositionen angezeigt wurde.
- Aktive Unterstützung zur Fehlerbeseitigung sollte dort, wo typischerweise Fehler auftreten, zur Verfügung stehen. (DIN, 2011, S. 146)  
Gibt es bei Dispositionen in RCS-D verzogene Linien, welche nicht möglich sind, sollte eine Fehlermeldung zur entsprechenden Disposition angezeigt werden.



## 6 Methodisches Vorgehen

In den folgenden Abschnitten wird das Untersuchungsdesign die Untersuchungs- und Auswertungsmethoden beschrieben sowie die Datenerhebung beschrieben.

### 6.1 Untersuchungsdesign

Die Programme RCS-D und Alea stehen, wie aus dem Kapitel 2 ersichtlich, im täglichen Einsatz. Die Aufgabe des DBVs bei einer Störung beinhaltet zudem viel telefonische Interaktion mit verschiedenen Beteiligten. Aktuell besteht keine Möglichkeit, einen Sektor im Betrieb zu simulieren. Weshalb nur Daten aus dem laufenden Betrieb zur Auswertung kommen können. Die Studie von Zeller (2013) untersucht die Benutzbarkeit unter anderem von RCS-D und Alea anhand eines Fragebogens und brachte bei den Programmen RCS-D und Alea, welche mehrheitlich vom DBV genutzt werden Handlungsbedarf zu Tage. Das Interesse seitens der SBB besteht in der Weiterentwicklung der Computersysteme (vgl. Kapitel 1) für den DBV. Aufgrund der komplexen Thematik war es in dieser Studie nicht möglich, Gestaltungsvorschläge vollständig auszuarbeiten, da die Umsetzungsfähigkeit auch von technischen Aspekten der Programme und weiteren Rollen in der BZ abhängig ist. Das Vorgehen kann von der ISO-Norm 9241-110: 2008 (vgl. Abschnitt 5.3), abgeleitet werden. Dabei wird in einem iterativen Prozess vorlaufend der Nutzungskontext vertieft verstanden, Benutzeranforderungen und Lösungsvorschläge erarbeitet und evaluiert. Diese Untersuchung kann grob in drei Abschnitte, Vorstudie, Hauptuntersuchung und Überprüfen der Ergebnisse und Ausarbeiten der Gestaltungsvorschläge, unterteilt werden. Die Vorstudie diente hauptsächlich zum Erkunden des Nutzungskontextes. Die Hauptuntersuchung diente dem Verständnis der Aufgabe und des Nutzungskontextes sowie dem Spezifizieren der Benutzeranforderungen und dem Überprüfen von möglichen Lösungsvorschlägen. Im letzten Schritt wurden die Erkenntnisse und Lösungsvorschläge vertieft überprüft.

Aufgrund der Komplexität des Gesamtsystems war es wichtig, in allen drei Schritten immer im Austausch mit den DBVs zu stehen, da sie Experten bezüglich der Nutzung sind. In diesem Sinne wurden auch nur DBVs beobachtet / interviewt, welche ihre Einarbeitung zum DBV abgeschlossen haben und bereits Erfahrung in der Funktion sammeln konnten.

### *Vorstudie*

In der komplexen Arbeitsumgebung, in welcher dem Forschenden bisher keine Erfahrungen vorlagen, wurden bereits im Rahmen des Exposé explorative teilnehmende Beobachtungen durchgeführt, um das Feld zu erkunden. Zusätzlich wurden drei halbstandardisierte Interviews geführt, um die Zusammenhänge zu verstehen.

Daraus wurde das Exposé mit den Fragestellungen und dem Vorgehen entwickelt. Diese Erkenntnisse wurden im folgenden Forschungsprozess weiter verwendet.

### *Hauptuntersuchung*

In der Hauptuntersuchung wurde mit den auf den Kontext des DBVs angepassten Usability Kriterien (vgl. Abschnitt 5.3) der ISO-Norm 9241-110 eine summative heuristische Evaluation (vgl. Abschnitt 6.2.1) durchgeführt.

Die Breite an verarbeiteten Informationen, welche dem DBV eine SA in seinem Sektor ermöglicht, ist sehr vielfältig. Aufgrund der unterschiedlichen Gegebenheiten bezüglich Infrastruktur und Verkehr, welche sich in den jeweiligen Sektoren unterscheiden, wurde der Schwerpunkt auf einen Sektor gelegt. Um dieser Vielfalt dennoch gerecht zu werden, wurde dieser Informationsbedarf mit einer Goal-Directed Task Analysis (GDTA) strukturiert erfasst. Die Aufgabenerfüllung des DBVs findet, wie mehrfach erwähnt, in einem Kontext statt und kann nicht auf das Bedienen der Programme reduziert werden. Es ging folglich darum, eine ganzheitliche Sicht auf die Aufgabenerfüllung bei einer Störung zu erhalten, um zu erkennen, an welchen Stellen die Programme nicht optimal auf die Aufgabe des DBVs abgestimmt sind. Daher standen Beobachtungs-Interviews (vgl. Abschnitt 6.2.3) im Zentrum der Hauptuntersuchung. Die Interviews (vgl. 6.2.4) dienten der Vertiefung, unter anderem bei Störungen, welche nicht beobachtet werden konnten. Sie wurden transkribiert und qualitativ ausgewertet (vgl. Abschnitt 6.2.5)

Da eine Beobachtung immer auch eine Intervention darstellt, verändert sich das Bewusstsein der Beobachteten in Bezug auf den Untersuchungsgegenstand (Flick, 2009). Bei dieser Untersuchung bietet dieser Aspekt den Vorteil, dass Nutzende die Programme zukünftig mit einem veränderten Blick bedienen und bei einer wiederholten Beobachtung neue Aspekte einer bereits besprochenen Situation einbringen können.

Zur Vertiefung der Materie und für die Systemkenntnisse wurden zusätzlich entsprechende Handbücher studiert und mit den DBVs besprochen. Dadurch konnten die Programme und deren Nutzung vertieft besprochen werden.

### *Überprüfen Ergebnisse und ausarbeiten von Gestaltungsvorschläge*

Die Ergebnisse wurden, wie erwähnt, fortlaufend verifiziert. Am Ende der Erhebungen wurden diese zusammengestellt, systematisch aufbereitet und aufgrund der Ressourcen in

der BZ in drei halbstandardisierten Interviews mit jeweils einem DBVs überprüft. Dabei wurden auch Gestaltungsvorschläge diskutiert. Die Rückmeldungen zu den aus Sicht der DBVs wichtigen Themenfeldern wurden bei der Auswahl und der Ausarbeitung der Gestaltungsvorschläge berücksichtigt, um die zweite Fragestellung hinsichtlich den Optimierungsmöglichkeiten zu beantworten.

## **6.2 Erhebungs- und Auswertungsmethoden**

In den folgenden Abschnitten werden die in der Untersuchung verwendeten Erhebungs- und Auswertungsmethoden umrissen.

### **6.2.1 Heuristische Evaluation**

Die heuristische Evaluation ist ein Experten orientiertes Verfahren, in welchem Experten anhand von Kriterien die Benutzbarkeit eines Programms einschätzen. Dabei werden Prinzipien wie die Kriterien der ISO-Norm 9241-110 auf die Programme respektive die Nutzung angewendet. Die Expertise im Bereich der Bedienbarkeit birgt die Gefahr, dass die gefundenen Schwierigkeiten nicht den realen Aufgaben entsprechen oder nur auf einen kleinen Ausschnitt, welcher fokussiert wurde, beschränkt ist. Vorteil dieser Methode sind die detaillierten Rückmeldungen. (Sarodnik & Brau, 2010)

Für diese Masterarbeit wurde aufgrund der Vorgaben nicht mit einem Team gearbeitet. Um der Gefahr entgegenzuwirken einen zu kleinen Ausschnitt der Arbeit eines DBVs zu betrachten wurde bewusst keine einzelne Störung betrachtet und dem Austausch mit den DBVs einen hohen Stellenwert beigemessen.

### **6.2.2 Goal-Directed Task Analysis**

Endsley und Jones (2012) beschreiben die Methode der GDTA. Sie ist eine Form der kognitiven Aufgabenanalyse und dient dem Zweck, anhand der Ziele eines Operateurs ein Verständnis für die Aufgabe zu erhalten und zu verstehen, welche Ziele bei der Aufgabenerfüllung verfolgt werden. Anhand dieser Ziele können die zu fällenden Entscheidungen und die Informationsbedürfnisse abgeleitet werden. Die GDTA ist hierarchisch aufgebaut und geht vom übergeordneten Ziel des Operateurs aus. Damit ein Ziel erreicht werden kann, müssen Entscheidungen gefällt werden, welche spezifische Informationsbedürfnisse haben. Diese Informationsbedürfnisse können anschliessend auf die unterschiedlichen Ebenen der SA heruntergebrochen und analysiert werden. Dabei werden auch Informationsbedürfnisse berücksichtigt, welche noch nicht erfüllt sind oder auch nicht erfüllt werden können. (Endsley und Jones, 2012)

In Anlehnung an Endsley und Jones (2012) wurde eine GDTA erstellt (vgl. Anhang F). Ziel der Erstellung war das strukturierte Verständnis der Aufgabe und der Ziele eines DBVs in

Anbetracht der vielen einzelnen Entscheidungen, welche ein DBV bei einer Störung fällt. Daher erscheint es wichtig zu verstehen, welche Ziele den DBV beim entschieden leiten und welche Informationen der DBV für seine Entscheidungen benötigt. Der einzelne Entscheid, weshalb ein spezifischer Zug nun in einer Ortschaft gestoppt wird und ein weiterer nicht, ist ausgesprochen spezifisch. Aufgrund der Komplexität des Bahnbetriebes, wurden die Informationsbedürfnisse zusammengefasst, da eine ausführliche Auseinandersetzung, beispielsweise mit den einzelnen Aspekten der Infrastruktur, bereits sehr umfangreich geworden wäre.

### **6.2.3 Beobachtungs-Interviews, Contextual Inquiry**

Das beobachtbare Verhalten eines DBVs kann Auskunft über Erschwernisse bei der Bedienung geben. Contextual Inquiry bietet eine methodische Grundlage für die Beobachtungs-Interviews. Ziel dabei ist es, neben der reinen Nutzung der Programme auch den Kontext zu verstehen. Wie läuft ein Arbeitsprozess ab, wer ist beteiligt, welche Schritte sind notwendig und welche Hilfsmittel werden genutzt. Der Nutzende und seine Aufgabe stehen dabei im Zentrum. Zusätzlich werden bei den Beobachtungen Fragen zum Verlauf der aktuellen Situation und der Nutzung gestellt. Der Vorteil liegt in der Unmittelbarkeit von Ereignis und Befragung. Dabei können gegebenenfalls auch Erschwernisse bei der Bedienung der Programme erkannt werden, die durch den Nutzenden als gegeben hingenommen werden. Zusätzlich besteht die Möglichkeit Arbeitsstrukturen zu erkennen, welche aufgrund von mangelnder Usability vorhanden sind. Die Methode des Contextual Inquiry zielt dabei auf eine ganzheitliche Sicht des soziotechnischen Systems. (Beyer & Holzblatt, 1998, Richter & Flückiger, 2010, Berndt, Furniss & Blandford 2014)

Für diese Untersuchung liegt der Schwerpunkt auf der Interaktion mit den Programmen bei einer Störung und dem Umfeld, welches diese Interaktion beeinflusst respektive unterstützt. Bei Störungen im Tagesgeschäft, konnte die Dispositionen und die Bedienung der Programme beobachtet werden. Das Verständnis über die kognitiven Vorgänge konnte im Anschluss mit vorbereiteten Frage zu spezifischen Aspekten einer Situation diskutiert werden (vgl. Anhang D). Bei der Funktion DBV bestand aufgrund der stark schwankenden Arbeitsbelastung die Möglichkeit, den Austausch mit dem DBV in den ruhigen Phasen zu nutzen. Entsprechend schwierig war der Austausch, wenn eine hohe Arbeitsbelastung bestand. Während dieser Zeit wurde der Fokus auf die Beobachtungen gelegt, um zu einem ruhigeren Zeitpunkt nachzufragen. Selbsterklärend, dass die Bewältigung immer Vorrang hatte. Für die Dokumentation wurden Feldnotizen und Fotos angelegt.

#### **6.2.4 Interviews, Critical Incident Technik**

Die Critical Incident Technik (CIT) nach Flanagan (1954, zitiert nach Stanton et al., 2013) ist eine generische Methode, die anhand kritischer Ereignisse die kognitiven Konstrukte sowie die Entscheidungsfindung rekonstruiert. Als kritisches Ereignis wird dabei eine Situation verstanden, welche aussergewöhnlich war und daher in Erinnerung blieb – auch im Positiven. Mittels halbstandardisiertem Experteninterview wird ein Ereignis ausgewählt und anschliessend anhand des Ereignisverlaufes rekonstruiert. Die CIT eignet sich besonders in komplexen Systemen zur Rekonstruktion von Entscheidungsverläufen in speziellen Situationen. (Stanton et al., 2013)

Das retrospektive Vorgehen im Interview erlaubte es, individuell auf die Erfahrungen des jeweiligen DBVs einzugehen. Damit die Unterstützung durch die Programme RCS-D und Alea bei Störungen anhand von konkreten Situationen erhoben werden konnte. Bei den Interviews wurde aufgrund der Fragestellung bewusst nicht nur auf negative Situationen fokussiert, sondern auf die Unterstützung durch die Programme bei einer Störung. Erst in einem zweiten Schritt wurde auf eine ungenügende Unterstützung eingegangen (vgl. Anhang E).

#### **6.2.5 Qualitative Auswertung**

Die Beobachtungen und Interviews wurden inhaltsanalytisch in Anlehnung an Mayring (2015) anhand der Beobachtungsnotizen und der Interview-Transkriptionen ausgewertet.

Die Auswertung orientierte sich an den von Mayring (2015) zur qualitativen Sozialforschung beschriebenen Aspekten, bei welchen er betont, dass die Analyse an den natürlichen Bedingungen sowie der Perspektivenübernahme bei alltäglichen Prozessen des Verstehens und Interpretierens anknüpft. Dazu wurden die Daten zusammenfassend unter Berücksichtigung der Deutungssysteme im Kontexte, anhand der spezifizierten Fragestellung klassifiziert. In einem weiteren Schritt wurden die Daten inhaltlich strukturiert und ihre Ausprägung theoriegeleitet bewertet.

### **6.3 Datenerhebung und Stichprobe**

In Absprache mit der SBB wurde bereits vor der Unterzeichnung dieses Exposé die BZ Ost als Untersuchungsort ausgewählt.

Wie bereits in Abschnitt 6.1 erwähnt, ging es darum den DBV als Experten zu beobachten und zu befragen. Zu diesem Zweck wurde in Absprache mit den Verantwortlichen der BZ Ost geeignete Personen und Zeitfenster identifiziert. Die Beobachtungen fanden zwischen 6 und 21 Uhr statt. Wobei die Zeitfenster unterschiedlich lang waren.

Für die Vorstudie wurde zwei Mal das Stellwerk Olten besucht, um einen Eindruck der Arbeit und der Programme zu erhalten. Zusätzlich konnte eine Beobachtung von sechs Stunden mit zwei DBVs in zwei Sektoren in der ehemaligen Betriebsleitzentrale Luzern genutzt werden. Weiter wurden drei Interviews geführt. Ein Interview mit einem aktiven DBV-Teamleiter, ein Interview mit einem LKR und das dritte mit einem Projektmitarbeitenden, welcher direkt mit den Programmen zu tun hat.

Bei der Hauptuntersuchung wurden sieben unterschiedliche DBVs mit mindestens drei Jahren Funktionserfahrung 34 Stunden beobachtet. Von den vier Sektoren lag der Schwerpunkt im Sektor Winterthur. Bei zwei Störungen wurde explizit der Sektor gewechselt, um zu sehen wie der DBV in einer Störung mit den Systemen arbeitet. Weiter wurden zwei Interviews an drei Stunden mit zwei erfahrenen DBVs geführt, in welchen mittels der CIT das Erleben mit den DBVs besprochen wurde.

Für das Überprüfen der Ergebnisse wurden drei Interviews geführt. Ein Interview mit einem Teamleiter, welcher auch als DBV arbeitet und zwei Interviews mit DBVs.

## 7 Ergebnisse und Interpretation

Im folgenden Kapitel werden die Ergebnisse der Untersuchungen ausgeführt. Aufgrund der Interessen der SBB (vgl. Kapitel 1) liegt der Fokus auf den Erkenntnissen, für welche eine psychologisch fundierte Gestaltungsempfehlung abgeleitet werden konnte.

Die Erkenntnisse wurde wie in Kapitel 6 beschrieben mittels teilnehmenden Beobachtungen, Interviews und der Dokumentenanalyse gewonnen. Um beurteilen zu können, welche Informationen ein DBV benötigt, wurde wie in Abschnitt 6.1 erwähnt, eine GDTA durchgeführt. Mit den für seine Zielerreichung wichtigen Informationen und einem passenden mentalen Modell über die Situation auf dem Schienennetz, kann der DBV einen angemessenen Entscheid fällen und kommunizieren.

Für die Übersicht sind die Ergebnisse in einer Tabelle geordnet. Die Nummer zu Beginn verweist auf das Unterkapitel mit der ausführlichen Beschreibung.

Die Zuordnung der Ergebnisse und Gestaltungsempfehlungen zu den jeweiligen Grundsätzen bezieht sich auf den jeweils Zentralen Aspekt der Problematik. Gegebenenfalls wurden auch andere Aspekte integriert damit nicht mehrfach ein ähnliches Phänomen und entsprechende Lösungsansätze beschrieben werden.

### 7.1 Aufgabenangemessenheit

Gemäss der ISO Norm 9421 -110 sollen die Programme die Nutzenden bei der Aufgabenerfüllung unterstützen. Die Funktionalität und der Dialog sollen den charakteristischen Eigenschaften der Aufgabe gerecht werden (vgl. Abschnitt 5.3.1).

Wie bei den spezifischen Fragestellungen (vgl. Abschnitt 3.2) bereits ausgeführt, ist die Informationsverarbeitung ein zentraler Aspekt der Aufgabe eines DBVs.

Beantwortung der spezifischen Fragestellung, „Bekommt der DBV die Informationen in angemessener Form um den Zugverkehr effektiv zu disponieren?“

Der DBV bekommt mit den bestehenden Programmen ausreichend Informationen zum aktuellen Zugverkehr im eigenen Sektor und Einschränkungen ausserhalb seines Sektors. Bei einem Ereignis in seinem Sektor, kann der DBV dieses nur eingeschränkt mit den Programmen erkennen. Einschränkungen der Infrastruktur werden in den Bildern nicht immer und nicht auf allen Bildern konsistent dargestellt. Mit dem Fragezeichen bekommt er einen Hinweis darauf, dass ein Zug nicht wie erwartet ein Signal passiert hat. Oft wird das Fragezeichen jedoch auch angezeigt ohne dass es eine Störung gibt.

Im Falle einer Störung wird ein grosser Teil der Informationen vom Ereignisort mit dem DBV mündlich ausgetauscht. Auch aufgrund der angezeigten Zugposition ist für den DBV nicht

immer grafisch oder textlich ersichtlich, welche Funktionalität der Infrastruktur ihm tatsächlich noch zur Verfügung steht. Entsprechend fehlen dem DBV zu Beginn der Störung teilweise die Informationen wo noch gefahren werden kann. Diese Informationen bezieht er in der Regel vom ZVL oder LF damit er Handlungsfähig bleibt. Informationen zu einem einzelnen Zug sind sehr ausführlich vorhanden, aber nicht schnell zugänglich. Entsprechend wird aufgrund der schnell zugänglichen Zuglänge auf die Komposition geschlossen. Die provisorischen Dispositionen visualisieren den neuen Zuglauf. Einschränkungen sind Grafisch nur ersichtlich, wenn sie auf den bestehenden Bildern des DBV, teil des abgebildeten Bereiches sind. Konflikte, welche durch den neuen Zuglauf entstehen, sind im abgebildeten Bereich sichtbar, aber nicht markiert. Es gibt keine Hinweise, ob weitergehende Konflikte entstehen können.

<b>Übersicht über die Ergebnisse zur Aufgabenangemessenheit sowie Gestaltungsempfehlungen</b>				
<b>Nr.</b>	<b>Beschreibung</b>	<b>Psychologische Aspekte</b>	<b>Gestaltungsempfehlung</b>	<b>Pro-gramm</b>
7.1.1	Unklare Funktionalität der Infrastruktur bei einer Störung	fehlende Entscheidungsgrundlage	visuelle Darstellung einer Störung, in welcher die Funktionalität ersichtlich ist	RCS-D & Alea
7.1.2	Anzeige von netzspezifischen Gegebenheiten und Einschränkungen	mentales Modell der Fahrwege mit Schlüsselstellen, Abruf von Wissen, kognitiver Aufwand	stärkere Verknüpfung von Informationsquellen, konsistente Darstellung der Informationen, stärkeres Unterstützen des mentalen Zoomens	RCS-D
7.1.3	Relevante Informationen zu einem einzelnen Zug	Abrufen von gelerntem Wissen, kognitiver Aufwand	gesammelte Darstellung mit den wichtigsten Informationen eines Zuges	RCS-D
7.1.4	Bewerten einer Disposition vor der Ausführung	Entscheidungsunterstützung, Mustererkennung	Anzeige von Auswirkungen einer Disposition	RCS-D
7.1.5	Nutzung der ECL in einer Störung	ungewohnte Struktur, verdeckte Informationen, Sichtbarkeit von Einträgen	optimierte Positionierung, Reduktion der geforderten Inhalte, Anzeige der ECL Inhalte als Meldung	Alea



7.1.6	Informationen im zentralen Blickfeld	absorbieren der Aufmerksamkeit, kein Reiz-Reaktionsmuster, erinnern von Informationen	Neuorganisation des Alea-Fenster, Möglichkeit die Fenster von Alea frei zu positionieren	Alea
7.1.7	Helligkeitsunterschied zwischen den Programmen	Ermüdung, Farberkennung, Lesbarkeit	ähnlichere Hintergrundfarben, Lichtkonzept mit den Programmen	RCS-D & Alea
7.1.8	Entscheidungsunterstützung bei Betriebskonzepten	Ungewohnte Ansicht, Entscheidungsunterstützung, Erfahrungen nutzen	Gültige Betriebskonzepte anzeigen. Sammlung eigener Betriebskonzepte ermöglichen.	Alea

Tabelle 1: Übersicht zu den Ergebnissen der Aufgabenangemessenheit

### 7.1.1 Unklare Funktionalität der Infrastruktur bei einer Störung

#### *Beschreibung*

Unmittelbar bei einer Störung im Bereich einer Weiche (an der Weiche selbst, vor, während oder nach dem Überfahren) ist für den DBV in den aktuellen Darstellungen von RCS-D oder in Alea nicht ersichtlich, wo sich der Zug exakt befindet (vgl. Abschnitt 2.4.1). Je nach Position des Zuges oder je nach Weichenstörung, kann diese aber nach wie vor genutzt werden. Durch diesen Umstand ist für den DBV nicht ersichtlich, welche Funktionalität an dieser Stelle noch zur Verfügung steht. Ohne diese Information muss der DBV für das Isolieren der Störung von einer unbenutzbaren Weiche ausgehen. Dies hat oft weitreichende Konsequenzen, welche grösser sind, als das Befahren der Weiche mit beispielsweise reduzierter Geschwindigkeit. Gefällte Entscheide können schlecht revidiert werden, weshalb der DBV diese nicht voreilig fällt.

#### *Psychologische Aspekte*

Um passende Entscheide für das Isolieren einer Störung treffen zu können, braucht der DBV Informationen zur Funktionalität der verbleibenden Infrastruktur. Weder RCS-D noch Alea zeigen dem DBV die verbleibende Funktionalität des Schienennetzes an.

Für den DBV, welcher über eine passende Lösung nachdenkt, ist es mental aufwendig umgehend eine neue zu erarbeiten, wenn sich die Funktionalität ändert (vgl. Abschnitt 4.2).

Der DBV kompensiert diesen Umstand, in dem er auf dem ILTIS-Bild des ZVL nachsieht, oder nachfragt, welche Funktionalität ihm noch zur Verfügung steht. Erst danach wird ein Plan zur Disposition entwickelt, welcher auf das Ereignis zugeschnitten ist.

### *Gestaltungsempfehlung*

Damit der DBV möglichst schnell eine Übersicht über die Lage bekommen kann, ist es sinnvoll, wenn der DBV ein verlässliches Bild der fahrbaren Strecken hat. Dabei ist zu beachten, dass es einfach zu bedienen ist.

Der SSP kommt dem ILTIS-Bild am nächsten. Naheliegender wäre eine Integration in dieses Bild. Aufgrund der groben Darstellung der Zugposition, der aktuellen Fehler sowie der Möglichkeit, dass Veränderungen übersehen werden (vgl. Abschnitt 7.1.2) erscheint dies jedoch sehr aufwändig.

Auch DBVs, welche nicht als ZVL ausgebildet wurden, nutzen die Möglichkeit ILTIS-Bilder für das Erkennen der Funktionalität zu nutzen. Oft reicht dem DBV dazu ein kurzer Blick. Daher erscheint es interessant, dieses Bild dem DBV zugänglich zu machen. Beispielsweise durch eine automatisierte Print Screen Funktion beim ZVL. Mittels einer Tastenkombination könnte seine ILTIS-Ansicht als Bild dem DBV ins Alea übermittelt werden. Dieser hätte damit umgehend auch eine visuelle Abbildung der Situation und kann diese mehrfach betrachten, ohne seinen Arbeitsplatz verlassen zu müssen. Optimal wäre, wenn der DBV aus der Ansicht einen Fall erstellen könnte.

## **7.1.2 Anzeige von netzspezifischen Gegebenheiten und Einschränkungen**

### *Beschreibung*

Im SSP ist die Infrastruktur des Sektors und des Zulaufes schematisch abgebildet und verschachtelt dargestellt (vgl. Abschnitt 2.4.1). In Gebieten, welche dem DBV nicht vertraut sind, hilft ihm die Funktion, dass ein markierter Zug jeweils in allen Bildern von RCS-D ebenfalls markiert angezeigt wird.

Je nach Störung ist der DBV für eine Entscheidung auf unterschiedliche Detailinformationen der Infrastruktur angewiesen. Diese Informationen sind teilweise im SSP hinterlegt. Die DBVs berichten aber auch von Darstellungsfehlern und teilweise veralteten Informationen zur Infrastruktur. Dies fällt dem DBV auf, wenn sie Ortskenntnisse haben oder, wenn Hinweise auf eine unzureichende Datenqualität vorhanden sind beispielsweise Daten für eine Revision, welche weit in der Vergangenheit liegen. In solchen Fällen wird der Bahnplan über das Intranet ausgewählt und geöffnet. Dieser enthält bezüglich der Infrastruktur die Detaildaten.

Gleissperrungen, welche durch NeTs (geplante Sperrungen) und ILTIS (effektive Sperrungen) an RCS-D gesendet werden, sind im SSP rot dargestellt. Aufgrund der Darstellung und

Informationen im Tooltip kann unterschieden werden, ob die Sperre aus ILTIS stammt. Es wird aber keine Sperre angezeigt, wenn ein Gleis durch den Verschluss von zwei Weichen gesichert ist. Informationen wie eine Langsamfahrstelle, Fahrtrichtungsvereinbarungen oder ausgeschaltete Fahrleitungen sind nur im iSSP des ZWL (vgl. Abschnitt 2.4.1) sichtbar, gesperrte Weichen jedoch nur im SSP. 60 Min. vor einer geplanten Einschränkung wird im iSSP, das entsprechende Symbol leer angezeigt.

Die SBB setzt viel daran, die Infrastruktur zu vereinheitlichen und zu standardisieren, so dass mit allen Kompositionen auf allen Strecken gefahren werden können.

Dennoch gibt es nach wie vor Einschränkungen, welche dazu führen, dass gewisse Züge nicht auf allen Strecken fahren dürfen. Diese Einschränkungen sind bis auf die SIM-Züge in RCS-D nicht ersichtlich. Plant der DBV eine unpassende Umleitung, muss ihn der ZVL respektive Betrano auf die Einschränkung hinweisen, da sie den eigentlichen Fahrweg programmieren. Für das Entwickeln einer passenden Lösung nutzt der DBV die vorhandenen Informationen um passende Entscheidungen zu fällen.

### *Psychologische Aspekte*

Der DBV hat eine mentale Repräsentation über das Schienennetz. Bei der Disposition überprüft er gedanklich, auf welcher Fahrstrasse der Zug seinen Bestimmungsort erreicht. Dabei werden auch die Schlüsselstellen auf der Strecke in Betracht gezogen und bei der Planung berücksichtigt, welche ausserhalb des eigenen Sektors liegen. Dabei zoomt der DBV mental (vgl. Abschnitt 4.2), um die relevanten Schlüsselstellen zu identifizieren. Im gewohnten Sektor kennt der DBV seine Strecken sehr gut und hat auch die Möglichkeiten. Trifft er in einem ihm weniger gut bekannten Sektor einen falschen Entscheid, braucht es eine Neuorientierung und die angedachten Lösungen müssen überarbeitet werden.

Informationen zu Einschränkungen sind nicht in allen RCS-D Bildern sichtbar und werden kognitiv ergänzt. Da Sperren an den entsprechenden Stellen erscheinen, muss davon ausgegangen werden, dass neue oder wegfallende Sperren leicht übersehen werden können, da die Aufmerksamkeit breiter verteilt ist (vgl. Abschnitt 4.1.2).

Da der SSP auch Fehler hat, wird der Darstellung nur bedingt vertraut und sofern keine Ortskenntnisse vorhanden sind, meist auch der entsprechende Bahnplan im Intranet geöffnet.

### *Gestaltungsempfehlung*

Für die Koordination der Störungsbewältigung benötigt der DBV detaillierte Informationen über die Situation vor Ort. Da die begrenzten Ressourcen eine kontinuierliche Aktualisierung erschweren, stellt sich die Frage, ob bei der aktuellen Version des SSP nicht vermehrt mit

direkten Links zum Bahnhofplan im Intranet gearbeitet werden soll, um einen einfachen Zugang zu den aktuellen Detailinformationen zu gewährleisten.

Das mentale Zoomen für Fahrstrassen könnte mit einer zoombaren Version des SSP unterstützt werden. Diese erleichtert dem DBV das frühe Erkennen und Berücksichtigen von Schlüsselstellen auf dem Schienennetz, gerade auch wenn diese ausserhalb des eigenen Sektors liegen. Dabei sollten auch permanente Einschränkungen angezeigt werden.

Das Zoomen ist eher als Ergänzung zu sehen, da auch die Detailinformationen für den DBV wichtig sind. Um Details eines Betriebspunktes zu sehen und auch eine Übersicht über den Sektor zu haben, müssten Kartenausschnitte in einem weiteren Fenster geöffnet werden, was auch mit der zuvor erwähnten Verlinkung möglich wäre.

Bei der Disposition im ZWL soll der iSSP dem DBV die schnelle Überprüfung der Fahrstrasse ermöglichen im Sinne einer Gedankenstütze. Detaillierte Informationen sollten im SSP visuell hinterlegt sein. Entsprechend müssen die Anzeigen der Einschränkungen konsequent redundant in den unterschiedlichen Ansichten vorhanden sein.

Da der DBV in der Zukunft plant, ist es sinnvoll mittels eines vertikalen Zeitschiebers, analog dem ZWL, Plansperren im SSP, in der nahen Zukunft anzeigen zu lassen. Eine Auflistung der Sperren könnte eine weitere Unterstützung bezüglich Change Blindness sein. Der Hinweis im iSSP mit den nicht ausgefüllten Symbolen ist diesbezüglich bereits passend.

### **7.1.3 Relevante Informationen zu einem einzelnen Zug**

#### *Beschreibung*

Informationen zu einem einzelnen Zug werden mit dem Tooltip abgerufen, sofern sie nicht bekannt sind (vgl. Abschnitt 2.4.1). Dabei wird beispielsweise aufgrund der Zuglänge erkannt, um welche Zugkomposition es sich handelt. Entsprechend werden auch Fehler in der Datenbank erkannt, da beispielsweise eine bestimmte Länge nicht möglich ist. Fährt ein Zug systematisch unterschiedlich zur Abbildung im ZWL, sind teilweise auch falsch hinterlegte Daten ein Grund. Diese werden durch den DBV anschliessend angepasst.

Bei Störungen ist der DBV interessiert, dass die hinterlegten Zugdaten stimmen und die Abbildung im RCS-D funktioniert. Braucht der DBV zusätzliche Informationen zu einem Zug, öffnet er die Zug-Infobox mit den äusserst detaillierten Daten (von Ceres via KompoEVU). Informationen, ob ein Wechsel des Lokpersonals ansteht, wird im Programm für die Lokführerplanung (Piper) nachgesehen. Dies ist beispielsweise bei einer Verspätung relevant, wenn ein Zug im Bahnhof gewendet wird. Bleibt der bestehende LF auf dem Zug, muss er nach der Ankunft erst den Führerstand abrüsten, zur neuen Front des Zuges gehen und sich einrichten. Ein neuer LF steht bei der verspäteten Einfahrt bereits beim künftigen

Führerstand und richtet sich umgehend ein. RCS-D prognostiziert die Abfahrt immer mit dem bestehenden Lokführer, eine vorzeitige Abfahrt muss gezeichnet werden.

#### *Psychologische Aspekte*

Der DBV hat das Wissen und die Erfahrung um zu erkennen, wann falsche Zugdaten hinterlegt sein könnten. Der Verdacht erhärtet sich meist, wenn die Zugdaten aufgerufen werden. Nach Rücksprache mit dem Lokführer können diese dann auch bestätigt und angepasst werden. Gerade bei Dispositionen, wo es abzuwägen gilt, ob ein Zug möglicherweise noch durchfährt oder anhalten muss, ist der DBV auf eine gute Prognose angewiesen. Dies ist jedoch immer auch ein kognitiver Aufwand. Da er entsprechende Hinweise separat überprüfen muss

#### *Gestaltungsempfehlung*

Die Darstellung der wichtigen Zugdaten ist für den DBV hilfreich. Als Möglichkeit könnte in der Fusszeile Platz genutzt werden um Detailinformationen zu einem Zug anzuzeigen. Dazu könnten die Informationen auf einer Registerkarte aufgeführt werden. Je nach Information beispielsweise dem exakten Zugstandort oder dem Arbeitsplan des Lokführers, könnte mit einer Verlinkung gearbeitet werden, welche die Information aufruft. Beim Inaktivieren von Zügen könnten diese Registerkarten geöffnet sichtbar bleiben, da der DBV diese schnell disponieren muss. Zu den

Als relevante Informationen sind aufgrund der GDTA auch zusätzlich zu den im Tooltip angezeigten Informationen Hinweise zur Zugkomposition und deren Verwendung, Beladung, LF Wechsel und betrieblich geplante Halte zu rechnen. Diese Informationen sind bei Güter und Personenzügen unterschiedlich.

### **7.1.4 Bewerten einer Disposition vor der Ausführung**

#### *Beschreibung*

Der DBV disponiert bei einer Störung Züge und verschiebt diese im ZWL, um eine optimale Reihenfolge zu ermöglichen. Die meisten Züge, welche der DBV disponiert, befahren auch weitere Sektoren. Verspätungen, welche an einem Ort generiert wurden, wirken sich dann zu einem späteren Zeitpunkt in einem anderen Sektor aus.

Dispositionen, welche im System hinterlegt sind, können in den Ursprungszustand zurück versetzt werden. Dies generiert aber nicht zwingend eine erneute Kundeninformation. Dieser Aspekt ist bei Güterzügen oder Dispositionen, welche zeitlich erst später umgesetzt werden, nicht kritisch. Wird jedoch nahe der aktuellen Zeit disponiert, ist dies ein wichtiger Aspekt. Konflikte mit weiteren Zügen werden erst angezeigt, wenn die Disposition umgesetzt wird.

Obwohl in der Regel eine Absprache zwischen den Sektoren vor der Disposition stattfindet, kommt es vor, dass die Disposition zu Schwierigkeiten im Nachbarsektor führen kann. Beispielsweise gibt es die Information, dass ein bestimmter Güterzug nicht vorzeitig fahren darf, da er aufgrund eines späteren Lokführerwechsels ein Gleis blockiert, welches benötigt wird. Ist dies der Fall, werden diese zu einem späteren Zeitpunkt meist informell ausgetauscht. Bei wichtigen Informationen werden diese an Sitzungen kommuniziert und gegebenenfalls in einem Sektor spezifischen Tool (zum Beispiel im Sektor Winterthur OneNote) hinterlegt.

Je nach Interesse des DBVs geht dieser auch bei anderen Störungen nachsehen, um neue Lösungsmuster bei bestimmten Störungen zu sehen.

### *Psychologische Aspekte*

Für die Disposition nutzt der DBV in erster Linie seine Erfahrung. Mittels Mustererkennung (vgl. Abschnitt 4.3.3) kann er auch abschätzen, ob eine Disposition in eigenen Sektor passend ist. Aufgrund der Rückmeldungen von anderen DBVs kann er ein Erfahrungswissen zum aktuellen Fahrplan aufbauen, welches ihm hilft zu beurteilen ob eine Disposition besser oder schlechter passt. Auch in Bezug auf die Nachbarsektoren. Die Entscheidungen finden folglich auf einer hohen Ebene (vgl. Abschnitt 4.2) statt, da die Optionen erst hinreichend bewertet werden müssen.

Der DBV bekommt vom System keine zusätzlichen Informationen, welche ihn bei der Entscheidung unterstützen würde, ob eine Disposition passend ist.

### *Gestaltungsempfehlung*

Bei den provisorischen Dispositionen erscheint es sinnvoll, dem DBV zusätzliche Informationen zur geplanten Disposition zur Verfügung zu stellen. Als zusätzliche Informationen können dem DBV beispielsweise die mit der Disposition „erwartete Zeit am Endbahnhof“ oder „zusätzlich ausgelöste Konflikte“ angezeigt werden. Ebenso wäre eine Karte mit markierten Schlüsselstellen hilfreich, welche dem hilft, das mentale Modell des Fahrweges zu entwickeln und kritische Stellen zu identifizieren, Optimal wäre auch die Möglichkeit, Zugs- Orts- und Zeitspezifische Informationen zur Disposition zu hinterlegen, damit Erfahrungen geteilt und zum entsprechenden Zeitpunkt zur Verfügung stehen können.

Diese Informationen zu den Kriterien müssten je nach Sektor unterschiedlich aussehen und entsprechend visualisiert sein.

### 7.1.5 Nutzung der ECL in einer Störung

#### *Beschreibung*

Die ECL (vgl. Abschnitt 2.4.2) muss bei einer grösseren Störung beispielsweise einem Personunfall genutzt werden. Die ECL in Alea, ist ein neues Instrument. Zuvor wurde sie in einer Papierversion geführt. Die Nutzung der Checkliste findet oft etwas verspätet statt, wenn der LKR den DBV daran erinnert. Das Fenster öffnet als Pop-Up und überdeckt Teile von Alea (vgl. Abbildung 18). Die ECL ist je nach Störung, welche bei der Alea-Falleröffnung angegeben ist, unterschiedlich aufgebaut. Im Intranet ist jeweils eine Papierversion abgelegt, welche optisch nur bedingt mit der ECL zu vergleichen ist. Die Informationen einer ECL werden in einem zusätzlichen separaten Reiter im Alea Fall angezeigt und erscheinen nicht unter der Kategorie Meldungen. Dieser Reiter erscheint erst, wenn eine ECL eröffnet wurde. Informationen, welche in der ECL abgelegt werden, müssen gemäss Benutzerhandbuch (SBB, 2013) nicht ein zweites Mal hinterlegt werden. Ist eine ECL geöffnet kann sie nicht wieder geschlossen werden.

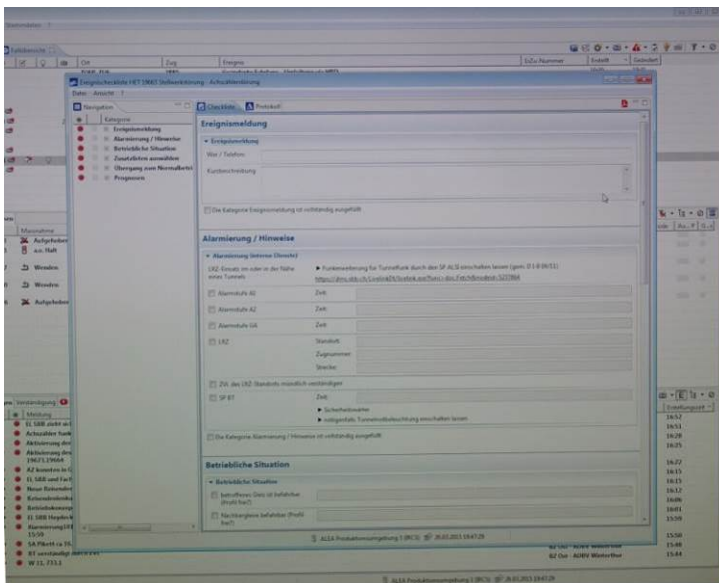


Abbildung 18: Pop-Up einer ECL, vor der Alea-Übersicht (SBB, 2014c)

#### *Psychologische Aspekte*

Die ECL kann nicht im Alea probeweise angesehen werden. Die Papierversion sieht nicht gleich aus und verfügt nicht über dieselbe Struktur. Folglich ist der DBV mit der Bearbeitung nicht vertraut, was in einer Störung mit Zeitdruck als störend erlebt werden kann.

Wird die ECL eröffnet, sind neue Informationen, welche in der ECL abgelegt werden nicht mehr unter den Meldungen sichtbar. Der neue Reiter ist nicht direkt sichtbar und muss angewählt werden. Informationen zum selben Fall werden folglich auf zwei unterschiedlichen Reitern dargeboten, folglich muss mehr memoriert oder nachgesehen werden. Dies ist für

den DBV unangenehm da die Unsicherheit vergrössert wird ob die Informationen von den Partnerorganisationen wahrgenommen werden. Die ECL sollte fortlaufend bearbeitet werden. Sie überdeckt in der aktuellen Form grosse Teile von Alea, folglich muss die ECL neu positioniert werden und überdeckt dann andere Fenster des DBV.

#### *Gestaltungsempfehlung*

Das Pop-Up der ECL muss so angeordnet werden, dass es nicht die Bearbeitung des Alea-Falles stört und dennoch zentral im Sichtfeld des DBV liegt (vgl. Abschnitt 7.1.6).

Die Bearbeitung ist möglichst schlank zu gestalten. Nach Möglichkeit nur mittels Zeitstempelung. Bei Bedarf ergänzt mit einem Feld für einen Kommentar. Für zwingend benötigte ausführlichere Informationen kann ein Pop-Up analog der Massnahmen generiert werden. Dies sollte jedoch die Ausnahme sein.

Die Informationen der ECL sollten ebenfalls unter den Meldungen erscheinen, so dass möglichst wenig umschalten für das Lesen der Mitteilungen erforderlich ist.

### **7.1.6 Informationen im zentralen Blickfeld**

#### *Beschreibung*

Aufgrund der technischen Voraussetzungen mit zwei separaten Rechnern (vgl. Abschnitt 2.4) ist die Anordnung der Bilder von RCS-D zu Alea bei allen DBVs gleich. Alea wird in der Regel im unteren Bildschirm auf der rechten Seite genutzt und füllt diesen meist ganz aus.

Die Bildschirme links davon werden für die Darstellungen von RCS-D genutzt.

Im Alea-Fenster (vgl. Abschnitt 2.4.2) selbst, werden auf der linken Seite in einem Streifen, die ausstehenden Updates, Filtereinstellungen, die Landesübersicht sowie die Anschlussanfragen angezeigt. Alea-Fälle, Massnahmen und Meldungen werden rechts von dieser Spalte angezeigt.

Informationen zu den ausstehenden Updates sowie die aktuellen Filtereinstellungen werden während der Arbeit in der Regel nicht verändert. Ausnahme, wenn zusätzliche Sektoren durch den DBV übernommen werden.

Die Landesübersicht auf einer hellgrauen Schweizerkarte enthält rote und orange Farbpunkte für aktive Alea-Fälle. Die Farbe sowie die Grösse der Punkte werden aufgrund der Meldungen und Massnahmen mit einem Schlüssel berechnet. Die Darstellung der Punkte ist unabhängig von den Filtereinstellungen des jeweiligen DBVs. Es werden folglich mehr Punkte angezeigt, als der DBV Fälle sieht. Über die Punkte können die jeweiligen Fälle angezeigt werden, auch wenn sie aufgrund der Filtereinstellungen nicht sichtbar sind. Der DBV informiert sich bei Interesse anhand der Landesübersicht über weitere Alea-Fälle, welche ihm aufgrund der Filtereinstellungen nicht angezeigt werden.



Das Interesse im Normalbetrieb ist unterschiedlich, in einer Störung wird es jedoch von allen als sehr klein beschrieben.

Die Anschlussanfragen für einen ankommenden Zug haben eine Überschrift mit einem roten Balken und weisser Schrift. Die Überschrift enthält links die Zugnummer und anschliessend den Ort, wo ein Anschluss erfolgen soll. Die anschlussgebenden Züge, welche den Anschluss auf den im Titel erwähnten Zug herstellen, sind schwarz geschrieben. Sie wechseln die Farbe wenn die Anschlussanfrage in der AMax bearbeitet wurde – rot steht für gebrochener, grün für gehalten Anschluss. Zusätzlich bekommen sie ein farblich abgestimmtes Signet vorgestellt – grüner Würfel mit weissem Hacken für gehalten, roter Würfel mit weissem Kreuz für gebrochen Anschluss.

Die AMax wird von den meisten DBVs im Bildschirm links oben bewirtschaftet. Die AMax stellt geplante Anschlüsse dar und löst oder gewährt kritische Anschlüsse gemäss den gültigen Vorschriften automatisiert. Automatisierte Entscheide können manuell übersteuert werden. (vgl. Abschnitt 2.4.1)

Anfragen beantwortet der DBV sobald er abschätzen kann, wann der Zug ankommen wird. Die Beantwortung der Anfragen hat gemäss den Aussagen der DBVs zu Beginn einer Störung eine tiefere Priorität als die eigentliche Bewältigung und Isolierung der Störung.

### *Psychologische Aspekte*

In einer Störung schwenkt der DBV mit seinem Blick, zwischen Alea und RCS-D hin und zurück. Der DBV fokussiert das ZWL sowie die Meldungen und Massnahmen im Alea-Fall. Auch wenn der DBV den Streifen dazwischen nicht direkt fixiert, ist er jeweils Blickfeld. Neue Anfragen und saliente Farben werden als Bottom Up Prozess (vgl. Abschnitt 4.1.1) auch am Rande des Sehfeldes wahrgenommen. Die Aufmerksamkeit muss folglich kognitiv gesteuert werden.

Der Input für die Bearbeitung der Anschlussanfragen in der AMax, kommt vom Bildschirm rechts unten. Für die Bearbeitung wechselt der DBV die Maus und die Tastatur. Es besteht kein dimensionales Reiz-Reaktionsmuster (vgl. Abschnitt 4.1.2), welches die Bedienung erleichtert. Visuell besteht nur bei der beantworteten Anschlussanfrage eine Ähnlichkeit zur AMax. In der Regel ist für den DBV klar ersichtlich, welche anstehenden Anschlüsse in der AMax zu beantworten sind. Anschlussanfragen werden jedoch als wichtig erachtet, da angenommen wird, dass ein oder mehrere Kunden auf diesen Anschlusszug wollen. Der DBV muss für die Kontrolle, ob er alle Anschlussanfragen bearbeitet hat, den Blick wieder nach rechts unten auf Alea richten und die Zugnummern gedanklich vergleichen.

### *Gestaltungsempfehlung*

Weil der Streifen zentral im Arbeitsfeld des DBV liegt, sollte er für wichtige Informationen genutzt werden. In diesem Sinn sollten die Systemeinstellungen sowie die Landesübersicht weniger zentral platziert werden, da sie bei einer Störung für den DBV keine hohe Relevanz haben. Um dies zu ermöglichen, sollten die drei Informationsblöcke komplett separat positioniert werden können.

Bei den Anschlussanfragen ist eine gute Sichtbarkeit für den Dienst am Kunden wichtig (vgl. Abschnitt 7.3.1). Es ist zu prüfen, ob eine redundante Anzeige der Anfragen im selben Bildschirm wie die AMax die Bedienung erleichtern kann. Die Möglichkeit die Anfrage auch in Alea zu bearbeiten würde dem DBV auch erlauben diese mit Minimalem Aufwand zu bearbeiten.

In der freiwerdenden Spalte, könnte auch die ECL in reduzierter Form untergebracht werden. Dadurch wäre eine Nutzung in einer grösseren Störung erleichtert (vgl. Abschnitt 7.1.5). Alternativ könnten mit dem zusätzlichen Platz, die Meldungen und Massnahmen parallel angezeigt werden, so dass alle Informationen zu einem Fall zeitgleich ersichtlich sind.

### **7.1.7 Helligkeitsunterschied zwischen den Programmen**

#### *Beschreibung*

Bei RCS-D wird eine negative Darstellung verwendet, dies sind helle Zeichen auf einem schwarzen Grund. Die einzelnen Fenster sind jedoch positiv beschriftet. Das Auswählen eines Zuges sowie die Disposition, ist eine Detailarbeit. Oft sind mehrere Züge mit feinen Linien nah beieinander dargestellt. Bei Störungen müssen teilweise viele Züge nahe aufeinander geplant werden, was eine exakte Planung erfordert. Mittels Zoom kann ein Ausschnitt detailliert betrachtet werden. Alea hat eine positive Darstellung, dunkle Zeichen auf einem hellen Grund. In Alea werden vor allem Meldungen und Massnahmen für den aktuellen Fall erstellt oder gelesen. Die Arbeit des DBVs bei einer Störung, erfordert die Nutzung beider Programme und einen regelmässigen Wechsel zwischen RCS-D und Alea. (vgl. Abbildung 19)

#### *Psychologische Aspekte*

Das Auge adaptiert wie in Abschnitt 4.1.1 beschrieben die Lichtverhältnisse, um die optimale Sehschärfe und eine Farbdifferenzierung herzustellen. Eine andauernde Adaption der Helligkeit ist für die Augen ermüdend und während der Umstellung kann die Wahrnehmung bei starken Kontrasten durch Blendung sogar reduziert werden. Die Lesbarkeit von Texten wird durch eine positive Darstellung unterstützt (Bockelmann, Nachreiner & Nickel 2012). Die Zugnummern sowie Abkürzungen der Bahnhöfe sind in RCS-D negativ dargestellt.

Bei detailreicher Arbeit ist eine helle Beleuchtung zu empfehlen, welche das scharfe Sehen unterstützt (Charwat, 1996).

Ältere Mitarbeitende brauchen gemäss Hettinger und Wobbe (1993, zitiert nach Frieling & Sonntag, 1999) einen besser ausgeleuchteten Arbeitsplatz als jüngere, und auch bei Schichtarbeit kann eine helle Beleuchtung dazu beitragen, dass die Mitarbeitenden weniger Müdigkeit erleben.



Abbildung 19: Arbeitsplatz eines DBV mit Helligkeitsunterschieden (Bild, B. Kohli)

### *Gestaltungsempfehlung*

Die Helligkeitsunterschiede zwischen den Programmen sind auszugleichen. Dabei ist auch auf die Umgebung Rücksicht zu nehmen. Bockelmann, Nachreiner und Nickel (2012) erwähnen, dass dabei unter anderem auch auf Fenster, Arbeitstische, Bildschirmrahmen und Eingabegeräte geachtet werden soll. In Räumen mit natürlicher Beleuchtung wird von ihnen eine positive Darstellung empfohlen. Weil durch das einfallende Sonnenlicht eine hohe Helligkeit im Raum entstehen kann. Die positive Darstellung der Zeichen verbessert auch die Lesbarkeit der Zeichen und ermöglicht scharfes Sehen und eine gute Unterscheidung von Farben. Unter diesen Aspekten erscheint es sinnvoll, langfristig auf eine positive Darstellung und eine helle Arbeitsumgebung zu setzen.

Folglich sollte bei RCS-D mit einem helleren Hintergrund gearbeitet werden. Die Farbwahrnehmung ist ein wichtiger Aspekt der Arbeit mit RCS-D, weshalb die Farbe Weiss nicht geeignet ist. Ein Grauton (vgl. Abbildung 22, Seite 73) wie er auch bei der Zugdisposition in Schweden genutzt wird, ermöglicht eine kontrastreiche Darstellung der Farben und eine Angleichung der Helligkeitsunterschiede (Andersson, Jansson, Sandblad & Tschirner, 2013).

Bei Alea steht die Lesbarkeit der Texte im Vordergrund aber auch die Reduktion der Helligkeitsunterschiede beispielsweise zum Bildschirmrand hin. Dies kann mit einem hellen Grauton erreicht werden, damit die Zeichen kontrastreich dargestellt werden.

Mit den helleren Programmhintergründen kann die Beleuchtung im Kontrollraum erhöht werden, da sich dann das Auge an eine hellere Umgebung anpasst. Es ist darauf zu achten, dass dadurch keine Spiegelungen auftreten. Die erhöhte Beleuchtung kann zusätzlich bei Nachtschichten oder älteren Mitarbeitenden, zu einem erhöhten Wohlbefinden führen.

### **7.1.8 Entscheidungsunterstützung bei Betriebskonzepten**

#### *Beschreibung*

Die Betriebskonzepte werden von einem Team vorbereitet und regelmässig aktualisiert. Ein Betriebskonzept geht in der Regel von einem Totalunterbruch auf einer Strecke aus. Beim Öffnen der Betriebskonzepte sind auch alte Lösungsmuster für dieselbe Stelle sichtbar. Gültige sind mit einem grünen Kästchen mit weissem Hacken markiert. Ungültige mit rotem Kästchen und weissem Kreuz (vgl. Abbildung 20).

Erstellt der DBV bei einer Störung ein neues Betriebskonzept, ist dies für den DBV oft eine Herausforderung. Dies, weil die Visualisierung des Betriebskonzeptes unterschiedlich aussieht im Vergleich zu den anderen Ansichten in RCS-D.

#### *Psychologische Aspekte*

Die neue Ansicht ist in einer Situation mit Druck aufwändig zu handhaben und fehleranfällig. Entsprechend werden Betriebskonzepte oft von einem zusätzlichen DBV erstellt.

Kennt ein DBV das Konzept bereits ist dies Erfahrung hilfreich. Oft kennt er aber das Konzept nicht und ist durch die Auswahl von aktuellen und abgelaufenen Konzepten eher verunsichert. Es könnte unter Umständen sein, dass ein anderes Konzept besser auf die Situation passt.

Bezüglich der Ausgestaltung eines Konzeptes ist der Totalunterbruch der leicht zu entscheidende Fall, da kein Zug mehr fahren kann. Ist jedoch nach wie vor ein reduzierter Betrieb möglich, beginnt die Auswahl und Selektion welcher Zug noch fahren kann. Dieser Entscheidungsprozess ist aufwändig (vgl. Abschnitt 4.2) und hängt auch stark mit der Reisendenlenkung zusammen.

#### *Gestaltungsempfehlungen*

Die Person, welche ein Betriebskonzept erarbeitet, fällen konstruktive Entscheide nach Svenson (1996). Können sie auf ein passendes Lösungsmuster zurückgreifen erleichtert dies den Entscheidungsprozess.

Die Anzeige von veralteten Mustern führt eher zu einer Unsicherheit. Die Konzepte sind meist auf einem Totalausfall ausgelegt. Oft ist ein reduzierter Betrieb jedoch möglich. Der DBV muss folglich die möglichen Optionen bewerten um zu entscheiden, welche Züge

verkehren und welche nicht. Besteht zusätzlich eine Option mit Teilweisem Betrieb, müssen weniger Optionen bewertet werden, was die Entscheidung erleichtert.

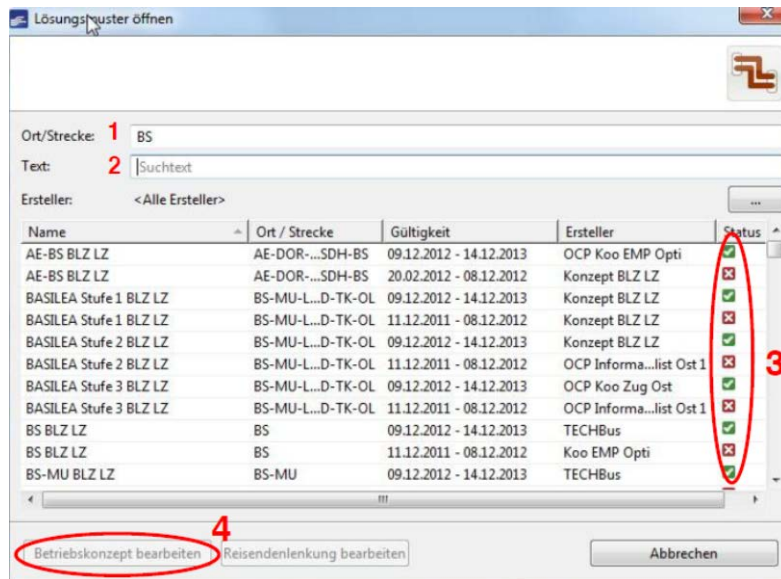


Abbildung 20: Auswahl der Betriebskonzepte (SBB, n.d.)

## 7.2 Selbstbeschreibungsfähigkeit

Ein Dialog ist selbstbeschreibungsfähig, wenn aus der dargebotenen Information klar wird, an welcher Stelle im Dialog sich der Nutzende befindet und welche weiteren Möglichkeiten der Interaktion bestehen. Dies kann auch auf die Zeichen und Abbildungen übertragen werden, welche eine für den Nutzenden eindeutige Information enthalten sollte. (vgl. Abschnitt 5.3.2)

Die spezifische Fragestellung, „Kann der DBV, aufgrund der Darstellungen und Texte, die Situation auf dem Schienennetz für ihn angemessen verstehen?“ kann wie folgt beantwortet werden:

Der DBV bekommt mit RCS-D mit dem ZWL, den geplanten Schienenverkehr grafisch aufbereitet dargestellt. Die Darstellung der Zugfahrten ist historisch gewachsen und findet aus Sicht des LF statt, wodurch Konflikte je nach Anzahl der Geleise unterschiedlich sichtbar werden. Die Bezeichnung der Betriebspunkte mit Abkürzungen ist nicht immer logisch ableitbar. Der DBV kennt diese Abkürzungen weiss wo sich die Ortschaft befindet. Aufgrund der spezifischen Funktionen von RCS-D und Alea werden jeweils spezifische Begriffe verwendet wobei sie in beiden Programmen denselben Zustand beschreiben.

Einschränkungen und Massnahmen aus anderen Sektoren werden mittels Alea kommuniziert. Zustandsinformationen zu einem Zug werden teilweise mit Signets dargestellt. Je nach Massnahme sind die Informationen separat dargestellt. Einschränkungen sind in RCS-D nur ersichtlich, wenn sie auf den bestehenden Bildern des DBV, teil des abgebildeten Bereiches sind.

<b>Übersicht über die Ergebnisse zur Selbstbeschreibungsfähigkeit sowie Gestaltungsempfehlungen</b>				
<b>Nr.</b>	<b>Beschreibung</b>	<b>psychologische Aspekte</b>	<b>Gestaltungsempfehlung</b>	<b>Programm</b>
7.2.1	Darstellung der Züge im ZWL	Mustererkennung, Zusatzinformation für Interpretation notwendig	Gleise mit einer fixierten Schraffur, Gleissperren mit entsprechenden Schraffuren	RCS-D
7.2.2	Abkürzungen der Betriebspunkte	abrufen von Wissen, Wiedererkennen	Wo möglich die ausgeschriebene Ortsbezeichnung anzeigen	RCS-D & Alea
7.2.3	Unterschiedliche Befehle / Begriffe in Alea und RCS-D	inkonsistentes Wording, abrufen von Wissen	Verwendung derselben Bezeichnungen für Massnahmen und Befehle in RCS-D und Alea	RCS-D & Alea
7.2.4	Blockierte Züge in Alea.	mentales Modell, Informationsaufnahme	Massnahmen zu einem Zug pro Fall Aggregieren	Alea
7.2.5	Informationsgehalt der Signets	Mustererkennung, umlernen, zuordnen von Informationen	Im Kontext aussagekräftige Signets, eindeutige Signets	RCS-D & Alea

Tabelle 2: Übersicht zu den Ergebnissen der Selbstbeschreibungsfähigkeit

### 7.2.1 Darstellung der Züge im ZWL

#### *Beschreibung*

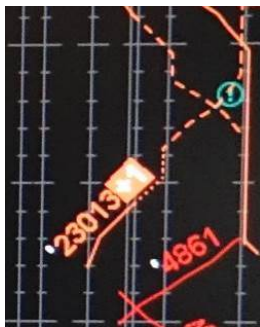
Züge werden im ZWL als Linie dargestellt (vgl. Abschnitt 2.4.1). Züge, welche aus Sicht des Lokführers auf dem linken Gleis fahren (die SBB hat links Verkehr), sind ausgezogen. Züge auf dem rechten Gleis, der Gegenseite sind gestrichelt dargestellt (vgl. Abbildung 21). Bei mehrspurigen Strecken wird den zusätzlichen Geleisen ein Muster zugeordnet.

Auf einer einspurigen Strecke wären zwei sich kreuzende, ausgezogene Linien kritisch. Bei einer zweispurigen Strecke wäre eine gestrichelte sowie eine ausgezogene Linie, die sich kreuzen, problematisch. Sind es drei oder mehr Spuren, kommt es auf die Aufteilung der

Geleise an. Im Sektor Limmat werden die vier Geleise in jeweils zwei für den Regional- und den Güterverkehr sowie zwei für den nationalen Verkehr aufgeteilt.

Das Auffahren auf einen langsameren Zug zeigt sich mit zwei gleich ausgezogenen Linien, welche in dieselbe Richtung verlaufen, wobei der Abstand zwischen den Zügen zu klein wird. RCS-D rechnet bei Konflikten die Zeit, welche ein Zug aufgrund eines anderen warten muss. Die Züge werden entsprechend dargestellt so, dass es keine visuelle Kreuzung der Züge gibt. Die Konfliktpunkte werden mit einem Kreis markiert.

Bei einer Sperre wird im ZWL eine Schraffur mit ausgezogenen roten, eng und parallel verlaufenden Linien dargestellt. Die Schraffur symbolisiert, das besetzte Trasse (vgl. Abschnitt 2.4.1). Verläuft die Schraffur schief von Links oben nach rechts unten, so ist der Zug, welcher von links oben nach rechts unten ausgezeichnet dargestellt wird, betroffen. Für das zweite Gleis funktioniert dies umgekehrt. Sind beide Geleise betroffen, werden beide Schraffuren zeitgleich dargestellt. Das dritte Gleis oder eine Einspurstrecke wird mit horizontalen Linien dargestellt. Die Sperre wird jeweils auch im iSSP abgebildet.



#### Zug 23013, geplante fahrt

- ◀ Fahrt auf den rechten Gleis
- ◀ Fahrt auf dem mittleren Gleis
- ◀ Fahrt auf dem linken Gleis

Abbildung 21: Gleiswechsel von Zug 23013 (Bild, B. Kohli)

Diese Darstellung hat einen historischen Ursprung, aus der Zeit als mehrheitlich Einspurstrecken existierten und bei zweispurigen Strecken der Gleiswechsel nicht vorgesehen war.

#### *Psychologische Aspekte*

Aufgrund der Darstellung gibt es neben dem Auffahren kein einheitliches Muster, welches einen Konflikt signalisiert (vgl. Abbildung 22). Bei einer Störung muss der DBV folglich das für die Strecke passende Störungsmuster erkennen und die Züge entsprechend disponieren. Dazu braucht er aber immer erst das Wissen wie viele Geleise vorhanden sind. Die DBVs kennen das Streckennetz sehr gut, so, dass sie sehr selten auf die Information aus dem iSSP angewiesen sind. Geht er aber implizit von einer anderen Situation aus, sucht er nach anderen Mustern.

### Gestaltungsempfehlung

Wird den Geleisen durchgehend eine Schraffur zugewiesen, gibt es weniger unterschiedliche Konfliktmuster, welche der DBV zu erkennen hat. Bei Gleis sperren sollte zumindest das Muster für Totalsperren bei einer Einspurigen Strecke verwendet werden. Dies da es ja eine Totalsperre ist. Bei mehreren Geleisen kann mit der Horizontalen Schraffur nach wie vor in beide Richtungen gefahren werden. Es ist jedoch darauf zu achten, dass die Unterscheidung auch bei mehreren gesperrten Geleisen sichergestellt ist. Eventuell könnten dann zwei separate Balken diese Erkennung ermöglichen.

Es ist zu prüfen ob die Schraffuren in derselben Art wie die Geleise ein erkennen unterstützen. Zumindest wäre eine klare Zuordnung zum Gleis möglich.

In der Abbildung 22 ist die unterschiedliche Schraffur der Geleise versuchsweise visualisiert. Zusätzlich wurden die Aspekte der Helligkeitsunterschiede (vgl. Abschnitt 7.1.7), der Farbverwendung (vgl. Abschnitt 7.3.3) und der Aspekt der Nähe aus den Gestaltgesetzen (vgl. Abschnitt 4.1.1) angewendet.

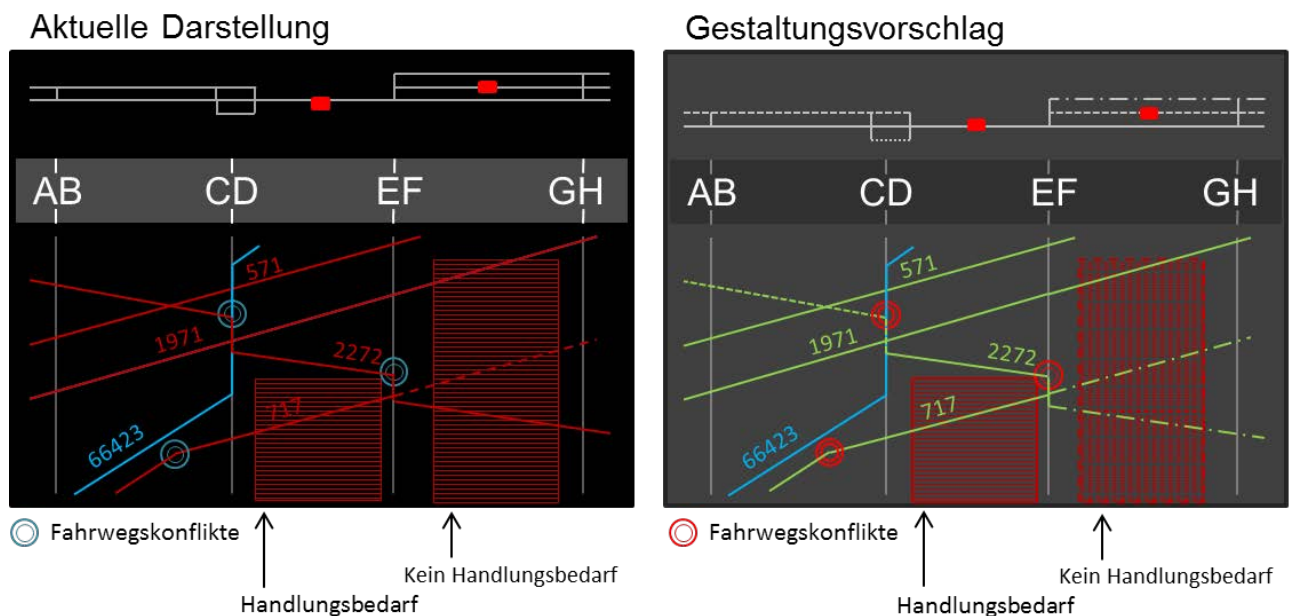


Abbildung 22: Gegenüberstellung von Fahrwegskonflikten mit der aktuellen Schraffur und einem Gestaltungsvorschlag (eigene Darstellung)

## 7.2.2 Abkürzungen der Betriebspunkte

### Beschreibung

Die Betriebspunkte sind in RCS-D und Alea mit mehrheitlich mit Abkürzungen bezeichnet. Die Abkürzungen sind aufgrund der Vielzahl nur teilweise logisch aufgebaut und den DBVs geläufig. Im Gespräch werden sie jedoch nicht verwendet. Es gibt in Alea bei der



Falleröffnung immer wieder mal unpassende Ortsbezeichnungen, welche im ersten Moment für Verwirrung sorgen können.

Bei der Auswahl des Betriebspunktes in Alea sind die ausgeschriebenen Namen ersichtlich. Angewählt ist jedoch nur noch die Abkürzung sichtbar.

#### *Psychologische Aspekte*

Da die Abkürzungen nicht immer aufgrund des Ortsnamen hergeleitet werden können, müssen die Abkürzungen gelernt respektive erinnert werden (vgl. Abschnitt 4.2.1). In der Kopfzeile von RCS-D sind die Abkürzungen anhand der Strecke aufgelistet was das Erinnern unterstützt. In Gebieten, welche dem DBV nicht so geläufig sind, sind Fehler beim Erinnern wahrscheinlicher. Bei der Eingabe eines Alea-Falles wird der Ortsname angezeigt, jedoch nach der Auswahl nur noch die Abkürzung. Mit dem Mausrad kann dann nach wie vor die Ortschaft verändert werden.

Der ausgeschriebene Ortsname hilft eine unpassende Wahl, bei versehentlichem vertippen oder verschieben, besser zu erkennen, weil mit dem ausgeschriebenen Ortsnamen ein zusätzlich redundantes Erkennungsmuster vorhanden ist. In diesem Sinne soll wo aufgrund der Platzverhältnisse möglich, der Name Ausgeschrieben werden.

#### *Gestaltungsempfehlung*

Da die Abkürzung alleine für den DBV nicht immer aussagekräftig genug ist, sollte wo machbar neben der Abkürzung auch der ausgeschriebene Ortsname dargestellt werden. Durch die redundante Information lassen sich Fehlinterpretationen schneller erkennen.

### **7.2.3 Unterschiedliche Befehle / Begriffe in Alea und RCS-D**

#### *Beschreibung*

In Alea und RCS-D gibt es teilweise unterschiedlich Befehle, um dieselbe Disposition zu tätigen. Teilweise ist dies auf die unterschiedlichen Ziele der Programme zurückzuführen.

Gewisse wichtige Dispositionsmaßnahmen kommen aber auch in Alea vor.

Als augenfälliges Beispiel kann sicherlich das Wenden einer Komposition betrachtet werden.

In Alea gibt es dazu eine Massnahme, welche das gesamte Wenden beschreiben kann. In RCS-D gibt es keinen Befehl, welcher dies als Ganzes umsetzt. Die Züge müssen einzeln für eine Strecke ausfallen, um anschliessend neu angeordnet zu werden. Aber auch beim Disponieren von geplanten Halten ist die Benennung der Befehle unterschiedlich.

### *Psychologische Aspekte*

Die inkonsistente Verwendung der Begriffe erfordert zusätzliches Umdenken. Gerade wenn Massnahmen oft in einem Programm umgesetzt werden und nur selten im anderen, kann dies zu einem Moment der kurzen Verwirrung führen.

### *Gestaltungsempfehlung*

Begriffe sollten in beiden Programmen möglichst konsistent verwendet werden. Dies beginnt mit den Begriffen Massnahme (Alea), respektive Dispositionen (RCS-D), welche beide dasselbe bezeichnen.

Ob die Verwendung der Begriffe von RCS-D oder Alea kommt, ist zweitrangig. An dieser Stelle ist an zu merken, dass der Befehl „Wenden“ in Alea als Ganzes auch in RCS-D zu finden sein sollte. Nach Möglichkeit sind auch die Massnahmen bei einem Rechtsklick am selben Ort anzuordnen. Dies hilft die Übersichtlichkeit zu behalten und Befehle schnell zu finden. Nicht zu vergessen sind dabei die Tastaturkürzel für eine schnelle Bedienung welche auch konsistent in der Verwendung sein sollten (vgl. Abschnitt 7.4.2).

## **7.2.4 Blockierte Züge in Alea**

### *Beschreibung*

Während einer Störung muss der DBV darauf achten, welche Ereignisse im Umfeld seines Sektors geschehen. Entsprechend muss er die Alea-Fälle erfassen und die Auswirkungen auf seinen Sektor abschätzen.

Das Signet für einen blockierten Zug wird in Alea mit einem Prellbock symbolisiert. Kann der Zug wieder weiter fahren, wird der Prellbock rot durchgestrichen und die Meldung erneut als neu gekennzeichnet, die Information zur Blockierung ist unter dem Plus Symbol im Kästchen einsehbar. Der eingegebene, respektive angewählte Text bleibt derselbe. Die Abgangsverspätung wird als neue Massnahme in Minuten angegeben (vgl. Abbildung 23). Dadurch muss für die Zustandsinformation eines Zuges mindestens zweimal eine Massnahme bestätigt werden. Die Information bezüglich des verspäteten Abgangs, dient vor allem dem Personenverkehr. Der DBV orientiert sich bezüglich der Verspätung an RCS-D da die Abgangs Verspätung in Alea statisch ist, und sich in der Zwischenzeit verändert haben kann.

### *Psychologische Aspekte*

Es besteht die Gefahr von Change Blindness, da sich nur der rote Strich ändert.

Die Information, dass der Zug nicht mehr blockiert ist, gibt dem DBV einen Hinweis, dass dieser Zug möglicherweise weiter fahren wird. Die Information zwischen dem Signet und

dem Text sind jedoch zu diesem Zeitpunkt nicht gleich aktuell, da der Text noch aus der vorhergehenden Meldung stammt.

Der DBV interessiert sich für den aktuellen Endzustand des Zuges, damit er sein Situationsbewusstsein aktualisieren kann. Entscheidend ist daher die Information, dass der Zug mit einer Abgangsverspätung von x Min. losgefahren ist. Der DBV weiss nun, dass es für diesen Zug Dispositionsbedarf im eigenen Sektor geben wird.

Die Abgangsverspätung wird mit einem allgemeinen Symbol für Massnahmen angezeigt, welches keine Informationen für den DBV bietet.

Folglich muss der DBV bei einem blockierten Zug erst auf das Signet und den Text mit Zusatzinformationen achten. Anschliessend nur noch auf das Signet. Dabei wird der Text erneut fett angezeigt. Um die Abgangsverspätung zu erkennen, muss er wieder den Text lesen.

### *Gestaltungsempfehlung*

Die Möglichkeit, Informationen zum selben Zug zu gruppieren, ist sinnvoll. Dabei sollte dies aber über alle drei Schritte umgesetzt werden, inklusive der Abgangsverspätung.

Die fettgeschriebene Information ist als aktueller Zustand zu verstehen. Dadurch kann der DBV eine Meldung anklicken im Sinne, dass er den aktuellen Zustand des Fahrzeuges kennt. Als Zusatzinformationen darunter gruppiert den Verlauf.

Gerade weil die Information der Abgangsverspätung für den DBV nicht relevant ist, sollte sie nicht mit einem Zusätzlichen klick bearbeitet werden müssen. Mit dem Anzeigen der alten Informationen können neue von alten Informationen einfach unterscheiden werden. Dies entspricht auch eher der mentalen Vorstellung über die Situation vor Ort. Bei den Signets wird auf Abschnitt 7.2.5 verwiesen.

Train No.	Issue	Description	Time	Status
<b>UZW 23118 Fahrzeugstörung - Lf. macht Reset</b>				
23118	UZW	Zug steht vollständig am Perron	06:12	
<b>WIL 19022 Fahrzeugstörung - Reset ausführen</b>				
32672	WIL-ZHER	HVZ-Komp. ex. 19022, Zugeigenschaften: Keine Einschränkungen Leermaterialzug, Abfahrt: 08:05 Mit Notfahrt, gem. LL ist dies aber kein Problem	08:00	
19022	WIL	Zug steht vollständig am Perron	06:55	
<b>ZFH 707 Fahrzeugstörung - Türstörung</b>				
707	ZFH-SG	Verspätung	08:59	09:52
707	ZFH	gefahren mit +7' Zug steht vollständig am Perron	08:59	

Abbildung 23: Alea-Meldungen zu einem blockierten Zug (Bild B. Kohli)

## 7.2.5 Aussagekraft der Signets

### Beschreibung

Es gibt eine Vielzahl von Signets, welche in RCS-D und Alea genutzt werden. Der DBV kennt als Experte die unterschiedlichen Signets. Beispielsweise wird im SSP das Andreaskreuz der Sanität für eine gute Zufahrt genutzt. Neue Meldungen und Massnahmen werden in Alea mittels fetter Schrift und einem roten Punkt zu Beginn der Meldung gekennzeichnet.

Andere Signets sind aber auch für den DBV nicht eindeutig. In Alea und RCS-D wird zwar einheitlich ein Zahnrad für Massnahmen verwendet, doch sagt dies nichts über den Inhalt aus. Ein mit Verspätung fahrender Zug hat dasselbe Signet wie ein Zug, welcher mit verminderter Geschwindigkeit fährt (vgl. Abbildung 24).

Zug	M.	Ort	Beschreibung	Bemerkung	Erstellt	ZUE	Ende	LP	ZP
<b>BR 809 Fahrzeugstörung - Türstörung</b>									
70809	★	TH-RH	in FO 809 Bt4,5B4,2A4,AS4,Re4 60 (Dispo FV BN).	Zugeigenschaften: Keine Einschränkungen Ersatzzug	07:03	10:17			
809	✘	BN-RH	Verwendet als 32xxx		07:11	10:17			
<b>FLA Unregelmässigkeit Fahrbahn - Isolierstörung W25</b>									
191	↔	W-RHVL-RS	Verkehrt via RHVL	Zugeigenschaften: Keine Einschränkungen; Originalstrecke: W-WIL-SG-RS	07:31	08:19			
34310	★	FLA-WIL	1 Tm, 2 Wg.	Zugeigenschaften: Keine Einschränkungen, Abfahrt: 11:05 Vmax 80 km/h 079 503 92 53. Wegmann Andreas	08:31				
34311	★	WIL-FLA	Baudienst.	Zugeigenschaften: Keine Einschränkungen, Abfahrt: 08:30	07:51				
<b>RBLA 62817, 37834, 62950 Fahrzeugstörung - VMAX 80 - Flachstellen</b>									
62950	⚙️	SGGB-RBLE	Verminderte Geschwindigkeit		05:13	17:20			
37834	⚙️	RHG...GGB	Verminderte Geschwindigkeit		05:12	09:40			
62817	⚙️	RBLA-RHS	Verminderte Geschwindigkeit		05:11				
<b>RW-SG 2563 Fahrzeugstörung - ZUB gestört</b>									
2566	ⓘ	SG-LZ	neu 2 Flirt statt VAE	Zugeigenschaften: Keine Einschränkungen	07:38	10:20			
29524	✘	SG-HE			07:39	08:31			
32122	★	SG-HE	VAE,	Zugeigenschaften: Keine Einschränkungen VAE, Abfahrt: 08:20 Komp von 2563	07:59				
<b>SG 23830 Fahrzeugdisposition</b>									
Q...38	⚙️	SG	verwendet für Q 23863	via Ost n. GL 36 umstellen	07:44	10:23			
<b>UZW 23118 Fahrzeugstörung - Lf. macht Reset</b>									
23118	⚙️	UZW		Zug steht vollständig am Perron	06:12				
<b>WIL 19022 Fahrzeugstörung - Reset ausführen</b>									
32672	★	WIL-ZHER	HVZ-Komp. ex. 19022,	Zugeigenschaften: Keine Einschränkungen Leermaterialzug, Abfahrt: 08:05 Mit Notfahrt, gem. LL ist dies aber kein Problem	08:00				
19022	⚙️	WIL		Zug steht vollständig am Perron	06:55				
<b>ZFH 707 Fahrzeugstörung - Türstörung</b>									
707	⚙️	ZFH-SG	Verspätung	gefahren mit +7'	08:59	09:52			
707	✘	ZFH		Zug steht vollständig am Perron	08:59				

Abbildung 24: Aufgelistete Massnahmen in Alea (Bild B. Kohli)

### Psychologische Aspekte

Die DBVs erkennen neue Meldungen vor allem auch an der fetten Schrift. Die Markierung als neue Meldung mit dem roten Stern ist somit doppelt vorhanden. Rot als Farbe wird mit einer notwendigen Handlung in Verbindung gebracht (Charwat, 1996). Oft ist es für den DBV

jedoch nur Information, was an einem anderen Ort geschieht. Neue Informationen im eigenen Fall, welche er nicht selbst eingetragen hat, sind für ihn nicht speziell erkennbar. Bei der Anordnung der Informationen kommt die Beschreibung der Massnahme erst drei Stellen nach der Zugnummer dazwischen folgt der Ort und das Signet. Die Zugnummer und die Beschreibung der Massnahmen gehören als Episode zusammen. Dazu ist auch kein vollständiger Satz notwendig, um zu verstehen, was mit dem Zug ist. Der Ort wird im visuell räumlichen Arbeitsspeicher verarbeitet. Daher kann ein Zooming-Effekt entstehen, gerade auch wenn eine Strecke angegeben ist (vgl. Abschnitt 4.2.1). Daher ist zu prüfen, ob die Strukturierung der Alea-Fälle nach Massnahme unterschiedlich sein sollte, damit Informationen leicht verarbeitet werden können.

Die Signets sind teilweise im Kontext missverständlich wie das Andreaskreuz, da dieses zur Signalisation von Bahnübergängen genutzt wird. Andere Signets sind nicht aussagekräftig wie das Zahnrad. Folglich muss immer auch der Kontext zur Interpretation beachtet werden. Daher wird auch unnötige Information verarbeitet, welche keinen Mehrwert generiert. Für die Interpretation der Meldung muss bei der Darstellung aber immer mindestens die Zugnummer meist jedoch der ganze Text gelesen werden.

Bei Meldungen ohne Bemerkung sind die Massnahmen-Checkboxen weit weg und können nur noch mit erhöhter Aufmerksamkeit einer Massnahme zugeordnet werden.

### *Gestaltungsempfehlungen*

Es erscheint sinnvoll, Meldungen im eigenen Fall stärker zu gewichten, beispielsweise indem nur ausgewählte und eigene Fälle einen roten Punkt bei Informationen enthalten, welche nicht selbst eingetragen wurden.

Es ist zu prüfen, ob mit einer unterschiedlichen Organisation einzelner Meldungen die Verständlichkeit und die Merkbarkeit erhöht wird so, dass episodische und geografische Informationen für die Massnahme passend aggregiert sind. Dabei ist auch die Fall Beschriftung mit einzubeziehen. Damit Redundante Informationen schnell erkannt werden. Auf ausführliche Sätze ist zu verzichten, da der Kontext klar ist.

In Alea stellt muss aufgrund der Mehrdeutigkeit der Signets dennoch die Meldung gelesen werden. Daher stellt sich die Frage, inwieweit Signets überhaupt einen Mehrwert generieren, da die Zusatzinformationen wichtig sind. In diesem Sinne könnte durch den Verzicht auf Signets mehr Platz für die Information oder eine grössere Schrift geschaffen werden.

Soll dennoch nicht auf Signets verzichtet werden, sind diese im Kontext Bahnverkehr eindeutig zu gestalten. Damit sie nur für einen Zustand / Information genutzt werden.

Beispielsweise wird für die Ambulanzzufahrt das Andreaskreuz verwendet, welches im Strassenverkehr Bahnübergänge bezeichnet. Damit ist dieses Zeichen in Bezug auf die

Bahn mehrfach belegt. Der Star of Life könnte auch als Markierung für die Sanität genutzt werden. (vgl. Abbildung 25).



Abbildung 25: Gegenüberstellung Andreaskreuz (Astra, 2006) und Star of Life (Wikipedia, 2015)

Beispielsweise kann für Alea das aus RCS-D bekannte Muster für einen mit Verspätung fahrenden Zug genommen werden (vgl. Abbildung 26). Es gilt jedoch zu beachten, dass die Farben auf dem aktuellen Hintergrund unterschiedlich wirken und die negative Schrift grösser sein muss für eine gute Lesbarkeit.



Abbildung 26: Mögliche Darstellungsformen in Alea bei Abfahrt eines zuvor blockieren Regionalzuges (SBB, 2014, c)

### 7.3 Erwartungskonformität

Die Erwartungen an einen Dialog sind Erwartungskonform, wenn Konventionen aus dem Nutzungskontext und allgemein anerkannte Konventionen eingehalten sind (vgl. Abschnitt 5.3.3). Die Personalentwicklung der SBB sieht vor, dass die Funktion des DBV eine Entwicklung der ZVL Rolle ist. Ein erfahrener ZVL kann sich zum DBV weiterbilden. Entsprechend ist der DBV mit den Programmen vertraut und kennt die Systeme bevor er die Rolle als DBV übernimmt (vgl. Abschnitt 2.3). Die spezifische Fragestellung „Entsprechen die Darstellungen und Reaktionen der Programme auf die Eingaben den Erwartungen der DBVs?“ wird folgendermassen beantwortet:

Der DBV als Experte ist mit den Programmen seinen Darstellungen und Reaktionen vertraut und kann diese in der Regel gut handhaben. Die Zugposition in RCS-D gründet auf dem Überfahren des Signales durch die Lok, wodurch der Zug auch schon im nächsten Abschnitt angezeigt wird. Dadurch besteht eine Abweichung zwischen der Zugposition und der Abbildung. Erwartungen bestehen vor allem in Bezug auf die Schnittstellen zwischen RCS-D und Alea aber auch zu anderen Programmen wie dem ERZU. Diese Schnittstellen sind oft nicht vorhanden, was zu einer Mehrfacheingabe der Informationen führt (vgl. Abschnitt 7.4.1). Es besteht bei den Weichenfarben keine konsistente Verwendung zwischen den Funktionen ZVL und DBV, obwohl die meisten DBVs auch als ZVL arbeiten.

<b>Übersicht über die Ergebnisse zur Fehlertoleranz sowie Gestaltungsempfehlungen</b>				
<b>Nr.</b>	<b>Beschreibung</b>	<b>psychologische Aspekte</b>	<b>Gestaltungsempfehlung</b>	<b>Pro-gramm</b>
7.3.1	Alea Anschlussanfragen	zurückhaltende Bearbeitung der Anfragen, Reiz-Reaktions-zuordnung, erinnern von Anfragen	Automatische Beantwortung der Anfragen ohne Zusatzinformationen, auch bei zuvor bearbeiteten Anschlüssen, Freie Positionierung der Anschlussanfragen um eine Gruppierung zu ermöglichen	RCS-D & Alea
7.3.2	Anzeige von freien Geleisen nach dem Befahren	mentale Rekonstruktion eines der möglichen Zugposition, Mustererkennung	Gleisfreimeldungen von ILTIS nutzen um den Abschnitt als noch belegt anzuzeigen.	RCS-D
7.3.3	Farben der Weichengeschwindigkeiten sind nicht auf die Funktion ZVL abgestimmt	Verwechslungs-gefahr	Konsistente Verwendung der Farben	RCS-D

Tabelle 3: Übersicht zu den Ergebnissen der Fehlertoleranz

### **7.3.1 Alea Anschlussanfragen**

#### *Beschreibung*

Anfragen zu Anschlüssen werden über Alea gestellt. Die Beantwortung erfolgt über die AMax des jeweiligen Betriebspunktes, welche meist auf dem Bildschirm ganz links oben geöffnet sind (vgl. Abschnitt 2.4.1).

In der AMax ist ersichtlich, ob ein Anschluss manuell oder automatisch gebrochen wurde. Anfragen, welche nach dem manuellen halten (umsteigen der Reisenden abwarten) oder brechen (pünktlich abfahren) eines Anschlusses gestellt werden, bekommen keine direkte Rückmeldung.

Die Anfragen haben auch die Möglichkeit zusätzliche Informationen zu hinterlegen, wie grosse Personengruppen usw. In Anbetracht, dass der Zugchef vor Ort ist, kann er die Seite der Kunden im jeweiligen Zug besser abschätzen. Seine Informationen können für die Entscheidung hilfreich sein. In der Regel enthalten die Anfragen aber keine

Zusatzinformationen, welche für den DBV relevant sind. Ausgenommen sind zubringende Bahnen, welche nicht in RCS-D erfasst sind. Oft wird dann in der Anfrage auch die erwartete Ankunftszeit mitgeteilt.

#### *Psychologische Aspekte*

Aufgrund der grossen räumlichen Distanz zwischen der Anfrage und dem Beantworten in der AMax besteht keine Reiz-Reaktionszuordnung (vgl. Abschnitt 4.1.2). Anfragen müssen erinnert oder durch Kopf drehen nachgesehen werden.

Der DBV wird, wenn er die AMax bearbeitet, den Entscheid gleich für mehrere Anschlüsse fällen. Dies auch, da er bei der Beantwortung am linken oberen Bildschirmrand arbeitet und somit nicht regelmässig die Aufmerksamkeit dorthin verlagern oder den weiten Weg mit der Maus fahren will.

In der AMax beantwortete Anschlussanfragen, welche etwas später als Meldung erscheinen können eine Verunsicherung auslösen, ob dieser Anschluss bereits beantwortet ist.

Viele Anfragen können auch erst kurzfristig beantwortet werden, weil der exakte Ankunftsstermin noch nicht abzuschätzen ist. Eine zu frühe Beantwortung birgt wie beschrieben die Gefahr, dass ein Entscheid doppelt abgebildet werden muss. Entsprechend unattraktiv wird das prospektive bearbeiten der Anschlüsse.

#### *Gestaltungsempfehlung*

Wenn keine zusätzlichen Informationen bei einer Anfrage enthalten sind, könnte der Entscheid, welcher in der AMax bereits hinterlegt ist, direkt übermittelt werden. Bei Zusatzinformationen ist es wichtig, dass die Anfrage dennoch angezeigt wird, damit der DBV seinen Entscheid überprüfen kann.

Für den DBV ist die Bearbeitung der AMax wichtig, jedoch nicht prioritär, da diese selbständig, gemäss Reglement, Anschlüsse löst respektive hält. Deswegen ist die AMax links oben etwas abseits passend positioniert. Dennoch sind die Anfragen wichtig und zentral positioniert. Ein zweites Fenster zu den Anfragen, welches im Bildschirm links oben als Erinnerungsstütze positioniert werden kann, könnte auch die Beantwortung beschleunigen.

### **7.3.2 Anzeige von freien Geleisen nach dem Befahren**

#### *Beschreibung*

Die Zugposition wird in RCS-D im jeweiligen Abschnitt angezeigt, wo die Lokomotive eingefahren ist. Diese Daten werden von ILTIS übernommen. Der zuvor belegte Abschnitt wird im SSP umgehend als frei angezeigt. Dies führt dazu, dass ein Zug, welcher auf die Freigabe des Abschnitts wartet, in RCS-D bereits mit einem Fragezeichen markiert wird, weil er nach RCS-D im nächsten Abschnitt einfahren sollte. In der Realität überprüft ILTIS, dass



der Zug den Abschnitt komplett verlassen hat bevor der Abschnitt für das Befahren mit einem neuen Zug freigegeben wird.

Ähnliche Situationen entstehen bei grösseren Fahrzeitreserven im Fahrplan. Wo der Zug rechnerisch bereits weiter sein könnte, der Lokführer aber langsam fährt, da er noch sehr viel Zeit hat, bis er gemäss Fahrplan im Bahnhof sein muss.

#### *Psychologische Aspekte*

Kennt der DBV die Situation erwartet er das Fragezeichen, ist es für den DBV ein ungewohnter Sektor oder ein neuer Fahrplan, braucht er Aufmerksamkeit und einen Moment um gedanklich zu eruieren, ob das Fragezeichen auf eine Störung hindeutet oder aufgrund einer zuvor beschriebenen Situation zustande gekommen ist.

#### *Gestaltungsempfehlung*

Es erscheint sinnvoll, dass der vorhergehende Abschnitt erst als frei dargestellt wird, wenn der Zug diesen auch verlassen hat. Durch das Abgreifen der Gleisfrei-Meldungen in Iltis könnte dies in RCS-D den Erwartungen entsprechend dargestellt werden. Was auch die Interpretation der Fragezeichen erleichtern respektive vermeiden könnte.

### **7.3.3 Farben der Weichengeschwindigkeiten sind nicht auf die Funktion ZVL abgestimmt**

#### *Beschreibung*

Im SSP besteht die Möglichkeit, sich Farben für die jeweiligen Weichengeschwindigkeiten anzeigen zu lassen. Mit dem Tooltip können auch die Geschwindigkeiten mit der jeweiligen Weichenummer angezeigt werden.

Die Farben stimmen nicht mit den Farben der Weichengeschwindigkeiten für den ZVL überein.

#### *Psychologische Aspekte*

Gerade in hektischen Situationen besteht eine Verwechslungsgefahr. In einem Interview kam es denn auch zur Verwechslung der Rolle respektive der Programme. Obwohl schnell geklärt, zeigt es die Schwierigkeit der Rollenwechsel auf.

Bockelmann, Nachreiner und Nickel (2012) verweisen den auch bei der Farbgebung darauf, dass diese durchgehend konsistent sein soll Signalfarben wie Rot ungewöhnlichen Zuständen vorbehalten sein soll.

#### *Gestaltungsempfehlung*

Die Verwechslungsgefahr auf Seiten DBV erscheint als nicht relevant. Da der DBV aber auch oft als ZVL arbeitet (vgl. Abschnitt 2.3), könnte eine Verwechslung in diese Richtung

unangenehme Folgen haben. In diesem Sinne erscheint es wichtig, die Farben an diejenigen des ZVLs anzupassen. Dies erleichtert auch einem neuen DBV die Interpretation der bereits bekannten Farben.

Die Allgemeine Farbcodierung ist zu überdenken, da aktuell sehr viel rot verwendet wird und Konflikte mit der Türkis Farbe nicht salient sind.

	Weichengeschwindigkeit unbekannt oder Vmax <40 km/h
---	---

Abbildung 27: Weichengeschwindigkeit in RCS-D (2014c)

Weichengeschwindigkeit	
	V/max
	100 km/h
	90 km/h
	80 km/h
	70 km/h

Abbildung 28: Weichengeschwindigkeit im Gleisplan Winterthur (2015a)

## 7.4 Steuerbarkeit

Ein Dialogablauf zu steuern, bedeutet, dass der Start sowie der Verlauf durch den Nutzenden beeinflusst werden kann (vgl. Abschnitt 5.3.4). Die spezifische Fragestellung: "Kann der DBV die für die Umsetzung der Massnahmen notwendigen Anweisungen mit den Programmen angemessen erteilen, dokumentieren und überwachen?" kann daher wie folgt beantwortet werden.

Aufgrund der fehlenden Schnittstellen zwischen RCS-D und Alea muss der DBV Dispositionen jeweils separat Zeichnen und beschreiben. Wenn genügend zeitlicher Vorlauf besteht, ist das Bestellen über Betrano ausreichend, es ist für den DBV kaum ersichtlich, ab wann die Zeit ausreichend ist, dass Dispositionen nur in Alea bestellt werden können. Die Kundeninformation läuft mehrheitlich über RCS-D. Die Information interner Stellen läuft mehrheitlich über Alea so, dass es immer auch ein Abwägen gibt, ob erst intern oder extern informiert wird.

Die schnelle Eingabe von Befehlen wird nur von einem Teil der DBVs mittels Tastaturbefehlen umgesetzt. Eine grosse Anzahl nutzt das Auswahlmenü, welches über die rechte Maustaste aufgerufen werden kann.

Einschränkungen, welche bei einer Störung oft erst durch den DBV gezeichnet werden, sind je nach Ansicht umständlich einzutragen.

Der Zugang zu Detailinformationen wie den Bahnhofsplänen ist möglich. Bei den Bahnhofsplänen aber trotz des Einstieges über das Ortskürzel nur mit mehreren Klicks möglich.

<b>Übersicht über die Ergebnisse zur Steuerbarkeit sowie Gestaltungsempfehlungen</b>				
<b>Nr.</b>	<b>Beschreibung</b>	<b>psychologische Aspekte</b>	<b>Gestaltungsempfehlung</b>	<b>Pro-gramm</b>
7.4.1	Mehrfache Eingabe von Informationen	unterschiedliche Abbildung von Information, Erinnern von Dispositionen	Schnittstelle zwischen RCS-D und Alea mit Drag and Drop Bedienung, Schnittstelle zu Betrano transparenter gestalten	RCS-D & Alea
7.4.2	Nutzung von Tastaturkürzel und Menü mittels Rechtsklick auf der Maus	Zeitaufwändige Bedienung	Tastaturkürzel für beide Programme auflisten, Tastaturen beschriften, Menü optimieren nach Häufigkeit der Nutzung	RCS-D & Alea
7.4.3	Einschränkungen in den unterschiedlichen Ansichten steuern	redundante Darstellung, kognitiver Aufwand Change Blindness, suche von Zügen	einfache Eingabe von Einschränkungen, redundante Anzeige auf Unterschiedlichen Bildern, Auswirkung auf die Züge, welche betroffen sind	RCS-D
7.4.4	Verlinkung mit Detaillierten Bahnhofsinformationen	aufwändige Auswahl, erinnern von Information	permanenter direkter Link zu den Bahnhofsinformationen, gemeinsames System zur Infrastruktur mit Zoom für den DBV	RCS-D & Alea

Tabelle 4: Übersicht zu den Ergebnissen der Steuerbarkeit

### 7.4.1 Mehrfache Eingabe von Informationen

#### *Beschreibung*

Zu Beginn einer Störung muss der DBV bereits erste Entscheide fällen, welche unmittelbar vor der Jetzt-Linie sind und durch den ZVL umgesetzt werden. Damit auch die Kunden informiert sind, ist das Abbilden in RCS-D notwendig. Dadurch wird das Customer System (CUS, Backbone zur Aufbereitung und Verbreitung von Daten für die Kundeninformation) mit den aktuellen Informationen versorgt und die Kunden informiert. Durchsagen in der S-Bahn, und die Information des Zugpersonals wird durch den Alea-Fall und die entsprechenden Massnahmen und Reisendenkonzepte initiiert. Das Eröffnen des Alea-Falls kommuniziert die

Situation in der BZ. Dispositionen, welche in RCS-D gezeichnet wurden, müssen in Alea für die Dokumentation nachgetragen werden. Durch die Einträge in Alea, wird auch Betrano aktiviert, welche die Massnahmen wie Umleitungen, aus Alea im NeTs programmiert. Mit der Programmierung NeTs wird auch die Darstellung in RCS-D angepasst. In der Alea Massnahme ist an den Massnahme-Checkboxen ersichtlich, ob Betrano mit der Programmierung im NeTs begonnen hat, aber nicht ob diese Abgeschlossen wurde. Das Inaktivieren von Zügen oder eine Reihenfolgeplanung wird aber nach wie vor durch den DBV in RCS-D ausgeführt. Der Übergang vom Zeichnen in RCS-D und Dokumentieren in Alea, zum mehrheitlichen Beschreiben in Alea und Programmierung im NeTs, ist fließend. Er entspricht nicht den entsprechenden Prozessen.

### *Psychologische Aspekte*

Die Programme haben eine unterschiedliche Darstellung der Informationen. Das grafische Zeichnen muss in einen Text übersetzt und in Alea abgebildet werden. In der Annahme, dass visuell räumliche und sprachliche Informationen im Arbeitsgedächtnis unterschiedlich gespeichert werden (vgl. Abschnitt 4.2.1) benötigt die Übersetzung der Information immer auch kognitiven Aufwand.

Der DBV muss zu Beginn der Störung bereits entscheiden, ob er den Fall erst innerhalb der BZ durch das Eröffnen eines Alea-Falles kommuniziert, oder ob er die Kunden an den Bahnhöfen über das Abbilden in RCS-D informiert.

Der DBV muss sich auch merken und erinnern, welche Entscheide er unmittelbar in RCS-D umgesetzt hat und er folglich noch nachtragen muss. Oft sind dies rutinierte Handlungen welche schlecht erinnert werden (vgl. Abschnitt 4.2.2). Daneben beginnt die eigentliche Ereignisbewältigung und Alarmierung sofern notwendig.

Es ist für den DBV schwer abzuschätzen wann der Wechsel, vom Zeichnen in RCS-D zum Bestellen in Betrano stattfinden kann und seine Massnahmen durch Betrano programmiert werden.

### *Gestaltungsempfehlung*

Der DBV sollte über eine Schnittstelle die letzten Dispositionen welche er in RCS-D getätigt hat mittels Drag and Drop einem Alea-Fall zuordnen können. Mit dieser Massnahme kann der kognitive Aufwand stark reduziert und die Bearbeitung beschleunigt werden. Durch das Manuelle zuordnen kann der DBV auch für mehrere Fälle disponieren.

Das Inaktivieren eines Zuges ist oft eine der ersten Handlungen bei einer Störung. Mit einer zusätzlichen Auswahl, Deaktivieren mit neuem Alea-Fall könnten die Zugposition und Strecke direkt von RCS-D bezogen werden.

Beim Eröffnen des Alea-Falles kann eine Anfrage an Betrano gestellt werden ob sie aktuell Zeit hat um die Massnahmen in Alea umgehend zu programmieren, damit das Abbilden in RCS-D für den DBV entfällt.

Damit dies in allen Situationen auch einwandfrei funktioniert, müssten auch die Befehle und Begrifflichkeiten abgeglichen werden (vgl. Abschnitt 7.2.3)

## 7.4.2 Nutzung von Tastaturkürzel und Menü mittels Rechtsklick auf der Maus

### *Beschreibung*

Die DBVs arbeiten oft mit dem Funktionsaufruf über die rechte Maustaste. Das Bedienmenü ist teilweise sehr lange (vgl. Abbildung 29). Die Menüstruktur zwischen Alea und RCS sind nicht aufeinander abgestimmt. In beiden Programmen gibt es die Möglichkeit, Tastaturkürzel zu nutzen. Es gibt eine teilweise Aufstellung der Kürzel im Benutzerhandbuch von RCS-D. Es ist keine nachvollziehbare Systematik der Kürzel vorhanden. Bei den einzelnen Befehlen sind die Tastaturkürzel angeschrieben.

Die DBVs nutzen teilweise Tastaturkürzel, oft ist es aber eine sehr begrenzte Anzahl.

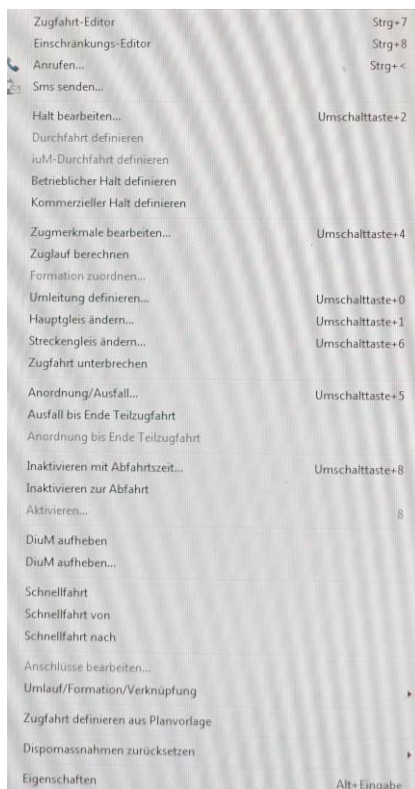


Abbildung 29: Bedienmenü mit der rechten Maustaste im ZWL (Bild B. Kohli)

### *Psychologische Aspekte*

Die schnelle Bedienung mit Tastaturkürzel wird mässig genutzt. Die Bedienung mit der Maus über die rechte Taste braucht lange, da jeweils zum entsprechenden Feld gefahren werden muss (Preim & Dachsel, 2010). Dabei ist die Liste der Befehle zu lange. Die Sortierung orientiert sich ebenfalls nicht an den wichtigen Befehlen in einer Störung. Das Inaktivieren einer der ersten Befehle bei einer Störung ist erst nach 2/3 der Befehle positioniert.

### *Gestaltungsvorschläge*

Eine Übersicht mit den für den DBV wichtigen Befehlen erstellen und die Tastaturbefehle abgleichen, damit auch sehr einfach aus beiden Programmen die wichtigen Befehle aufgerufen und bearbeitet werden können. Nach Möglichkeit so, dass wenn von der RCS-Tastatur aus gearbeitet wird, auch dort das entsprechende Fenster geöffnet wird. Die Tastatur kann mittels einer Klebefolie entsprechend angepasst werden und damit auch das Erlernen erleichtern.

Das Menü, welches beim Rechtsklick erscheint kann besser auf den DBV abgestimmt werden, so dass die häufig verwendeten Befehle oben angeordnet sind. Hilfreich ist auch eine Struktur, welche Thematisch gegliedert ist. Effizient wäre auch ein kreisförmiges Menü, welches eine schnelle Selektion erlaubt (Preim & Dachsel, 2010). Da die Beschriftung schwierig ist, sind Signets sinnvoll, wobei dazu der Abschnitt 7.2.5 zu beachten ist.

## **7.4.3 Einschränkungen in den unterschiedlichen Ansichten steuern**

### *Beschreibung*

Einschränkungen können grundsätzlich in allen Bildern von RCS-D mit dem Einschränkungseditor erfasst werden. In der Eingabemaske können neue Einschränkungen erstellt, und bekannte verwaltet werden. Dabei werden die Informationen als Text respektive Ziffern erfasst. Die Eingabemaske ist in allen Bildern identisch, es können jedoch in den verschiedenen Bildern, verschiedene spezifische Abkürzungen genutzt werden. Folglich werden für unterschiedliche Einschränkungen, auch unterschiedliche Bilder für die Eingabe genutzt. Langsamfahrstellen werden jeweils im SSP eingetragen, da dies schnell geht. Sichtbar sind diese dann aber nur im iSSP. Die Langsamfahrstelle wirkt sich dann auch auf die Prognosen im ZWL aus. Gleissperren werden meist im ZWL grafisch gezeichnet. Wobei dies keine unmittelbare Auswirkung auf einen Zug hat, welcher die gesperrte Strecke nutzt. Es wird auch kein Gleisbelegungskonflikt angezeigt.

Bei einer Störung ist es für den DBV hilfreich, wenn er umgehend eine Gleissperre einzeichnen und die betroffenen Züge inaktivieren kann. Damit zeigt er den anderen DBVs, dass es an dieser bestimmten Stelle Probleme auf dem Netz gibt. Durch das Inaktivieren der Züge beginnt der DBV bereits die Störung zu isolieren, da keine weiteren Züge auf das

Ereignis zufahren und gegebenenfalls auf offener Strecke halten müssen. Ist der DBV zu langsam, fährt ein weiterer Zug mit Kunden zum Ereignisort.

Für den DBV ist es wichtig, dass er dies schnell ausführen kann, damit die betroffenen Züge möglichst noch an einem Perron stehen. Es kommt gemäss den DBVs immer wieder vor, dass man einen Zug zu spät an der Ausfahrt hindern kann und er noch in die Störung „hineinfährt“.

Fahrriichtungsbeschränkungen werden in der Regel vom ZVL erfasst und sind im iSSP sichtbar, diese haben keinen direkten Einfluss auf die Züge.

Künftige Einschränkungen, welche geplant wurden, werden 60 Min. vorher im iSSP angezeigt. Die Daten für die Sperren sind Plandaten und werden bei aktiviertem Layer auch angezeigt, wenn der ZVL diese noch nicht umgesetzt hat. Sperren, welche der ZVL in ILTIS umgesetzt hat, werden auf einem separaten Layer angezeigt. Künftige Streckensperren sieht der DBV im ZWL.

#### *Psychologische Aspekte*

Das Aktivieren von unterschiedlichen Einschränkungen in unterschiedlichen Ansichten braucht jeweils ein Umdenken, besonders wenn diese in der entsprechenden Ansicht nicht sichtbar ist (Langsamfahrstelle).

Einschränkungen erscheinen beim Erstellen durch den ZVL und können aufgrund des Change Blindness Effektes (vgl. Abschnitt 4.1.1) leicht übersehen werden.

Bei Gleissperren ist es für den DBV wichtig, dass er diese schnell einzeichnen und die betroffenen Züge deaktivieren kann. Zu Beginn einer Störung geht es ihm in erster Linie um ein schnelles Abbilden an der richtigen Stelle und nicht um eine möglichst exakte Abbildung. Bezüglich der Selbstbeschreibungsfähigkeit von Konflikten bei Gleissperren ist auch auf Abschnitt 7.2.1 zu verweisen.

Der DBV muss die Züge welche er inaktivieren will suchen und mit der Maus einzeln ansteuern.

#### *Gestaltungsempfehlung*

Der DBV muss Einschränkungen in RCS-D abbilden, damit diese sichtbar sind. Dabei ist darauf zu achten, dass diese in den unterschiedlichen Bildern redundant dargestellt werden. Die Erstellung einer Einschränkung soll in allen Bildern nach einem gleichen einfachen Muster geschehen.

Bei Sperrungen eines Geleises kann dies mit einem Vorschlag für das Inaktivieren der betroffenen Züge einhergehen. Optimal wenn der DBV dabei entscheiden kann welche der von der Sperre betroffenen Züge zu inaktivieren sind. Dadurch kann der DBV Zeit für das Disponieren gewinnen.

Auch die Falleröffnung kann verlinkt werden, da bei einem Ereignis welches den Schienenverkehr beeinträchtigt auch ein Alea-Fall eröffnet werden muss.

#### 7.4.4 Verlinkung mit den Detaillierten Bahnhofsinformationen

##### *Beschreibung*

Im SSP werden die grundlegenden Informationen zur Infrastruktur detaillierter dargestellt, als im iSSP (vgl. Abschnitt 2.4.1).

Die Zusatzinformationen wie Kantongsgrenzen und Anfahrten für die Sanität wird von den DBVs geschätzt, da sie auch auf diese kontextrelevanten Informationen schnellen Zugriff haben.

Der Unterhalt des SSP ist BZ intern geregelt und wird als Zusatzfunktion ausgeführt. In der BZ Ost ist dies ein Ressortverantwortlicher Mitarbeitender. Daher berichten die DBVs auch davon, dass es oft lange braucht, bis der SSP aktualisiert ist oder Renovationen vermerkt sind, welche lange abgelaufen sind.

Die aktuellsten und detailliertesten Informationen sind im Intranet hinterlegt. Das Aufrufen kann über einen Link des einzelnen Betriebspunktes gehen. Allerdings wird dort nur auf eine allgemeine Seite verlinkt und muss dort unter allen zur Verfügung stehenden Betriebspunkten ausgewählt werden.

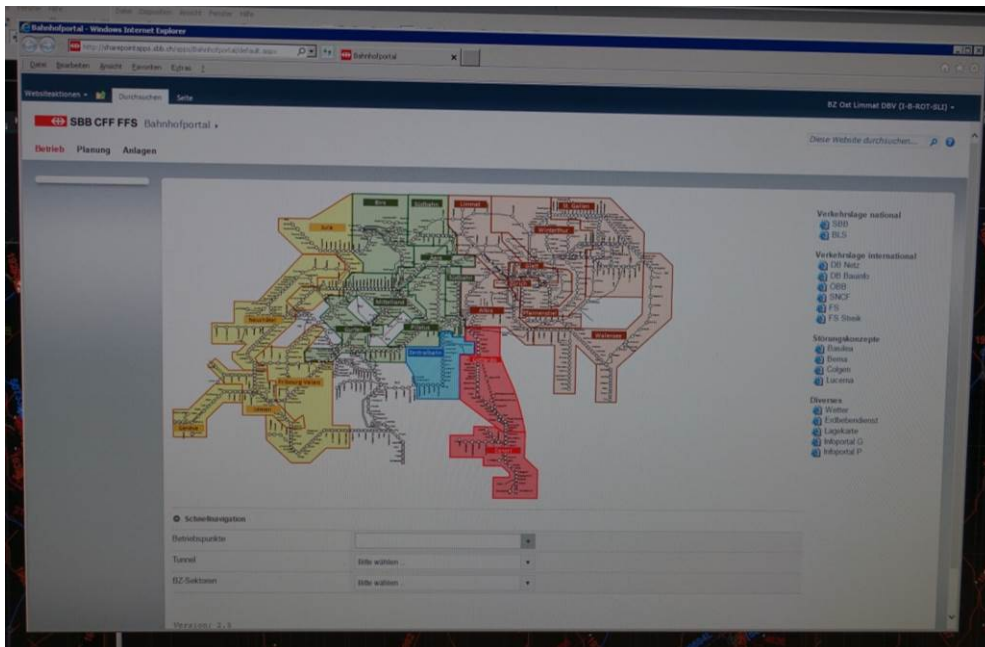


Abbildung 30: Übersichtsseite zur Auswahl der Bahnhofsinformation (Bild B. Kohli)



### *Psychologische Aspekte*

Da der zeitnahe Unterhalt des SSP nicht gewährleistet ist, sind die DBVs vorsichtig mit der Verwendung der Informationen und sehen lieber noch mal im Intranet nach.

Trotz des Links muss sich der DBV an den Betriebspunkt erinnern. Mit den Abkürzungen besteht jedoch Verwechslungsgefahr (vgl. Abschnitt 7.2.2).

### *Gestaltungsempfehlung*

Es braucht stabile Links auf die Bahnhofsinformationen, damit diese mit einem Doppelklick aufgerufen werden können. Dies sollte in beiden Programmen RCS-D und Alea möglich sein. Wichtig wäre ein SSP, mit den aktuellen Infrastruktur Daten. Dazu ist das manuelle nachtragen / abschreiben von in anderen Systemen erfassten Daten nicht sinnvoll.

Interessant aber umfangreich wäre ein integriertes Programm, welches die Daten entsprechend übernimmt und für den DBV aufbereitet so, dass dieser mittels Zoom zwischen einer grossflächigen Übersicht und den Details bei Betriebspunkten wechseln kann.

## **7.5 Fehlertoleranz**

Die Abweichungen vom Fahrplan, welche der DBV disponiert (vgl. Abschnitt 2.2) haben unterschiedlichste Ursachen. Auch der DBV selbst kann Ursache für Fehleingaben in den Programmen sein. Auch mit Fehleingaben soll das beabsichtigte Arbeitsergebnis erreicht werden können (vgl. Abschnitt 5.3.5). Die spezifische Fragestellung: „Werden Fehleingaben oder fehlerhafte Informationen im System durch den DBV erkannt?“ kann folgendermassen beantwortet werden.

Der DBV sieht anhand der Abweichungen in RCS-D, wenn fehlerhafte Informationen bei Zügen hinterlegt sind. Diese werden beim Lokführer überprüft und angepasst. Beim Zeichnen von Dispositionen können Bedingungen dazu führen, dass es die Zuglinie verzeiht. Dies ist umgehend ersichtlich, es erfolgt aber keine Fehlermeldung. Die DBVs helfen sich bei der Problemlösung aus. Dispositionen können zurückgenommen werden, wobei viele Umsysteme (vgl. Anhang B) daran hängen. Das Wissen des DBVs über das Schienennetz und den Verkehr ermöglichen es ihm, unpassende Eingaben bei Alea zu erkennen. Wird eine unpassende Eingabe erkannt, und nicht umgehend angepasst wird der Verfasser darauf hingewiesen.

<b>Übersicht über die Ergebnisse zur Fehlertoleranz sowie Gestaltungsempfehlungen</b>				
<b>Nr.</b>	<b>Beschreibung</b>	<b>psychologische Aspekte</b>	<b>Gestaltungsempfehlung</b>	<b>Programm</b>
7.5.1	Fehlermeldungen bei verzogenen Dispositionen Respektive bei unlogischen Eingaben	keine Fehlermeldung, Verwechslung Blickverlauf	bei Unlogische Dispositionen eine Fehlermeldung anzeigen, explizite Bestätigung bei unlogischen Eingaben Datenübername aus RCS-D	RCS-D & Alea
7.5.2	Zurücknehmen von Dispositionen	Transparenz der Informationsübermittlung, erinnern des Ausgangszustandes	Information zum Stand der Umsetzung, Kundeninformation bei allen Änderungen	RCS-D

Tabelle 5: Übersicht zu den Ergebnissen der Fehlertoleranz

### **7.5.1 Fehlermeldungen bei verzogenen Dispositionen Respektive bei unlogischen Eingaben**

#### *Beschreibung*

Bei der Disposition von Zügen kommt es vor, dass eine Linie komplett verzogen dargestellt wird. Werden die Linien in dieser Form dargestellt ist jedem umgehend klar, dass ein Fehler vorhanden sein muss, da die Linien quer über das Bild gehen und auch in die Vergangenheit und wieder zurück reichen. Von RCS-D erfolgt keine Fehlermeldung.

Bei der Eingabe eines Alea-Falles ist der Ort eine zwingende Eingabe. Zusätzlich besteht die Möglichkeit eine Zugnummer zu hinterlegen, wenn ein Zug vom Ereignis betroffen ist. Bei der Eingabe kommt es hin und wieder zu Fehlern, dass Zugnummern vertauscht oder falsche Abkürzungen für die Betriebspunkte verwendet werden. In Alea können bei der Falleröffnung Zugnummern mit Ortschaften kombiniert werden, welche nicht möglich sind.

#### *Psychologische Aspekte*

Die Disposition kann rückgängig gemacht werden. Für das Finden einer Lösung wird dann gegebenenfalls bei anderen DBVs nachgefragt, wie es dazu kommen konnte.

Zu Beginn einer Störung geht der Puls des DBV hoch und er muss sich einen Überblick über die Situation verschaffen. Zeitgleich sind die Informationen zu diesem Zeitpunkt eher vage.

Fehler sind schnell möglich, gerade auch bei den Betriebspunkten, wo die Abkürzungen nicht dem Sprachgebrauch entsprechen.

Alea zeigt nach der Eingabe an, ob die Zugnummer gefunden wurde, und ob der Ort zum Zuglauf passt. Die Anzeige ist jedoch im Titelkopf des Pop-Ups und gleich unter dem Ortsnamen zu sehen. Der Blick des DBV schweift aber schnell weiter nach unten, um eine Meldung einzugeben oder den Fall zu eröffnen.

Unlogische Eingaben werden meist umgehend von den Mitarbeitenden erkannt und bei Bedarf wird darauf hingewiesen, dass der DBV die Korrektur in Alea vornehmen kann.

#### *Gestaltungsempfehlung*

Bei logischen Fehlern sollte ein Hinweis erscheinen, welcher den DBV unterstützt, die Disposition um zu setzen respektive die entsprechenden Einstellungen zu finden, damit die Disposition entsprechend umgesetzt wird.

Ein Zug wird oft erst deaktiviert, damit für die umliegenden Sektoren und ZVL ersichtlich ist, dass etwas nicht stimmt. Beim Deaktivieren des Zuges wäre die Möglichkeit sinnvoll mit den Informationen auch gleich einen Fall zu eröffnen. Damit könnte die Fehlerquelle beim Übertragen reduziert werden.

Wird der Name des Betriebspunktes neben der Abkürzung ausgeschrieben, auch nach der Auswahl des Ortes, kann dies helfen, Fehleingaben schnell zu erkennen (vgl. Abschnitt 7.2.2). Bei der Zugnummer wird sinnvollerweise der Zuglauf dargestellt. Dies, damit beim Vertauschen von Ziffern offensichtlicher wird, dass die Zugnummer unpassend ist.

Als letzte Möglichkeit bietet sich die Fehlermeldung bei der Bestätigung an. Alea zeigt bereits an, dass ein Ortsname nicht zum Zuglauf passen kann. Zusätzlich kann man dies durch eine explizite Bestätigung verdeutlichen.

### **7.5.2 Zurücknehmen von Dispositionen**

#### *Beschreibung*

Eine Disposition in RCS-D kann ohne weiteres rückgängig gemacht werden. Beim jeweiligen Zug können die aktiven Dispositionsmassnahmen aufgerufen und einzeln gelöscht werden. Allerdings bieten sich bei der Umsetzung gewisse Schwierigkeiten. Bei einer Störung disponiert ein DBV nahe an der Jetzt-Line, wo die Dispositionen in der Realität umgesetzt werden.

Es versteht sich von selbst, dass ein Zug kaum in sinnvoller Zeit gewendet werden kann, falls es nun doch noch einen anderen, passenderen Fahrweg zum Ziel gibt. Gerade aber auch bei Personenzügen ist eine Disposition aufwendig, weil die Kundeninformation sichergestellt sein muss. Neben der Information brauchen die Kunden auch Zeit, um beispielsweise das Perron zu wechseln. Wird die Massnahme dennoch nach ein paar Minuten rückgängig gemacht, stösst dies bei der Kundschaft kaum auf Verständnis. Folglich

ist bereits eine Gleisänderung eine nicht zu unterschätzende Massnahme, welche nach Möglichkeit nicht mehr zurückgenommen wird.

RCS-D löst die Kunden Information über CUS aus. In RCS-D ist nicht ersichtlich, ob Informationen an CUS übermittelt wurden oder die Kundeninformation erfolgreich war. CUS informiert über Abweichungen vom Fahrplan, wobei Veränderungen zurück zum Fahrplan nicht kommuniziert werden.

#### *Psychologische Aspekte*

Die DBVs sind sich sehr bewusst, dass viele Personen auf einen Entscheid von ihnen warten. Neben dem Druck möglichst schnell einen Entscheid zu generieren, muss dieser auch passend sein, da eine Veränderung mit viel Aufwand verbunden ist. Dem DBV fehlen zu Beginn einer Störung oft die Informationen vor Ort. Folglich wird viel aus der Erfahrung geschöpft, um erste Entscheide fällen zu können.

Inwieweit ein Entscheid bereits an die Umsysteme abgegeben wurde und inwieweit diese bereits umgesetzt sind, ist für den DBV nicht ersichtlich. Dazu muss er zum IS, welcher die Informationen aus dem Programm Kundeninformation Bahnhof (KIB) abrufen kann oder die Kommunikation unterbindet.

Wie bereits erwähnt wird nur über Abweichungen zum ursprünglichen Fahrplan informiert. Fährt ein Zug wieder nach Fahrplan, gibt es keine Kundeninformation.

#### *Gestaltungsempfehlungen*

Beim Befehl „Dispositionen rückgängig“ machen, könnte ähnlich wie bei Alea hinter der Massnahme eine Liste mit den bereits erfolgten Umsetzungen erscheinen. Wie beispielsweise an den Monitoren sichtbar oder am Bahnhof ausgerufen usw.

Mit diesen Informationen hätte der DBV zumindest die Information was notwendig wäre, um eine Disposition zurückzunehmen.

Gerade auch bei Situationen, in welchen die Disposition erst gerade umgesetzt wurde. Damit könnte besser entschieden werden, ob eine Massnahme zurückgenommen werden kann.

Als Option wäre sicherlich auch ein Pause-Knopf interessant, welcher die weitere Verarbeitung des Befehls unterbrechen würde um Zeit zu gewinnen um noch einmal darüber nachzudenken.

## 7.6 Zusammenfassung und Beantwortung der allgemeinen Fragestellung

Während die spezifischen Fragestellungen und die Lösungsansätze bereits in den Abschnitten zuvor beantwortet wurden, kann folgende Antwort für die allgemeine Fragestellung "Wie unterstützen die User Interfaces von RCS-D und Alea die Aufgabenerfüllung des DBVs in Bezug auf das Störungsmanagement?" gegeben werden: Informationen zum aktuellen Schienenverkehr sind prinzipiell in RCS-D grafisch dargestellt und helfen dem DBV zu verstehen, wie sich der aktuelle Verkehr entwickelt. Für die Überwachung des regulären Betriebs reicht der aktuelle Stand an SA aus, um Konflikte angemessen zu lösen.

Wenn ein Ereignis entsteht, ist der DBV auf das Umfeld angewiesen, da ihm die Programme ausser einem Fragezeichen kaum Informationen zur Störung liefern. Es ist für ihn zu diesem Zeitpunkt je nach Störungsbild auch schwierig abzuschätzen, welche Funktionalität des Schienennetzes für die Disposition zur Verfügung steht. Zu diesem Zweck steht er auf und sieht auf dem ILTIS Plan des ZVLs nach oder telefoniert mit den entsprechenden Personen beispielsweise dem Lokführer.

Der DBV muss in sehr kurzer Zeit die passenden Entscheide fällen, um die Störung zu isolieren und die Ereignisbewältigung voran zu treiben. Dabei muss er der DBV separat eine Störung einzeichnen und betroffene Züge deaktivieren. Zu Beginn gibt es nicht den einen grossen Entscheid, welcher durch den DBVs gefällt werden muss, es sind viele kleine Entscheide, welche in einer grossen Kadenz gefällt werden. Dies sind bekannte Lösungsmuster, welche neu zu einem Konzept zusammengesetzt werden. Damit es am Ende funktioniert, sind viele verschiedene Detailinformationen wichtig. Aufgrund der Vielfältigkeit von Ereignissen sind die Detailinformationen nur in gewissen Fällen relevant. So ist beispielsweise die genaue Zugposition meist nicht notwendig. Steht der Zug jedoch bei einer Kantongrenze oder bei einer Weiche, wird dies wichtig. Diese Informationen sind in RCS-D nicht immer direkt ersichtlich und müssen in separaten Fenstern oder Programmen nachgeschlagen werden. Der DBV muss sich folglich erst die Informationen zusammenstellen, damit er die verfügbaren Optionen für den Entscheid bewerten kann. Diese Abklärungen benötigen immer Zeit und Merkleistung oder sie werden notiert, da die Informationen anschliessend nicht mehr sichtbar sind. Dies bedeutet auch kognitiv eine Mehrbelastung. Bei der Umsetzung hat der DBV die Möglichkeit, in RCS-D provisorische Dispositionen zu erstellen und damit visuell auszuprobieren, ob eine Disposition passend ist. Der provisorische Zuglauf wird nicht gerechnet. Daher kann der DBV nur aufgrund der sichtbaren visuellen Passung und seiner Erfahrung entscheiden. Je nach Sektor bestehen unterschiedliche Tools um Hinweise für künftige Dispositionen zu hinterlegen.

Die aktuelle Darstellung von Zügen ist historisch gewachsen. Aufgrund der Möglichkeiten, beide Gleise in beide Richtungen zu nutzen und Strecken mit mehr als drei Gleisen, sind die Darstellungen zu überdenken. Auch die Farbgebung sollte im Hinblick auf die Funktionswechsel innerhalb der BZ konsistent gestaltet sein.

Alea unterstützt den DBV indem sehr schnell ein Fall innerhalb der SBB und angeschlossenen EVUs kommuniziert werden kann. Oft reagieren diese dann bereits proaktiv um die Störung optimal zu bewältigen.

Anfragen und Informationen können platziert werden und sind für alle Beteiligten transparent. Dadurch werden aber auch Informationen angezeigt, welche für den DBV nicht relevant sind. Da alle neuen Informationen gleich angezeigt werden, ist die Unterscheidung nur durch das Lesen möglich. Sehr wichtige und dringende Informationen, werden nach wie vor und besonders zu Beginn einer Störung telefonisch kommuniziert. Dies, weil damit auch die Rückmeldung verbunden ist, dass eine Information angekommen ist. Der DBV muss zu Beginn der Störung vor allem Informationen über den Verlauf und seine Massnahmen in Alea eintragen. Die Informationen zur Zugdisposition, welche er grafisch in RCS-D gezeichnet hat, muss er aufgrund der mangelnden Schnittstelle in Alea erneut als Text erfassen. Dabei besteht keine Konsistenz der Begriffe und Befehlen.

Durch das vereinfachte Bestellverfahren mit Alea kann der DBV durch Betrano unterstützt werden. Da für den DBV die Schnittstelle nicht transparent ist, werden Arbeiten möglicherweise doppelt ausgeführt, weil erst in RCS-D abgebildet und anschliessend in NeTs programmiert werden, obwohl die Zeit ausreichend gewesen wäre. Die ist gerade zu Beginn einer Störung ineffizient. Für komplexe Dispositionen wie eine Wendung kann in Alea einfacher gearbeitet werden. Es fehlt jedoch die Möglichkeit, Teile der Massnahme zu kopieren, was gerade im Zentrumsverkehr wichtig ist, wo S-Bahnen immer häufiger in einem engen Taktfahrplan fahren.

## 8 Diskussion und Reflexion

Die SBB ist an der Entwicklung der Programme interessiert (vgl. Kapitel 1), was sich auch daran zeigt, dass Hinweise und Erkenntnisse aus vorhergehenden Studien umgesetzt wurden (vgl. Zeller, 2013).

In dieser Arbeit wurde versucht, anhand der ISO-Norm 9241 zur Gebrauchstauglichkeit von Dialogen und dem Konzept der SA von Endsley (1995, zitiert nach Endsley & Jones, 2012) sowie psychologischen Grundlagen mit den Entscheidungsebenen von Svenson (1996), nachzuvollziehen, wie die Programme RCS-D und Alea die Entscheidungen des DBVs in einer Störung unterstützen. Die Erkenntnisse aus den Erhebungen haben, wie in Kapitel 7 aufgezeigt, zu verschiedenen Gestaltungsansätzen geführt. Ziel war die Ausarbeitung von Gestaltungsvorschlägen, welche auf eine verbesserte Entscheidungsgrundlage des DBVs abzielen (vgl. Kapitel 3).

Daher liegt der Mehrwert dieser Arbeit im praktischen Nutzen, bei der Gestaltung und Weiterentwicklung des User Interfaces für den DBV. Sie bereitet eine Diskussionsgrundlage für die Weiterentwicklung der Programme anhand der kognitiven Prozesse, welche bei der Bewältigung durch den DBV notwendig sind.

Auch wenn Ereignisse und Störungen im System allgegenwärtig sind, ist es nicht einfach diese zu beobachten. Zum einen, da diese nicht immer im selben Sektor stattfinden, zum anderen da diese sehr unterschiedlich ausgeprägt sind. Dabei spielen das Ereignis selbst, die Infrastruktur, das Verkehrsaufkommen und nicht zu vergessen die beteiligten Mitarbeitenden wichtige Rollen, welche die Entscheide des DBVs, in einer passenden form ausführen oder nicht.

Für die Bewältigung fällt der DBV sehr viele kleine Entscheide, welche den weiteren Verlauf positiv oder negativ beeinflussen können. Diese Entscheide des DBVs können auf allen vier von Svenson (1996, vgl. Abschnitt 4.2.2) genannten Stufen liegen. Für die Rekonstruktion stellt sich die Schwierigkeit, dass die kleinen routinisierten Entscheide kaum erinnert werden, selbst wenn kurz danach gefragt wird.

Für die kleinen Entscheide sind Detailinformationen notwendig, welche im aktuellen System oft nicht direkt sichtbar oder in anderen Programmen zugänglich sind. Entsprechend kann der DBV seine SA bezüglich der Dispositionen nicht ausreichend aufbauen. Er kompensiert dies mit seiner Erfahrung und dem Umsetzen von bekannten Mustern.

Das Betriebskonzept entwickelt sich aus den ersten Massnahmen oder wird direkt von einem unterstützenden DBV erstellt. Es wird als bewusster Entscheid wahrgenommen und auch formalisiert mit den EVUs abgesprochen und umgesetzt. Die Herausforderungen bei der Erstellung eines Betriebskonzeptes wurden auch schon bei Zeller (2013) erwähnt.

Aktuell wird der DBV, wie zuvor erläutert, nicht optimal in der Entscheidungsfindung unterstützt. Dazu kommt der Arbeitsaufwand aufgrund der fehlenden Schnittstellen. Daher löst der DBV bei einer Störung kognitiv anspruchsvolle Aufgaben und dies in einer hohen Anzahl. Um dies zu bewältigen, wird der DBV durch das Arbeitssystem unterstützt, unter anderem indem schnell ein zweiter DBV beigezogen wird.

In diesem Sinne zeigt die Untersuchung die Verzahnung des soziotechnischen Systems, welches sich an die Gegebenheiten anpasst um ein Ziel in diesem Fall die pünktliche Zugsankunft zu erreichen.

Entsprechend wichtig war das Erheben des Nutzungskontextes, wie es in der Literatur (Sarodnik & Brau, 2011, Richter & Flückiger, 2010) und in der ISO-Norm 9241:210 (Din, 2011) gefordert wird.

Die Arbeit des DBV findet in einem hoch komplexen Umfeld statt. Die Aufgabe des DBV für die operative Disposition des Schienenverkehrs im eigenen Sektor ist eine sehr umfassende Aufgabe. Die zur Verfügung gestellten Programme haben die Aufgabenerfüllung im Vergleich zu früher stark verbessert und ermöglichen eine hohe Auslastung des Netzes. Die unterschiedlichen Oberflächen und Anforderungen erhöhen die Komplexität. Nicht ohne Grund ist die Funktion des DBV mit einer aufwändigen Einarbeitung verbunden.

Eine Schwierigkeit der Untersuchung bestand in den auf den ersten Blick klar voneinander abgegrenzten Programmen und der gemeinsamen Nutzung. Somit sind gewisse Herausforderungen nur in einem Programm relevant, andere an der Schnittstelle oder im Zusammenspiel bei der kognitiven Verknüpfung der Daten. Daher war es aufwendig, ein Verständnis für die Arbeit des DBVs zu entwickeln. Bei den Erhebungen zeigte sich, dass dies in der Vorstudie stärker hätte berücksichtigt werden können. Gegebenenfalls hätte die Studie dadurch einen stringenteren, weniger explorativen Charakter erhalten.

Hilfreich hat sich diesbezüglich die GDTA nach Endsley und Jones (2012) entpuppt, welche erst zu einem späteren Zeitpunkt integriert wurde. Sie half die Ziele der DBVs zu ordnen und zu strukturieren. Damit konnte auch ein vertieftes Verständnis der Aufgabe erreicht werden. In den Diskussionen zu den Ergebnissen leisteten sie ebenfalls gute Dienste. Die Ausarbeitung der GDTA wurde in dieser Studie nicht bis auf die Ebene des einzelnen Informationsbausteins heruntergebrochen. Dies könnte in einem Nachfolgeprojekt respektive der Ausarbeitung der Gestaltungsvorschläge hilfreich sein, um die Informationsbedürfnisse exakter zu bestimmen.

Die Fokussierung auf eine BZ respektive auch auf einen Sektor hat sich bewährt. Weil dadurch Unterschiede in den Sektoren später besser erkannt und eingeordnet werden konnten. Aufgrund der Vielschichtigkeit bei Störungen stand auch der Gedanken im Raum, sich auf eine Störung zu fokussieren, dies wäre aber der Aufgabe nur mässig gerecht



geworden. Für die Schärfung des Fokus dieser Arbeit hätten gegebenenfalls die ISO Norm Kriterien stärker eingegrenzt werden können.

Das Contextual Inquiry mit den Beobachtungs-Interviews hat sich sehr bewährt. Es erwies sich als Vorteil, da die Arbeitssituation des DBVs einem starken Wechsel zwischen Zeiten mit hoher Belastung und Zeiten mit tiefer Belastung ausgesetzt ist. Daher konnte bei den Erhebungen auch sehr intensiv über die Nutzung der Programme gesprochen werden.

Das wiederholte Beobachten vor Ort bot auch die Möglichkeit bei Fragen, welche bei der Auswertung entstanden sind, zu stellen, oder sich bei Unsicherheiten den Sachverhalt erneut erklären zu lassen. In diesem Sinne hat sich die Technik der Beobachtungsinterviews sehr bewährt. Die Informationsflut bei den Beobachtungen war sehr gross und das Organisieren der Feldnotizen gestaltete sich aufwendig.

Die Entscheide des DBVs finden in der Regel in einer kleinen Auflösung statt. Aufgrund der Entscheide, welche sehr spezifisch gefällt wurden, war der Austausch mit den DBVs ausserordentlich wichtig, um die Zusammenhänge zu verstehen. Der DBV ist sich gewohnt, dass er viele Detailinformationen im Kopf hat und bei einer Störung abrufft. Deswegen sieht man einen DBV auch selten auf der Suche nach Informationen. Dies bedeutet aber nicht, dass er sie nicht gerne hätte, respektive überprüfen würde.

Diese Studie zeigt auf, dass Entwicklungspotenzial bei den Programmen besteht. Die Ergebnisse passen in den Kontext von SA und bestätigen die Wichtigkeit von passenden Systemen, welche den kognitiven Entscheidungsprozess unterstützten. Die Gestaltungsvorschläge sind ein Ansatz für die Weiterentwicklung der Programme. Dazu muss der eingeschlagene Weg des Einbezuges der DBVs konsequent weiter verfolgt werden. Es ist auch zu beachten, dass der DBV nicht die einzige Nutzergruppe ist und entsprechende Anpassungen nicht bei allen Nutzergruppen denselben Effekt hat, da sie andere Informationen für ihre Aufgabenerfüllung benötigen.

In diesem Sinne besteht mit dieser Arbeit eine Grundlage für die Weiterentwicklung der Programme, welche die Aufgabenerfüllung aus einer psychologischen Perspektive ins Zentrum rückt.

## 9 Quellenverzeichnis

- Albers, M. (2010). Usability of Complex Information Systems in Albers, M., & Still, B. (Hrsg.) *Usability of Complex Information Systems: Evaluation of User Interaction*. (S. 3-16). New York: Taylor & Francis.
- Andersson, A., Jansson, A., Sandblad, B. & Tschirner, S. (2013) Recognizing complexity: Visualization for skilled professionals in complex work situations. In: Building Bridges: HCI, Visualization, and Cognitive Ergonomics. Berlin Heidelberg: Springer.
- Anderson, J. R., Bothell, D., Byrne, M. D., Douglass, S., Lebiere, C., & Qin, Y. (2004). An integrated theory of the mind. *Psychological Review*, 111 (4), 1036-1060.
- Baddeley, A. D. (2000). The episodic buffer: A new component of working memory?. *Trends in Cognitive Sciences*, 4(11). 417–423.
- Berndt, E., Furniss, D., & Blandford, A. (2014). Learning Contextual Inquiry and Distributed Cognition: a case study on technology use in anaesthesia. *Cognition, Technology & Work*. 1-19.
- Beyer, H. & Holtzblatt, K. (1998). *Contextual Design: Defining Customer-Centered Systems*. San Francisco: Morgan Kaufmann.
- Bockelmann, M., Nachreiner, F. & Nickel, P. (2012). *Bildschirmarbeit in Leitwarten. Handlungshilfen zur ergonomischen Gestaltung von Arbeitsplätzen nach der Bildschirmarbeitsverordnung* (1. Auflage). Dortmund: Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin
- Burns, C. M., Skraaning, G., Jamieson, G. A., Lau, N., Kwok, J., Welch, R. & Andresen, G. (2008). Evaluation of Ecological Interface Design for Nuclear Process Control: Situation Awareness Effects. *Human Factors*, 50(4), 663-679.
- Brüngger, J. (2012). *Vergleichsstudie zu kognitiven Strategien der Informationsaufnahme und Informationsverarbeitung von Zugverkehrsleitenden*. Olten: FHNW.
- Charwat, H. J. (1996). Wahl von Farben auf Bildschirmen an Leitständen. *Zeitschrift für Arbeitswissenschaft*, 50, 1–12.

- Cowan, N. (2010). The magical mystery four: How is working memory capacity limited, and why?. *Current Directions in Psychological Science*, 19(1), 51-57.
- Cowan, N. (1999) An embedded-process model of working memory. In Miyake, A. & Shah, P. (1999). *Models of working memory: mechanisms of active maintenance and executive control*. Cambridge, UK: Cambridge University Press.
- DIN, Deutsches Institut für Normung. (2011). *Gebrauchstauglichkeit von Software 1 Grundsätzliche Empfehlungen für Produkt und Prozessgestaltung*. Berlin: Beuth.
- Endsley, M. R., Bolte, B., and Jones, D. G. (2003.). *Designing for situation awareness: An approach to human-centered design*. London: Taylor & Francis.
- Endsley, M. R. & Jones, D. G. (2012). *Designing for Situation Awareness: An Approach to user-centered design* (2. Edition). London: Taylor & Francis.
- Endsley, M. R. (2013). Situation Awareness. in Lee, J. D., Kirlik, A. & Dainoff, J. (2013). *The Oxford Handbook of Cognitive Engineering*. Oxford: Oxford Library of Psychology.
- Flick, U. (2009). *Qualitative Sozialforschung* (2. Auflage). Reinbek bei Hamburg: Rowohlt.
- Frieling, E. & Sonntag, K. (1999). *Lehrbuch Arbeitspsychologie* (2. Aufl.). Bern: Verlag Hans Huber.
- Hommel, B. & Nattenkemper, D. (2011). *Handlungspsychologie Planung und Kontrolle intentionalen Handelns*. Berlin Heidelberg: Springer.
- Hutton, R. J. B. & Klein, G. (1999). Expert decision making. *Systems Engineering*. 2(1). 32-45.
- Jungermann, H., Pfister, H.-R. & Fischer, K. (2010). *Die Psychologie der Entscheidung. Eine Einführung* (3. Auflage). Heidelberg, Berlin: Spektrum.
- Kosslyn, S. M., Ball, T. M., & Reiser, B. J. (1978). Visual images preserve metric spatial information: Evidence from studies of image scanning. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 4, 47–60.
- Mayring, P. (2015). *Qualitative Inhaltsanalyse : Grundlagen und Techniken* (12.Auflage). Weinheim: Beltz.

- Meyers, D. G. (2008). *Psychologie*. Heidelberg: Springer Medizin Verlag
- Preim, B. & Dachsel, R. (2010). *Interaktive Systeme* (2. Aufl.). Berlin: Springer.
- Richter, M. & Flückiger, M. D. (2010). *Usability Engineering kompakt: Benutzbare Produkte gezielt entwickeln* (2. Auflage.) Berlin Heidelberg: Springer.
- Roth, S. P., Tuch, A. N., Mekler, E. D., Bargas-Avila, J. A. & Opwis, K. (2013). Location matters, especially for non-salient features-An eye-tracking study on the effects of web object placement on different types of websites. *International Journal of Human-Computer Studies*, 71(3), 228-235.
- Sarodnick, F. & Brau, H. (2011). *Methoden der Usability Evaluation: wissenschaftliche Grundlagen und praktische Anwendung* (2. Auflage). Bern: Huber.
- SBB, Schweizerische Bundesbahnen (2013). *Alea - Richtlinie für die Anwendung bei I-B und den EVU*, I-B 55/11. (Version 7-0). Gültig ab 04.11.2013. unveröffentlichtes Dokument, SBB.
- SBB, Schweizerische Bundesbahnen (2014a). *Allgemeines Wissen BLZ Luzern* (Version 1.6.). [SBB Internes Dokument].
- SBB, Schweizerische Bundesbahnen (2014b). *I-30510 Reglement über die Betriebsführung* (Version 6-0). Gültig ab 1.1.2014. unveröffentlichtes Dokument, SBB.
- SBB, Schweizerische Bundesbahnen (2014c). *RCS-D Benutzerhandbuch* (Version 3.9.0). unveröffentlichtes Dokument, SBB.
- SBB, Schweizerische Bundesbahnen (2014d). Drei Netze für den Optimalen Bahnbetrieb. Zugriff am 08.06.2015. verfügbar unter: <http://www.sbb.ch/sbb-konzern/ueber-die-sbb/organisation/infrastruktur/infrastruktur-ueber-uns/die-infrastruktur.html>
- SBB, Schweizerische Bundesbahnen (2014e). *Die SBB in Zahlen und Fakten. 2014*. Zugriff am 08.06.2015, verfügbar unter: [http://www.sbb.ch/content/sbb/de/desktop/sbb-konzern/ueber-die-sbb/zahlen-und-fakten/\\_jcr\\_content/relatedPar/contextmenu/downloadList/die\\_sbb\\_in\\_zahlen\\_un.spooler.download.pdf](http://www.sbb.ch/content/sbb/de/desktop/sbb-konzern/ueber-die-sbb/zahlen-und-fakten/_jcr_content/relatedPar/contextmenu/downloadList/die_sbb_in_zahlen_un.spooler.download.pdf)

- SBB, Schweizerische Bundesbahnen (2015a). *Gleisplan Wintertur*. unveröffentlichtes Dokument, SBB.
- SBB, Schweizerische Bundesbahnen (2015b). Organisationsstruktur: Eine SBB für vier Märkte. Zugriff am 08.06.2015. verfügbar unter: <http://www.sbb.ch/sbb-konzern/ueber-die-sbb/organisation.html>
- SBB, Schweizerische Bundesbahnen. (n.d.). *RCS Alea Benutzerhandbuch für SL, ZVL und IS* (Version 1.1). unveröffentlichtes Dokument, SBB.
- Stanton, N. A., Salmon, P. M., Rafferty, L.A., Walker, G. H., Baber, C. & Jenkins, D. P (2013) *Human Factors Methods: A Practical Guide for Engineering and Design* (2. Auflage). Ashgate: Aldershot.
- Svenson, O. (1996). Decision making and the search for fundamental psychological regularities: What can be learned from a process perspective? *Organizational Behavior and Human Decision Processes*, 65, 252-267.
- Wickens, C. D. (2013). Attention. in Lee, J. D., Kirlik, A. & Dainoff, J. (2013). *The Oxford Handbook of Cognitive Engineering*. Oxford: Oxford Library of Psychology.
- Wikipedia, (2015). *Star of Life*. Zugriff am 08.06.15. Stand vom 7. März 2015 um 02:07 Uhr. verfügbar unter: [http://de.wikipedia.org/wiki/Star\\_of\\_Life](http://de.wikipedia.org/wiki/Star_of_Life)
- Astra, (2006). *Signale*. Ordnerstruktur: Dienstleistungen /Verkehrsregeln / Signale. Zugriff am 08.06.15. Aktualisierung der Grafik vom 21.11.2006. verfügbar unter: <http://www.astra.admin.ch/dienstleistungen/00127/00634/>
- Zeller, C. (2013). *Die Wirkung der Automatisierung auf den Menschen am Beispiel des Geschäftsbereichs Betrieb der SBB*. Masterarbeit, Fachhochschule St Gallen.
- Zühlke, D. (2012). *Nutzergerechte Entwicklung von Mensch-Maschine-Systemen Useware-Engineering für technische Systeme* (2. Auflage). Heidelberg Dordrecht: Springer.

## 10 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Standortübersicht der BZ inkl. der benachbarten Infrastrukturbetreiber (SBB, 2014b).....	11
Abbildung 2: Störungsbaum und Betriebszustände (SBB, 2014b).....	17
Abbildung 3: Störungsphasen und Verantwortlichkeiten (SBB, 2014b).....	18
Abbildung 4: Übersicht Rolle/Temporäre Aufgaben (SBB, 2014b).....	19
Abbildung 5: Sektorenteam – Beispiel für eine Anordnung der Arbeitsplätze (SBB, 2014b) .	21
Abbildung 6: Arbeitsplatz des DBV im Sektor mit Typischer Anordnung der Programme (Bild, B. Kohli) .....	23
Abbildung 7: Zeit-Weg-Linienbild (Bild, B. Kohli).....	24
Abbildung 8: Mit dem Tooltip angezeigte Informationen zu einem Zug im ZWL. (SBB, 2014c) .....	25
Abbildung 9: Detailausschnitt eines ZWL (Bild, B. Kohli) .....	26
Abbildung 10: Ausschnitt Strecken-Spiegel Sektor Winterthur (ganzer Sektor im Anhang A) .....	27
Abbildung 11: AMax (SBB, 2014c) .....	28
Abbildung 12: Haupt-Gleis-Belegungsplan HGBP (SBB, 2014c) .....	28
Abbildung 13: Soll-Abweichungen Radar (SAR) (SBB, 2014c).....	29
Abbildung 14: Übersichtsseite von Alea (Bild, B. Kohli) .....	30
Abbildung 15: Visualisierung der Fragestellung .....	33
Abbildung 16: Situation Awareness als Grundlage für einen Entscheid (Endsley, 1995, zitiert nach Endsley 2012).....	43
Abbildung 17: Nutzungskontext eines Programms (Richter & Flückiger, 2010) .....	45
Abbildung 18: Pop-Up einer ECL, vor der Alea-Übersicht (SBB, 2014c).....	64
Abbildung 19: Arbeitsplatz eines DBV mit Helligkeitsunterschieden (Bild, B. Kohli) .....	68
Abbildung 20: Auswahl der Betriebskonzepte (SBB, n.d.) .....	70
Abbildung 21: Gleiswechsel von Zug 23013 (Bild, B. Kohli).....	72
Abbildung 22: Gegenüberstellung von Fahrwegskonflikten mit der aktuellen Schraffur und einem Gestaltungsvorschlag (eigene Darstellung) .....	73
Abbildung 23: Alea-Meldungen zu einem blockierten Zug (Bild B. Kohli).....	76
Abbildung 24: Aufgelistete Massnahmen in Alea (Bild B. Kohli).....	77
Abbildung 25: Gegenüberstellung Andreaskreuz (Astra, 2006) und Star of Life (Wikipedia, 2015).....	79
Abbildung 26: Mögliche Darstellungsformen in Alea bei Abfahrt eines zuvor blockieren Regionalzuges (SBB, 2014, c) .....	79
Abbildung 27: Weichengeschwindigkeit in RCS-D (2014c).....	83

Abbildung 28: Weichengeschwindigkeit im Gleisplan Winterthur (2015a) .....83  
 Abbildung 29: Bedienmenü mit der rechten Maustaste im ZWL (Bild B. Kohli) .....86  
 Abbildung 30: Übersichtsseite zur Auswahl der Bahnhofsinformation (Bild B. Kohli) .....89

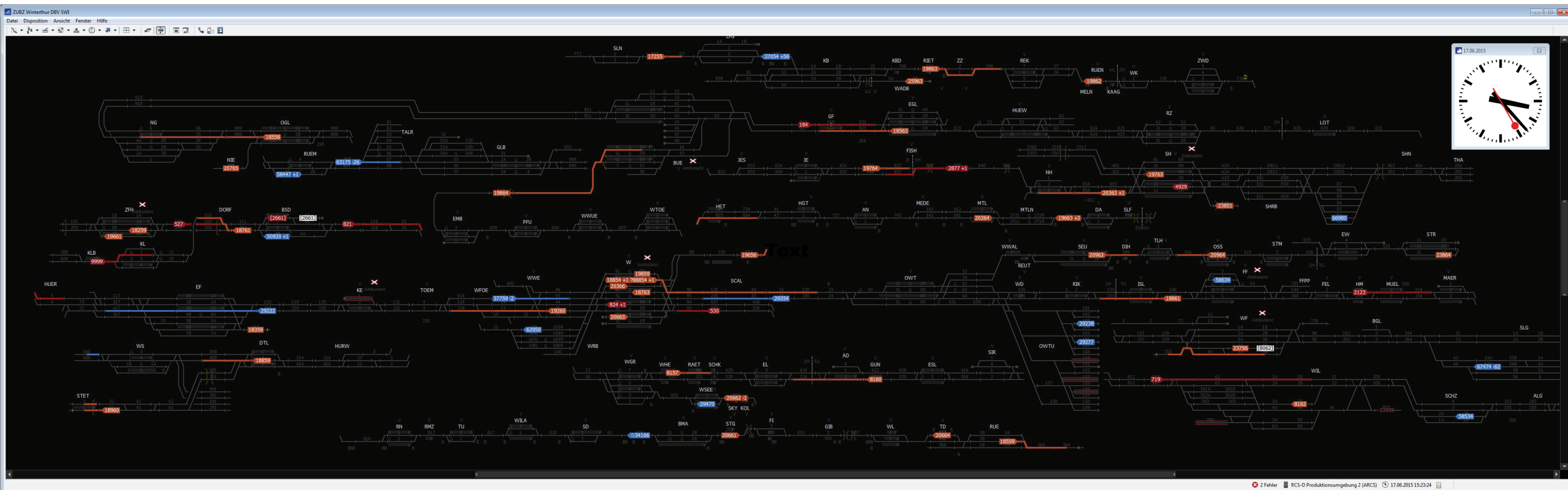
## 11 Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Übersicht zu den Ergebnissen der Aufgabenangemessenheit .....58  
 Tabelle 2: Übersicht zu den Ergebnissen der Selbstbeschreibungsfähigkeit .....71  
 Tabelle 3: Übersicht zu den Ergebnissen der Fehlertoleranz.....80  
 Tabelle 4: Übersicht zu den Ergebnissen der Steuerbarkeit .....84  
 Tabelle 5: Übersicht zu den Ergebnissen der Fehlertoleranz.....91

## 12 Anhang

- A Strecken-Spiegel, SSP
- B Systemlandschaft RCS-D
- C Informations-Chunks der DBVs
- D Beobachtungsleitfaden
- E Interviewleitfaden
- F Goal-Directed Task Analysis

# Anhang A Strecken Spiegel

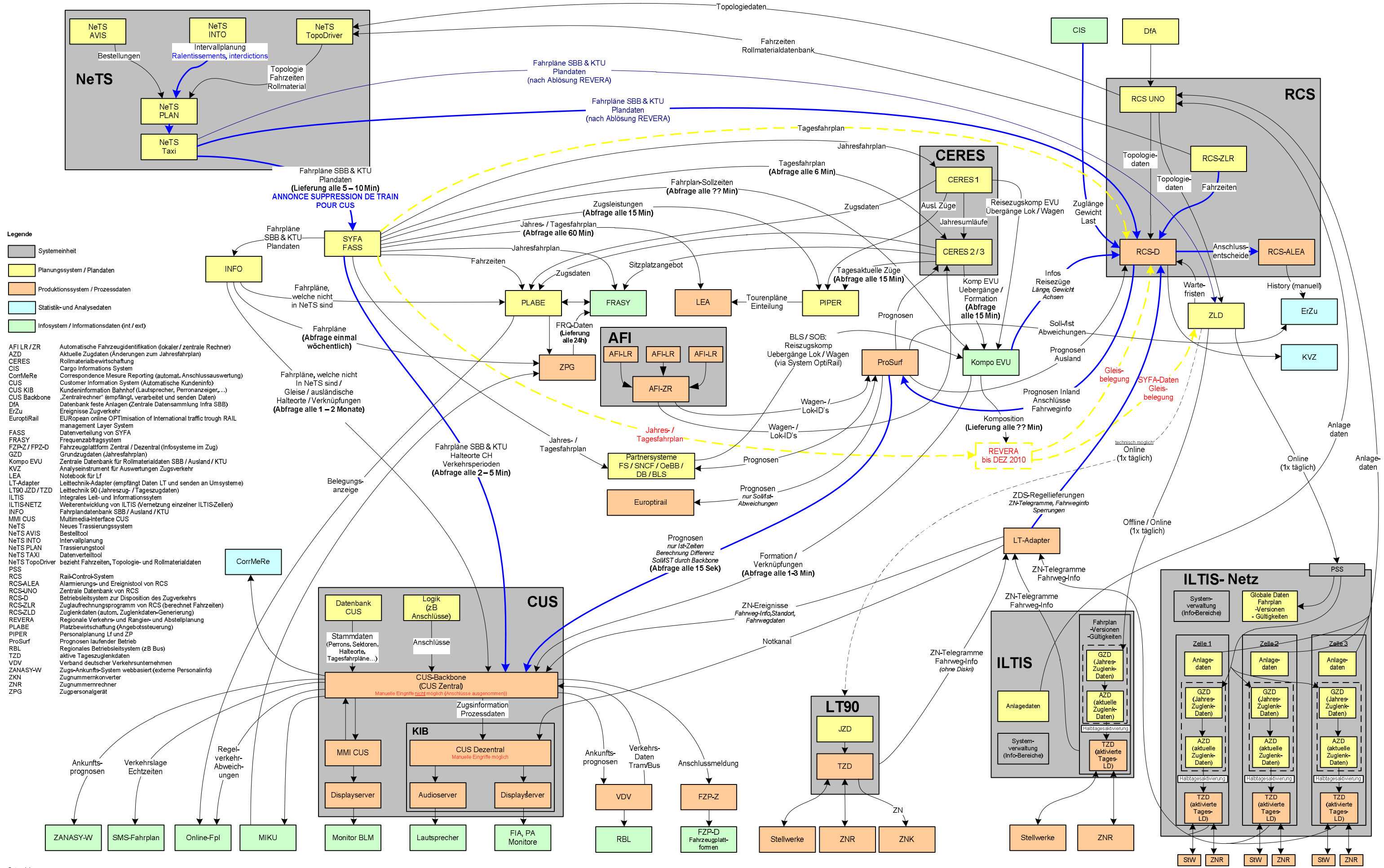


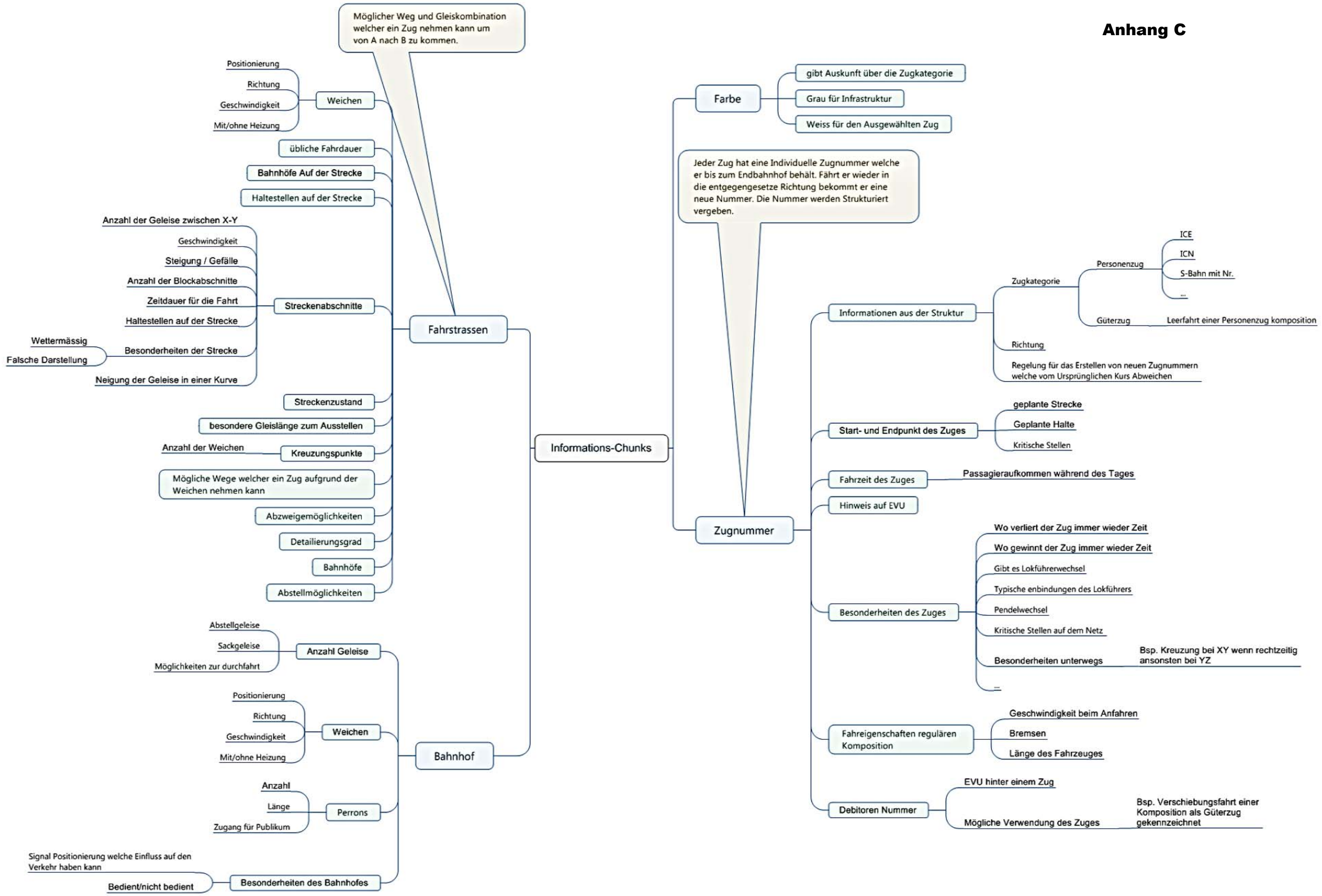


# Systemlandschaft SBB

## Planungs-, Dispositions- und Informationssysteme

Hinweis:  
 Diese grafische Darstellung der Systemlandschaft SBB wurde im Rahmen des Projektes ZN erstellt. Sie berücksichtigt nur die wichtigsten Planungs- und Produktionssysteme. Ein Anspruch auf Vollständigkeit und Richtigkeit der Angaben besteht nicht.





# Beobachtungsleitfaden

## Einleitung zur Beobachtung

- Danken für die Gesprächsbereitschaft
- Mich Vorstellen: Ausbildung, Studium Studien Fokus Arbeitsstelle
- Masterarbeit vorstellen:

Ziel meiner Arbeit ist es für die Programme RCS-D und Alea, Vorschläge auszuarbeiten, damit die Programme besser auf die Aufgaben eines DBV und in die aktuelle Organisation einer BZ passen.

Schwierigkeiten entstehen oft erst wenn das Programm im Alltag angewendet wird. Deswegen die Programme als "Einheit, gemeinsam" in der Realität betrachten.

## Ziele der Beobachtung:

- Mich interessiert die Arbeit mit beiden Programmen parallel.
- Dabei interessiert mich auch wo aus ihrer Sicht Informationen fehlen, unpassend dargestellt oder die Bedienung umständlich ist usw.

## Meine Haltung

- Es geht um Ihre Expertise als DBV mit den Programmen RCS-D und Alea.
- Ihre Aussagen werden von mir vertraulich behandelt und nicht weitergegeben.

## Mein Vorgehen

- Ich werde mir Notizen machen und versuchen so viel wie möglich mit zu nehmen, ohne dass deine Arbeit gestört wird. Diese hat immer Priorität.
- Falls es Situationen gibt in welcher keine Zeit für die Beantwortung von Fragen ist, dann können wir diese an einem anderen Tag in einem Interview klären. Sofern es sich einrichten lässt.

## Fragen

- Bestehen von Ihrer Seite aktuell Fragen?

## Abschluss

- Gibt es etwas was aus Ihrer Sicht zur heutigen Beobachtung ergänzt werden sollt?

## Bedanken für die Beobachtung

## Spezifische Fragen in einer Situationen

### Aufgabenangemessenheit

- Welche Ziele Verfolgen Sie?
- Warten sie auf Informationen?
- Suchen sie Informationen?
- Welche Informationen sind aus ihrer Sicht zu Spät gekommen?
- Was ist für Sie im Moment eine grosse Unbekannte?
- Wo ist Ihre Aufmerksamkeit?
- Welches sind aus Ihrer Sicht die Schlüsselstellen in dieser Situation?
  - Weshalb ausgerechnet diese?
- Welche Arbeitsschritte haben sie auf später verschoben?

### Selbstbeschreibungsfähigkeit

- Haben sie erwartet dass eine solche Situation kommt/ entsteht?
- Haben sie das Gefühl, dass sie die Tatsächliche Situation auf dem Schienenverkehr im Griff haben?
  - In welchen Bereichen ist besteht Unsicherheit?
  - Wie schätzen sie die kommende Entwicklung dieser Situation ein?

### Erwartungskonformität

- Was hat Sie nun genau überrascht?
- Wo schauen sie genau hin das etwas genau so umgesetzt wird wie angeordnet?
- Welche Systeme schalten sie ab wenn es Störungen gibt?

### Steuerbarkeit

- Weshalb geben sie die Bearbeitung ab?
  - Weshalb fokussieren sie sich auf dieses Programm?
- Welche Informationen mussten sie zwei mal erfassen?
- Sehen Sie dass Ihre Massnahmen umgesetzt wurden?

### Fehlertoleranz

- Gib es aktuell Informationen welche nicht stimmen?
- Mussten sie ungenaue Informationen präzisieren / korrigieren?

**Situation, Beobachtungsraster:**

Sektor	DBV:	Datum	Zeitraum
<b>Situation, Kontext, Verlauf</b> – Wo übergibt er, wie was			<b>Ziele:</b>
<b>Entscheidung</b> – Art der Entscheidung – Informationsbedarf – Mögliche Ziele			
Phase der Bearbeitung		Einteilung in Stufe	
<b>Selbstbeschreibungsfähigkeit</b> – Wo geht er nachsehen? – Wen Fragt er?			
<b>Aufgabenangemessenheit</b> – Wo muss er Sich konzentrieren			
<b>Erwartungskonformität</b> – Wo ist er überrascht			
<b>Steuerbarkeit</b> – Was Steuert er? – Wie kann er es Steuern			
<b>Fehlertoleranz</b> – Wo korrigiert er – Wo erkennt er Fehler			

# Interviewleitfaden

## Ablauf der Befragung

### Intervieweröffnung:

- Danken für die Gesprächsbereitschaft
- Mich Vorstellen: Ausbildung, Studium Studien Fokus Arbeitsstelle
- Masterarbeit vorstellen:  
Ziel meiner Arbeit ist es für die Programme RCS-D und Alea, Vorschläge auszuarbeiten, damit die Programme besser auf die Aufgaben eines DBV und in die aktuelle Organisation einer BZ passen.  
Schwierigkeiten entstehen oft erst, wenn das Programm im Alltag angewendet wird. Deswegen sollen die Programme als "Einheit, gemeinsam" in der Realität betrachtet werden.

### Ziele des Interviews:

- In diesem Interview will ich erfahren wie Sie Ihre Arbeit als DBV mit RCS-D und Alea gestalten.
- Mich interessiert die Arbeit mit beiden Programmen parallel.
- Dabei interessiert mich auch, wo aus ihrer Sicht Informationen fehlen, Dinge unpassend dargestellt sind oder die Bedienung umständlich ist usw.

### Meine Haltung

- Es geht um Ihre Expertise als DBV mit den Programmen RCS-D und Alea.
- Wenn ich bei gewissen Details mehrfach nachfrage ist dies, weil Sie der Experte sind und ich versuche die Sachverhalte genau zu verstehen.
- Ihre Aussagen werden von mir vertraulich behandelt und nicht weitergegeben.

### Aufzeichnen des Interviews

- Gerne würde ich das Interview für meine Auswertung aufzeichnen, sofern dies für Sie in Ordnung ist?

### Fragen

- Bestehen von Ihrer Seite aktuell Fragen?
- Bitte stellen Sie im Interview Fragen, wenn Sie sich unsicher sind wie etwas zu verstehen ist.

### Critical Incident

- Damit ich nachvollziehen kann wie die Programme im Alltag genutzt werden, würde ich das Interview gerne anhand konkreter Situationen führen, welche Sie bereits erlebt haben.

**Auswahl einer Situation:**

- Gibt es eine Situation oder einen Ausschnitt, welche/r Ihnen bei den Erklärungen eingefallen ist?
- Gab es eine Situation, in welcher Sie besonders Stolz auf Ihre Leistung als DBV gewesen sind?
- Gibt es ein Ereignis, welches Ihnen als Schlüsselmoment in Erinnerung geblieben ist?
- Gibt es ein Ereignis, welches aus Ihrer Sicht gut darstellt, wo die Vor- oder Nachteile der Programme liegen?
- Gab es eine Situation, die Sie an Ihre Grenzen gebracht hat?
- Gibt es Situationen, welche kaum Auswirkungen auf den Bahnverkehr haben, der Aufwand für die Dokumentation aber sehr gross ist?

**Situation Verstehen**

- Was ist bei dieser Situation geschehen, können Sie mir einen groben Überblick über den Ablauf verschaffen?
  - mit Zeitstrahl / Karte / Skizze
- Wie würden Sie dieses Ereignis rückblickend auf Ihrer Skala für Ereignisse einstufen?
  - Hatten Sie auch in der Situation diese Einschätzung, oder ist diese eher rückblickend entstanden?
- Welche Rolle hatten Sie zum Zeitpunkt des Ereignisses?
  - Wie gingen die Rollenwechsel vor sich?
- Welche Aufgaben haben Sie im Verlaufe des Ereignisses konkret erfüllt?
- Gab es spezielle Herausforderungen in dieser Situation?
- Welche Entscheide waren wichtig, damit Sie dieses Ereignis bewältigen konnten?
  - Wann mussten Sie diese Entscheide treffen?
  - Was war wichtig, damit Sie diese Entscheide treffen konnten?

## Spezifische Fragen zu Aspekten in der Situation

### Selbstbeschreibungsfähigkeit

- Hatten Sie vor diesem Ereignis das Gefühl, dass nun eine spezielle Situation auf Sie zu kommt?
  - Konnten Sie sich in irgendeiner Form auf diese Situation vorbereiten?
- Wie haben Sie von diesem Ereignis erfahren?
  - Mussten Sie in der Situation jemanden Fragen was geschehen ist?
- Konnten Sie die Situation adäquat darstellen und informieren?
- Gab es wichtige Informationen, welche Sie erst verspätet gesehen oder zu Beginn sogar übersehen haben?
- Gab es Abhängigkeiten, welche für Sie vorher nicht ersichtlich waren?

### Aufgabenangemessenheit

- Wenn Sie den wichtigen Entscheid betrachten (die wichtigen Entscheide durchgehen), welche Informationen waren für Sie wichtig?
  - Welche Annahmen mussten Sie treffen, da Sie diese Informationen nicht hatten?
  - Welche Ziele haben Sie mit Ihrem Entscheid verfolgt?
- Für wen war der Entscheid wichtig und wie haben Sie diesen Entscheid kommuniziert?
- Gab es in der Situation Abläufe, welche sie nicht ganz genau einhalten konnten?
- Zu welchem Zeitpunkt erlebten Sie die grösste Arbeitslast?
- Gab es einen Moment, wo Sie sich speziell auf eine Tätigkeit oder Aufgabe fokussieren mussten?



**Erwartungskonformität**

- Konnten Sie den Informationen in RCS-D und Alea vertrauen?
  - Gibt es Informationen, welche aus Ihrer Sicht nie zuverlässig sind?
  - Gab es Informationen, welche Sie verwirrt haben?
- Wie erkennt man, dass das System so Lläuft, wie man/Sie es gerne hätte/n?
- Wurden Sie von RCS-D und Alea überrascht / verwirrt?

**Steuerbarkeit**

- Welche Aufgaben in RCS-D und Alea haben Sie in dieser Situation erst erledigt, als es wieder ruhiger war?
- Welche Dispositionsentscheide mussten Sie mehrfach eingeben?
- Waren die Programme nicht schnell genug?
- War für die Beteiligten jederzeit ersichtlich, welche Ziele und Prioritäten Sie als DBV hatten?
- War für Sie klar, welche Ziele die Partner vor Ort verfolgt haben?

**Fehlertoleranz**

- Waren die Informationen in RCS-D und Alea stimmig in dieser Situation?
  - Wie haben Sie erkannt, dass die Angaben nicht stimmen?
  - Wie gingen Sie damit um, als sie erkannt haben, dass die Informationen nicht stimmen?
  - Können Sie Fehler korrigieren oder melden, damit sie korrigiert werden?
- Gab es in dieser Situation unterschiedliche Informationen in RCS-D und Alea?

**Allgemeine Fragen zur Situation**

Welche Tipps geben Sie einem neuen Mitarbeitenden mit, damit diese Situation besser bewältigen kann / könnte?

**Allgemeine Fragen**

- Gibt es Störungen, welche eigentlich kaum Auswirkungen auf den Bahnverkehr haben, aber der Aufwand für die Dokumentation gross ist?
- Gibt es Fragen von Kollegen, mit denen Sie immer wieder zu Ihnen kommen?

**Abschluss**

- Gibt es aus Ihrer Sicht noch weitere wichtige Punkte, welche für die Benutzbarkeit der Programme wichtig sind?

Der DBV selbst hat in seiner Funktion keine sicherheitsrelevanten Aufgaben. Die Dispositionen des DBV bilden jedoch die Grundlage für das stellen von Fahrstrassen welches eine sicherheits relevante Tätigkeit darstellt. In diesem Sinne hat der DBV den Anspruch die Dispositionen den Vorschriften entsprechend zu planen.

**Sicherer Betrieb**

- Besteht eine unmittelbare Gefährdung für einen Zug?
  - Wo befinden sich die jeweiligen Züge im Verhältnis zur Störung
- Welche Vorschriften sind in der Aktuellen Situation um zu setzen?
  - Welche Vorschriften bestehen für welche Situationen
  - Welche Aktuelle Situation ist vorhanden
- Sind die Dispositionen unter Einhaltung der Vorschriften umsetzbar?
  - welche Restriktionen bestehen auf dem Schienen Netz
  - Welche Fähigkeiten hat das aktuelle Personal
  - Welches Rollmaterial mit welchen Technischen Voraussetzungen steht zur Verfügung

Für die Züge welche noch Pünktlich sein können. Damit sich Auswirkungen nicht auf andere übertragen.

**Pünktliche Zugsankunft**

Mit welchen Massnahmen kann die Störung langfristig Isoliert werden?

- Welche benötigte Funktionalität des Gesamtsystems ist betroffen (Gleis, Weiche, Zug, Personal, Stellwerk, ...)
- Wie lange dauert die Einschränkung voraussichtlich
- Welcher Zulauf besteht auf das Ereignis
- Welche Netzspezifischen Gegebenheiten bestehen um das Ereignis (Detaillierte Auflistung derunterschiedlichen Aspekte)
  - Gleislängen
  - Perronlängen
  - Weichen und befahrbare Geschwindigkeit
  - Signale, Blockabschnitte
  - Streckenprofil, Topografische Informationen
  - Fahrleitungspläne
  - Fahrzeugeinschränkungen aufgrund von Gewicht, Lichtraum usw.
- An welchen Stellen bestehen weitere temporäre Einschränkung auf dem Schienennetz
- Welches Rollmaterial wird verwendet
- Wie hoch ist die restliche Trassenkapazität
- Welche Anschlüsse bestehen bei welchen Zügen
- Welchen Einfluss hat ein verspäteter Zug auf andere, folgende Züge
- Welche Züge kommen mit welcher Verspätung aus der Störung
- Welche Passagierströme sind zu erwarten, lastrichtung der Passagierströme
- Welche Ressourcen der Partner Organisationen (LF, Rollmaterial) können zu welchem Zeitpunkt eingesetzt werden
- Wo werden blockierte oder verspätete Ressourcen (Züge, LF) in Zukunft benötigt

**Wirtschaftliche Ereignisbewältigung**

Wirtschaftlich im Sinne einer Kundenzufriedenheit. Auch derjenigen welche direkt von der Störung betroffen sind. Effizient und effektiv Bewältigen, da der Normalzustand auch wirtschaftlich lukrativ ist.

Wie kann das Ereignis Wirtschaftlich Optimal bewältigt werden?

- Auswirkungen für die Betroffenen Kunden minimieren**
  - Wie kann den Betroffenen die benötigte Unterstützung bereitgestellt werden?
    - Welche Kunden sind betroffen
    - Welche Form der Unterstützung wird vor Ort benötigt
    - Wo wird die Unterstützung benötigt
    - Welche Ressourcen (LRZ, Ersatzloks) stehen mir für die Unterstützung der Betroffenen zur Verfügung
    - Können die Betroffenen Unterstützt werden
    - Können die Betroffenen Informiert werden
- Ereignis effizient und effektiv bewältigen**
  - Mit welchen Massnahmen kann das Ereignis wirtschaftlich optimal bewältigt werden?
    - Gibt es verlässliche Informationen über die Lage vor Ort
    - Welche Ressourcen werden Benötigt um das Ereignis zu bewältigen?
    - Zu welchem Zeitpunkt stehen mir diese Mittel zur Verfügung
    - Welche Ressourcen können für den Betrieb freigegeben werden
    - Wer ist an der Ereignisbewältigung beteiligt
    - Sind die Beteiligten über die Relevanten Informationen unterrichtet
- Ereignis nachhaltig bewältigen**
  - Welche Lehren kann ich aus der Ereignisbewältigung ziehen?
    - Zu welchem Zeitpunkt wurde welche Handlung ausgeführt
    - Welche Entscheide wurde mit welchen Auswirkung gefällt
    - Welche Personen und Organisationen waren an der Bewältigung beteiligt

**Goal-Directed Task Analysis**

Wir leiten die Züge unserer Kunden sicher, pünktlich und wirtschaftlich ans Ziel.  
 Das übergeordnete Ziel der BZ, welches auch bei den DBVs sehr Präsent ist. Die DBVs agieren sehr stark Kundenorientiert

Gibt es Abweichungen von der Geplanten Umsetzung des Fahrplanes?

**Beschreibung der Tags**

- Flaggen bezeichnen nur, ob Informationen für den DBV sichtbar sind.
  - Sichtbar
  - Teilweise Sichtbar
  - in der Regel nicht sichtbar
  - Wird erst durch die Bearbeitung der Störung klar.
- Braucht der DBV für das Bearbeiten den Ort der Störung, respektive wie Detailliert muss die Information sein.
  - Ungefähre lokalisierung der Störung ist notwendig
  - Genaue lokalisierung der Störung ist wichtig
- Diese Information muss bei den anderen Organisationen Nachgefragt werden
  - Muss nachgefragt werden
- Die Fragen machen keine Aussage ob eine angemessene Darstellung vorhanden ist.