

Bachelorarbeit

Verstehen komplexer Systemlandschaften



Verfasserin

Betreuende Dozentin

Praxispartner

Datum

Linda Bula

linda.bula@students.fhnw.ch

Prof. Dr. Katrin Fischer

katrin.fischer@fhnw.ch

Schweizerische Bundesbahnen

03. Juni 2015

Abstract

Kann eine geeignete Visualisierung der Systemlandschaft von SBB Infrastruktur, Betrieb der Zugverkehrsleitenden darin unterstützen, ein Verständnis für die Komplexität dieser Systemlandschaft aufzubauen oder zu verstärken? Die vorliegende Arbeit behandelt diese Fragestellung und beleuchtet dabei die Themen „soziotechnische Systeme“, „Informationsverarbeitung“, „Situationsbewusstsein“ und „mentale Modelle“. Mit dem Wissen aus der Theorie untersucht die Autorin eine eigens erstellte Visualisierung in dynamischer und statischer Form. Die Untersuchung umfasst das Nachzeichnen der präsentierten Visualisierung, Verständnisfragen zur Systemlandschaft und die Bewertung der Visualisierung durch die Probanden. Die Autorin interpretiert die Ergebnisse mit Hilfe der Eye-Tracking Daten, die beim Präsentieren der Visualisierungen gesammelt wurden. Die Verfasserin kommt zu der Schlussfolgerung, dass die Visualisierung als Grundlage für den Aufbau von mentalen Modellen geeignet ist, jedoch noch mit Erklärungen zu erweitern ist. Die Arbeit erklärt bereits im Theorieteil, dass mentale Modelle zu mehr Verständnis komplexer Gegebenheiten führen und kann somit die Fragestellung unter einigen Vorbehalten beantworten.

Diese Arbeit umfasst 79'300 Zeichen.

Schlüsselwörter:

Mentale Modelle, Visualisierung, Systemlandschaft

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
1.1	Das Unternehmen SBB.....	1
1.1.1	Konzern SBB.....	1
1.1.2	Division Infrastruktur.....	2
1.1.3	Geschäftsbereich „Betrieb“	2
1.2	Der Beruf ZVL.....	3
1.3	Problemstellung.....	4
1.3.1	Fragestellung.....	4
1.4	Methodisches Vorgehen.....	5
2	Begriffsklärung	6
2.1	Visualisierung.....	6
2.2	Systemlandschaft.....	6
2.2.1	Systeme	6
2.2.2	Landschaft.....	6
2.2.3	Systemlandschaft	7
2.2.4	Technische Tools.....	7
3	Theoretischer Hintergrund	9
3.1	Soziotechnische Systeme	9
3.2	Informationsverarbeitung.....	11
3.2.1	Wahrnehmung.....	11
3.2.2	Aufmerksamkeit	11
3.3	„Situation Awareness“ (Situationsbewusstsein).....	11
3.4	Mentale Modelle.....	13
3.4.1	Aufbau mentaler Modelle.....	15
3.5	Visualisierungen.....	15
3.5.1	Anforderungen an eine Visualisierung	16
3.6	Der Modellbegriff.....	16
4	Untersuchungsdesign	18
4.1	Ziele.....	18
4.2	Methode.....	19
4.2.1	Erstbefragung	19
4.2.2	Untersuchung der Prototypen.....	20
4.3	Stichprobe.....	21
4.3.1	Erstbefragung	21
4.3.2	Untersuchung der Prototypen.....	21
4.4	Erhebungsinhalt.....	22
4.4.1	Erarbeitung der Prototypen.....	22
4.5	Erhebungsverfahren und Datenaufbereitung	27

5	Ergebnisse und Interpretation	28
5.1	Nachzeichnen der gezeigten Visualisierung.....	28
5.1.1	Ergebnisse.....	28
5.1.2	Interpretation	31
5.2	Verständnisfragen zu der Visualisierung.....	32
5.2.1	Ergebnisse.....	32
5.2.2	Interpretation	33
5.3	Fragebogen zur Bewertung der Visualisierung.....	34
5.3.1	Ergebnisse.....	34
5.3.2	Interpretation	35
6	Schlussfolgerungen	36
7	Fazit	40
7.1	Diskussion	40
8	Quellen	42
8.1	Literaturverzeichnis.....	42

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Organigramm der SBB (SBB, 2014).....	1
Abbildung 2: Organigramm von SBB Infrastruktur (SBB, Organisation: SBB Infrastruktur, 2015)....	2
Abbildung 3: Regionale Aufteilung der vier Betriebszentralen von SBB Infrastruktur (SBB, Über die SBB: Projekte, 2015)	3
Abbildung 4: Primär- und Sekundäraufgaben in soziotechnischen Systemen (Ulich, 2011, S.199)....	9
Abbildung 5: Model of SA in dynamic decision making (Endsley, 1995; zitiert nach Endsley, 2000, S. 5).....	12
Abbildung 6: Graphische Darstellung des methodischen Vorgehens (eigene Darstellung, 2015) ...	19
Abbildung 7: Systemlandschaft von SBB Infrastruktur Betrieb (bestehende).....	22
Abbildung 8: Skizze der Systemlandschaft eines ZVL aus Erstbefragung 1	24
Abbildung 9: Skizze der Systemlandschaft eines ZVL aus Erstbefragung 2	24
Abbildung 10: Prototyp Variante 1 (eigene Darstellung, 2015)	25
Abbildung 11: Prototyp Variante 2 (eigene Darstellung, 2015)	25
Abbildung 12: Prototyp Variante 3 (eigene Darstellung, 2015)	26
Abbildung 13: Definitive Visualisierung (eigene Darstellung, 2015)	26
Abbildung 14: Auswertung nachgezeichneter Visualisierungen 1 (eigene Darstellung, 2015)	29
Abbildung 15: Auswertung ausgelassene technische Tools (eigene Darstellung, 2015)	30
Abbildung 16: Auswertung Ausgelassene Interaktionen (eigene Darstellung, 2015).....	30
Abbildung 17: Wärmebild der Blickhäufigkeiten aus den Eye-Tracking Daten der dynamischen Visualisierung.....	31
Abbildung 18: Wärmebild der Blickhäufigkeiten aus den Eye-Tracking Daten der statischen Visualisierung.....	31
Abbildung 19: Auswertung erreichter Gesamtpunktzahl bei den Verständnisfragen (eigene Darstellung, 2015)	32
Abbildung 20: Auswertung der Antworten zu den Verständnisfragen (eigene Darstellung, 2015).33	
Abbildung 21: Bewertung der Visualisierung durch Probanden (eigene Darstellung, 2015).....	35
Abbildung 22: Überarbeitete Visualisierung nach Erkenntnissen der Untersuchung (eigene Darstellung, 2015)	38

Abkürzungsverzeichnis

Abkürzung	Bedeutung
ADBV	Assistent/in Disponent Bahnverkehr
BA	Bachelorarbeit
BZ	Betriebszentrale
CIS Infra	Cargo Informationssystem
CorrMeRe	Correspondence Measure Reporting
CUS	Customer System
DBV	Disponent/in Bahnverkehr
ErZu	Ereignisdatenbank Zugverkehr
ESI	Ereignisanalyse
Iltis	Integrales Leit- und Informationssystem
Info-Hub PT	Fahrplandatenbank SBB
IS	Informationsspezialist/in
LKR	Leiter/in Kommandoraum
M	Mittelwert
NETS	Netzweites Trassen-System
OBZ	Operatives Betriebszentrum
ProSurf	Prognosen laufender Betrieb
RCS Alea	Rail Control System Alarmierung und Ereignisassistent
RCS Dispo	Rail Control System Disposition
RCS ZLR	Zuglaufrechnungsprogramm von RCS
SBB	Schweizerische Bundesbahnen
SD	Standardabweichung (standard deviation)
SIP	SBB Infrastruktur Portal
SL	Sektorenleiter/in
SPSS	Statistical Package for Social Sciences
TL	Teamleiter/in
UNO	Zentrale Datenbank von RCS
ZLD	Zuglenkdaten
ZVL	Zugverkehrsleiter/in
ZVLA	Zugverkehrsleiter/in in Ausbildung

1 Einleitung

1.1 Das Unternehmen SBB

Mit dem „Ja“ zum „Bundesgesetz betreffend Erwerbung und Betrieb von Eisenbahnen für Rechnung des Bundes und die Organisation der Verwaltung der Schweizerischen Bundesbahnen“ im Jahre 1898, wurde der Grundstein für die SBB gelegt. Im Jahr 1900 wurde vom Bundesrat der erste Verwaltungsrat der SBB gewählt. Mit dem Ankauf der Schweizerischen Centralbahn (SCB) und der Übernahme der Schweizerischen Nordostbahn (NOB) entstand 1902 schliesslich die Schweizerische Bundesbahn (SBB, Über die SBB: Geschichte, 2014).

1.1.1 Konzern SBB

Die SBB ist in vier eigenständige Divisionen, nach Aufgabengebiet aufgeteilt.

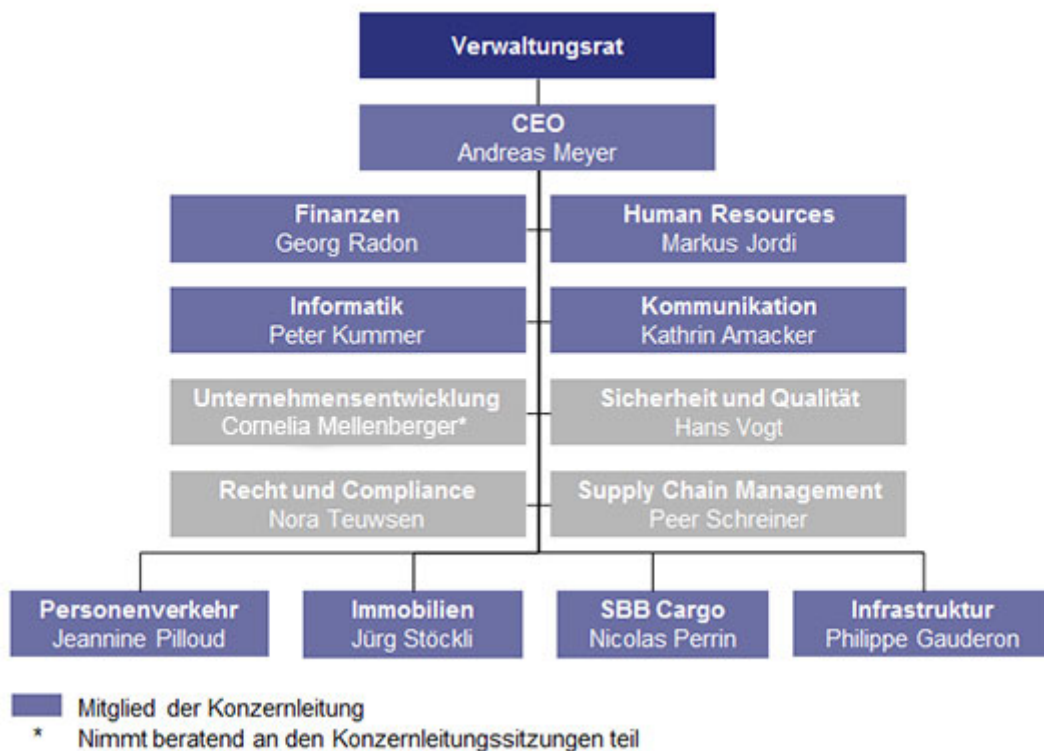


Abbildung 1: Organigramm der SBB (SBB, 2014)

1.1.2 Division Infrastruktur

Die vorliegende Bachelorarbeit (BA) ist in der Division Infrastruktur anzusiedeln. Aufgabengebiet der Infrastruktur ist in der Hauptsache, der Unterhalt des Bahnnetzes. Dabei wird die Division Infrastruktur in folgende Geschäftsbereiche unterteilt: Fahrplan und Netzdesign; Anlagen und Technologien; Projekte; Instandhaltung; Betrieb; Einkauf, Supply Chain und Produktion; sowie Energie, Telecom und Elektroanlagen (Abb. 2).

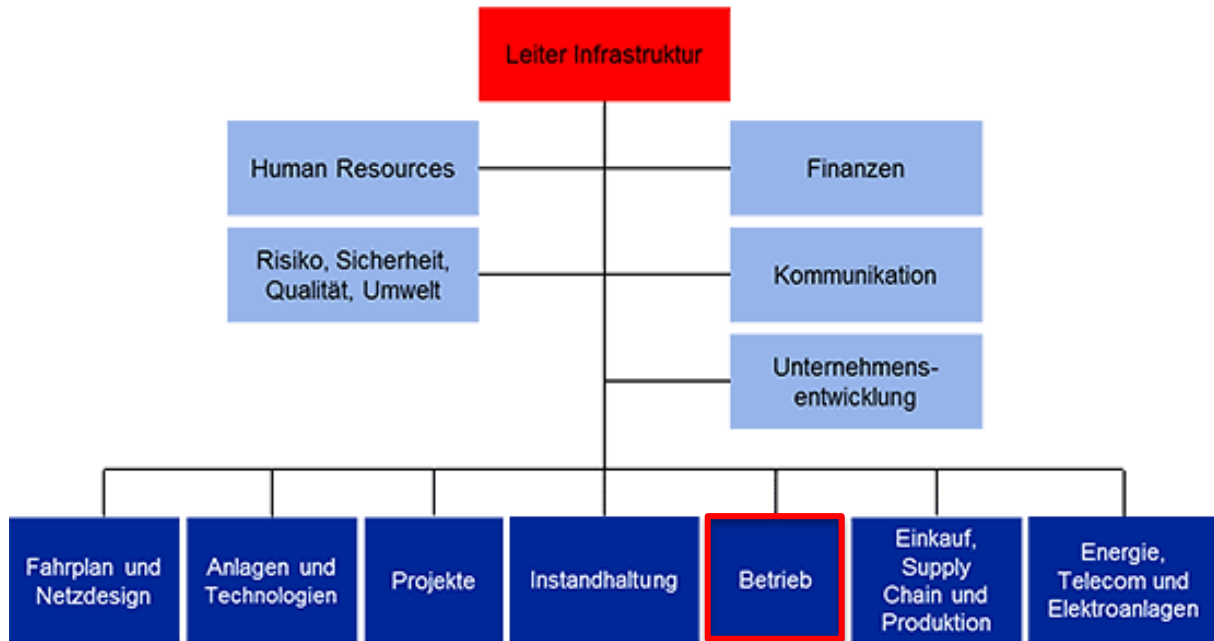


Abbildung 2: Organigramm von SBB Infrastruktur (SBB, Organisation: SBB Infrastruktur, 2015)

1.1.3 Geschäftsbereich „Betrieb“

Der Bereich *Betrieb* ist im Grundsatz für die Planung, Durchführung und Nachbearbeitung des Bahnbetriebs zuständig. Er ist regional in den Betrieb Ost, Süd, West und Mitte unterteilt (Abb. 3). Hauptaufgabe derer Regionen besteht in der Zugverkehrsleitung des Bahnverkehrs, die derzeit in vier Betriebszentralen gebündelt werden soll.

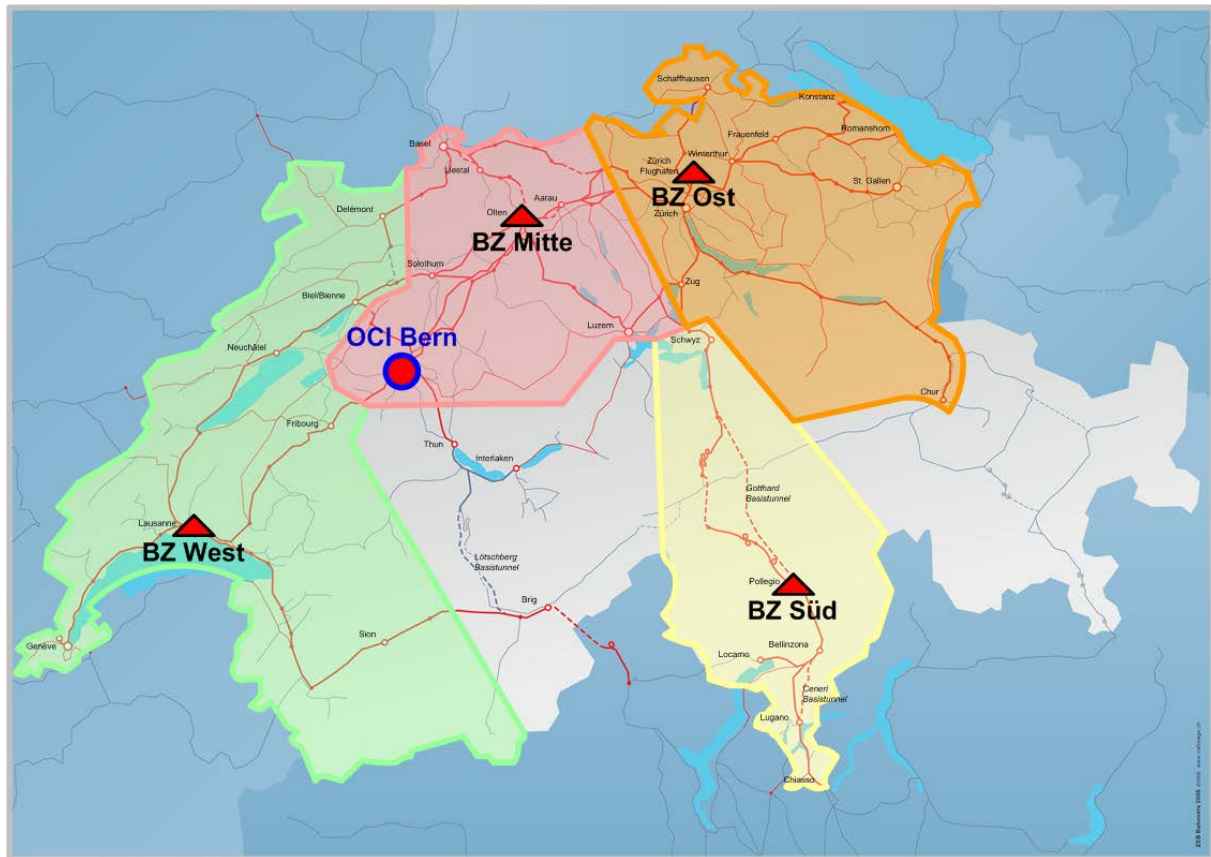


Abbildung 3: Regionale Aufteilung der vier Betriebszentralen von SBB Infrastruktur (SBB, Über die SBB: Projekte, 2015)

1.2 Der Beruf ZVL

Die Ausbildung zum Zugverkehrsleitenden (ZVL) kann auf zwei Arten erfolgen. Einerseits kann im 3. Lehrjahr der kaufmännischen Berufslehre des öffentlichen Verkehrs (KVÖV) der Schwerpunkt „Zugverkehrsleitung“ gewählt werden. In diesem Schwerpunktjahr arbeiten die Lernenden bereits begleitet als ZVL und lernen die Abläufe, Prozesse und Applikationen (technische Tools) kennen. Nach dem Lehrabschluss folgen weitere sechs Monate Ausbildung, in der die Auszubildenden ZVL (ZVLA) weitere Kurse besuchen und ihr Wissen vertiefen, um später selbstständig arbeiten zu können.

Eine andere Möglichkeit ZVL zu werden, ist das Quereinsteigerprogramm. Es handelt sich hier um Personen, die den Beruf ZVL erlernen möchten, jedoch keine KVÖV-Ausbildung bei der SBB gemacht haben, oder in der Lehre den Schwerpunkt ZVL nicht gewählt haben. Es handelt sich in diesem Fall um eine neun-monatige Ausbildung. Um die Ausbildung abzuschliessen, müssen die ZVLA eine theoretische und eine praktische Prüfung bestehen.

Der Beruf des ZVL beinhaltet die Überwachung des Schienennetzes, das Stellen von Signalen und Weichen für die Züge, sowie die Kommunikation und das Abstimmen mit Kollegen in anderen Leitstellen und in den Zügen.

1.3 Problemstellung

Die ZVL der SBB sind für die Zugverkehrsleitung und Störungsbehebung zuständig. Sie arbeiten an einem Arbeitsplatz mit sechs bis acht Bildschirmen und bedienen mehrere technische Tools zur selben Zeit. Dazu kommen verschiedene Rollen, wie der Infospezialist (IS), der Disponent Bahnverkehr (DBV), dessen Assistent (ADBV), sowie der Leiter Kommandoraum (LKR). Alle diese Rollen arbeiten mit teils denselben und teils unterschiedlichen technischen Tools. Zusätzlich kommen noch die Mitarbeitenden dazu, die nicht im Kommandoraum arbeiten, wie zum Beispiel die Rangiermitarbeiter, die Zugbegleiter und das Verkaufspersonal. Diese fragen einerseits um Informationen an, oder geben andererseits Rückmeldungen zu Ereignissen in der Fläche, was wiederum über andere technische Tools in den Informationspool eingespeist wird.

Alle diese verschiedenen technischen Tools zu verstehen und den Überblick über sie zu behalten ist eine grosse Herausforderung. Erfahrungen zeigen, dass vor allem neu ausgebildete ZVL Schwierigkeiten haben, den Fluss von Informationen zwischen den besagten Tools, aber auch den verschiedenen beteiligten Rollen, nachzuvollziehen. Gerade in Belastungs- und Stresssituationen ist es aber wichtig, dass ein ZVL, ohne zusätzlichen kognitiven Aufwand, bedingt durch unzureichendes Systemverständnis, handeln kann. Um in besagten Situationen richtig Handeln zu können, wird ein hohes Verständnis für die Komplexität der Systemlandschaft benötigt.

1.3.1 Fragestellung

Die zu erstellende Visualisierung hat zum Ziel, das Verständnis der ZVL für die Komplexität der Systemlandschaft aufzubauen. Im Mittelpunkt dieser Arbeit steht deshalb folgende Fragestellung:

- Kann eine geeignete Visualisierung der Systemlandschaft die ZVL darin unterstützen, ein Verständnis für die Komplexität dieser Systemlandschaft aufzubauen oder zu verstärken?

Aus der genannten Hauptfragestellung lassen sich weitere Teilfragen ableiten:

- Nach welchen Kriterien muss eine Visualisierung der Systemlandschaft der SBB Infrastruktur Betrieb für die Zugverkehrsleitenden gestaltet werden?
- Welchen Einfluss hat die Form der Darstellung (statisch oder dynamisch) dieser Visualisierung auf die Informationsaufnahme der Zugverkehrsleitenden?
- Werden mit der statischen oder mit der dynamischen Visualisierung mehr Informationen der Visualisierung behalten?

1.4 Methodisches Vorgehen

Zu Beginn wurde eine umfassende Literaturrecherche zu soziotechnischen Systemen, Informationsverarbeitung, Situationsbewusstsein und mentalen Modellen durchgeführt. In einem zweiten Teil wurde die bisherige Visualisierung der Systemlandschaft von SBB Infrastruktur betrachtet.

Anschliessend wurden mit verschiedenen Beteiligten in der Betriebszentrale Interviews geführt, um nicht nur die Ansicht der ZVL, sondern auch deren Vorgesetzten und Mitarbeitenden zu erfragen. Dazu zählten die Sektorenleitenden (SL) und die Teamleitenden (TL), sowie die ZVL und Informationsspezialisten (IS). Mit den Erkenntnissen aus den Interviews konnten allfällige Überlegungsfehler bei der Entwicklung der Visualisierungen verhindert werden.

Resultierend aus der Literaturrecherche, der Dokumentenanalyse und den Interviews wurden drei Prototypen einer Visualisierung erstellt und mit dem Praxispartner besprochen. Nach weiterführenden Überlegungen wurde schliesslich eine Visualisierung ausgewählt und von einem LKR auf ihren Inhalt und ihre sachliche Korrektheit geprüft. Die ausgewählte Visualisierung wurde im Nachgang zusätzlich animiert.

Für die Testung wurden zwei Probandengruppen gebildet. Einer Gruppe wurde die animierte (dynamische) Visualisierung und der anderen die statische Version vorgeführt. Der genaue Ablauf der Testung kann im Untersuchungsdesign nachgelesen werden (Kap. 4)

Nach der Auswertung wurde die Visualisierung anhand der Erkenntnisse angepasst und mit zusätzlichen Empfehlungen dem Praxispartner zur Verfügung gestellt.

2 Begriffsklärung

Im folgenden Abschnitt sollen für die Arbeit relevante Begriffe erläutert werden. Ziel der Begriffsklärung ist es, ein einheitliches Verständnis für die verwendeten Begriffe zu schaffen.

2.1 Visualisierung

Im Fremdwörterbuch wird unter *visualisieren* das Darstellen auf optisch ansprechende Weise verstanden. Für diese Arbeit ist unter der Visualisierung, die Darstellung einer Gegebenheit zu verstehen. Im Genaueren wird der Begriff Visualisierung hier als Darstellung der Systemlandschaft von SBB Infrastruktur Betrieb verstanden.

2.2 Systemlandschaft

In der Literatur ist keine genaue Definition des Begriffes *Systemlandschaft* zu finden. Eine Definition, die für diese Arbeit passend ist, soll deshalb in diesem Abschnitt erarbeitet werden (Kap. 2.2.3).

Der Begriff Systemlandschaft setzt sich aus den Wörtern *System* und *Landschaft* zusammen, die es vorerst zu definieren gilt (Kap. 2.1.1, 2.1.2).

2.2.1 Systeme

Der Begriff *System* (gr.-lat. Zusammenstellung) wird in vielen Bereichen verwendet und teils unterschiedlich definiert. Konsens liegt jedoch darin, dass ein System aus Elementen besteht, die zueinander in Beziehung stehen. Im Fremdwörterbuch wird ein System unter anderem folgendermassen definiert: „Eine Menge von Elementen, zwischen denen bestimmte Beziehungen bestehen oder die nach bestimmten Regeln zu verwenden sind.“ (Drosdowski, Scholze-Stubenrecht & Wermke, 1997, S. 792)

Gemäss dieser Definition stellen alle technischen Tools, mit denen ein ZVL arbeitet, die Menge an Elementen dar, die wiederum in einer bestimmten Beziehung zueinander stehen. In diesem bestimmten Fall besteht zwischen den Elementen eine Interaktion oder es werden Informationen von einem zum anderen Element weitergegeben.

2.2.2 Landschaft

Für den Begriff Landschaft, ist es etwas schwerer eine passende Definition zu finden. In vielen wissenschaftlichen Disziplinen verwendet, wird das Wort selten bis nie eindeutig definiert. Oft wird das Wort *Landschaft* mit der Natur in Verbindung gebracht. So wird Landschaft in einem Lehrbuch der Landschaftsökologie so definiert: „Das Landschaftsökosystem ist ein in der Realität hochkomplexes Wirkungsgefüge von physiogenen, biotischen und anthropogenen Faktoren, die mit direkten und indirekten Beziehungen untereinander ein übergeordneten Funktionszusammenhang bilden, dessen

räumlicher Repräsentant die 'Landschaft' ist." (Leser, 1997, S. 187; zitiert nach Steinhardt, Blumenstein & Barsch, 2012, S. 25)

Abgeleitet von der geographischen Definition soll der Begriff *Landschaft* für diese Arbeit wie folgt verstanden werden: *Landschaft ist ein räumlicher Repräsentant verschiedener Elemente, die miteinander in Verbindung stehen.*

2.2.3 Systemlandschaft

Schlussfolgernd kann der Begriff *Systemlandschaft* für diese Arbeit definiert werden: *Unter einer Systemlandschaft ist die Repräsentation einer Menge von Elementen zu verstehen, die zueinander in einer bestimmten Beziehung stehen.*

Dieser Bericht befasst sich dabei ausschliesslich mit der Systemlandschaft von SBB Infrastruktur Betrieb, wobei die Sicht der ZVL im Zentrum steht.

2.2.4 Technische Tools

In diesem Bericht werden die Elemente eines Systems als technische Tools bezeichnet. Einerseits wird der ZVL von verschiedenen technischen Tools unterstützt, andererseits muss er sie mit Informationen befüllen und die Inhalte anpassen oder bearbeiten. Nachfolgend werden alle, in der entwickelten Visualisierung sichtbaren, technischen Tools beschrieben.

Ittis	Das Integrale Leit- und Informationssystem bedient die Stellwerke und übernimmt die automatische Zuglenkung.
RCS Dispo	Mit dem Rail Control System der Disposition wird der Zugverkehr auf dem gesamten Netz der SBB überwacht. Im Tool wird die momentane Position der Züge angezeigt. Bei Abweichung vom Fahrplan erkennt dies der Disponent und nimmt Korrekturen vor.
RCS Alea	Ergänzend zum RCS Dispo werden mit dem Alarmierungs- und Ereignismanager wichtige Informationen vom ZVL eingetragen. Das Tool leitet die Informationen dann automatisch an alle betroffenen Stellen weiter.
RCS ZLR	Das Zuglaufrechnungsprogramm vom RCS berechnet die Fahrzeiten.
CUS	Kundeninformationen im planmässigen Betrieb, sowie im Störfall laufen über das Kundeninformationssystem CUS (Customer System). CUS sammelt die Informationen aus verschiedenen Tools, bereitet sie auf und gibt sie kundengerecht

an die verschiedenen Portale weiter (bspw. online Fahrplan, Anzeigetafel und Durchsage am Bahnhof).

NeTS	Das Netzweites Trassen-System dient der genauen Trassenplanung. Mit NeTS wird der Jahres-, sowie der Tagesfahrplan erstellt.
CIS Infra	Das Cargo Informationssystem (CIS) unterstützt die Planung, Steuerung und die Kontrolle der Produktion im Güterverkehr. Dabei wird im betrieblichen Teil der Planung und Durchführung mit dem Untersystem <i>CIS Infra</i> gearbeitet.
ZLD	ZLD (Zuglenkdaten) erstellt mittels vordefinierten Regeln und aus Daten anderer Tools (bspw. Topologiedaten aus UNO) die Zuglenkdaten für ILTIS.
UNO	UNO liefert Topologiedaten für die Bahnplanung und -produktion.
Info-Hub PT	Info-Hub PT verteilt die Daten aus der Bahnproduktion an andere Tools. Dabei werden der Sollfahrplan aus NeTS, sowie Daten aus dem RCS und UNO zusammengeführt.
CorrMeRe	Mit CorrMeRe werden alle Anschlussdaten zentral und vollautomatisch erfasst.
ErZu	ErZu ist der Nachbearbeitung zuzuordnen und erfasst verursacherorientiert die Verspätungen im Zugverkehr. Die Daten werden im Anschluss analysiert, um Vorbeugungsmassnahmen in Bezug auf die Pünktlichkeit umzusetzen.
SIP	Das SBB Infrastruktur Portal dient der Zusammenarbeit von Leitstellen. Mit der Applikation können Störungen erfasst, koordiniert und behandelt werden.
ESI	Mit ESI werden Ereignisanalysen durchgeführt. Das Tool hilft, Ursachen und Einflüsse zu erkennen, um Verbesserungsmassnahmen abzuleiten.
ProSurf	ProSurf liefert Prognosedaten und stellt somit die Schnittstelle zwischen RCS und verschiedenen anderen Tools dar.

3 Theoretischer Hintergrund

Im folgenden Abschnitt wird der theoretische Hintergrund beschrieben, nach dem die Visualisierung erstellt wurde. Um eine gute Visualisierung einer Systemlandschaft zu erstellen, braucht es das Wissen über Soziotechnische Systeme (Kap. 3.1), Informationsverarbeitung (Kap. 3.2), Situationsbewusstsein (Situation Awareness) (Kap. 3.3) und Mentale Modelle (Kap. 3.4).

3.1 Soziotechnische Systeme

Ein Soziotechnisches System (Abb. 4) bildet sich aus einem sozialen und einem technischen System. Dabei werden *Inputs* aus der Umwelt durch die technische und soziale Komponente verarbeitet und erzielen einen *Output* (Ulich, 2011).

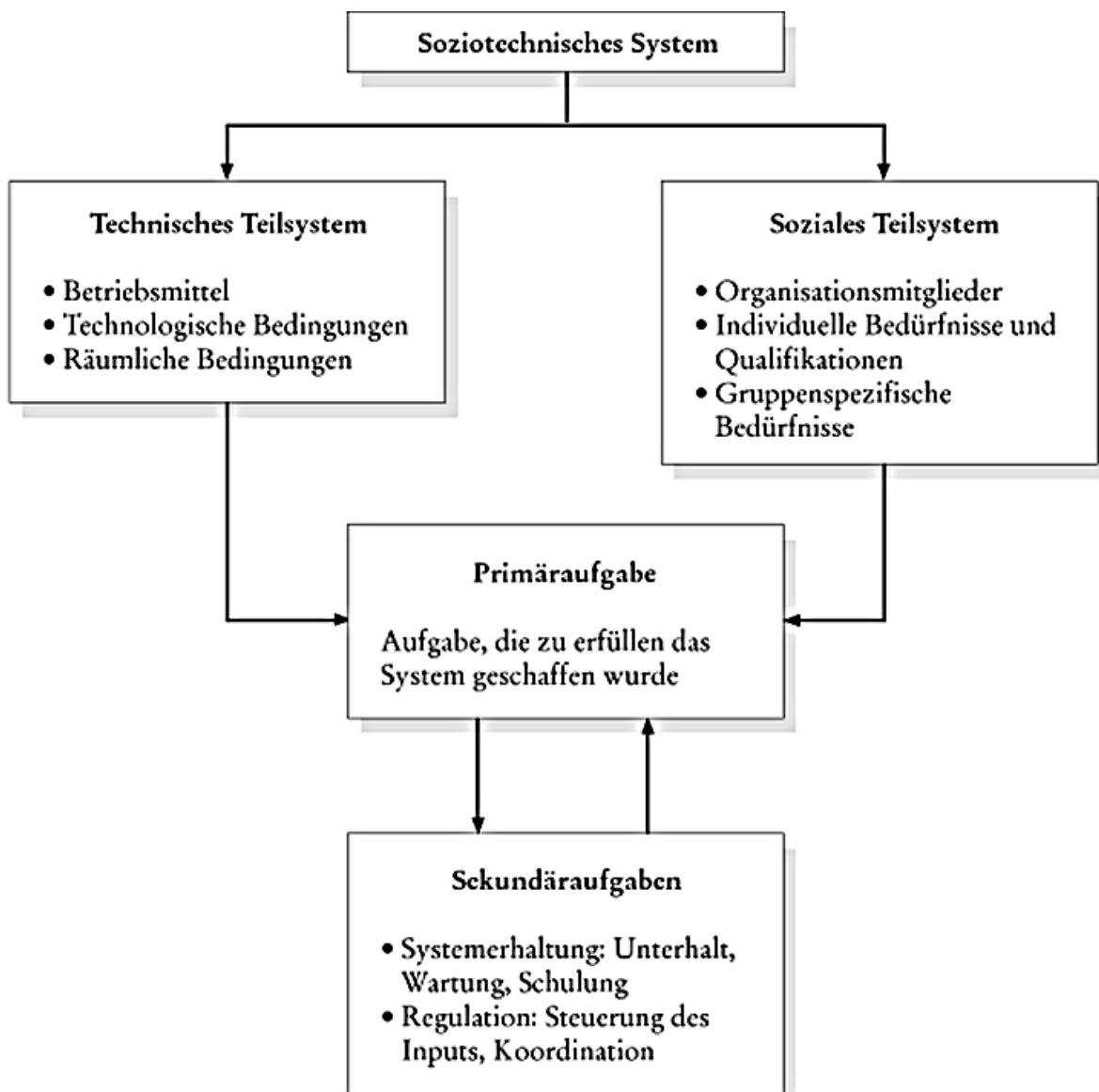


Abbildung 4: Primär- und Sekundäraufgaben in soziotechnischen Systemen (Ulich, 2011, S.199)

Das soziale Teilsystem besteht aus Organisationsmitgliedern mit ihren jeweiligen individuellen physischen wie psychischen Bedürfnissen, sowie deren Wissen und Fähigkeiten. Das technische Teilsystem dagegen besteht aus den zur Verfügung stehenden Arbeitsmitteln und -bedingungen. Die Teilsysteme erfüllen in Zusammenarbeit eine Primäraufgabe, sowie verschiedene Sekundäraufgaben. Dabei ist das Erfüllen der Primäraufgabe das eigentliche Ziel, für welches das soziotechnische System geschaffen wurde. Die Sekundäraufgaben sind verschiedene Tätigkeiten, die der Erfüllung der Primäraufgabe dienen (Ulich, 2011).

Beispielsweise ist die Primäraufgabe eines ZVL der reibungslose Bahnbetrieb für den Endkunden. Um diesen zu gewährleisten, muss der ZVL (soziale Komponente) mit den verschiedenen technischen Tools (technische Komponente) Sekundäraufgaben bewältigen. Diese können zum Beispiel das Beheben einer Störung sein.

Im Falle des ZVL bedarf es zur Bewältigung der Sekundäraufgaben der Zusammenarbeit mit einem anspruchsvollen technischen Teilsystem. Viele technische Tools, die in Ihrer jeweiligen Handhabung bereits viel Systemwissen fordern, interagieren zusätzlich untereinander. Das Handling des ganzen Systems benötigt eine fundierte Ausbildung und Expertise.

Ziel der Visualisierung ist es, dass die ZVL mehr Verständnis für die Komplexität der Systemlandschaft von SBB Infrastruktur Betrieb generieren. Dabei soll die Visualisierung helfen, dass die ZVL ein mentales Modell dieser Systemlandschaft aufbauen, oder ein bereits bestehendes Modell korrigieren bzw. erweitern. Ein erhöhtes Verständnis für die Komplexität kann einem ZVL bei akuten Entscheidungssituationen im Störfall helfen und ein sicheres Handeln fördern. Badke-Schaub, Hofinger und Lauche (2012) beschreiben dies folgendermassen: *„Eine wesentliche Voraussetzung für sicheres Handeln ist, dass Planerinnen, Entscheider oder Operateure verschiedene Aspekte einer Situation korrekt wahrnehmen, zutreffend interpretieren und daraus adäquate Handlungen generieren.“* (S.64)

Diese Aspekte können beispielsweise Merkmale eines soziotechnischen Systems sein. Dabei zählt nicht nur das Wahrnehmen der Aspekte, sondern auch das Verständnis für ihre Bedeutung und die Umsetzung der zu erreichenden Ziele. So muss ein Handelnder neben dem IST-Zustand mögliche Veränderungen einplanen, um die Entwicklung und den zukünftigen Zustand der Teilelemente eines soziotechnischen Systems vorherzusagen. Die drei Fähigkeiten, *Wahrnehmung, Interpretation* und *Prognose* bilden das Situationsbewusstsein oder auch *„situation awareness“* (Badke-Schaub, Hofinger & Lauche, 2012).

3.2 Informationsverarbeitung

Im folgenden Kapitel der Informationsverarbeitung soll zuerst auf die Themen *Wahrnehmung* und *Aufmerksamkeit* eingegangen werden, um dann den Begriff des mentalen Modells und des Situationsbewusstseins genauer zu beschreiben.

3.2.1 Wahrnehmung

Badke-Schaub, Hofinger und Lauche (2012) definieren *Wahrnehmung* wie folgt: „*Wahrnehmung ist die psychische Funktion, die es dem Organismus ermöglicht, mithilfe seiner Sinnesorgane Informationen aus der Innen- und Aussenwelt aufzunehmen und zu verarbeiten.*“ (S. 66) Dabei wird angemerkt, dass die Wahrnehmung vom Gedächtnis, den Gefühlen, den Erwartungen, der Motivation und dem Denken eines Individuums beeinflusst wird. Die Wahrnehmung ist also keine Kopie der Wirklichkeit, sondern kann durch beschriebene Einflüsse durchaus verfälscht werden (Badke-Schaub, Hofinger & Lauche, 2012).

3.2.2 Aufmerksamkeit

Im Allgemeinen ist der Mensch in seiner Informationsverarbeitung eingeschränkt. Vor allem bei der bewussten Informationsverarbeitung kommt er schnell an seine Grenzen. Der Prozess der Aufmerksamkeit hat zur Aufgabe, die beschränkten Ressourcen der Informationsverarbeitung einzuteilen und nur solche Reize wahrzunehmen, die wichtig erscheinen. Die Selektion kommt dabei subjektiv und nicht objektiv zustande und unterliegt, wie im Kapitel der Wahrnehmung beschrieben, verschiedenen Einflüssen (Gedächtnis, Gefühle, Erwartungen, Motivation und Denken).

Aufmerksamkeit wird im Wörterbuch für Psychologie als „*Zustand der gesteigerten Wachheit (Vigilanz) und Anspannung, der der selektiven Orientierung des Wahrnehmens, Denkens und Handelns zugrunde liegt (...)*“ (Fröhlich, 2010, S. 82) definiert. Das Bewusstsein ist während dieses Zustands willkürlich oder unwillkürlich auf etwas Bestimmtes gerichtet (Fröhlich, 2010).

3.3 „Situation Awareness“ (Situationsbewusstsein)

Situation Awareness (SA) definiert Endsley (1988) wie folgt: „*the perception of the elements in the environment within a volume of time and space, the comprehension of their meaning and the projection of their status in the near future.*“ (zitiert nach Endsley, 2000, S. 97)

So wird der Prozess des Situationsbewusstseins von Endsley in drei Elemente aufgeteilt. Einerseits müssen die Objekte in der Umgebung (1)*wahrgenommen* und (2)*verstanden* werden, um andererseits deren Zustand für die nahe Zukunft (3)*vorherzusagen* (Endsley & Garland, 2000).

Im Folgenden werden die drei Ebenen (Levels) genauer beschrieben:

1. *Wahrnehmung von Elementen der aktuellen Situation*

Auf dieser Ebene nimmt das Individuum den aktuellen Zustand mit seinen Merkmalen und der Dynamik der einzelnen Elemente wahr.

2. *Verständnis der aktuellen Situation*

Die einzelnen Elemente werden in das Gesamtbild der Situation überführt. Somit wird die Bedeutung dieser Elemente in Bezug auf das Ganze verstanden.

3. *Projektion auf zukünftige Situation*

Durch das erreichte Verständnis der Gesamtsituation, können Annahmen für die zukünftige Situation generiert werden. Somit kann der Zustand der Elemente für eine bestimmte Zeitspanne vorhergesagt werden.

(Badke-Schaub, Hofinger & Lauche, 2012)

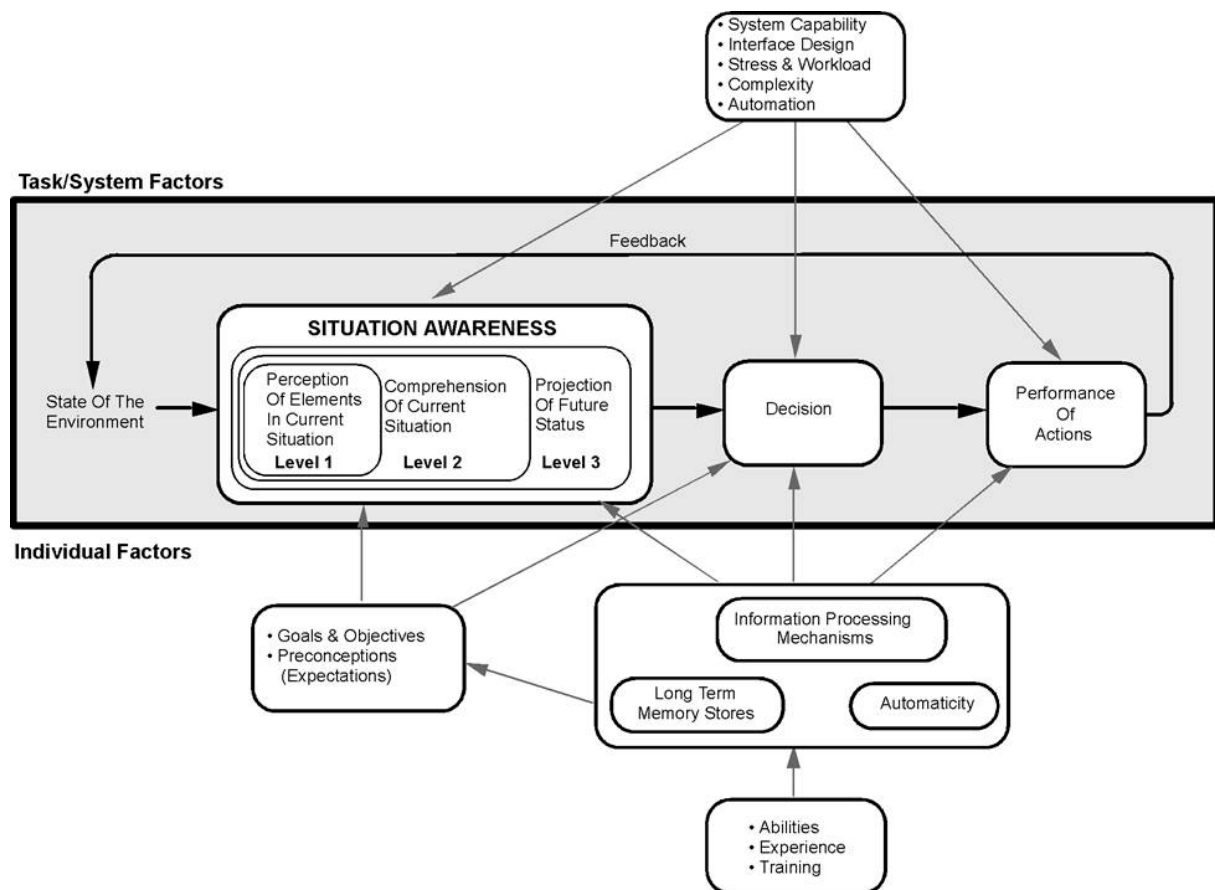


Abbildung 5: Model of SA in dynamic decision making (Endsley, 1995; zitiert nach Endsley, 2000, S. 5)

Im Modell (Abb. 5) bilden die drei Ebenen (Levels) des Situationsbewusstseins die Entscheidungsgrundlage. Aus der Entscheidung (Decision) bildet sich wiederum eine Handlung (Performance of Actions). Die Handlung wird im Anschluss kontrolliert und mit dem aktuellen Zustand der Umgebung verglichen, was wiederum zum Systembewusstsein führt. Dieser zentrale Kreislauf wird gleichermassen von Aufgaben- und Umgebungsfaktoren (Task/System Factors), sowie individuellen Faktoren (Individual Factors) beeinflusst. Dabei sind unter Aufgaben- und Umgebungsfaktoren die Möglichkeiten eines Systems, das Design, die Komplexität und der Automatisierungsgrad zu verstehen. Mit den Individuellen Faktoren meint Endsley die Ziele und Erwartungen des Handelnden. Ausserdem nehmen die Informationsverarbeitung (Information Processing Mechanisms), das Langzeitgedächtnis (Long Term Memory Stores) und die Automatisierung (Automaticity) Einfluss auf einzelne Teilprozesse des Modells (Endsley & Garland, 2000).

3.4 Mentale Modelle

Während der sechs-, bzw. neun-monatigen Ausbildung zum ZVL, werden die Auszubildenden langsam an die verschiedenen technischen Tools herangeführt. Dabei sind die Lernenden auch oft operativ tätig und werden dabei von einem ausgebildeten ZVL unterstützt. Mit den dabei erworbenen Erfahrungen bildet sich nach und nach ein mentales Modell der Systemzusammenhänge. Im folgenden Kapitel wird der Begriff *mentales Modell* erläutert und mit der vorliegenden Arbeit in Verbindung gebracht.

Mentale Modelle gehören der Kognitionspsychologie an. In der Kognitionspsychologie wird der Mensch als System gesehen. Das System nimmt Informationen der Umwelt auf, verarbeitet diese und verwendet sie weiter. Dieser Prozess kann vom Subjekt bewusst reflektiert und beeinflusst werden (Dutke, 1994).

Es bestehen vier Kernannahmen der Informationsverarbeitung:

- Transformationsannahme: Bei der Wahrnehmung von Umweltreizen werden diese in einen *mentalen Code* umgewandelt.
- Elaborationsannahme: Informationen aus der Umwelt werden nicht einfach zum bestehenden Wissen hinzugefügt. Vielmehr wird es mit Hilfe des vorhandenen Wissens interpretiert und vernetzt.
- Konstruktionsannahme: Die Umwelt wird nicht als „*passiv-photographischen Sinne*“ repräsentiert sondern als „*Konstruktion bzw. Rekonstruktion, deren Aufbauprozesse*“. Mithilfe solcher Repräsentationen wird nicht nur die Umgebung wahrgenommen und Informationen verarbeitet, sondern auch Zusammenhänge

erinnert und Informationen aus parallel verlaufenden, kognitiven Prozessen erzeugt.

- Systemannahme: Bei der Informationsverarbeitung werden die verschiedenen kognitiven Prozesse auf unterschiedlichen Ebenen, teilweise parallel und in Abhängigkeit voneinander gesteuert. Mit einer ständigen *zyklischen Rückkopplung* wird der Wissensstand des Subjekts laufend verändert: *„Der Gedächtnisbestand leitet durch Erwartungsbildung die Informationssuche und Wahrnehmung, die ihrerseits den Gedächtnisstand verändert.“* (Weidmann, 1988; zitiert nach Dutke, 1994, S. 11)
(Weidmann, 1988; zitiert nach Dutke, 1994)

Nach diesen Kernannahmen sind mentale Modelle kognitive Konstruktionen, die aus einer Interaktion von Wahrnehmung und Gedächtnis entstehen (Dutke, 1994).

Das Subjekt konstruiert Abbilder der Realität, um mit den komplexen Gegebenheiten umzugehen. Mit mentalen Modellen werden neben physikalischen und sozialen auch technische Prozesse abgebildet. In dieser Arbeit liegt der Fokus auf den mentalen Modellen für technische Prozesse (Nielsen, 2010).

Dutke (1994) definiert Mentale Modelle so: *„Mentale Modelle sind Ausdruck des Verstehens eines Ausschnittes der realen Welt. Damit sind sie aber gleichzeitig auch Grundlage zur Planung und Steuerung von Handlungen. Individuelle mentale Modelle können ihre eignen Schwerpunkte aufweisen: manche sind stärker verstehensorientiert, andere eher handlungsorientiert.“* (S. 2)

Wichtig zu verstehen ist, dass ein mentales Modell nicht auf Fakten basiert, sondern auf Annahmen. Somit entspricht der Inhalt des Modells dem, was die Person über ein System zu wissen glaubt und nicht was das System effektiv alles beinhaltet. Mentale Modelle können somit durchaus unvollständig oder fehlerhaft sein. Hinzu kommt, dass mentale Modelle individuell sind und sich, bedingt durch Erfahrungswerte, stetig verändern (Nielsen, 2010).

Somit kann angenommen werden, dass jeder Zugverkehrsleitende ein eigenes mentales Modell von ein und derselben Systemlandschaft hat, was das Erstellen einer Visualisierung dieser Systemlandschaft zusätzlich erschwert. Ausserdem ist anzunehmen, dass das vorhandene mentale Modell fehlerhaft oder unvollständig ist. Um das Verständnis für die Komplexität der Systemlandschaft und somit auf ein effizientes Handeln im Störfall zu fördern, muss das bestehende mentale Modell eines ZVL ständig erweitert und allenfalls justiert werden. Die zu erarbeitende Visualisierung der Systemlandschaft von SBB Infrastruktur Betrieb soll den ZVL dabei als Unterstützung dienen.

3.4.1 Aufbau mentaler Modelle

Wie bereits beschrieben, sind mentale Modelle nicht statisch, sondern prozesshaft. Sie entwickeln sich im Verhältnis zur Auseinandersetzung mit dem jeweiligen Realitätsausschnitt. Mit ihnen kann die Aussenwelt vor dem "inneren Auge" simuliert werden. So ist es möglich, das Modell mit Informationen in Form von äusseren Einflüssen zu füttern und zu simulieren, welches Ergebnis so zu erwarten ist (Dutke, 1994).

In Bezug auf die Simulationsfähigkeit eines mentalen Modells wird zwischen wahrnehmungsnahen und kausalen Modellen unterschieden. Beim wahrnehmungsnahen mentalen Modell werden Teile der Aussenwelt so dargestellt, wie sie effektiv wahrgenommen wurden. Im Gegensatz dazu kombiniert das Kausalmodell die Wahrnehmung mit abstrakten Wissensbeständen und bildet daraus neue Vorstellungen. Dabei wird auch vom *generativen mentalen Modell* gesprochen, um zu betonen, dass mit mentalen Modellen auch aktiv Wissen erzeugt werden kann (Collins & Gentner, 1987; zitiert nach Dutke, 1994).

Dutke (1994) schlussfolgert: „*Mit dem Übergang von einem wahrnehmungsnahen Modell zu einem Kausalmodell nimmt auch die Komplexität der kognitiv simulierbaren Vorgänge zu.*“ Nach dieser Aussage wird vorerst eine Theorie am Beispiel eines einfachen Vorgangs entwickelt. Aus dieser Theorie entsteht ein wahrnehmungsnahes Modell mit allen relevanten Einzelkomponenten. Nun wird vom jeweiligen Zustand der einzelnen Komponenten auf den Zustand einer anderen Komponente geschlossen, bis die Relationen der einzelnen Komponenten definiert wurden. Mit Hilfe dieser *Kausalrelationen* kann nun das Verhalten des ganzen Systems vorhergesagt werden und der Übergang vom *wahrnehmungsnahen Modell* zum *Kausalmodell* ist vollzogen.

Nach welchen Kriterien muss eine Visualisierung gestaltet werden, um den Rezipienten möglichst gut zu unterstützen? Im Folgenden soll mit einem kurzen Exkurs, dieser Frage nachgegangen werden.

3.5 Visualisierungen

Für die Erstellung einer Visualisierung, die zur Unterstützung beim Aufbau eines mentalen Modells dienen soll, gehen die Meinungen in der Literatur auseinander. Oft wird die Meinung vertreten, dass: „*Je genauer das mentale Modell interne Zusammenhänge des Softwaresystems repräsentiert, je besser also das System verstanden wird, umso leichter können Eigenschaften des Systems erinnert oder rekonstruiert werden.*“ (Dutke, 1994, S. 109) In dieser Arbeit soll die zu erarbeitende Visualisierung dem Aufbau eines mentalen Modells dienen.

3.5.1 Anforderungen an eine Visualisierung

Das Verständnis für mentale Modelle ist essentiell für die Erstellung von Lehrmitteln oder eben Visualisierungen, die beim Aufbau des Systemverständnisses helfen sollen.

Bei der Erstellung der Visualisierung müssen gemäss Müller und Schumann (2000) verschiedene Einflussfaktoren beachtet werden:

1. Art und Struktur der Daten
2. Ziel der Visualisierung
3. Vorwissen des Betrachters
4. Visuelle Fähigkeiten und Vorlieben des Betrachters
5. Übliche Metaphern des Anwendungsgebietes
6. Charakteristika des Darstellungsgebietes

Weiter fordern Müller und Schumann (2000), dass eine Visualisierung *expressiv, effektiv* und *angemessen* sein muss.

- Expressivität beschreibt die Ausdrucksfähigkeit der Visualisierung. Der Anwendungsbereich soll dabei möglichst unverfälscht wiedergegeben werden.
- Effektivität hat zum Ziel, die Art der Visualisierung so darzustellen, dass der Betrachter in kurzer Zeit möglichst viel Informationen aus ihr ziehen kann. Sie bezieht sich somit auf die Fähigkeiten der Zielgruppe.
- Angemessenheit bezieht sich auf die Kosten-Nutzen Frage. Wie aufwändig soll die Visualisierung gestaltet werden und in welchem Rahmen wird sie gebraucht. Letztendlich muss viel für die Erstellung einer Visualisierung aufgewendet werden. Dabei muss definiert sein, in welchem Rahmen eine Balance zwischen Kosten und Nutzen noch gewährleistet ist.
(Schumann & Müller, 2000)

3.6 Der Modellbegriff

Um zu verstehen, was ein mentales Modell ist, hilft es den Begriff *Modell* etwas abzustecken. Nach Dutke (1994) kann das mentale Modell als „spezifische Klasse von Modellen aufgefasst werden, die sich dadurch auszeichnet, gedanklicher und nicht gegenständlicher Art zu sein.“ (S. 4) Somit sollen auch Merkmale von Modellen für das mentale Modell übernommen werden können. Interessanter für diese Arbeit scheint jedoch Dutkes (1994) zweiter Punkt: „Zweitens können Modelle allgemeiner Art zu denjenigen äusseren Vorgaben gehören, die die Entwicklung mentaler Modelle anstossen und lenken.“ In diesem Fall würde die Art der Visualisierung der Systemlandschaft wesentlich dazu beitragen, wie das mentale Modell eines ZVL von eben dieser Systemlandschaft aufgebaut ist.

Grundsätzlich weisen Modelle drei Merkmale auf:

- *Abbildungsmerkmal*: Modelle sind das Abbild eines Originals
- *Verkürzungsmerkmal*: Es werden lediglich die relevanten Teile des Originals abgebildet. Ausserdem werden zusätzliche Teile hinzugefügt (bspw. Beschreibungen), um das Verständnis zu erhöhen.
- *Pragmatisches Merkmal*: Wenn es von einem Original mehrere Modelle geben kann, können Modelle und Originale nicht eindeutig zugewiesen werden. Für die Zuordnung sind drei pragmatische Relativierungen gefordert. *Wer* verwendet das Modell, *wie regelmässig* und zu *welchem Zweck* wird es verwendet. So stellt ein Experte ganz andere Anforderungen an ein Modell als ein Auszubildender. (Stachowiak, 1973; zitiert nach Dutke, 1994)

Die zu erstellende Visualisierung der Systemlandschaft von SBB Infrastruktur Betrieb soll den ZVL helfen, ihr mentales Modell besagter Systemlandschaft zu erweitern und allenfalls zu verbessern. Für auszubildende Zugverkehrsleitende kann die Visualisierung bereits von Beginn an eine Unterstützung sein, indem sie als Grundgerüst fungiert auf dem später aufgebaut werden kann.

Gemäss dem pragmatischen Merkmal muss eine Visualisierung der Systemlandschaft von SBB Infrastruktur Betrieb, die Bedürfnisse von Auszubildenden, wie auch Experten bedienen. Eine Möglichkeit wäre, die Visualisierung so zu gestalten, dass sie nach Belieben vereinfacht oder erweitert werden kann. Ausserdem könnten zusätzliche Aktionsmöglichkeiten den Informationsgehalt des Modells bei Bedarf erhöhen. Beispielsweise durch Anwählen eines technischen Tools erscheint eine genaue Erklärung dessen.

4 Untersuchungsdesign

SBB Infrastruktur Betrieb möchte herausfinden, wie sie das Verständnis der ZVL für die Komplexität der Systemlandschaft erhöhen kann. Dafür werden Prototypen einer Visualisierung der Systemlandschaft gemacht, um diese mit den Zugverkehrsleitenden zu testen. Für die Testung sollen die ZVL die Visualisierung zuerst nachzeichnen, dann Verständnisfragen dazu beantworten und zuletzt die Visualisierung anhand eines Fragebogens bewerten. Mit den Erkenntnissen aus der Untersuchung werden dem Praxispartner Handlungsempfehlungen zur Weiterentwicklung der Visualisierung gegeben.

4.1 Ziele

Im Fokus stehen das Erkennen und Verstehen der Komplexität der Systemlandschaft, die alle technischen Tools umfasst, mit denen ein ZVL während seiner Arbeit in Berührung kommt. Dabei soll mit der Untersuchung einerseits eruiert werden, wie gut die Zusammenhänge zwischen den einzelnen technischen Tools bereits verstanden werden. Andererseits aber auch, nach welchen Kriterien eine Visualisierung der beschriebenen Systemlandschaft dargestellt werden muss, um besagtes Verständnis zu fördern.

4.2 Methode

Im folgenden Abschnitt wird das methodische Vorgehen genauer beschrieben. Vorerst soll eine graphische Darstellung (Abb. 6) des Vorgehens einen Überblick schaffen. Die einzelnen Schritte sind jeweils auf den vorhergehenden aufgebaut und beziehen das Wissen und die Erkenntnisse dieser mit ein.

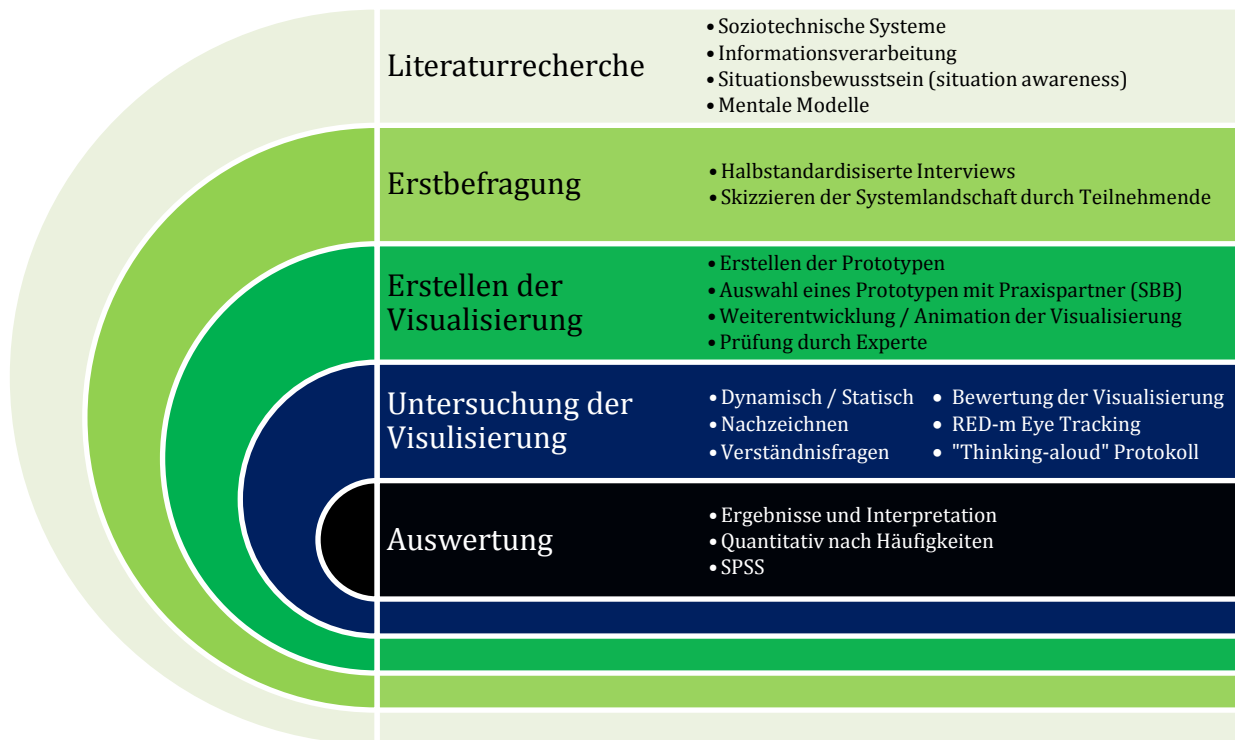


Abbildung 6: Graphische Darstellung des methodischen Vorgehens (eigene Darstellung, 2015)

4.2.1 Erstbefragung

Um ein allgemeines Verständnis der Situation zu erhalten, wurden acht Zugverkehrsleitende in einem halbstandardisierten Interview befragt (Interviewleitfaden im Anhang B, Kap. 10.1.2). Die Befragung fand hauptsächlich im operativen Betriebszentrum (OBZ) Olten statt, zu einem Zeitpunkt, der vorher mit dem Leiter des OBZ Olten bestimmt wurde. Zwei der Interviews, darunter das Experteninterview mit dem Leiter des OBZ Olten, wurden individuell vereinbart. Der Inhalt des Interviews bezog sich auf die Berufserfahrung als ZVL und den Umgang mit den technischen Tools. Ausserdem wurden die Befragten am Ende des Gesprächs gebeten, die Systemlandschaft nach ihren Vorstellungen zu skizzieren. Dabei waren sie in der Darstellung sowie in der Farbwahl frei (Anhang B, Kap. 10.1.3). Die Erstbefragung wurde nicht genauer ausgewertet. Im Kapitel zur Erarbeitung der Prototypen (Kap. 4.4.1) werden beispielhafte Aussagen und Skizzen der Systemlandschaft zusammengefasst. Aus diesen Erkenntnissen werden dann die Prototypen hergeleitet.

4.2.2 Untersuchung der Prototypen

Nach der Erstbefragung wurden verschiedene Prototypen der Visualisierung erstellt und mit dem Praxispartner besprochen. Nach weiteren Anpassungen wurden eine statische und eine dynamische Version der Visualisierung entwickelt. Nun sollen die beiden Versionen in einem „Between Subject Design“ getestet werden. Demnach wird einer Hälfte der Testpersonen die dynamische und der anderen Hälfte die statische Version der Visualisierung gezeigt. Die unabhängigen Variablen der Untersuchung sind demnach:

- Dynamische oder statische Visualisierung

Während der Präsentation der Visualisierung trugen die Teilnehmenden eine RED-m Eye-Tracking-Brille. Mit dem Eye-Tracking sollten allfällige Blickhäufigkeiten gemessen werden. Ebenfalls wurde geprüft, ob Stellen der Visualisierung gar nicht angeschaut wurden. Da es sich um eine dynamische und eine statische Visualisierung handelte, wurden die Daten jeweils erst nach Stillstand der dynamischen Visualisierung gemessen. Das heisst, dass nur die Daten ab Sekunde 40 ausgewertet wurden.

Nach der Betrachtungszeit von einer Minute und 40 Sekunden, wurden die Probanden aufgefordert, die Visualisierung nachzuzeichnen. Dabei wurden folgende abhängige Variablen gemessen:

- Technische Tools, die ausgelassen wurden
- Technische Tools, die falsch sind
- Interaktionen zwischen technischen Tools, die ausgelassen wurden
- Falsch dargestellte Interaktionen zwischen technischen Tools

Während des Nachzeichnens wurden ausserdem mittels „Thinking-aloud“ Protokolls die Überlegungen der Probanden festgehalten.

Im Anschluss wurden die Testpersonen gebeten, einen standardisierten „Paper-Pencil“ Fragebogen auszufüllen (Anhang B, Kap. 10.2.2). Dabei sollten die Probanden die gezeigte Visualisierung mittels vier-stufiger Antwortskala (trifft nicht zu; trifft eher nicht zu; trifft eher zu; trifft zu) nach Vollständigkeit, Übersichtlichkeit, Logik, Nutzen und Komplexität bewerten. Um die richtige Interpretation der Antworten zu gewährleisten, wurden die ausgefüllten Fragebogen mit den jeweiligen Teilnehmenden besprochen. Ausserdem wurden den Teilnehmenden Fragen zu den Zusammenhängen und Interaktionen der verschiedenen technischen Tools gestellt. Die Fragen sollten zeigen, ob die Probanden neben dem Nachzeichnen der Visualisierung, die verschiedenen Verbindungen und Interaktionen zwischen den technischen Tools verstehen und erklären können.

Unter den genannten Items ist folgendes zu verstehen:

<i>Vollständigkeit</i>	Alle technischen Tools, die für den jeweiligen Teilnehmenden bei seiner Arbeit als ZVL relevant sind, werden in der Visualisierung dargestellt.
<i>Übersichtlichkeit</i>	Die Visualisierung ist übersichtlich und klar strukturiert. Die dargestellten Verbindungen und Interaktionen sind gut erkennbar.
<i>Logik</i>	Der Aufbau, die Interaktionen, sowie die Abläufe sind in ihrer Darstellung nachvollziehbar.
<i>Nutzung</i>	Die Teilnehmenden können sich vorstellen, die Visualisierung bei der Arbeit als ZVL zu nutzen (bspw. kognitive Unterstützung beim Nachvollziehen von Abläufen).
<i>Komplexität</i>	Anzahl der technischen Tools, sowie den angezeigten Verbindungen und Interaktionen.

4.3 Stichprobe

4.3.1 Erstbefragung

Bei den Befragten handelt es sich um ZVL und IS, die im OBZ Olten arbeiten und eine Berufserfahrung zwischen einem und 27 Jahren aufwiesen. Dabei wurde darauf geachtet, dass die Interviewten unterschiedliche Berufserfahrungen aufweisen und ungefähr gleich viele Männer wie Frauen befragt wurden. Der Standort Olten wurde aus Gründen der Erreichbarkeit gewählt. Der Interviewpartner vom Experteninterview wurde vom Praxispartner empfohlen.

4.3.2 Untersuchung der Prototypen

Die Probanden waren ZVL, TL und LKR der Sektoren Mittelland und Aare. Es handelte sich nicht um eine randomisierte Stichprobe, sondern um einzeln ausgewählte Mitarbeitende der BZ Mitte, die von der Autorin ausgesucht wurden. Dabei wurde darauf geachtet, dass in beiden Untersuchungsgruppen (dynamisch und statische Visualisierung) jeweils ein LKR und ein TL dabei ist und ungefähr gleich viele Männer und Frauen. In der Grundgesamtheit der Stichprobe ($N = 11$) sind die Geschlechter bestmöglich ausgeglichen. Für die Auswahl der Teilnehmenden gab es kein bestimmtes Verfahren.

4.4 Erhebungsinhalt

Gegenstand der Untersuchung, ist die visualisierte Systemlandschaft vom Betrieb der SBB Infrastruktur. Zum Zeitpunkt der Untersuchung besteht bereits eine Visualisierung der Systemlandschaft. Diese gilt es so darzustellen, dass die Komplexität der Systemlandschaft an sich, sowie die einzelnen Verbindung und Interaktionen der technischen Systeme, schneller und besser von den ZVL verstanden werden.

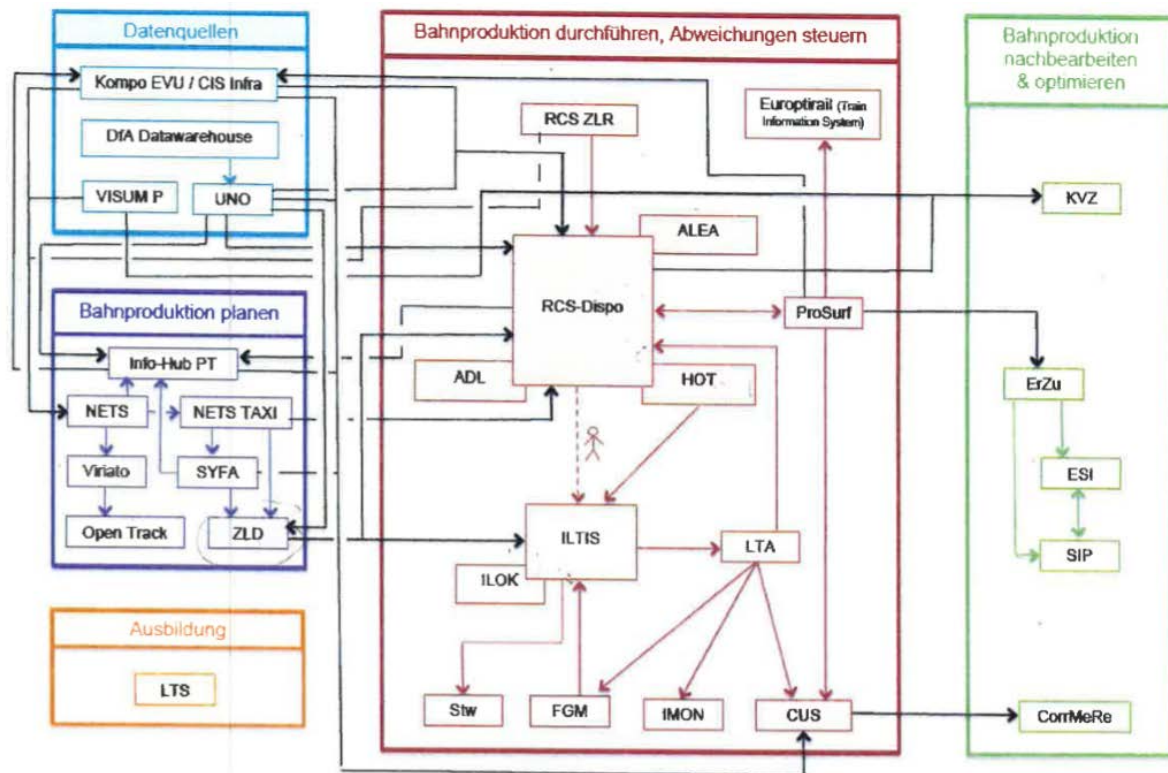


Abbildung 7: Systemlandschaft von SBB Infrastruktur Betrieb (bestehende)

Um ein besseres Verständnis zu erzeugen, wurden diverse technische Tools ausgenommen und versucht das Modell auf verschiedenen Ebenen darzustellen. Anhand der skizzierten Systemlandschaften aus der Erstbefragung, wurden die zentralen technischen Systeme bestimmt. Diese wurden besonders präsent in der Visualisierung dargestellt. Aus den erarbeiteten Informationen wurden dann drei Prototypen für den Praxispartner erstellt.

4.4.1 Erarbeitung der Prototypen

Für die Erstellung der Untersuchung wurden vorab verschiedene Zugverkehrsleitende zu der Systemlandschaft und den eigenen Erfahrungen befragt. Ausserdem sollten die Befragten, die Systemlandschaft von SBB Infrastruktur Betrieb so zeichnen, wie sie sich diese vorstellen. Dabei galt es herauszufinden, was bei der Erstellung der Visualisierung zu beachten ist und welche Ansprüche an eine solche Visualisierung vom späteren

Rezipienten gestellt werden. Im Folgenden wird ein Einblick in die Befragung gegeben und beispielhafte Antworten der Befragten aufgezeigt.

In der Befragung stellte sich heraus, dass den ZVL die Systemlandschaft während der Ausbildung nie als solches vermittelt wurde. Vielmehr wurde sich das Wissen am Simulator und in der Praxis angeeignet. Einen speziellen Kurs gab es, laut den Aussagen der Befragten, nicht.

Eine Visualisierung sollte laut den ZVL, verständlich und einfach dargestellt werden. Zudem würden sie sich die Darstellung der inneren Zusammenhänge, der Konsequenzen und der Ansprechpartner für die jeweiligen Tools wünschen.

Übereinstimmung fand sich bei den technischen Tools, *Iltis* und *RCS Dispo*, die von allen ZVL als zentrale Arbeitsmittel definiert wurden. Ebenfalls oft genannt wurden die Tools *CUS* und *RCS ALEA*. Die wichtigste Interaktion ist dabei unanfechtbar diejenige zwischen *Iltis* und *RCS*. Diese Tools wurden auch meistens genannt, bei der Frage, welche Tools in der Visualisierung hervorgehoben werden sollen. Die Farbwahl spielt den Befragten dabei keine Rolle. Uneinig sind sich die ZVL darüber, ob die Visualisierung zwei- oder drei-dimensional sein soll.

Die Skizzen der ZVL boten einen interessanten Einblick in den momentanen Wissensstand der Befragten. Des Weiteren konnte gut herausgelesen werden, welche Bereiche der Systemlandschaft präsent sind und welche eher vergessen werden. Natürlich gab es Unterschiede in der Ausführung und beim Detailierungsgrad der Skizzen. Auffällig ist jedoch, dass alle Visualisierungen in einer Art Mindmap dargestellt wurden. Ausserdem spielen die technischen Tools *RCS Dispo* und *Iltis* bei allen Skizzen eine zentrale Rolle. Im Folgenden sind zwei sehr unterschiedliche Skizzen (Abb. 8, 9) aufgeführt. Alle weiteren Darstellungen sind im Anhang B (Kap. 10.1.3) aufgeführt.

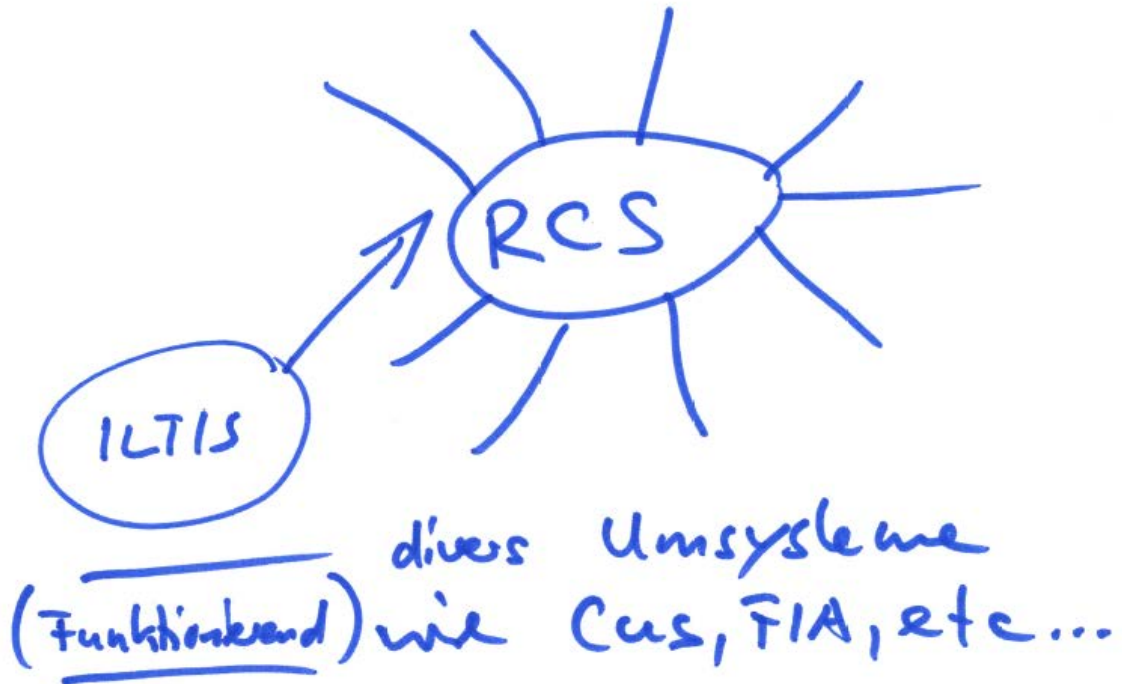


Abbildung 8: Skizze der Systemlandschaft eines ZVL aus Erstbefragung 1

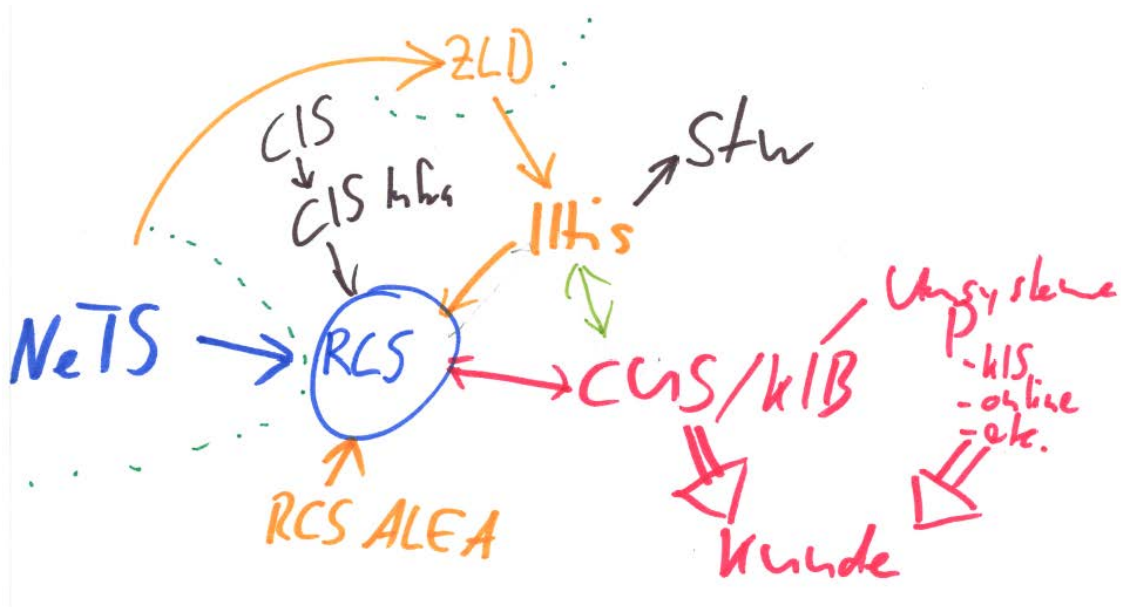


Abbildung 9: Skizze der Systemlandschaft eines ZVL aus Erstbefragung 2

Für die erste Variante wurden die Skizzen der Interviewten aus der Erstbefragung zusammengefasst. Nach der Besprechung mit dem Praxispartner wurde diese Version schnell verworfen. Sie ist in ihrer Art zu einfach dargestellt und repräsentiert im Grunde nur das bereits vorhandene Wissen der ZVL.

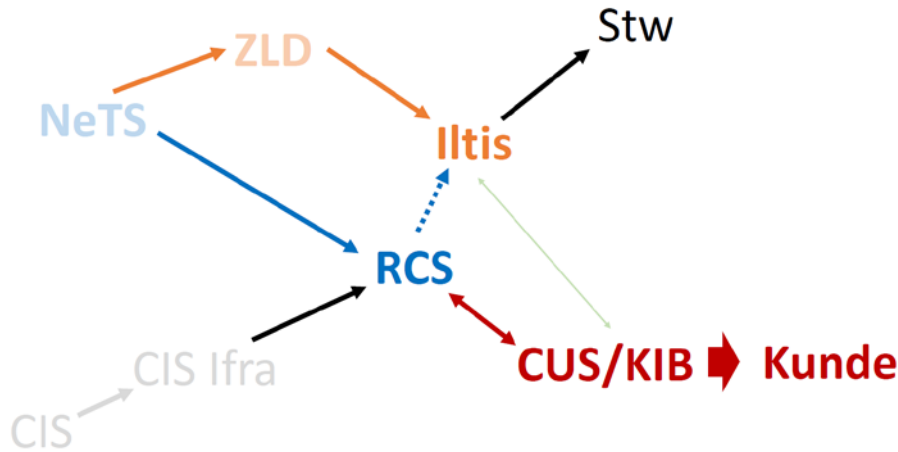


Abbildung 10: Prototyp Variante 1 (eigene Darstellung, 2015)

Mit der zweiten Variante wurde versucht, die Systemlandschaft anhand dreier Ebenen darzustellen. Die drei Ebenen sind bereits in der zur Verfügung gestellten Visualisierung ersichtlich, jedoch werden sie in dieser Version dreidimensional dargestellt. Nach Absprache mit dem Praxispartner, ist man sich einig, dass das Grundkonzept ansprechend ist, aber noch erweitert werden muss.

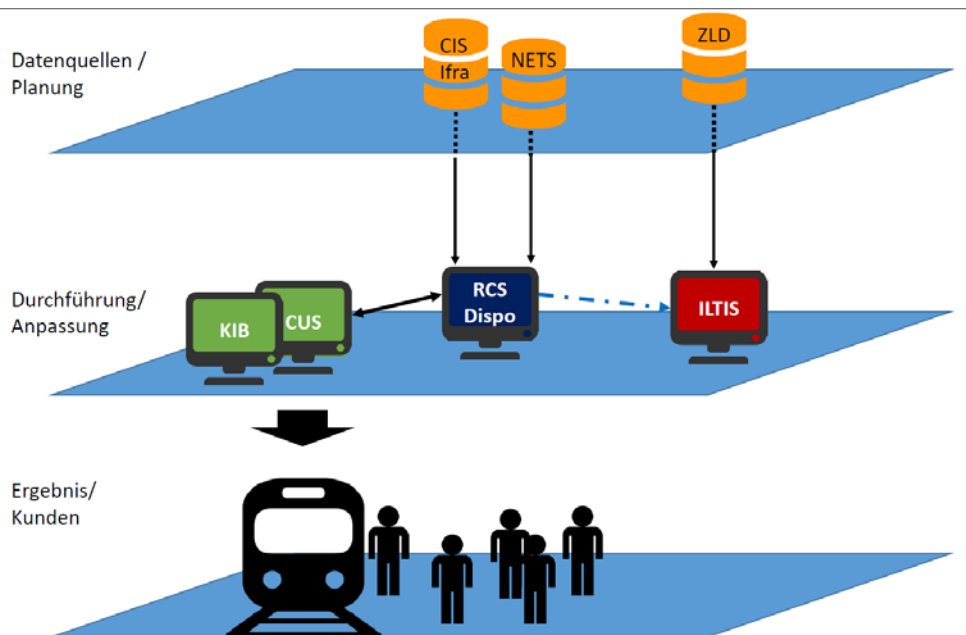


Abbildung 11: Prototyp Variante 2 (eigene Darstellung, 2015)

Die dritte Variante ist grundsätzlich gleich aufgebaut wie die bereits vorhandene Visualisierung. Es wurden lediglich in den Ebenen *Datenquelle/Planung*, sowie *Nachbearbeitung* gewisse technische Tools entfernt.

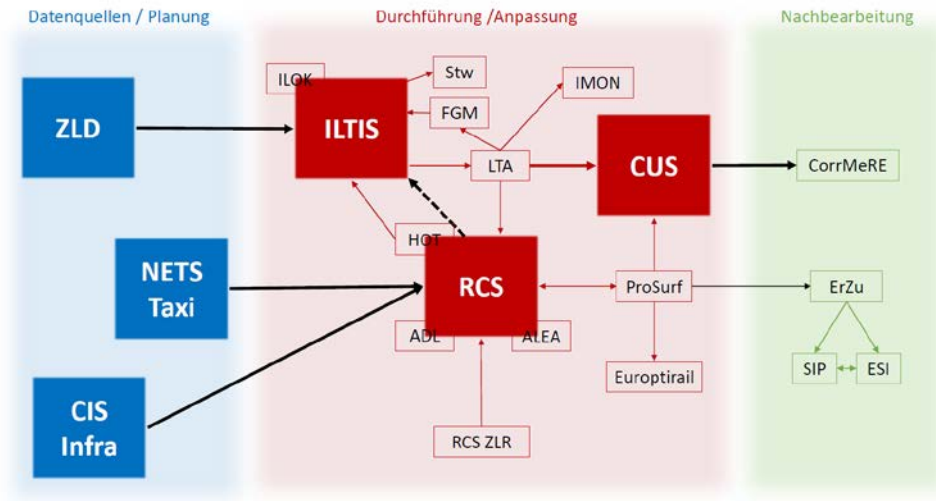


Abbildung 12: Prototyp Variante 3 (eigene Darstellung, 2015)

Mit dem Praxispartner wurde sich darauf geeinigt, dass die zweite Variante weiterentwickelt wird und in einer dynamischen und statischen Version getestet wird. Nach dem Erweitern der zweiten Version und weiteren Abstimmungen mit einem LKR und dem Praxispartner konnte schliesslich die folgende Visualisierung finalisiert werden:

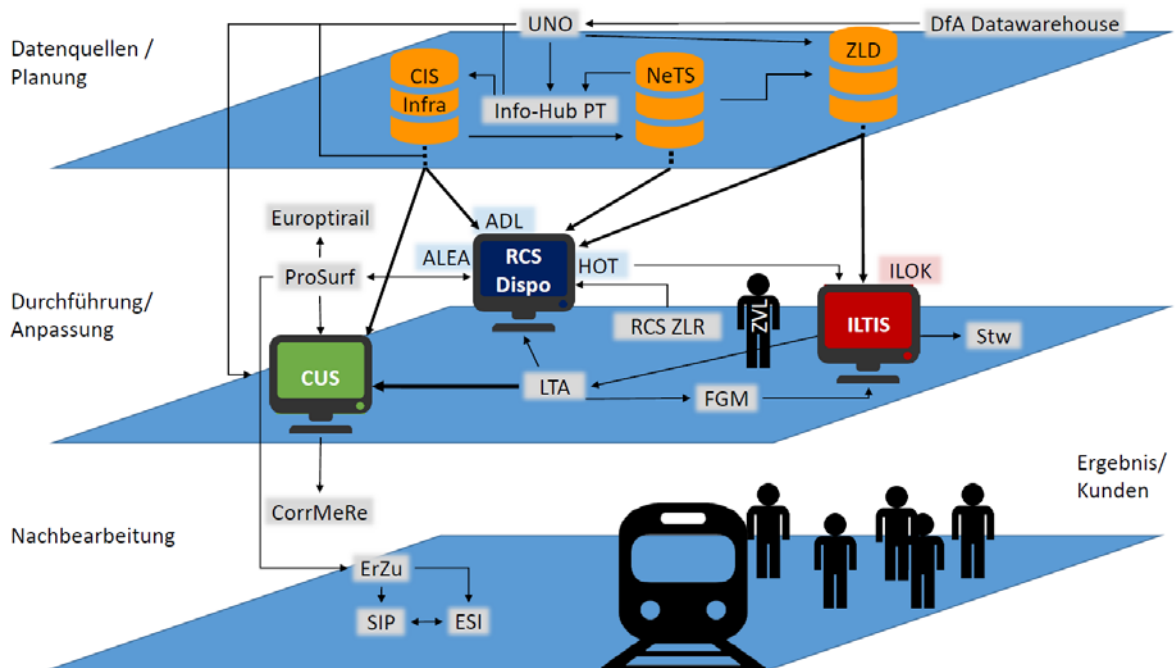


Abbildung 13: Definitive Visualisierung (eigene Darstellung, 2015)

4.5 Erhebungsverfahren und Datenaufbereitung

Die Testung der Visualisierungen wurde in der Betriebszentrale Mitte durchgeführt. Für die Testung wurde lediglich ein Laptop mit dem Eye-Tracker für das Präsentieren der Visualisierung, ein Aufnahmegerät für die Verständnisfragen, sowie Papier und Stift für die Fragebogen benötigt. Aufgrund der späten Änderungswünsche des Praxispartners am Untersuchungsdesign, konnte der Pretest lediglich mit Laien durchgeführt werden und nicht mit einem ZVL. Im Pretest konnte jedoch der Umgang mit dem RED-m Eye-Tracker geübt und der allgemeine Untersuchungsablauf durchgespielt werden.

Wie bereits im Untersuchungsdesign beschrieben, wurden die ZVL einzeln ausgesucht und für die Untersuchung angefragt. Die Testung mit den einzelnen Teilnehmenden dauerte durchschnittlich 45 Minuten, wobei alle Teilnehmenden sehr motiviert waren.

Für die Auswertung gilt es zu beachten, dass die Stichprobengrösse ($N = 11$) einer ungeraden Zahl entspricht. Somit zählt die Gruppe mit der dynamischen Visualisierung sechs ($n = 6$) und diejenige mit der statischen nur fünf ($n = 5$) Teilnehmende. Die Daten wurden im SPSS ausgewertet. Die Ergebnisse daraus sind im Anhang ersichtlich.

5 Ergebnisse und Interpretation

Im Folgenden werden die Ergebnisse der Untersuchung aufgezeigt und interpretiert. Die Erstbefragungen und die Daten des Eye-Tracking werden dabei als Interpretationshilfen verwendet. Das „Thinking-aloud“ Protokoll ergab keine nützlichen Daten und wird deshalb nicht weiter beachtet.

An der Untersuchung haben $N= 11$ Probanden teilgenommen. Darunter waren sechs Frauen und fünf Männer. Die dynamische Visualisierung wurde sechs Teilnehmenden und die statische fünf Teilnehmenden gezeigt. Dabei waren die Geschlechter, die Berufserfahrung und die Rolle der Teilnehmenden im Kommandoraum der Probanden möglichst ausgeglichen. Bei der Auswertung mussten keine fehlenden Werte berücksichtigt werden.

5.1 Nachzeichnen der gezeigten Visualisierung

In einem ersten Schritt wurden die nachgezeichneten Visualisierungen bewertet. Wie bereits beschrieben, wurden hier die Anzahl der ausgelassenen Tools und Interaktionen sowie die Anzahl der falsch dargestellten Tools und Interaktionen gezählt und quantitativ ausgewertet.

5.1.1 Ergebnisse

Bei der Auswertung zeigte sich, dass durchschnittlich $M = 13.18$ von 23 technischen Tools und $M = 24$ von 28 Interaktionen beim Nachzeichnen ausgelassen wurden. Dabei ist kein merklicher Unterschied zwischen den beiden Gruppen auszumachen. Falsche Tools ($M = 1.18$) und Interaktionen ($M = 1.45$) wurden nur selten dargestellt. Die eher tiefen Standardabweichungen zeigen, dass sich die Werte der einzelnen Teilnehmenden nicht gross unterscheiden (Abb. 14).

Ausgelassene / Falsche Tools und Interaktionen

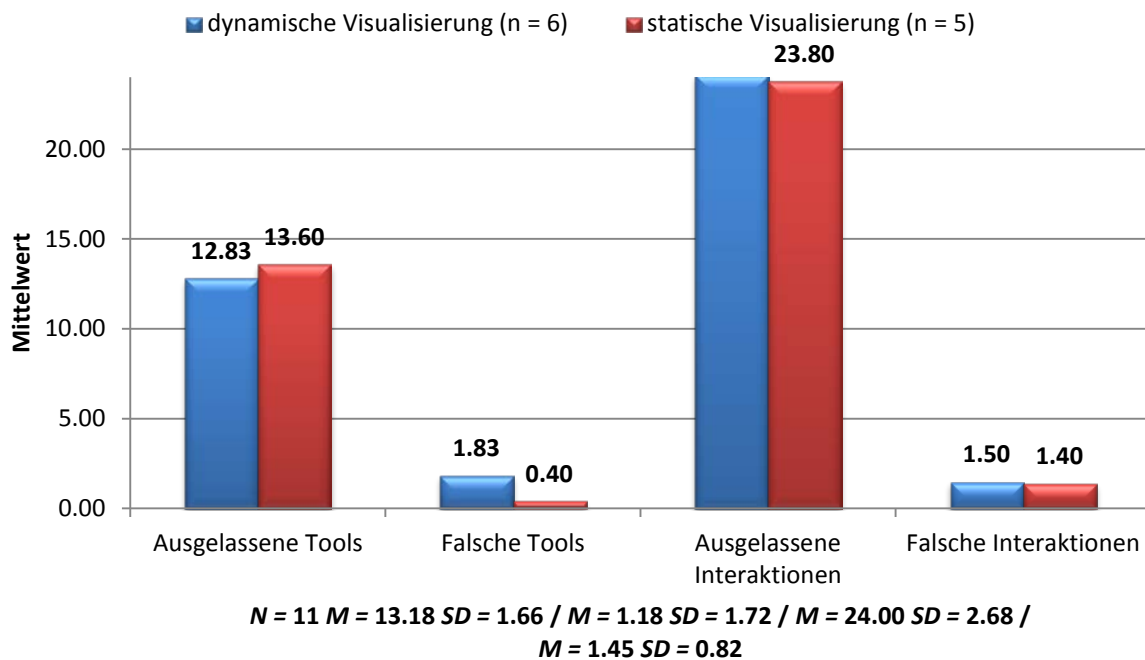


Abbildung 14: Auswertung nachgezeichneter Visualisierungen 1 (eigene Darstellung, 2015)

Um diese Werte besser verstehen zu können, wurde in einer zweiten Auswertung (Abb. 15) die Summe der Auslassungen je Element gezählt und die Werte beider Gruppen gegenübergestellt. Auch hier findet sich kein grosser Unterschied zwischen den Untersuchungsgruppen. Dabei muss immer auch beachtet werden, dass die Gruppe mit der dynamischen Visualisierung ($n = 6$) eine Testperson mehr hatte, deshalb wurden die Ergebnisse in Prozenten dargestellt. Auffallend ist, dass die Hauptelemente, *RCS*, *ILTIS* und *CUS* in beiden Gruppen von jedem Teilnehmenden erinnert wurden. Ausserdem weisen die Elemente hohe Werte auf, die in der Visualisierung eher passiv dargestellt wurden. Das heisst jene Elemente, die lediglich grau schattiert wurden (Abb. 15). Zudem ist unschwer zu erkennen, dass die Elemente der Nachbearbeitung (ErZu, SIP und ESI) von der Gruppe mit der statischen Visualisierung deutlich besser erinnert wurden (Abb. 15).

Bei den ausgelassenen Interaktionen bleibt zu sagen, dass praktisch alle Interaktionen ausgelassen wurden. Die Gruppe mit der statischen Visualisierung scheint hier jedoch vor allem die zentralen Verbindungen aus den Datenquellen (CIS, NeTS und ZLD) zu den technischen Tools der Durchführungsebene (CUS, RCS und ILTIS) zu erinnern (Abb. 16).

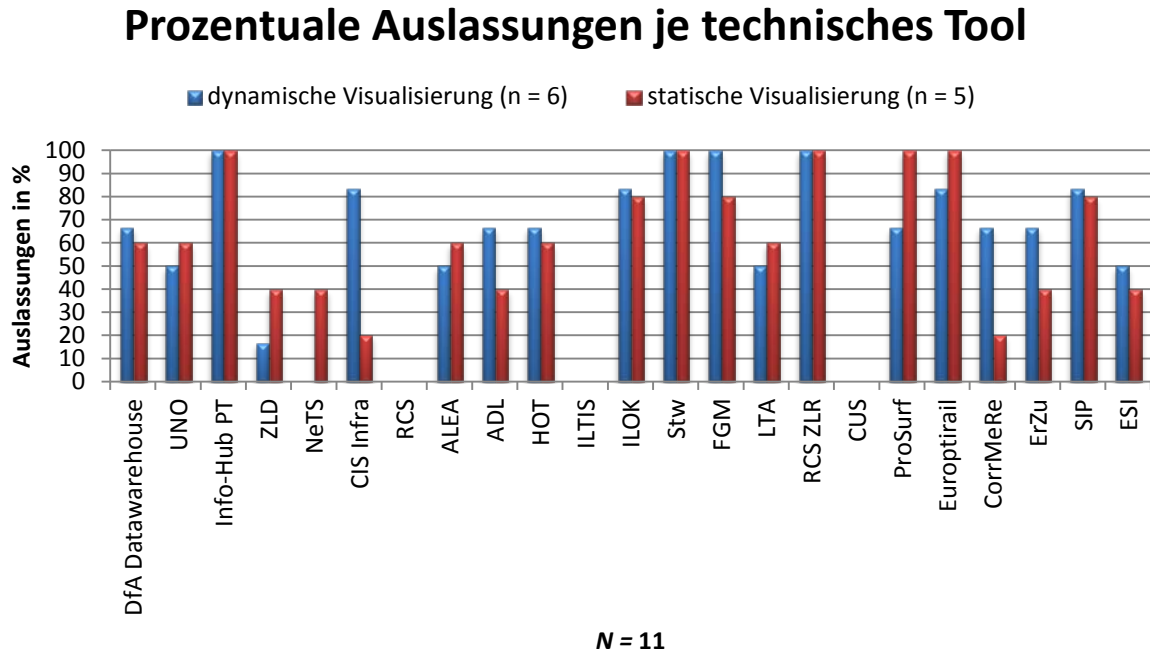


Abbildung 15: Auswertung ausgelassene technische Tools (eigene Darstellung, 2015)

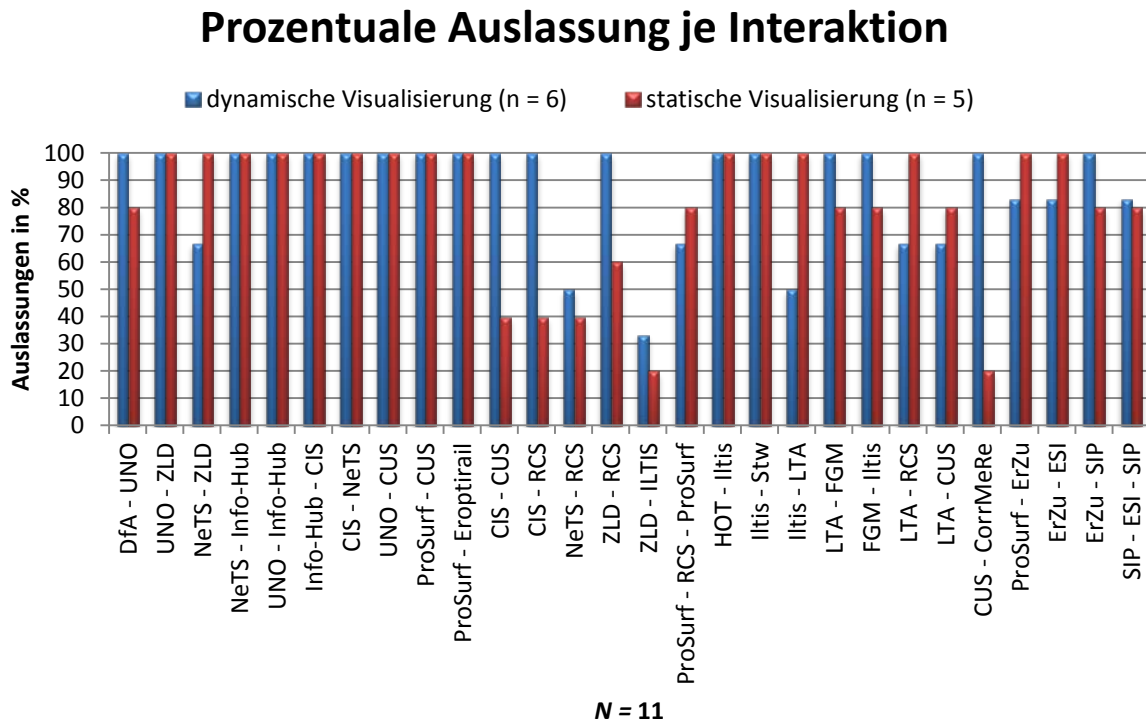


Abbildung 16: Auswertung Ausgelassene Interaktionen (eigene Darstellung, 2015)

5.1.2 Interpretation

Aus den Ergebnissen kann geschlossen werden, dass sich die beiden Untersuchungsgruppen kaum unterscheiden. Betrachtet man jedoch die einzelnen Tools und Interaktionen, schneidet die Gruppe mit der statischen Visualisierung bei einigen Elementen besser ab. Aufgrund der kleinen Stichprobe, können daraus jedoch keine Schlüsse gezogen werden. Auch die Wärmebilder aus den Eye-Tracking Daten bieten hier keine Grundlage, um eine wesentliche Unterscheidung der Gruppen zu erkennen.

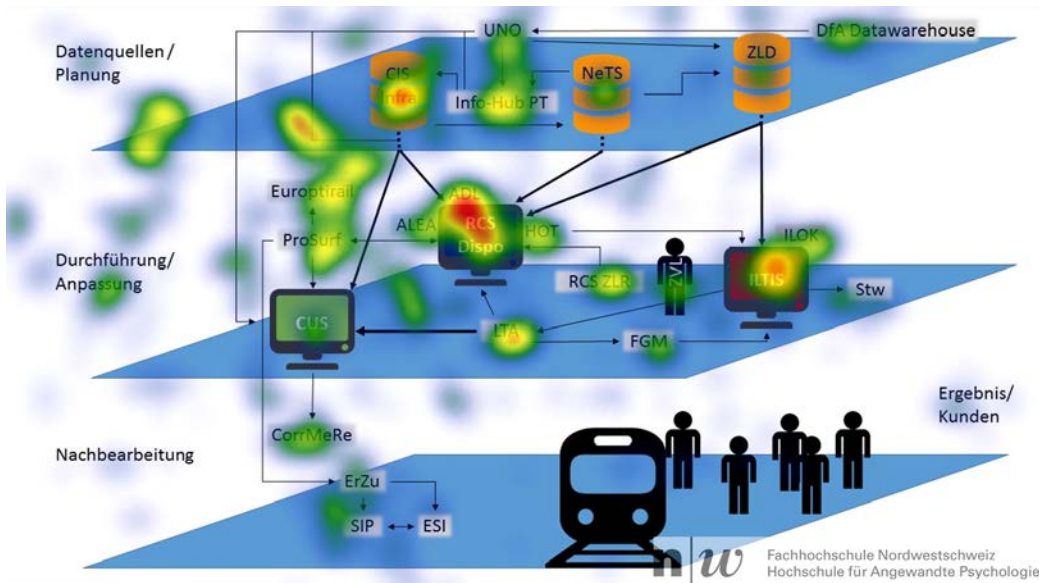


Abbildung 17: Wärmebild der Blickhäufigkeiten aus den Eye-Tracking Daten der dynamischen Visualisierung



Abbildung 18: Wärmebild der Blickhäufigkeiten aus den Eye-Tracking Daten der statischen Visualisierung

5.2 Verständnisfragen zu der Visualisierung

Im Anschluss an das Nachzeichnen der Visualisierung wurden den Probanden Fragen zu den Verbindungen und Interaktionen der technischen Tools gestellt. Die Antworten wurden transkribiert und mit einer Musterantwort verglichen. Dafür wurden von jeder Musterantwort Kernaussagen oder -wörter abgeleitet. Beispielsweise war eine Kernaussage der ersten Frage (Beziehung zwischen Iltis und RCS), „Iltis gibt Daten aus der Stellwerktechnik an RCS“. Die Anzahl Kernaussagen oder -wörter ergaben eine Gesamtpunktzahl von zwanzig. Je nachdem, wie viele der Kernaussagen oder -wörter vom Probanden genannt wurden, erhielt er eine Anzahl Punkte für die Antwort. Die Musterantworten wurden dabei von der Visualisierung abgeleitet und von einem LKR überprüft. Insgesamt konnten zwanzig Punkte vergeben werden, die erreichte Gesamtpunktzahl wurde quantitativ ausgewertet.

5.2.1 Ergebnisse

Die Gruppe mit der statischen Visualisierung erreichte durchschnittlich ($M = 9.20$) mehr Punkte in der Gesamtauswertung der Verständnisfragen als die Gruppe mit der dynamischen Visualisierung ($M = 8.33$).

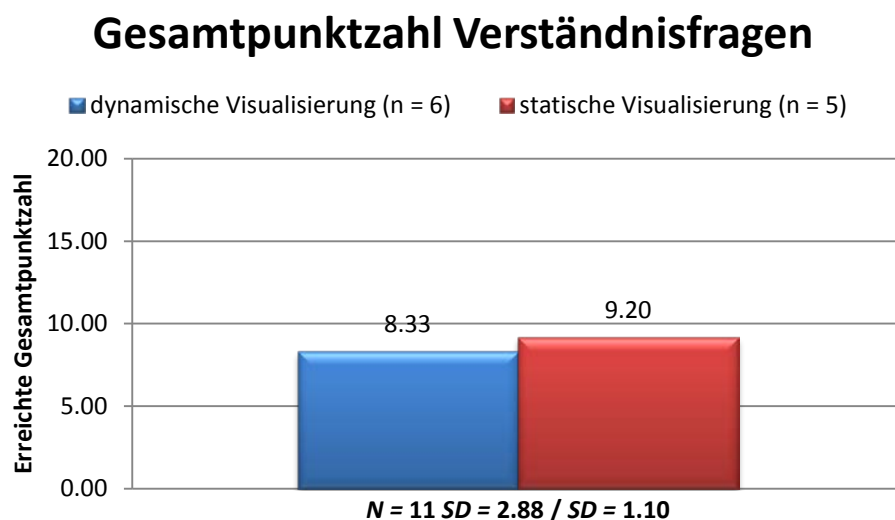


Abbildung 19: Auswertung erreichter Gesamtpunktzahl bei den Verständnisfragen (eigene Darstellung, 2015)

Die erreichten Punkte wurden zusätzlich je Frage ausgewertet. Beim Zusammenhang zwischen RCS Dispo und Iltis wurden durchschnittlich 1.6 ($M = 1.55$) von fünf Punkten erreicht und beim Zusammenhang zwischen Iltis und CUS konnten die Teilnehmenden einen Mittelwert von 1.6 ($M = 1.64$) von möglichen fünf Punkten erreichen. Die Fragen drei und vier, an welche technischen Tools die Daten von CIS Infra und Iltis fließen,

konnten jeweils 3 Punkte erreicht werden. Hier erreichten die Probanden Durchschnittswerte von 1.3 ($M = 1.27$) bei der Frage drei und 1.7 ($M = 1.73$) bei der Frage vier. Bei der Frage fünf, von welchen technischen Tools CUS seine Daten erhält, wurden durchschnittlich 0.3 ($M = 0.27$) von maximal vier Punkten erreicht. Mit der letzten Frage, von welchen technischen Tools RCS Dispo seine Daten empfängt, wurde ein Mittelwert von 2.2 ($M = 2.18$) von höchstens sechs Punkten erzielt.

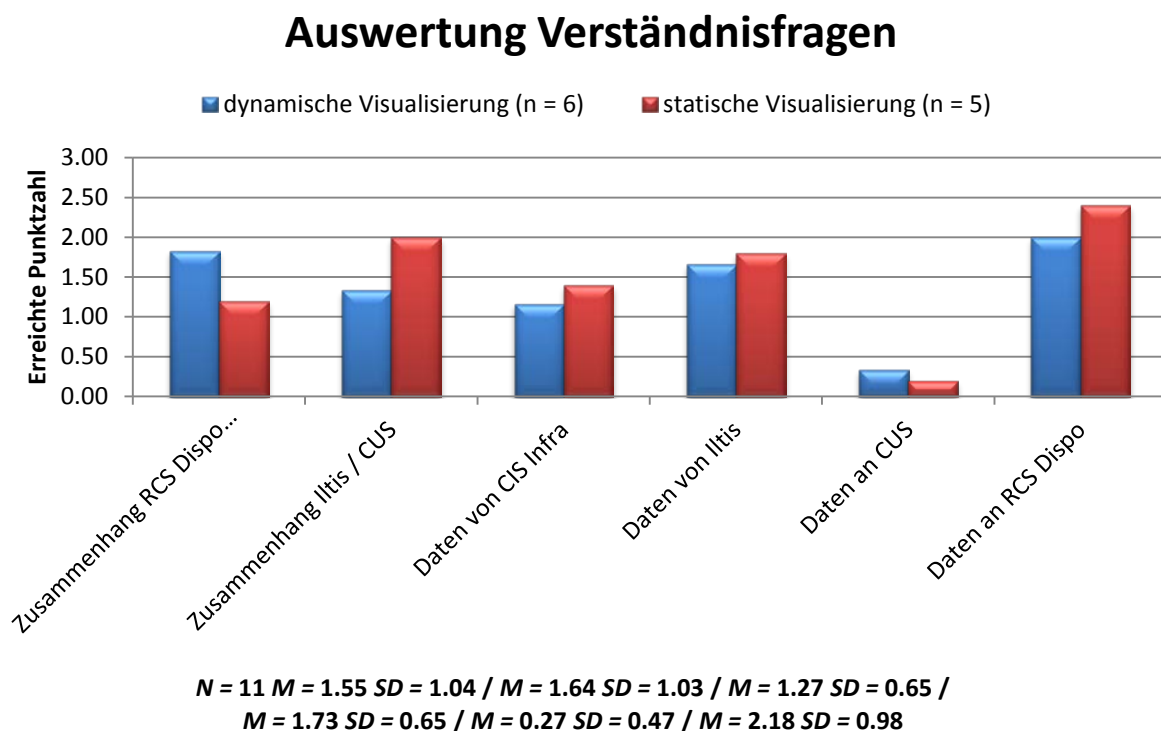


Abbildung 20: Auswertung der Antworten zu den Verständnisfragen (eigene Darstellung, 2015)

5.2.2 Interpretation

Wie in Abbildung 20 zu erkennen ist, sind die erreichten Mittelwerte häufig im unteren Drittel der erreichbaren Punktzahl. Besonders auffallend sind die Werte der Frage fünf, bei der im Durchschnitt lediglich 0.3 ($M = 0.27$) Punkte erreicht wurden. Hierzu muss angemerkt werden, dass die Probanden bei der Beantwortung aufgeklärt wirkten. Es kann jedoch gut sein, dass die Teilnehmenden allenfalls nicht wussten, wie tief sie ins Detail gehen sollten. Für diese Annahmen spricht ebenfalls, dass die Probanden keine oder nur selten eine falsche Antwort gaben. Grosse Unterschiede zwischen den Gruppen sind auch in diesen Ergebnissen nicht auszumachen. Hinzu kommt, dass die Bewertung der Antworten sehr schwer war. Es wurde versucht, in der Musterantwort bestimmte Schlagwörter festzulegen und somit eine Punktzahl zu vergeben. Die Antworten der Probanden waren dennoch sehr individuell und einige der Aussagen konnten aufgrund der festgelegten Schlagwörter nicht beachtet werden. Aus diesem Grund sollte den

Ergebnissen aus den Verständnisfragen nicht allzu viel Bedeutung zugeschrieben werden.

5.3 Fragebogen zur Bewertung der Visualisierung

Zum Schluss der Testung erhielten alle Teilnehmenden einen Fragebogen, mit dem sie die Visualisierung bewerten sollten. Wie bereits erläutert konnten die Probanden die Visualisierung nach Vollständigkeit, Übersichtlichkeit, Logik, Nutzen und Komplexität bewerten. Die Fragen 1-6 konnten mit einer Antwortskala von 1-4 bewertet werden (1 = trifft nicht zu; 2 = trifft eher nicht zu; 3 = trifft eher zu; 4 = trifft zu). Bei Frage sieben konnte die Komplexität der Visualisierung von 1-6 bewertet werden (1 = sehr einfach; 6 = sehr komplex). Schlussendlich konnten die Probanden noch entscheiden, ob sie die dynamische oder statische Visualisierung bevorzugen. Dafür wurde ihnen jeweils noch die andere Variante (statisch oder dynamisch) vorgestellt.

Die Bewertungen wurden im Anschluss nochmals mit den Probanden besprochen und Verbesserungsvorschläge eingeholt. Die Daten aus dem Fragebogen wurden quantitativ ausgewertet. Die Bemerkungen der Teilnehmenden dienen der späteren Interpretation sowie der abschliessenden Diskussion.

5.3.1 Ergebnisse

Die Erkennbarkeit der dargestellten Verbindungen wurde von den Probanden durchschnittlich mit einer 3.2 ($M = 3.18$) bewertet. Dabei bewerteten die Teilnehmenden mit der statischen Visualisierung gering schlechter ($M = 3.33 / M = 3.00$).

Die Darstellung der Interaktionen wurde mit einem Mittelwert von 3.5 ($M = 3.55$) ähnlich bewertet. Auch hier sind die Werte der ersten Gruppe (dynamische Visualisierung) etwas besser ausgefallen ($M = 3.67 / M = 3.40$).

Die Frage, ob alle relevanten technischen Tools in der Visualisierung abgebildet wurden, erhielt durchschnittlich eine 3.4 ($M = 3.36$). Hier ist jedoch ein etwas deutlicherer Unterschied zwischen den beiden Gruppen zu erkennen. Teilnehmende mit der dynamischen Visualisierung bewerteten diesen Punkt mit der drei ($M = 3.00$) (trifft eher zu) wobei die Werte der zweiten Gruppe (statische Visualisierung) nahe an der vier ($M = 3.80$) liegen (trifft zu).

Im Allgemeinen wurde die Nachvollziehbarkeit der Interaktionen etwas besser bewertet als die der Abläufe. Für die Interaktionen vergaben die Probanden im Schnitt eine 3.4 ($M = 3.36$) und für die Abläufe eine 3 ($M = 3.00$). Auch hier unterscheiden sich die beiden Gruppen kaum.

Auf die Fragen, ob die Teilnehmenden die Visualisierung auch zur Unterstützung bei der Arbeit verwenden würden, antworten die meisten mit "trifft eher zu" ($M = 3.36$). Hier hebt sich die zweite Gruppe etwas von der ersten ab.

Die Komplexität der Visualisierung wurde hier zu Recht mit durchschnittlich 3.4 ($M = 3.36$) von 6 möglichen Punkten bewerten. Somit ist die Komplexität der Visualisierung eher in der unteren Hälfte anzusiedeln, dazu mehr in der Interpretation.

Einigermassen einig sind sich die Probanden bei der Entscheidung zwischen einer dynamischen und einer statischen Visualisierung. Dabei entschieden sich sieben von elf Teilnehmenden ($N = 11$) für die dynamische und somit animierte Variante.

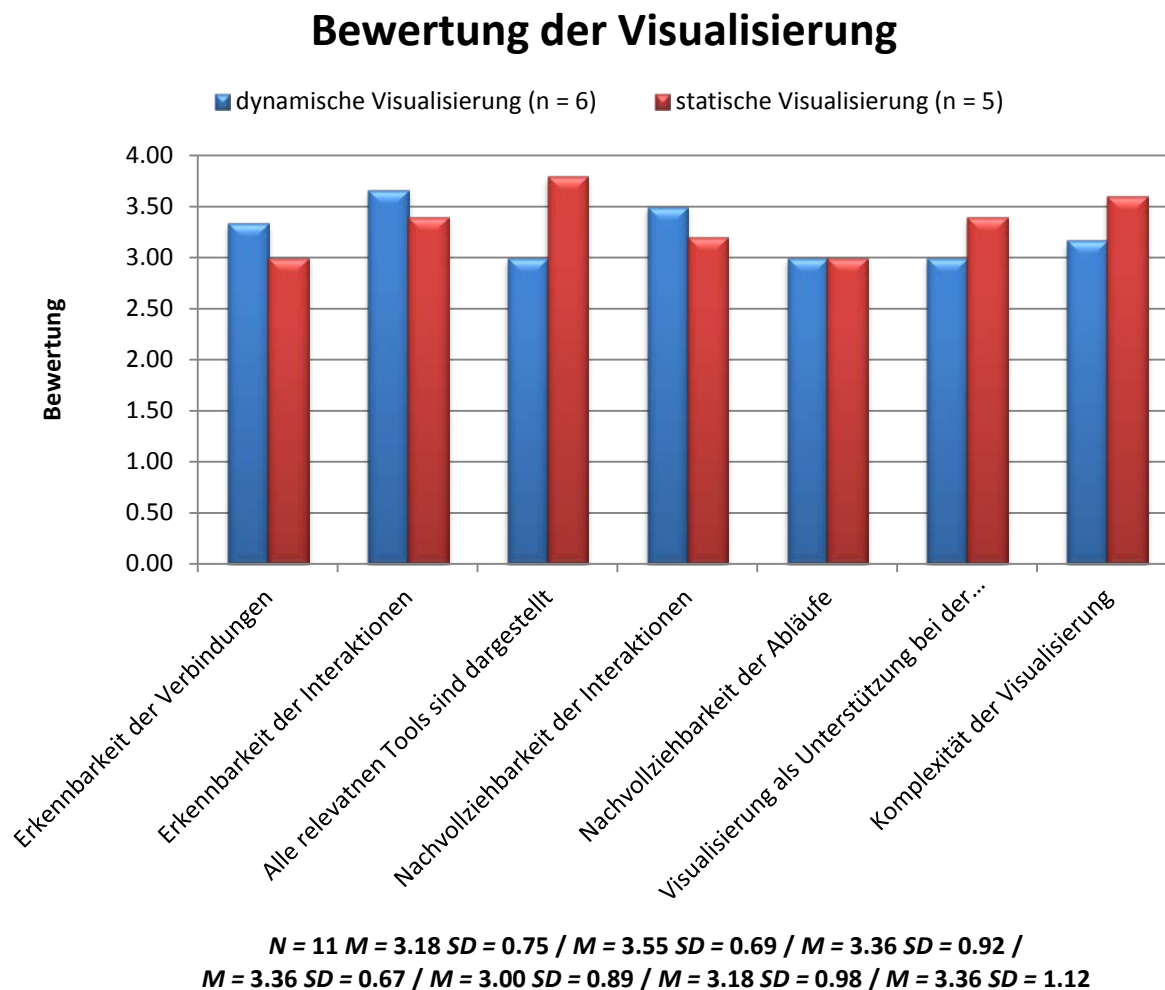


Abbildung 21: Bewertung der Visualisierung durch Probanden (eigene Darstellung, 2015)

5.3.2 Interpretation

Bei der anschliessenden Besprechung des Fragebogens konnten viele Anmerkungen und Anreize gesammelt werden. So wünschen sich einige Teilnehmende, dass die Verbindungen alle gleich dargestellt werden. In der gezeigten Visualisierung wurden die Verbindungen je nach Relevanz der technischen Tools die verbunden werden,

unterschiedlich dick dargestellt. Dies sei laut den Teilnehmenden eher verwirrend. Im Allgemeinen sollten alle Verbindungen etwas markanter dargestellt werden, einige Pfeile werden aufgrund ihrer Unscheinbarkeit in der Darstellung kaum beachtet.

Diese Aussagen stimmen mit den Ergebnissen überein. Wie oben beschrieben wurden häufig nur die zentralen Interaktionen erinnert (CIS - CUS; CIS - RCS; NeTS - RCS; ZLD - RCS; ZLD - ILTIS). Diese Werte können jedoch auch mit der allgemeinen Präsenz dieser technischen Tools im Arbeitsalltag eines ZVL zusammenhängen.

Bei den technischen Tools wird das Tool "KIB" von vielen vermisst. Andere Tools wie zum Beispiel den *LTA* oder das *CorrMeRe* empfinden einige Probanden als unnötig. Diese Tools würden nicht viel zum Verständnis beitragen und die Visualisierung lediglich unübersichtlicher machen.

Um die verschiedenen Interaktionen und Abläufe besser zu verstehen, wünschen sich nahezu alle Teilnehmenden Erklärungen zu diesen. Als Denkstütze bei der Arbeit und als Erklärungsgrundlage bei Schnupperlehrlingen oder Einsteigern, wäre die Visualisierung bereits sehr hilfreich. So könnten sie sich, als erfahrene ZVL, die Visualisierung gut als Unterstützung bei der Arbeit vorstellen. Wenn jedoch mal eine Frage zu bestimmten Interaktionen besteht, oder ein auszubildender ZVL auf eigene Faust die Systemlandschaft erkunden möchte, wären Hinweiskfelder ein willkommenes Feature.

Die Bewertung der Komplexität stimmt mit den Erwartungen der Autorin überein. Von den Probanden wurde mehrmals gelobt, dass die Visualisierung nicht zu komplex ist. Eine komplex dargestellte Systemlandschaft existiere bereits (siehe Anhang A, Kap. 9.2). Diese sei durchaus hilfreich, wenn ein Sachverhalt genau unter die Lupe genommen werden muss, sie eigne sich jedoch nur für erfahrene ZVL. Um jemanden die Systemlandschaft näherzubringen, oder sich einen kurzen Überblick zu verschaffen, ist die Darstellung jedoch überfordernd und ist der Verständnissförderung eher abträglich.

Trotz der besseren Werte der Gruppe zwei (statische Visualisierung) beim Nachzeichnen, gaben mehr Probanden an, dass sie die dynamische Version bevorzugen. Im Gespräch bemerkten einige Teilnehmende, dass sie lieber einem Ablauf folgen und durch die Visualisierung geführt werden, als sich selbst zurechtfinden zu müssen.

6 Schlussfolgerungen

Bei der Auswertung hat sich gezeigt, dass vor allem die technischen Tools im Mittelpunkt der Visualisierung gut erinnert wurden. Dies kann einerseits mit der auffälligen Darstellung dieser, oder auch mit ihrer Präsenz im Arbeitsalltag der Probanden zusammenhängen. Vor allem letzteres wurde in Gesprächen mit den

Teilnehmenden bestätigt. Nichtsdestotrotz finden sich in der Literatur und vor allem in den Eye-Tracking Aufzeichnungen Hinweise, dass grosse Symbole und auffällige Farben eher beachtet werden. Diese Aussage wird zusätzlich durch die Erkenntnis unterstützt, dass technische Tools wie das RCS ALEA nur selten in der Zeichnung der Probanden zu finden waren. Sie wurden trotz ihrer hohen Präsenz im Arbeitsalltag des ZVL und allenfalls wegen ihrer unscheinbaren Darstellung in der Visualisierung nur selten erinnert.

Von den Probanden wurde die Visualisierung im Gesamten gut bewertet und angenommen. Bei der Darstellung gibt es einige Änderungswünsche und Anregungen, die gesammelt werden konnten. Ausserdem wurden einige wenige technischen Tools vermisst. Ob die statische oder die dynamische Version besser ist, konnte nicht eindeutig beantwortet werden. Die Meinungen der Probanden gingen hier je nach Vorlieben auseinander. Mit den Erkenntnissen aus der Literatur und der Untersuchung können nun die anfangs gestellten Fragen beantwortet werden:

Kann eine geeignete Visualisierung der Systemlandschaft die ZVL darin unterstützen, ein Verständnis für die Komplexität dieser Systemlandschaft aufzubauen oder zu verstärken?

In der Literatur fanden sich Aussagen, die durchaus zustimmend waren. Einerseits konnte mit der Theorie des Situationsbewusstsein gezeigt werden, dass dieses durchaus das Verständnis für die Komplexität fördert und ein sicheres Handeln unterstützt. Des Weiteren wurde bewiesen, dass mentale Modelle durchaus veränderbar sind und sich immer weiter ausbauen lassen. Ausserdem wurde im Kapitel „Der Modellbegriff“ (Kap. 3.6) Dutkes (1994) Aussage festgehalten, dass Modelle als äussere Vorlage zur Entwicklung mentaler Modelle dienen und diese sogar lenken können.

Nach welchen Kriterien muss eine Visualisierung der Systemlandschaft der SBB Infrastruktur Betrieb für die Zugverkehrsleitenden gestaltet werden?

Bei der Untersuchung hat sich gezeigt, dass vor allem die technischen Tools erinnert wurden, die im Mittelpunkt der Visualisierung standen und prägnant dargestellt waren. Des Weiteren konnte geschlussfolgert werden, dass eine zu hohe Komplexität der Visualisierung, dem Verständnis abträgt. Bei einer Visualisierung sollte demnach mit zutreffenden Symbolen und Farben gearbeitet werden. Ausserdem sollten nur jene technischen Tools dargestellt werden, die für das Verständnis der Zusammenhänge unter den besagten Tools wichtig sind. Kleinere unwichtigere Tools sind eher verwirrend und überlasten die Visualisierung. Ebenfalls wichtig scheint der Punkt, dass die Visualisierung den Vorkenntnissen des Rezipienten anpassbar ist. So sind Erweiterungsmöglichkeiten, beispielsweise mittels Erklärungsfenstern, anzufügen.

Für die Erweiterung der Visualisierung konnten untenstehende Punkte zusammengefasst werden. Die untersuchte Visualisierung wurde gemäss diesen Anmerkungen angepasst. Die Änderungen sind in Abbildung 22 ersichtlich. Es gilt zu beachten, dass die Beschreibungen lediglich beispielhaft und vor ihrer möglichen Verwendung von einem Experten zu überprüfen sind.

- *Alle technischen Tools, die für das Verständnis der Komplexität der Systemlandschaft wichtig sind, sollen prägnant dargestellt werden.*
- *Die Verbindungen in der Visualisierung sollten sich in der Darstellung nicht unterscheiden. Ausserdem sollen alle Verbindungen etwas markanter dargestellt werden.*
- *Das technische Tool „KIB“ soll in die Visualisierung aufgenommen werden.*
- *Die Visualisierung soll mit Erklärungen erweitert werden (Beispielhaft in Abb. 20 dargestellt).*
- *Die Komplexität der Visualisierung ist ausreichend und nicht überfordernd.*
- *Die Visualisierung soll weiterhin in einer statischen und dynamischen Version zur Verfügung stehen.*

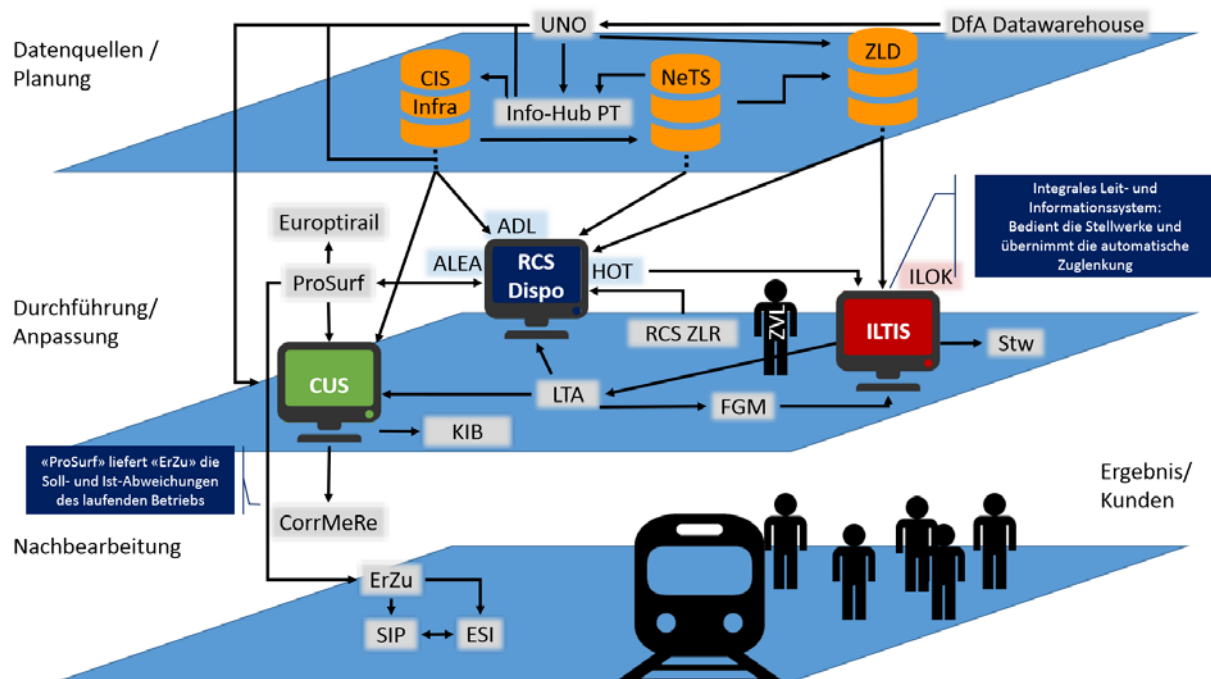


Abbildung 22: Überarbeitete Visualisierung nach Erkenntnissen der Untersuchung (eigene Darstellung, 2015)

Welchen Einfluss hat die Form der Darstellung (statisch oder dynamisch) dieser Visualisierung auf die Informationsaufnahme der Zugverkehrsleitenden?

Es konnten keine Unterschiede zwischen den beiden Gruppen ausgemacht werden. In Gesprächen mit den Probanden wurde häufig erwähnt, dass es eher "Geschmacksache" ist welche der beiden Darstellungsformen ansprechender ist. Auch hier sollte die Visualisierung je nach Vorliebe des Rezipienten anpassbar sein.

Werden mit der statischen oder mit der dynamischen Visualisierung mehr Informationen der Visualisierung behalten?

Rein statistisch wurden minime Unterschiede zwischen den beiden Gruppen gefunden. Danach wurden bei der statischen Gruppe mehr technische Tools erinnert als bei der Gruppe mit der dynamischen Visualisierung. Diese Ergebnisse können jedoch nicht dazu genutzt werden die Frage eindeutig zu beantworten. Wie bereits erwähnt, sollte die Visualisierung in beiden Varianten beibehalten werden.

7 Fazit

Die Fragestellungen konnten zum Schluss der Untersuchung unter wenigen Vorbehalten beantwortet werden. Dem Praxispartner konnte ausserdem eine Grundlage geboten werden, welche die SBB weiterentwickeln und schlussendlich den Mitarbeitenden als Unterstützung anbieten kann.

7.1 Diskussion

Die erarbeitete Theorie und die Erstbefragung stellten sich als optimale Grundlage für die Erstellung der Visualisierung heraus. Aufgrund eines anfänglichen Missverständnisses mit dem Praxispartner wurde die Fragestellung im Verlauf der Arbeit angepasst. Für die Untersuchung mussten deshalb neue Probanden gesucht werden, was sich negativ auf die Repräsentativität der Stichprobe auswirkte. Die Stichprobengrösse ($N = 11$) lässt demnach keine eindeutigen Aussagen zu. Ausserdem konnte für Pretest kein ZVL gefunden werden und somit wurde dieser mit einem Laien gemacht. Trotzdem konnten, wie in den Schlussfolgerungen beschrieben, einige Verbesserungsmöglichkeiten für die Visualisierung herausgearbeitet werden. In Bezug auf das erarbeitete Wissen aus der Literaturrecherche hatten die Änderungen glücklicherweise keine grossen Auswirkungen.

Bei der Erarbeitung der Visualisierung musste ich mir erstmals selber ein Bild der Systemlandschaft machen und mich mit den verschiedenen technischen Tools auseinandersetzen. Es war ein grosser Vorteil, bei den SBB zu arbeiten und einige der ZVL zu kennen. Meine Kollegen, die Mitarbeitenden der Betriebszentrale Mitte, waren äusserst hilfsbereit und interessiert. Besonders dem LKR, der die Visualisierung und die Musterantworten überprüft hat gilt hier besonderer Dank. Vor allem bei der zeitlich knappen Suche nach Probanden half es, die ZVL persönlich zu kennen und die Anfragen von einem internen Mailaccount schreiben zu können.

Auch bei der Untersuchung zeigten sich die Probanden sehr motiviert und interessiert. Es bereitete mir viel Spass die Untersuchungen mit den Probanden durchzuführen und mir im anschliessenden Gespräch die Vorschläge und Anregungen der ZVL anzuhören. Oft ergaben sich nach der Untersuchung noch spannende Gespräche, die mir halfen, die Problematik der Vielzahl von technischen Tools und somit die Komplexität im Allgemeinen besser zu verstehen. Leider fühlten sich die meisten Teilnehmenden nach dem Nachzeichnen eher schlecht und versuchten ihre Leistung zu entschuldigen. Ich habe versucht die Teilnehmenden zu beruhigen und immer wieder versichert, dass es nur um die Bewertung der Visualisierung geht und nicht um die Bewertung ihres Wissens.

Das Untersuchungsdesign war angemessen aufgebaut und deckte die Bedürfnisse der Untersuchung ab. Ausser dem „Thinking-aloud“ Protokoll konnten alle Daten zur Bewertung der Visualisierung verwendet werden. Die Antworten zu den Verständnisfragen konnten zwar verwendet werden, sind jedoch mit Vorsicht zu behandeln. Wie beschrieben war die Auswertung der Antworten sehr schwer zu operationalisieren. Oft konnte ich mich selbst dabei ertappen, wie meine subjektive Meinung miteinspielte. Mit den definierten Kernaussagen konnte dem etwas entgegengewirkt werden, leider zählten danach jedoch gewisse Aussagen nicht mehr, die zwar richtig waren, aber nicht in der Musterantwort vorkamen. Um deshalb die Antworten mittels qualitativer Inhaltsanalyse auszuwerten reichte die Zeit nicht mehr.

Etwas enttäuschend ist, dass sich bei der Auswertung kein wirklicher Unterschied zwischen den beiden Untersuchungsgruppen ausmachen liess. Ich kann mir vorstellen, dass es wirklich "Geschmacksache" ist ob die statische oder dynamische Visualisierung bevorzugt wird. Ausserdem wäre es allenfalls hilfreich, wenn sich der Rezipient vorerst die animierte Visualisierung anschaut, um sich durch die Darstellung führen zu lassen. Im Standbild können dann die Interaktionen und einzelnen Tools genauer betrachtet werden.

Weiterführend zur erstellten Visualisierung empfehle ich, den internen Auftrag zu geben, die Darstellungen mit Erklärungen zu erweitern. Es ist allenfalls ein LKR, oder gar der Fachbus der jeweiligen technischen Tools zu beauftragen.

8 Quellen

8.1 Literaturverzeichnis

- Badke-Schaub, P., Hofinger, G. & Lauche, K. (2012). *Human Factors: Psychologie sicheren Handelns in Risikobranchen (2. Aufl.)*. Berlin Heidelberg: Springer-Verlag GmbH.
- Collins, A. & Gertner, D. (1987). How people construct mental models. In: Dutke, S. (1994). *Mentale Modelle: Konstrukte des Wissens und Verstehens*. Göttingen: Verlag für Angewandte Psychologie.
- Drosdowski, G., Scholze-Stubenrecht, W. & Wermke, M. (1997). *Duden, Fremdwörterbuch (6. Aufl.)*. Mannheim: Dudenverlag.
- Dutke, S. (1994). *Mentale Modelle: Konstrukte des Wissens und Verstehens*. Göttingen: Verlag für Angewandte Psychologie.
- Endsley, M. R. & Garland, D. J. (2000). *Situation Awareness Analysis and Measurement*. Mahwah: Lawrence Erlbaum Associates.
- Endsley, M.R. (1995a). The-out-of-the-loop performance problem and level of control in automation. In: Endsley, M. R., Garland, D. J. (2000). *Situation Awareness Analysis and Measurement*. Mahwah: Lawrence Erlbaum Associates.
- Endsley, M.R. (1988a). Design and evaluation for situation awareness enhancement. In: Endsley, M. R., Garland, D. J. (2000). *Situation Awareness Analysis and Measurement*. Mahwah: Lawrence Erlbaum Associates.
- Fröhlich, W. D. (2010). *Wörterbuch für Psychologie (27. Aufl.)*. München: Deutscher Taschenbuchverlag GmbH & Co. KG.
- Leser, H. (1997). Landschaftsökologie. In: Steinhardt, U., Blumenstein, O. & Barsch, H. (2012). *Lehrbuch der Landschaftsökologie (2. Aufl.)*. Heidelberg: Spektrum Akademischer Verlag.
- Müller, W. & Schumann, H. (2000). *Visualisierung: Grundlagen und allgemeine Methoden*. Heidelberg: Springer-Verlag.
- Nielsen, J. (18. Oktober 2010). *Mentale Modelle: the swiss usability center*. Verfügbar unter: <http://www.usability.ch/news/mentale-modelle.html> [Online: 28.05.2015]
- SBB. (2014). *Organisationsstruktur: Eine SBB für vier Märkte*. Verfügbar unter: <http://www.sbb.ch/sbb-konzern/ueber-die-sbb/organisation.html> [Online: 28.05.2015]
- SBB. (2014). *Über die SBB: Geschichte*. Verfügbar unter: <http://www.sbb.ch/sbb-konzern/ueber-die-sbb/geschichte.html> [Online: 28.05.2015]

- SBB. (2015). *Organisation: SBB Infrastruktur*. Verfügbar unter: <http://www.sbb.ch/sbb-konzern/ueber-die-sbb/organisation/infrastruktur/infrastruktur-ueber-uns/infrastruktur-organisation.html> [Online: 28.05.2015]
- SBB. (2015). *Über die SBB: Projekte*. Verfügbar unter: [sbb.ch: http://www.sbb.ch/content/dam/sbb/all/bilder/04_Vollbild_553xmind238/sbb-konzern/ueber-die-SBB/Projekte/betriebszentralen.jpg](http://www.sbb.ch/content/dam/sbb/all/bilder/04_Vollbild_553xmind238/sbb-konzern/ueber-die-SBB/Projekte/betriebszentralen.jpg) [Online: 28.05.2015]
- Stachowiak, H. (1973). Allgemeine Modelltheorie. In: Dutke, S. (1994). *Mentale Modelle: Konstrukte des Wissens und Verstehens*. Göttingen: Verlag für Angewandte Psychologie.
- Steinhardt, U., Blumenstein, O. & Barsch, H. (2012). *Lehrbuch der Landschaftsökologie (2. Aufl.)*. Heidelberg: Spektrum Akademischer Verlag.
- Ulich, E. (2011). *Arbeitspsychologie (7. Aufl.)*. Stuttgart: Schäffer-Poeschel Verlag für Wirtschaft, Steuern, Recht GmbH.
- Weidmann, B. (1988). Psychische Prozesse beim Verstehen von Bildern. In: Dutke, S. (1994). *Mentale Modelle: Konstrukte des Wissens und Verstehens*. Göttingen: Verlag für Angewandte Psychologie.

Inhaltsverzeichnis Anhang

9	Anhang A: Unterlagen SBB	47
9.1	Systemlandschaft von SBB Infrastruktur Betrieb	47
9.2	Komplizierte Systemlandschaft von SBB Infrastruktur Betrieb.....	48
10	Anhang B: Untersuchung	49
10.1	Erstbefragung.....	49
10.1.1	Standardisierter Begrüssungstext.....	49
10.1.2	Interviewleitfaden.....	49
10.1.3	Skizzen der Systemlandschaft.....	50
10.2	Untersuchung der Visualisierung.....	54
10.2.1	Standardisierter Begrüssungstext.....	54
10.2.2	Nachgezeichnete Visualisierungen.....	54
10.2.1	Verständnisfragen.....	60
10.2.2	Fragebogen zur Bewertung der Visualisierungen.....	60
11	Anhang C: Auswertung	62
11.1	Auswertungstabelle für Nachzeichnungen im Excel.....	62
11.2	Musterantworten zu den Verständnisfragen.....	63
11.2.1	Musterantworten zu den Verständnisfragen mit Schlüsselbegriffen	64
11.3	Ausgaben der quantitativen Auswertung mit SPSS.....	65
11.3.1	Nachzeichnen der Systemlandschaft von SBB Infrastruktur Betrieb	65
11.3.2	Verständnisfragen.....	67
11.3.3	Fragebogen zur Bewertung der Visualisierung.....	70
11.4	RED-m Eye-Tracking	73
11.4.1	Wärmebilder	73
11.4.2	Blickspuren.....	74

Abbildungsverzeichnis Anhang

Abbildung 23: Systemlandschaft von SBB Infrastruktur Betrieb (erhalten von Betreuungsperson, Prof. Dr. K. Fischer).....	47
Abbildung 24: Systemlandschaft SBB; Planungs-, Disposition- und Informationssystem (erhalten von LKR der BZ Mitte).....	48
Abbildung 25: Skizze der Systemlandschaft eines ZVL aus Erstbefragung (1).....	50
Abbildung 26: Skizze der Systemlandschaft eines ZVL aus Erstbefragung (2).....	51
Abbildung 27: Skizze der Systemlandschaft eines ZVL aus Erstbefragung (3).....	51
Abbildung 28: Skizze der Systemlandschaft eines ZVL aus Erstbefragung (4).....	52
Abbildung 29: Skizze der Systemlandschaft eines ZVL aus Erstbefragung (5).....	52
Abbildung 30: Skizze der Systemlandschaft eines ZVL aus Erstbefragung (6).....	53
Abbildung 31: Skizze der Systemlandschaft eines ZVL aus Erstbefragung (7).....	53
Abbildung 32: Nachzeichnung der Systemlandschaft aus Untersuchung, Proband D01.....	54
Abbildung 33: Nachzeichnung der Systemlandschaft aus Untersuchung, Proband D02.....	55
Abbildung 34: Nachzeichnung der Systemlandschaft aus Untersuchung, Proband D03.....	55
Abbildung 35: Nachzeichnung der Systemlandschaft aus Untersuchung, Proband D04.....	56
Abbildung 36: Nachzeichnung der Systemlandschaft aus Untersuchung, Proband S05.....	56
Abbildung 37: Nachzeichnung der Systemlandschaft aus Untersuchung, Proband S06.....	57
Abbildung 38: Nachzeichnung der Systemlandschaft aus Untersuchung, Proband S07.....	57
Abbildung 39: Nachzeichnung der Systemlandschaft aus Untersuchung, Proband D08.....	58
Abbildung 40: Nachzeichnung der Systemlandschaft aus Untersuchung, Proband S09.....	58
Abbildung 41: Nachzeichnung der Systemlandschaft aus Untersuchung, Proband D10.....	59
Abbildung 42: Nachzeichnung der Systemlandschaft aus Untersuchung, Proband S11.....	59
Abbildung 43: Auswertungstabelle Excel; Nachzeichnungen der Systemlandschaft (eigene Darstellung, 2015).....	62
Abbildung 44: Musterantworten zu den Verständnisfragen mit Schlüsselbegriffen (in Zusammenarbeit mit LKR der BZ Mitte).....	64
Abbildung 45: Wärmebilder von RED-m Eye-Tracking, dynamische Untersuchungsgruppe.....	73
Abbildung 46: Wärmebilder von RED-m Eye-Tracking, statische Untersuchungsgruppe.....	73
Abbildung 47: Blickspuren von RED-m Eye-Tracking, dynamische Untersuchungsgruppe.....	74
Abbildung 48: Blickspuren von RED-m Eye-Tracking, statische Untersuchungsgruppe.....	74

Tabellenverzeichnis Anhang

Tabelle 1: Ausgabe von SPSS; Nachzeichnen der Systemlandschaft, Statistiken	65
Tabelle 2: Ausgabe von SPSS; Anzahl ausgelassenen technischen Tools	65
Tabelle 3: Ausgabe von SPSS; Anzahl falsche technischen Tools	66
Tabelle 4: Ausgabe von SPSS; Anzahl ausgelassenen Interaktionen	66
Tabelle 5: Ausgabe von SPSS; Anzahl falsche Interaktionen	67
Tabelle 6: Ausgabe von SPSS; Verständnisfragen Gesamtpunktzahl, Statistiken.....	67
Tabelle 7: Ausgabe von SPSS; Verständnisfragen einzeln, Statistiken.....	67
Tabelle 8: Ausgabe von SPSS; Verständnisfrage 1	68
Tabelle 9: Ausgabe von SPSS; Verständnisfrage 2	68
Tabelle 10: Ausgabe von SPSS; Verständnisfrage 3.....	68
Tabelle 11: Ausgabe von SPSS; Verständnisfrage 4.....	69
Tabelle 12: Ausgabe von SPSS; Verständnisfrage 5.....	69
Tabelle 13: Ausgabe von SPSS; Verständnisfrage 6.....	69
Tabelle 14: Ausgabe von SPSS; Bewertungsfragen einzeln, Statistiken	70
Tabelle 15: Ausgabe von SPSS; Bewertungsfrage 1.....	70
Tabelle 16: Ausgabe von SPSS; Bewertungsfrage 2	70
Tabelle 17: Ausgabe von SPSS; Bewertungsfrage 3.....	70
Tabelle 18: Ausgabe von SPSS; Bewertungsfrage 4.....	71
Tabelle 19: Ausgabe von SPSS; Bewertungsfrage 5.....	71
Tabelle 20: Ausgabe von SPSS; Bewertungsfrage 6.....	71
Tabelle 21: Ausgabe von SPSS; Bewertungsfrage 7.....	72
Tabelle 22: Ausgabe von SPSS; Bewertungsfrage 8.....	72

9 Anhang A: Unterlagen SBB

9.1 Systemlandschaft von SBB Infrastruktur Betrieb

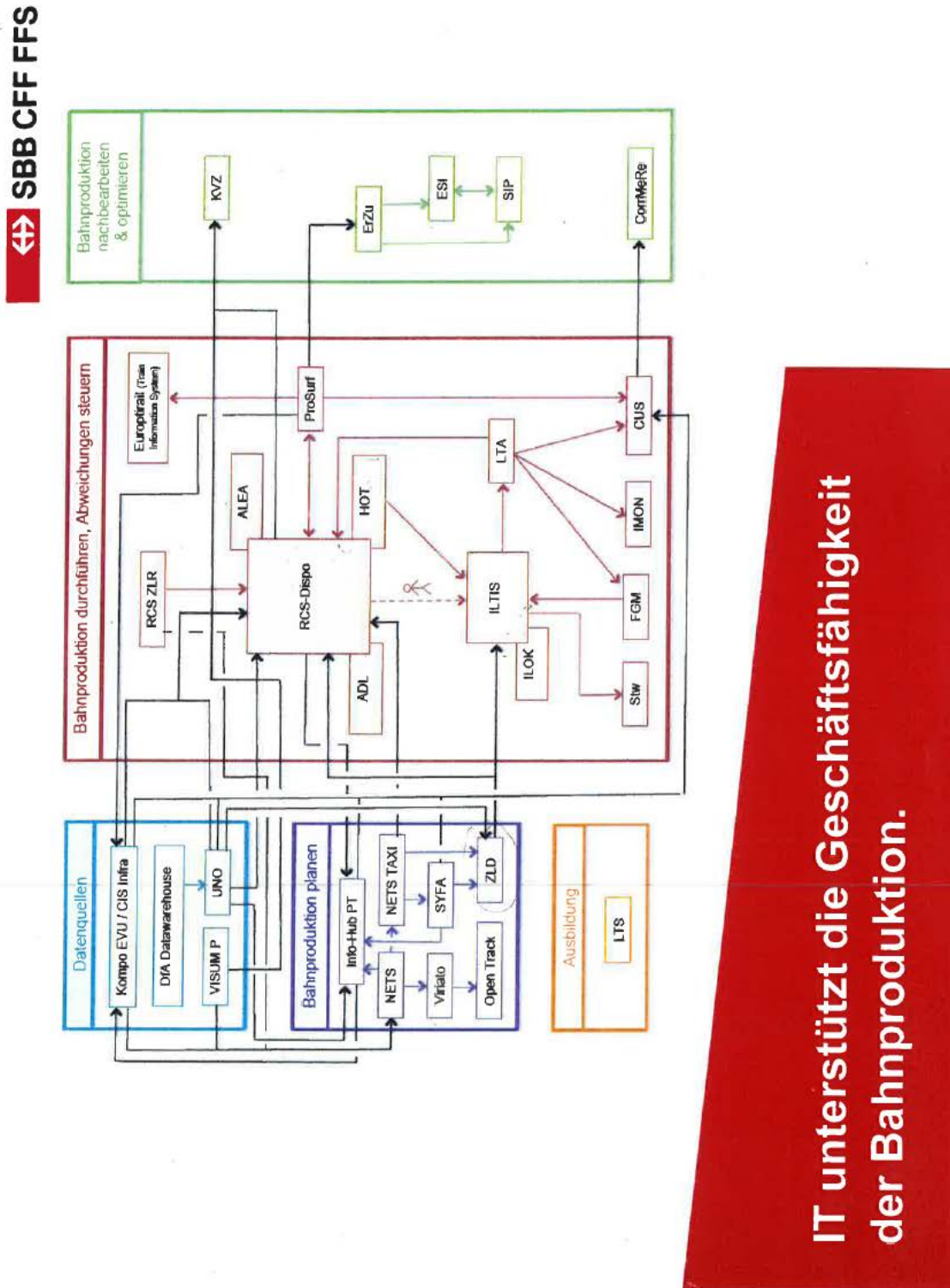


Abbildung 23: Systemlandschaft von SBB Infrastruktur Betrieb (erhalten von Betreuungsperson, Prof. Dr. K. Fischer)

9.2 Komplizierte Systemlandschaft von SBB Infrastruktur Betrieb

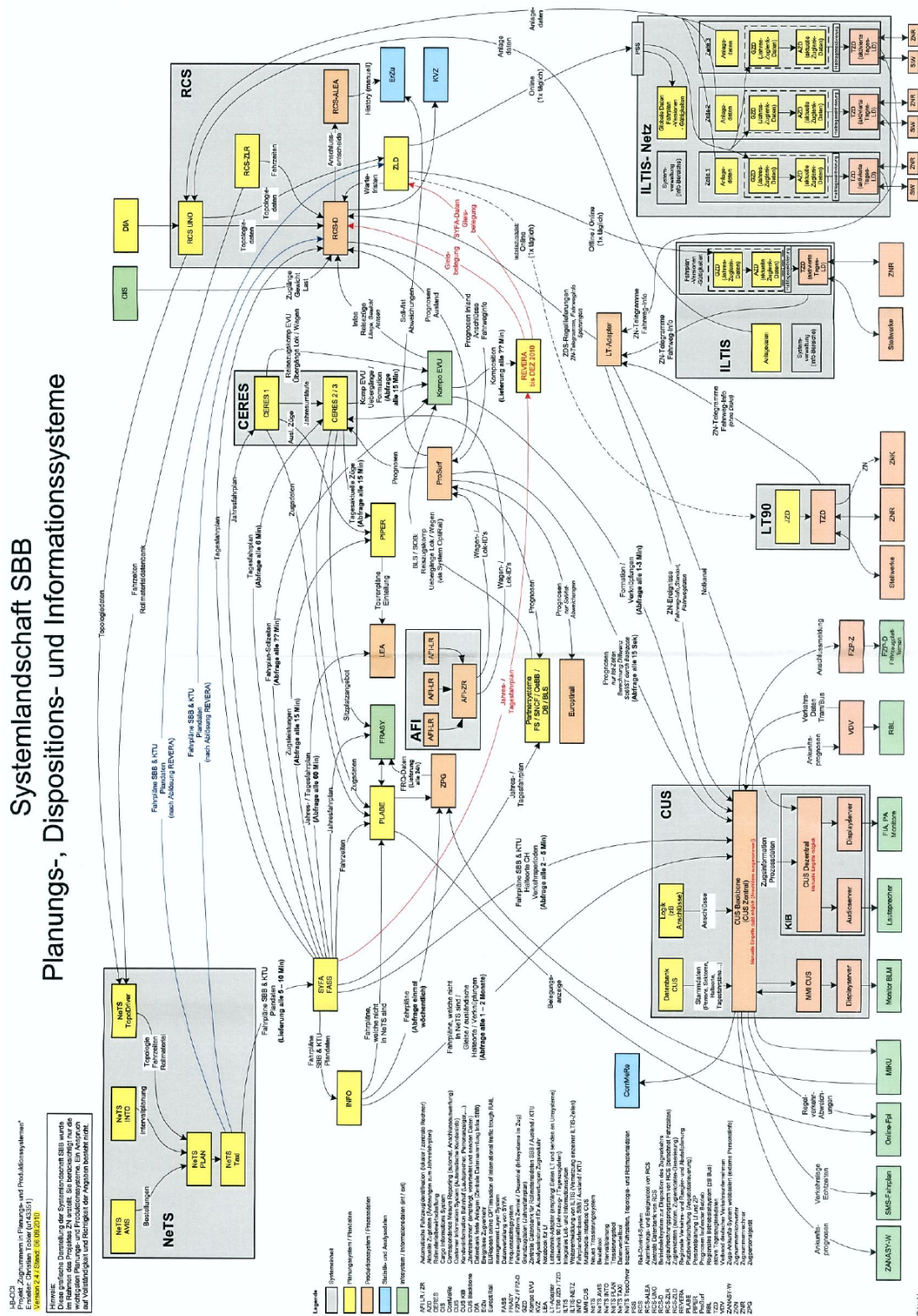


Abbildung 24: Systemlandschaft SBB; Planungs-, Dispositions- und Informationssystem (erhalten von LKR der BZ Mitte)

10 Anhang B: Untersuchung

10.1 Erstbefragung

10.1.1 Standardisierter Begrüssungstext

Vielen Dank, dass Sie sich für die Befragung zur Verfügung stellen. Ziel meiner Bachelorthesis ist es, eine Visualisierung der Systemlandschaft der Zugverkehrsleitenden zu erstellen. Unter der Systemlandschaft des ZVL, sind all die technischen Tools zu verstehen, mit denen ein ZVL während seiner Arbeit interagiert. Die Visualisierung soll frisch ausgebildeten ZVL helfen, möglichst schnell mit der Systemlandschaft vertraut zu werden, damit sie insbesondere im Störfall möglichst ohne zusätzlichen kognitiven Aufwand arbeiten können.

Zurzeit ist die Systemlandschaft eines ZVL so dargestellt: (zeigen der jetzigen Visualisierung)

Bevor ich der SBB die Visualisierung zur Verfügung stelle, entwickle ich drei verschiedene Prototypen in Form von Powerpoints. Diese werden dann von den Lernenden im 3. Lehrjahr, die als Schwerpunkt die Zugverkehrsleitung gewählt haben, im Usability-Labor getestet. Mittels den Ergebnissen der Testung, wird der beste Prototyp bestimmt und nach einigen weiteren Anpassungen der SBB zur Verfügung gestellt.

Die jetzige Befragung soll mir vor allem helfen, bei der Erstellung der Prototypen, möglichst viel von Ihren Erfahrungen als ZVL zu profitieren um mögliche Denkfehlern meinerseits zu umgehen. Bitte beachten sie bei der Beantwortung, dass die Visualisierung für frisch ausgebildete ZVL gedacht ist.

10.1.2 Interviewleitfaden

- Wie lange arbeiten Sie bei den SBB?
- Wann haben Sie Ihre Ausbildung als ZVL abgeschlossen?
- Welche Tätigkeiten üben Sie hauptsächlich aus?
- Für welche Tätigkeits- /Funktionsbereiche sind Sie zuständig?
- Welche technischen Tools/Programme nutzen Sie hauptsächlich bei Ihrer Arbeit?
- Verwenden Sie Notizen oder Spicks in Bezug auf die Systemlandschaft der SBB während der Arbeit?
- Wie wurde Ihnen während der Ausbildung die Systemlandschaft der ZVL nähergebracht?
- Was haben Sie bei der Ausbildung als positiv empfunden?
- Was haben Sie eher negativ empfunden?
- Was sollte eine Visualisierung vor allem zeigen, um junge ZVL möglichst gut zu unterstützen?
- Worauf sollte bei der Darstellung geachtet werden?

- Gibt es bestimmte Farben, die mit bestimmten technischen Tools assoziiert werden?
- Gibt es technische Tools, die besonders hervorgehoben werden sollen?
- Was bevorzugen Sie, eine zwei- oder eine dreidimensionale Darstellung?
- Soll die Visualisierung, Ihrer Meinung nach, eine Interaktion zulassen? Zum Beispiel weitere Erklärungen wenn auf ein Wort geklickt wird.
- Wenn Sie an Ihre Arbeit als ZVL denken, welche technischen Tools kommen Ihnen als erstes in den Sinn?
- Welche Informationsflüsse sind für Sie besonders wichtig. Als Informationsfluss ist die Interaktion zweier oder mehrerer Systeme zu verstehen.
- Was denken Sie, welche Zusammenhänge in Bezug auf die technischen Tools sind für unerfahrene ZVL besonders schwer zu verstehen?
- Welche Zusammenhänge werden dagegen eher schnell verstanden?

10.1.3 Skizzen der Systemlandschaft

Skizze der Systemlandschaft aus Erstbefragung (1)

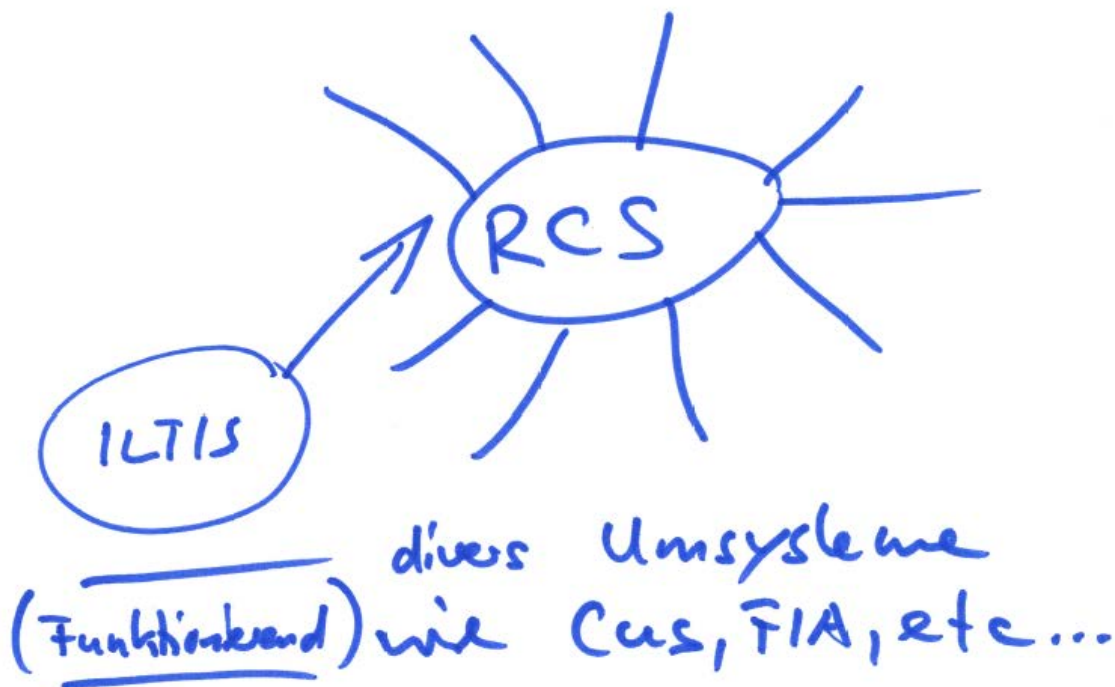


Abbildung 25: Skizze der Systemlandschaft eines ZVL aus Erstbefragung (1)

Skizze der Systemlandschaft aus Erstbefragung (2)

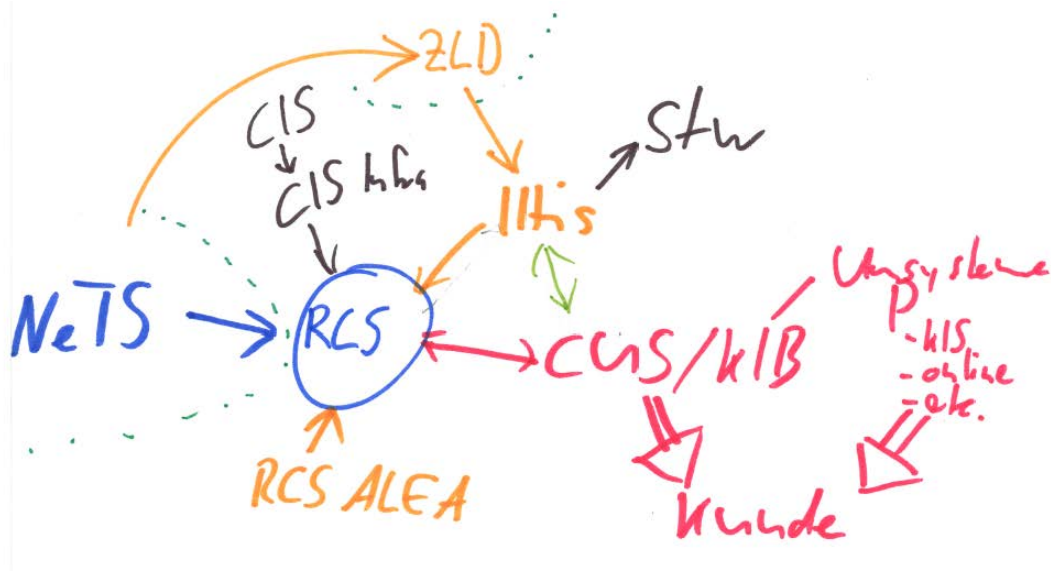


Abbildung 26: Skizze der Systemlandschaft eines ZVL aus Erstbefragung (2)

Skizze der Systemlandschaft aus Erstbefragung (3)

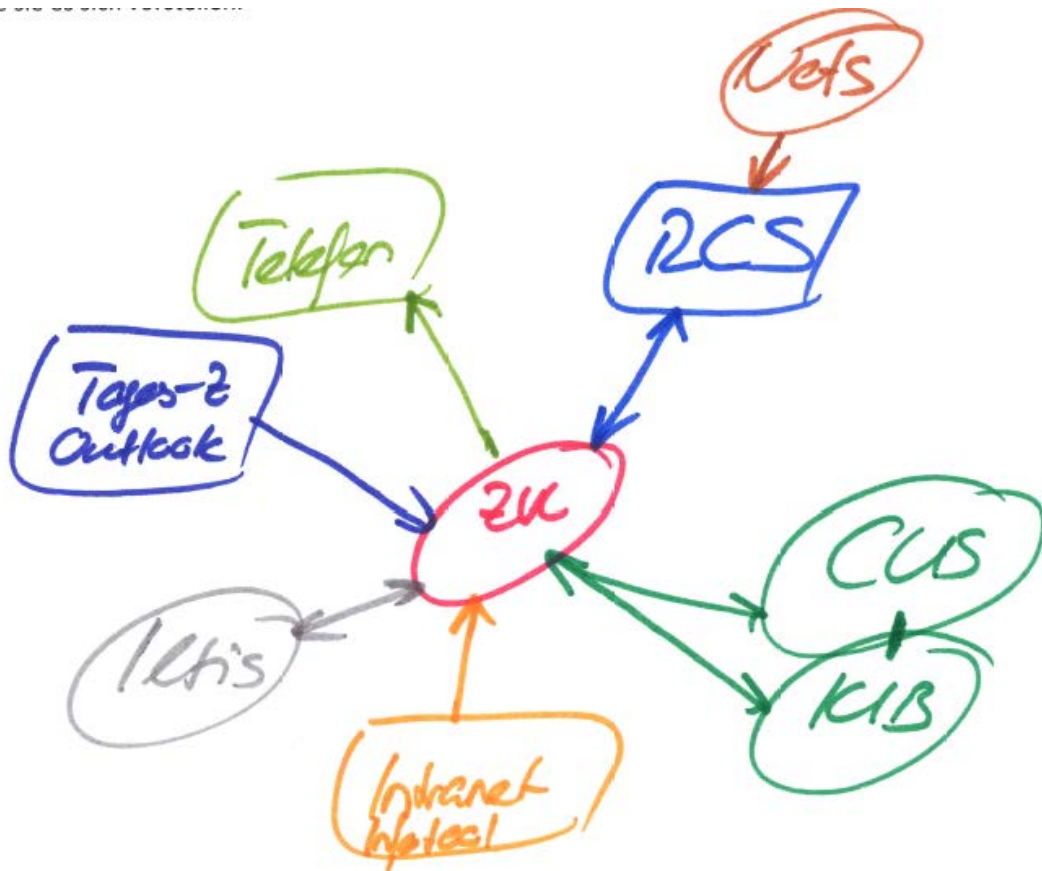


Abbildung 27: Skizze der Systemlandschaft eines ZVL aus Erstbefragung (3)

Skizze der Systemlandschaft aus Erstbefragung (4)

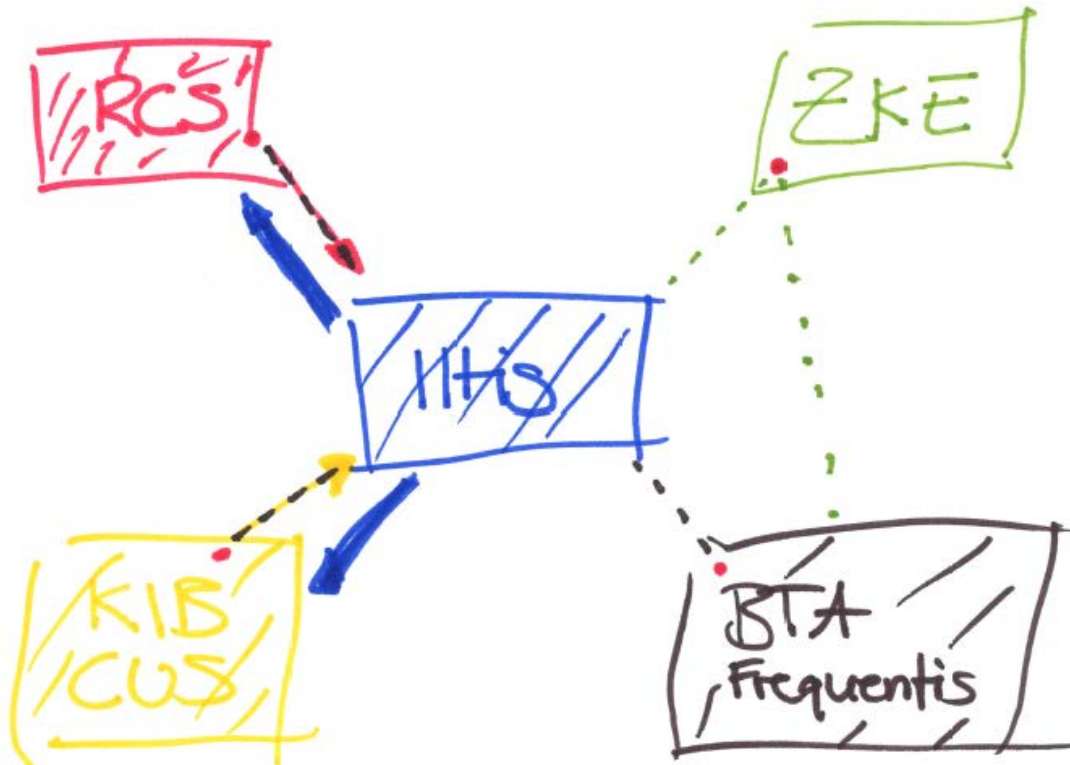


Abbildung 28: Skizze der Systemlandschaft eines ZVL aus Erstbefragung (4)

Skizze der Systemlandschaft aus Erstbefragung (5)

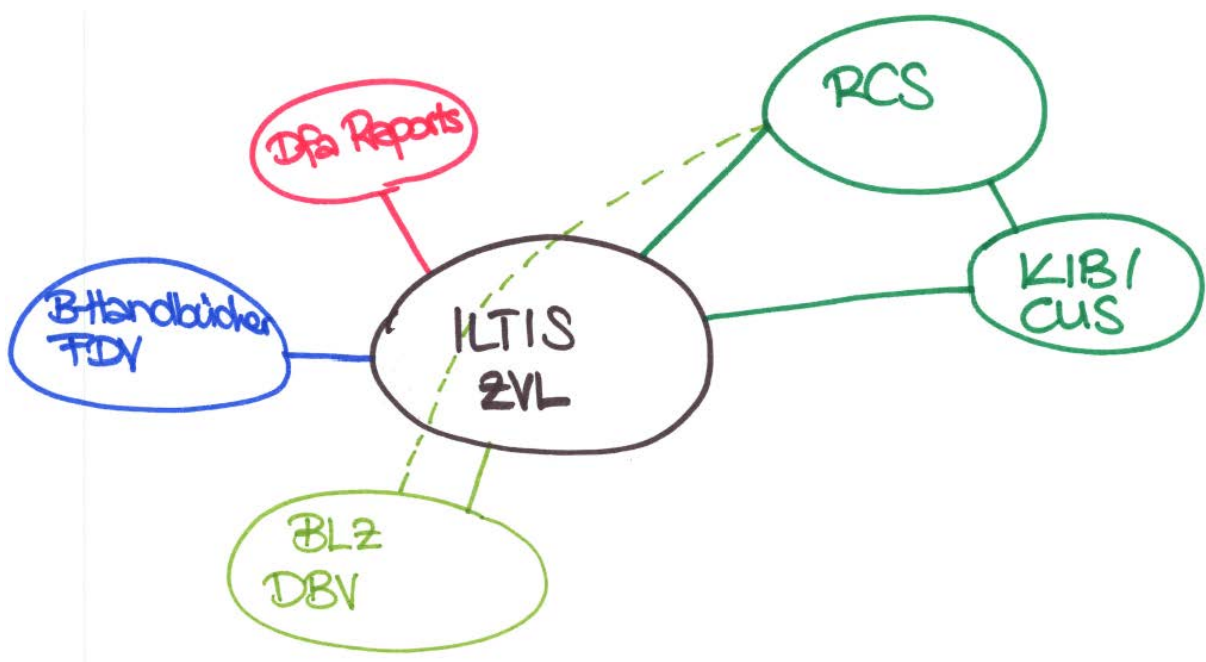


Abbildung 29: Skizze der Systemlandschaft eines ZVL aus Erstbefragung (5)

Skizze der Systemlandschaft aus Erstbefragung (6)

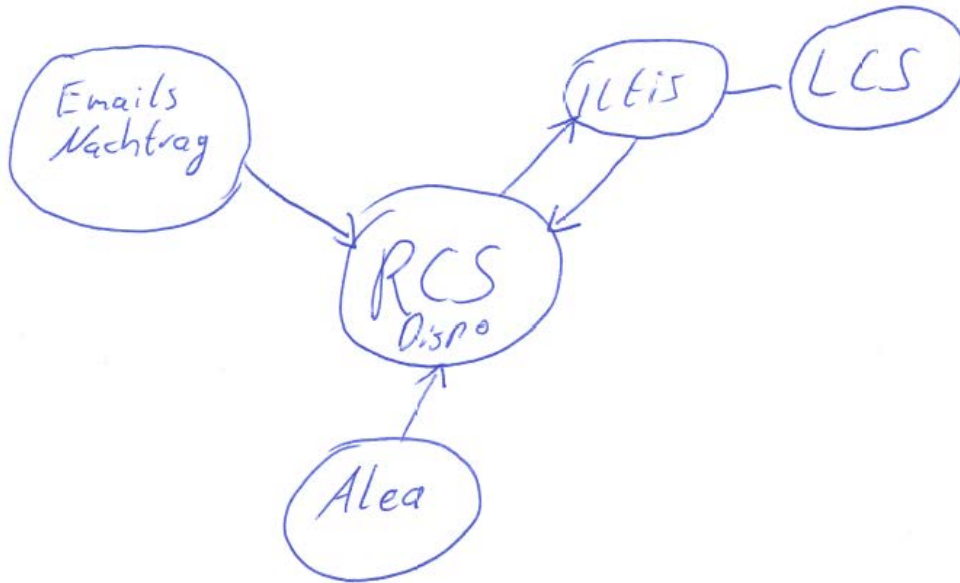


Abbildung 30: Skizze der Systemlandschaft eines ZVL aus Erstbefragung (6)

Skizze der Systemlandschaft aus Erstbefragung (7)

Sie haben vorhin die derzeitige Darstellung der Systemlandschaft eines ZVL gesehen. Wie würden Sie diese Systemlandschaft darstellen? Skizzieren Sie die Systemlandschaft eines ZVL, so wie sie es sich vorstellen.

Skizze:

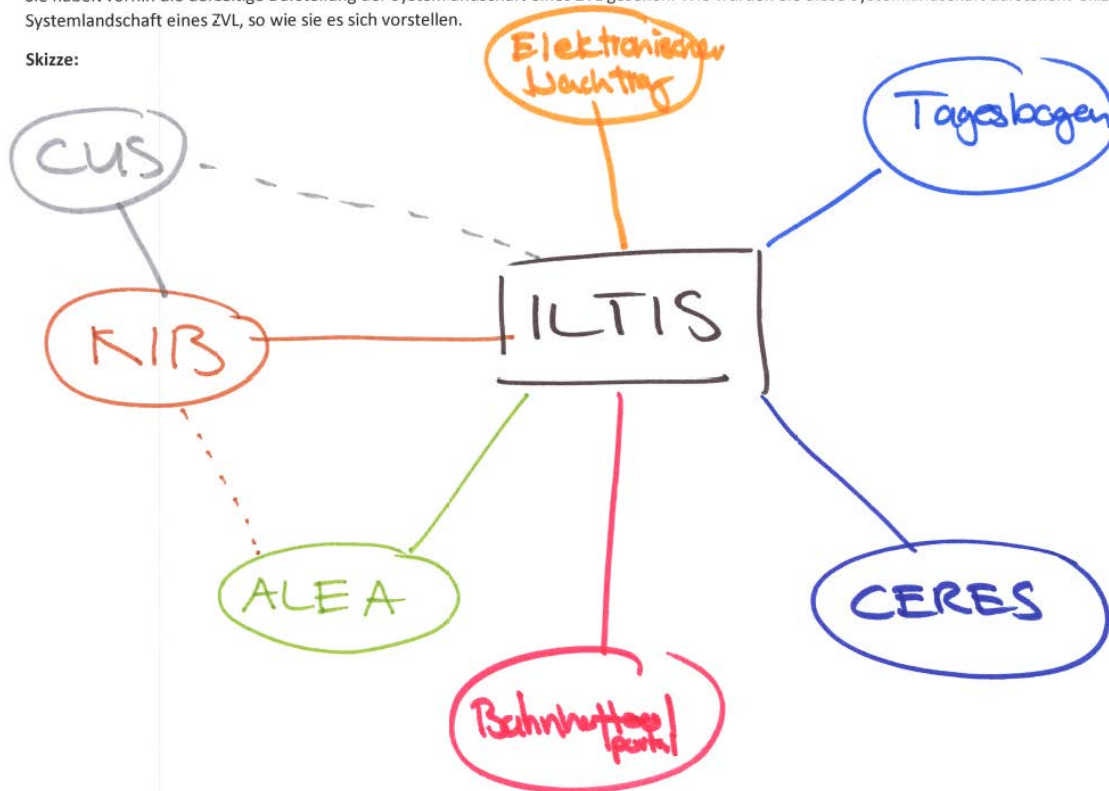


Abbildung 31: Skizze der Systemlandschaft eines ZVL aus Erstbefragung (7)

10.2 Untersuchung der Visualisierung

10.2.1 Standardisierter Begrüssungstext

Vielen Dank, dass Sie sich für die Untersuchung zur Verfügung stellen. Ziel meiner Bachelorthesis ist es, eine Visualisierung der Systemlandschaft von SBB Infrastruktur Betrieb zu erstellen. Die Systemlandschaft soll die verschiedenen technischen Tools mit denen ein Zugverkehrsleitender in Berührung kommt darstellen und die Zusammenhänge und Interaktionen besagter Tools aufzeigen. Die erstellte Visualisierung hat zum Ziel, mehr Verständnis für die Komplexität der Systemlandschaft aufzubauen.

Ich präsentiere Ihnen gleich die erstellte Visualisierung während einer Minute und 40 Sekunden. Ich bitte Sie, die Darstellung während dieser Zeit zu betrachten. Alle erhobenen Daten werden anonym behandelt und dienen lediglich zur Bewertung der erwähnten Visualisierung.

10.2.2 Nachgezeichnete Visualisierungen

Proband D01 (grün: Teilkorrekturen der Auswertung)

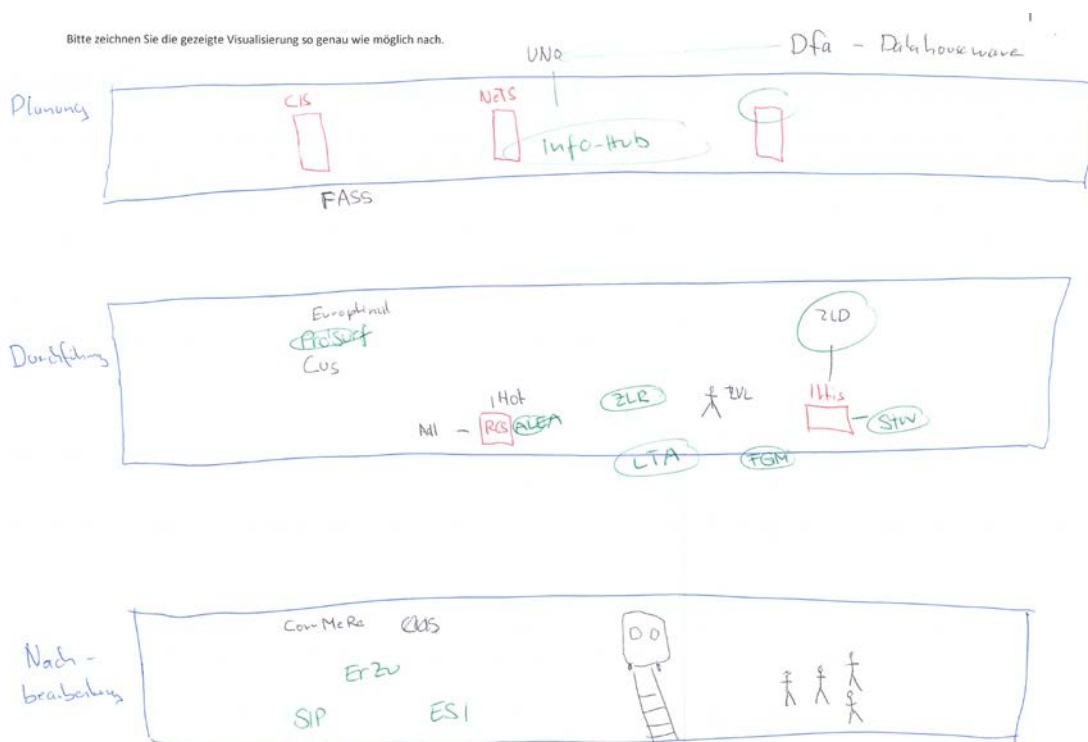


Abbildung 32: Nachzeichnung der Systemlandschaft aus Untersuchung, Proband D01

Proband D02 (grün und rot: Teilkorrekturen der Auswertung)

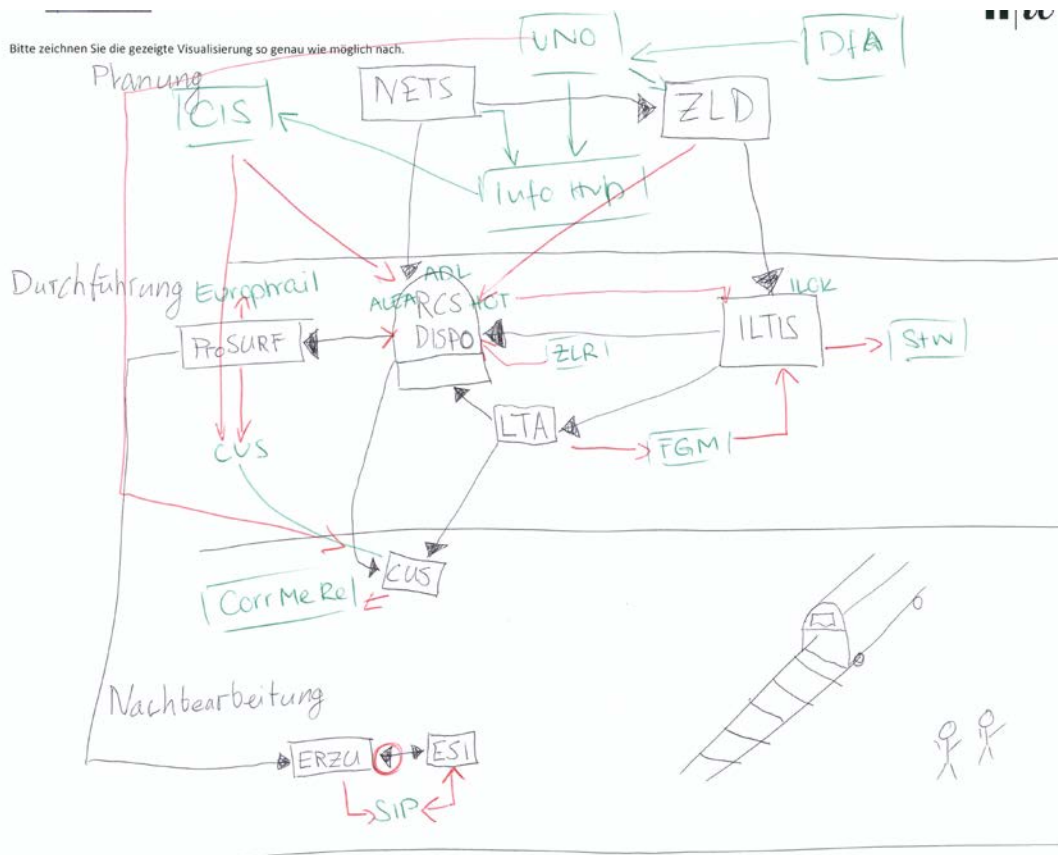


Abbildung 33: Nachzeichnung der Systemlandschaft aus Untersuchung, Proband D02

Proband D03

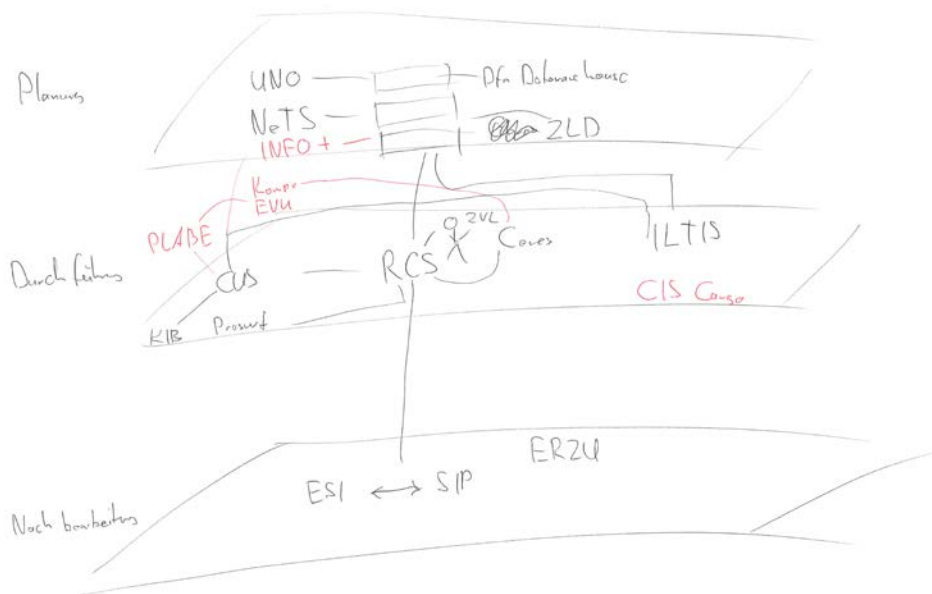


Abbildung 34: Nachzeichnung der Systemlandschaft aus Untersuchung, Proband D03

Proband D04

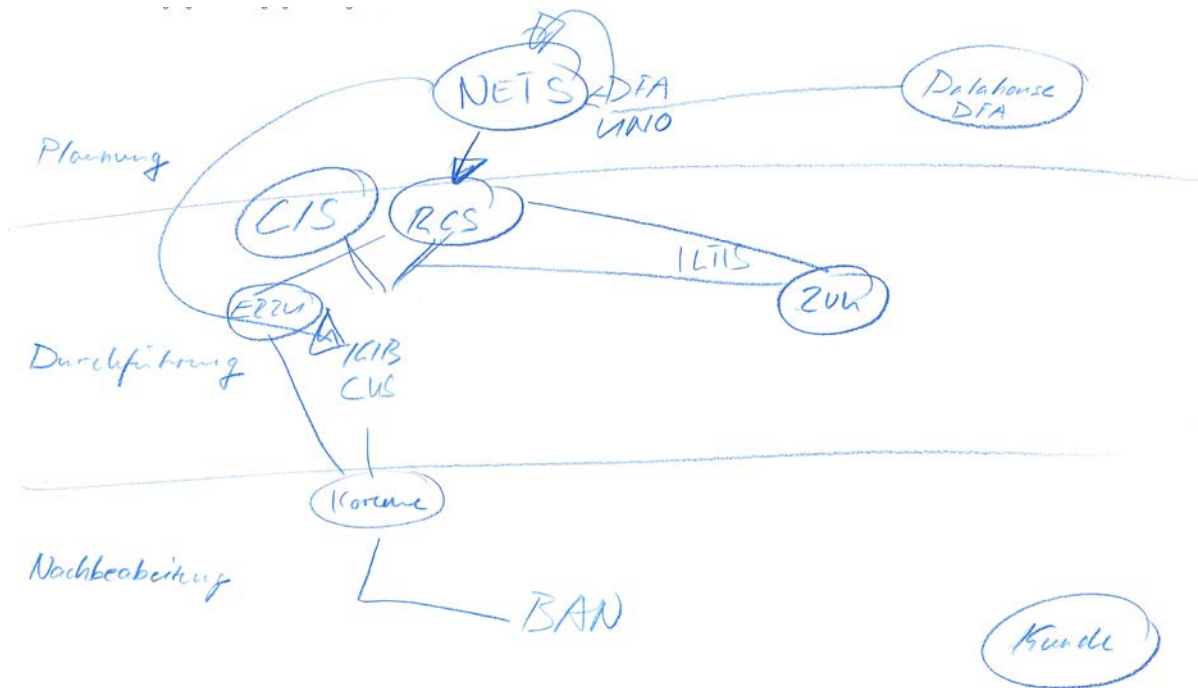


Abbildung 35: Nachzeichnung der Systemlandschaft aus Untersuchung, Proband D04

Proband S05

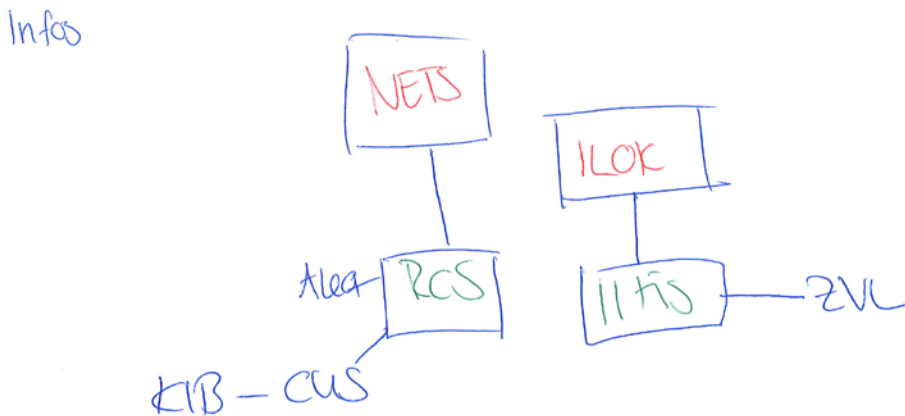


Abbildung 36: Nachzeichnung der Systemlandschaft aus Untersuchung, Proband S05

Proband S06

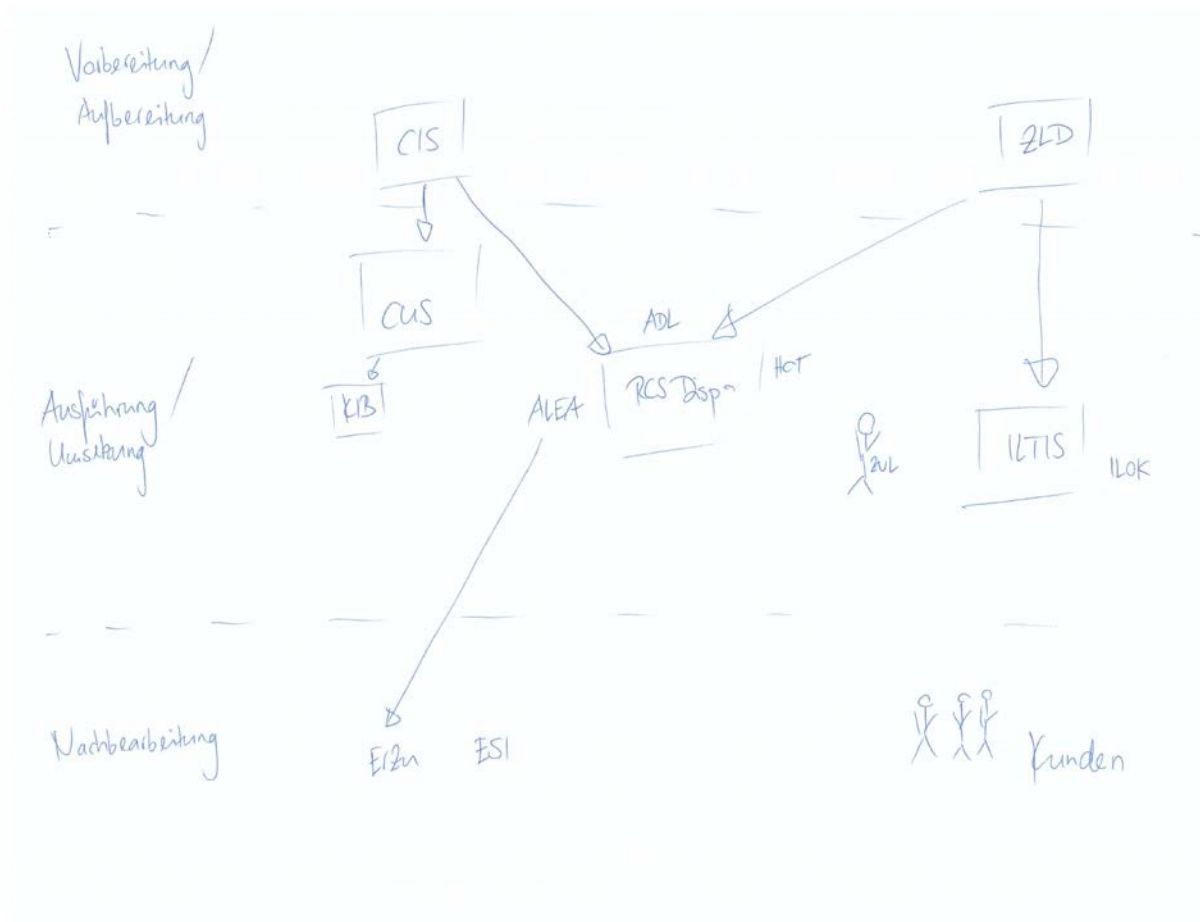


Abbildung 37: Nachzeichnung der Systemlandschaft aus Untersuchung, Proband S06

Proband S07

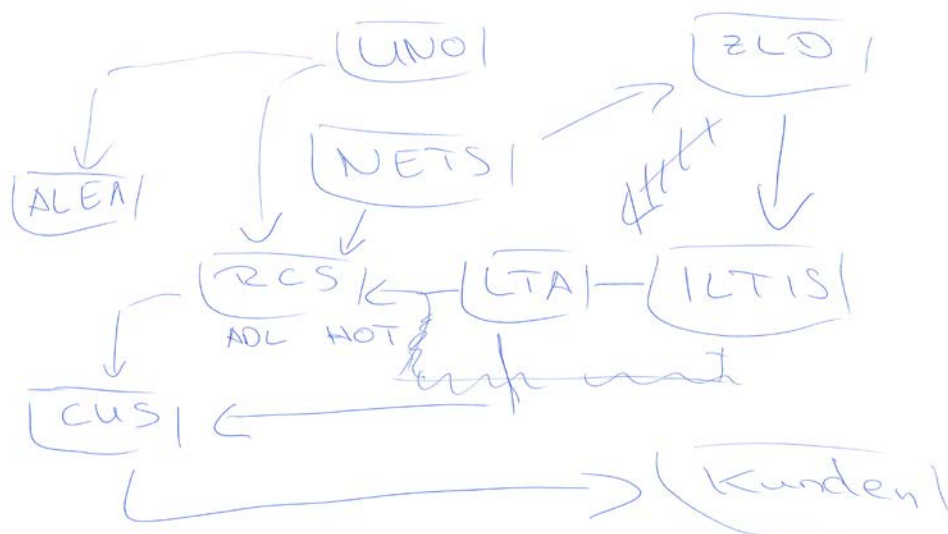


Abbildung 38: Nachzeichnung der Systemlandschaft aus Untersuchung, Proband S07

Proband D08

Bitte zeichnen Sie die gezeigte Visualisierung so genau wie möglich nach.

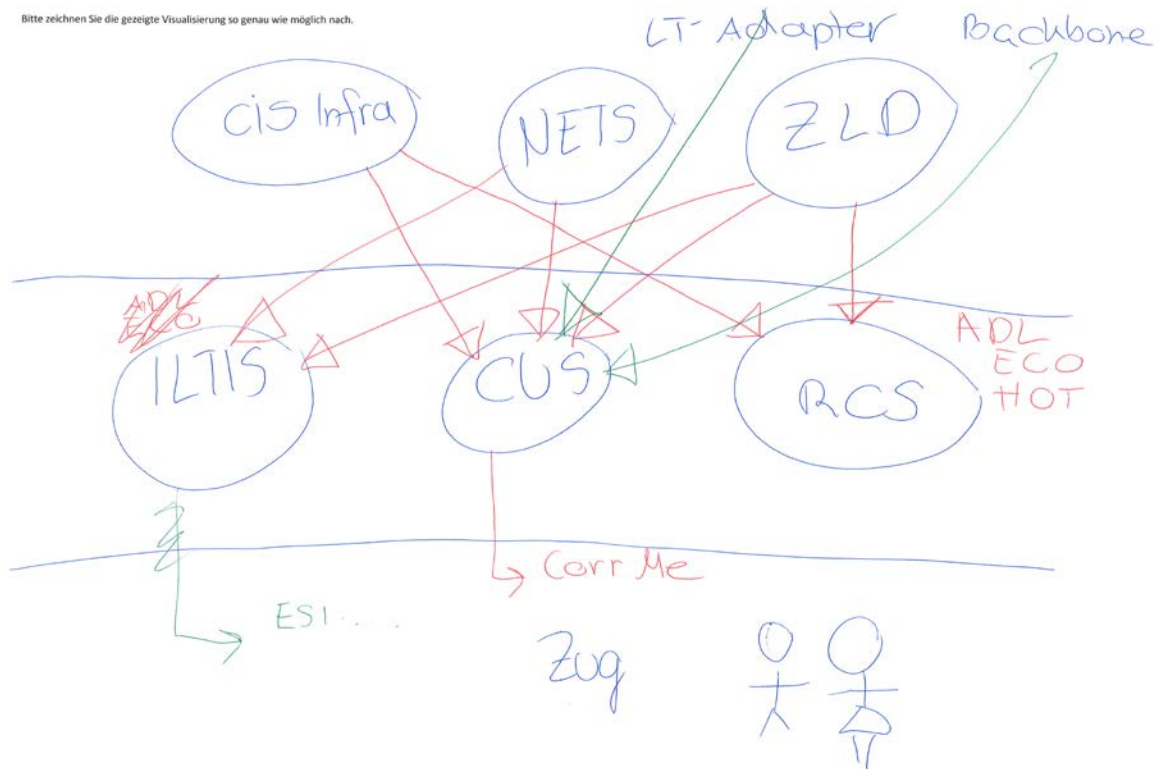


Abbildung 39: Nachzeichnung der Systemlandschaft aus Untersuchung, Proband D08

Proband S09

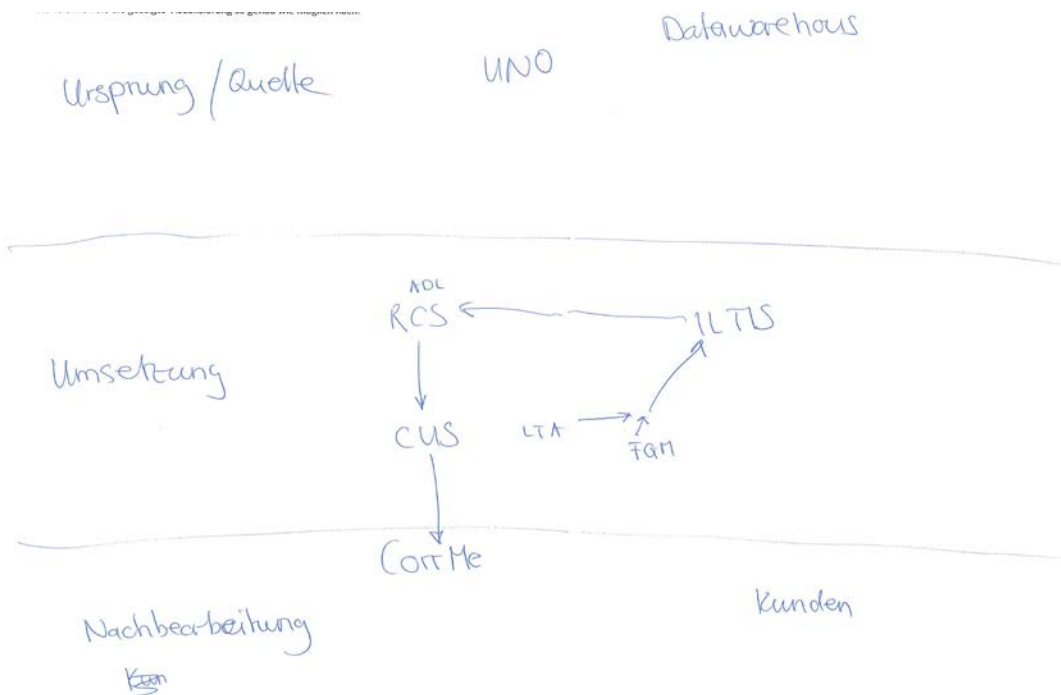


Abbildung 40: Nachzeichnung der Systemlandschaft aus Untersuchung, Proband S09

Proband D10

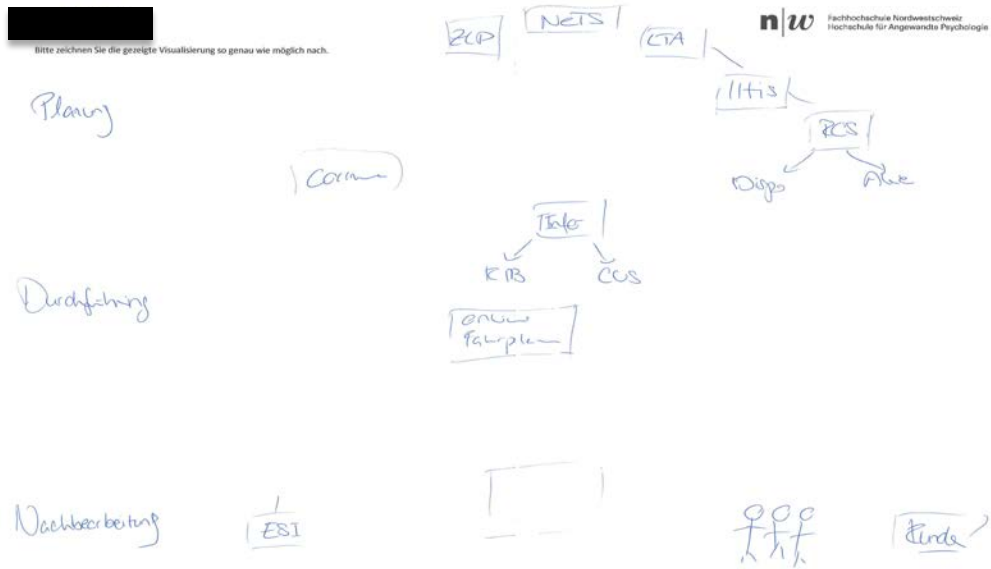


Abbildung 41: Nachzeichnung der Systemlandschaft aus Untersuchung, Probant D10

Probant S11

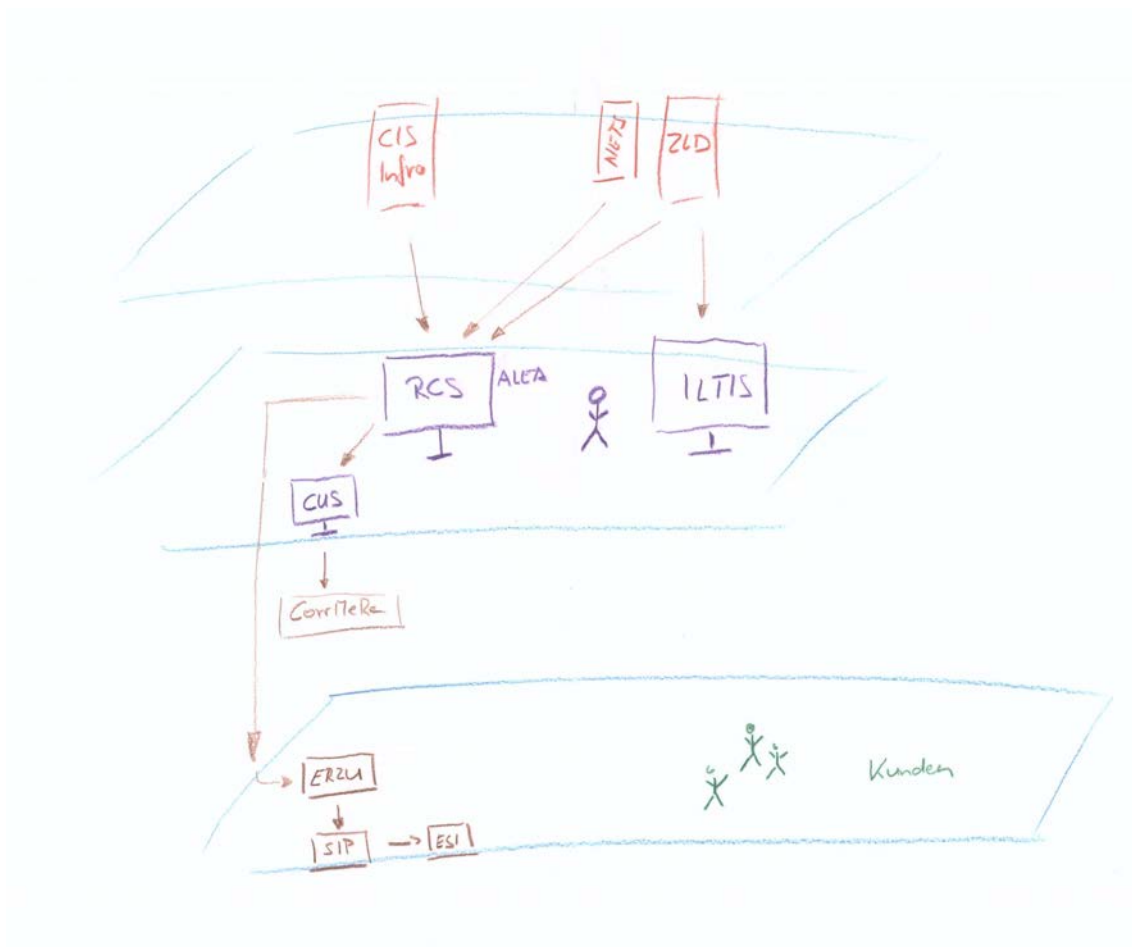


Abbildung 42: Nachzeichnung der Systemlandschaft aus Untersuchung, Probant S11

10.2.1 Verständnisfragen

1. Bitte erklären Sie den dargestellten Zusammenhang zwischen RCS Dispo und Iltis
2. Bitte erklären Sie den dargestellten Zusammenhang zwischen Iltis und CUS
3. An welche technischen Tools fließen die Informationen vom CIS Infra
4. An welche technischen Tools fließen die Daten von Iltis?
5. Von welchen technischen Tools empfängt CUS Daten?
6. Von welchen technischen Tools empfängt RCS Dispo Daten?

10.2.2 Fragebogen zur Bewertung der Visualisierungen

1. Die dargestellten Verbindungen sind gut erkennbar.

0	0	0	0
Trifft nicht zu	Trifft eher nicht zu	Trifft eher zu	Trifft zu

2. Die dargestellten Interaktionen sind gut erkennbar.

0	0	0	0
Trifft nicht zu	Trifft eher nicht zu	Trifft eher zu	Trifft zu

3. Alle für mich relevanten technischen Tools sind in der Visualisierung ersichtlich.

0	0	0	0
Trifft nicht zu	Trifft eher nicht zu	Trifft eher zu	Trifft zu

4. Die Interaktionen sind nachvollziehbar dargestellt.

0	0	0	0
Trifft nicht zu	Trifft eher nicht zu	Trifft eher zu	Trifft zu

5. Die Abläufe sind nachvollziehbar dargestellt.

0	6. 0	0	0
Trifft nicht zu	Trifft eher nicht zu	Trifft eher zu	Trifft zu

7. Ich kann mir vorstellen, die Visualisierung als Unterstützung bei der Arbeit zu nutzen.

0	0	0	0
Trifft nicht zu	Trifft eher nicht zu	Trifft eher zu	Trifft zu

8. Bitte bewerten Sie die Komplexität der Visualisierung.*(Anzahl der technischen Tools / Verbindungen / Interaktionen)*

Sehr einfach	0	0	0	0	0	0	Sehr komplex
	1	2	3	4	5	6	

9. Welche der gezeigten Visualisierungen unterstützt, Ihrer Meinung nach, das Verstehen der komplexen Zusammenhänge besser?

0	0
Dynamische Visualisierung	Statische Visualisierung

11 Anhang C: Auswertung

11.1 Auswertungstabelle für Nachzeichnungen im Excel

Tools	D01	D02	D03	D04	S05	S06	S07	D08	S09	D10	S11		Verbindungen	D01	D02	D03	D04	S05	S06	S07	D08	S09	D10	S11		
DfA Datawarehouse		1	1	1			1	1		1	1		7	DfA - UNO	1	1	1	1	1		1	1	1	1		10
UNO		1	1				1	1		1	1		6	UNO - ZLD	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	11
Info-Hub PT	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		11	NeTS - ZLD	1		1		1	1	1	1	1	1	1	9
ZLD			1		1	1							3	NeTS - Info-Hub	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	11
NeTS					1						1		2	UNO - Info-Hub	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	11
CIS Infra		1	1	1	1	1	1	1	1				6	Info-Hub - CIS	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	11
RCS													0	CIS - NeTS	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	11
ALEA	1	1			1	1	1	1	1				6	UNO - CUS	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	11
ADL		1	1			1	1	1	1	1			6	ProSurf - CUS	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	11
HOT		1	1		1	1	1	1	1	1			7	ProSurf - Eroptirail	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	11
ILTIS													0	CIS - CUS	1	1	1	1	1		1		1	1		8
ILOK	1	1		1	1	1	1	1	1	1	1		9	CIS - RCS	1	1	1	1	1	1		1		1		8
Stw	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		11	NeTS - RCS	1				1	1	1	1				5
FGM	1	1	1	1		1	1	1	1	1	1		10	ZLD - RCS	1	1	1	1	1	1	1		1		1	9
LTA	1	1	1		1					1	1		6	ZLD - ILTIS			1		1							3
RCS ZLR	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		11	ProSurf - RCS - ProSurf	1		1	1	1	1	1	1		1		8
CUS													0	HOT - Iltis	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	11
ProSurf	1		1	1	1	1	1	1	1	1	1		9	Iltis - Stw	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	11
Europtirail		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		10	Iltis - LTA	1		1		1	1	1	1	1	1	1	8
CorrMeRe		1	1	1					1		1		5	LTA - FGM	1	1	1	1		1	1	1	1	1	1	10
ErZu	1	1	1	1	1	1	1	1	1				6	FGM - Iltis	1	1	1	1		1	1	1	1	1	1	10
SIP	1	1	1	1	1	1	1	1	1		1		9	LTA - RCS	1		1		1	1	1	1	1	1	1	9
ESI	1	1	1	1	1								5	LTA - CUS	1		1		1	1		1	1	1	1	8
Total	11	14	17	13	14	14	14	12	12	12	12	145		CUS - CorrMeRe	1	1	1	1		1		1		1		7
														ProSurf - ErZu	1		1	1	1	1	1	1	1	1	1	10
														ErZu - ESI	1		1	1	1	1	1	1	1	1	1	10
														ErZu - SIP	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10
														SIP - ESI - SIP	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	9
														Total	27	19	27	22	25	23	27	22	25	21	23	261

Abbildung 43: Auswertungstabelle Excel; Nachzeichnungen der Systemlandschaft (eigene Darstellung, 2015)

11.2 Musterantworten zu den Verständnisfragen

1. Bitte erklären Sie den dargestellten Zusammenhang zwischen RCS Dispo und Iltis

Es werden zusätzliche Informationen zu den laufenden Prozessen respektive Elementzuständen an den LTA geliefert. Es sind dies z.B. Zustände über die Sperren, Weichen, Kreuzungen, Fahrriichtung, Gleisfreimeldungen, Hinweistexten, bestimmte Teile aus der Automatik und Zuglenkung usw.

Diese Meldungen dienen insbesondere für RCS um Einschränkungen des Zugverkehrs zu erkennen.

Daraus resultieren netzweite, exakte und zeitnahe Prognose über den Fahrtverlauf jedes einzelnen Zuges, optimale Konflikterkennung und systematische Anschlussbewirtschaftung.

Der Prozesszustand ist neu (Januar 2015) eine Kombination aus Elementzustand (ELZ) und Protokollierung (PROT).

2. Bitte erklären Sie den dargestellten Zusammenhang zwischen Iltis und CUS

Zu den Umsystemen sind am LTA direkte oder indirekte Schnittstellen aufgebaut. Die Daten aus der Leittechnik werden unidirektional an diese Systeme gesendet:

Das RCS Dispositionssystem und CUS werden mit Informationen über den aktuellen Aufenthalt und die eingestellten Fahrwege aller Züge versorgt, die sich im Leittechnikbereich eines bestimmten Fernsteuerzentrums befinden. Darüber hinaus liefert der LT-Adapter Informationen über die aktuellen Zuglenkdaten in Form von Halbtagesfahrplandaten sowie aktuelle Änderungen, soweit sie den bereits übermittelten Halbtagesfahrplan betreffen. Für RCS werden im Weiteren auch Fahrweg-Behinderungen übertragen.

ZKE und GEMS werden mit Informationen über den aktuellen Aufenthalt aller Züge versorgt, die sich im Leittechnikbereich eines bestimmten Fernsteuerzentrums befinden. CUS bildet daraus die Kundeninformation.

3. An welche technischen Tools fließen die Informationen vom CIS Infra?

RCS Dispo, CUS, NeTS

4. An welche technischen Tools fließen die Daten von Iltis?

Stw, LTA / CUS, LTA / RCS Dispo

5. Von welchen technischen Tools empfängt CUS Daten?

CIS Infra, Pro Surf, LTA / Iltis, UNO

6. Von welchen technischen Tools empfängt RCS Dispo Daten?

NeTS, CIS Infra, ZLD, LTA /ILTIS, ProSurf

11.2.1 Musterantworten zu den Verständnisfragen mit Schlüsselbegriffen

1. Bitte erklären Sie den dargestellten Zusammenhang zwischen RCS Dispo und Iltis
Es werden zusätzliche Informationen zu den laufenden Prozessen respektive Elementzuständen an den LTA geliefert. Es sind dies z.B. Zustände über die Sperren, Weichen, Kreuzungen, Fahrriechung, Gleisfreimeldungen, Hinweistexten, bestimmte Teile aus der Automatik und Zuglenkung usw. Diese Meldungen dienen insbesondere für RCS um Einschränkungen des Zugverkehrs zu erkennen. Daraus resultieren netzweite, exakte und zeitnahe Prognose über den Fahrtverlauf jedes einzelnen Zuges, optimale Konflikterkennung und systematische Anschlussbewirtschaftung. Der Prozesszustand ist neu (Januar 2015) eine Kombination aus Elementzustand (BLZ) und Protokollierung (PROT).

2. Bitte erklären Sie den dargestellten Zusammenhang zwischen Iltis und CUS
Zu den Umssystemen sind am LTA direkte oder indirekte Schnittstellen aufgebaut. Die Daten aus der Leittechnik werden unidirektional an diese Systeme gesendet: Das RCS Dispositionssystem und CUS werden mit Informationen über den aktuellen Aufenthalt und die eingestellten Fahrwege aller Züge versorgt, die sich im Leittechnikbereich eines bestimmten Fernsteuerzentrums befinden. Darüber hinaus liefert der LT-Adapter Informationen über die aktuellen Zuglenkdaten in Form von Halbtagesfahrplandaten sowie aktuelle Änderungen, soweit sie den bereits übermittelten Halbtagesfahrplan betreffen. Für RCS werden im Weiteren auch Fahrweg-Behinderungen übertragen. ZKE und GEMS werden mit Informationen über den aktuellen Aufenthalt aller Züge versorgt, die sich im Leittechnikbereich eines bestimmten Fernsteuerzentrums befinden. CUS bildet daraus die Kundeninformation.

3. An welche technischen Tools fließen die Informationen vom CIS Infra?
RCS Dispo, CUS, NETS

4. An welche technischen Tools fließen die Daten von Iltis?
Stw, LTA / CUS, LTA / RCS Dispo

5. Von welchen technischen Tools empfängt CUS Daten?
CIS Infra, Pro Surf, LTA / Iltis, UNO

6. Von welchen technischen Tools empfängt RCS Dispo Daten?
NETS, CIS Infra, ZLD, LTA / Iltis, ProSurf

Kommentar [BL(1)]: Informationen an LTA oder RCS (1)

Kommentar [BL(2)]: Prognose über Fahrtverlauf, Konflikterkennung oder Anschlussbewirtschaftung (1-4)

Kommentar [BL(3)]: Daten von Iltis an LTA oder CUS (1)

Kommentar [BL(4)]: (1)

Kommentar [BL(5)]: (1-2)

Kommentar [BL(6)]: (1)

Kommentar [BL(7)]: (1-3)

Kommentar [BL(8)]: (1-3)

Kommentar [BL(9)]: (1-4)

Kommentar [BL(10)]: (1-5)

Abbildung 44: Musterantworten zu den Verständnisfragen mit Schlüsselbegriffen (in Zusammenarbeit mit LKR der BZ Mitte)

11.3 Ausgaben der quantitativen Auswertung mit SPSS

11.3.1 Nachzeichnen der Systemlandschaft von SBB Infrastruktur Betrieb

Tabelle 1: Ausgabe von SPSS; Nachzeichnen der Systemlandschaft, Statistiken

			Statistiken			
Grp			Anzahl ausgelassene tech. Tools	Anzahl falsche tech. Tools	Anzahl ausgelassene Interaktionen	Anzahl falsche Interaktionen
Dynamisch	N	Gültig	6	6	6	6
		Fehlend	0	0	0	0
	Mittelwert		12,8333	1,8333	24,1667	1,5000
	Standardabweichung		1,32916	2,13698	3,12517	1,04881
Statisch	N	Gültig	5	5	5	5
		Fehlend	0	0	0	0
	Mittelwert		13,6000	,4000	23,8000	1,4000
	Standardabweichung		2,07364	,54772	2,38747	,54772

Tabelle 2: Ausgabe von SPSS; Anzahl ausgelassenen technischen Tools

			Anzahl ausgelassene technische Tools			
Grp			Häufigkeit	Prozent	Gültige Prozent	Kumulative Prozente
Dynamisch	Gültig	11,00	1	16,7	16,7	16,7
		12,00	2	33,3	33,3	50,0
		14,00	3	50,0	50,0	100,0
		Gesamtsumme	6	100,0	100,0	
Statisch	Gültig	12,00	2	40,0	40,0	40,0
		13,00	1	20,0	20,0	60,0
		14,00	1	20,0	20,0	80,0
		17,00	1	20,0	20,0	100,0
		Gesamtsumme	5	100,0	100,0	

Tabelle 3: Ausgabe von SPSS; Anzahl falsche technischen Tools

Anzahl falsche technische Tools						
Grp			Häufigkeit	Prozent	Gültige Prozent	Kumulative Prozente
Dynamisch	Gültig	,00	1	16,7	16,7	16,7
		1,00	3	50,0	50,0	66,7
		2,00	1	16,7	16,7	83,3
		6,00	1	16,7	16,7	100,0
		Gesamtsumme	6	100,0	100,0	
Statisch	Gültig	,00	3	60,0	60,0	60,0
		1,00	2	40,0	40,0	100,0
		Gesamtsumme	5	100,0	100,0	

Tabelle 4: Ausgabe von SPSS; Anzahl ausgelassenen Interaktionen

Anzahl ausgelassene Interaktionen						
Grp			Häufigkeit	Prozent	Gültige Prozent	Kumulative Prozente
Dynamisch	Gültig	19,00	1	16,7	16,7	16,7
		22,00	1	16,7	16,7	33,3
		25,00	2	33,3	33,3	66,7
		27,00	2	33,3	33,3	100,0
		Gesamtsumme	6	100,0	100,0	
Statisch	Gültig	21,00	1	20,0	20,0	20,0
		22,00	1	20,0	20,0	40,0
		24,00	1	20,0	20,0	60,0
		25,00	1	20,0	20,0	80,0
		27,00	1	20,0	20,0	100,0
		Gesamtsumme	5	100,0	100,0	

Tabelle 5: Ausgabe von SPSS; Anzahl falsche Interaktionen

Anzahl falsche Interaktionen						
Grp			Häufigkeit	Prozent	Gültige Prozent	Kumulative Prozente
Dynamisch	Gültig	,00	1	16,7	16,7	16,7
		1,00	2	33,3	33,3	50,0
		2,00	2	33,3	33,3	83,3
		3,00	1	16,7	16,7	100,0
		Gesamtsumme	6	100,0	100,0	
Statisch	Gültig	1,00	3	60,0	60,0	60,0
		2,00	2	40,0	40,0	100,0
		Gesamtsumme	5	100,0	100,0	

11.3.2 Verständnisfragen

Tabelle 6: Ausgabe von SPSS; Verständnisfragen Gesamtpunktzahl, Statistiken

Statistiken			
Verständnis			
Dynamisch	N	Gültig	6
		Fehlend	0
	Mittelwert		8,3333
	Standardabweichung		2,87518
Statisch	N	Gültig	5
		Fehlend	0
	Mittelwert		9,2000
	Standardabweichung		1,09545

Tabelle 7: Ausgabe von SPSS; Verständnisfragen einzeln, Statistiken

Statistiken								
Grp			Frage1	Frage2	Frage3	Frage4	Frage5	Frage6
Dynamisch	N	Gültig	6	6	6	6	6	6
		Fehlend	0	0	0	0	0	0
	Mittelwert		1,8333	1,3333	1,1667	1,6667	,3333	2,0000
	Standardabweichung		1,32916	1,21106	,75277	,81650	,51640	,89443
Statisch	N	Gültig	5	5	5	5	5	5
		Fehlend	0	0	0	0	0	0
	Mittelwert		1,2000	2,0000	1,4000	1,8000	,2000	2,4000
	Standardabweichung		,44721	,70711	,54772	,44721	,44721	1,14018

Tabelle 8: Ausgabe von SPSS; Verständnisfrage 1

1. Bitte erklären Sie den dargestellten Zusammenhang zwischen RCS Dispo und Ittis.

Grp			Häufigkeit	Prozent	Gültige Prozent	Kumulative Prozente
Dynamisch	Gültig	1,00	4	66,7	66,7	66,7
		3,00	1	16,7	16,7	83,3
		4,00	1	16,7	16,7	100,0
		Gesamtsumme	6	100,0	100,0	
Statisch	Gültig	1,00	4	80,0	80,0	80,0
		2,00	1	20,0	20,0	100,0
		Gesamtsumme	5	100,0	100,0	

Tabelle 9: Ausgabe von SPSS; Verständnisfrage 2

2. Bitte erklären Sie den dargestellten Zusammengang zwischen Ittis und CUS.

Grp			Häufigkeit	Prozent	Gültige Prozent	Kumulative Prozente
Dynamisch	Gültig	,00	2	33,3	33,3	33,3
		1,00	1	16,7	16,7	50,0
		2,00	2	33,3	33,3	83,3
		3,00	1	16,7	16,7	100,0
		Gesamtsumme	6	100,0	100,0	
Statisch	Gültig	1,00	1	20,0	20,0	20,0
		2,00	3	60,0	60,0	80,0
		3,00	1	20,0	20,0	100,0
		Gesamtsumme	5	100,0	100,0	

Tabelle 10: Ausgabe von SPSS; Verständnisfrage 3

3. An welche technischen Tools fließen die Informationen vom CIS Infra?

Grp			Häufigkeit	Prozent	Gültige Prozent	Kumulative Prozente
Dynamisch	Gültig	,00	1	16,7	16,7	16,7
		1,00	3	50,0	50,0	66,7
		2,00	2	33,3	33,3	100,0
		Gesamtsumme	6	100,0	100,0	
Statisch	Gültig	1,00	3	60,0	60,0	60,0
		2,00	2	40,0	40,0	100,0
		Gesamtsumme	5	100,0	100,0	

Tabelle 11: Ausgabe von SPSS; Verständnisfrage 4

4. An welche technischen Tools fließen die Daten von Iltis?

Grp			Häufigkeit	Prozent	Gültige Prozent	Kumulative Prozente
Dynamisch	Gültig	,00	1	16,7	16,7	16,7
		2,00	5	83,3	83,3	100,0
		Gesamtsumme	6	100,0	100,0	
Statisch	Gültig	1,00	1	20,0	20,0	20,0
		2,00	4	80,0	80,0	100,0
		Gesamtsumme	5	100,0	100,0	

Tabelle 12: Ausgabe von SPSS; Verständnisfrage 5

5. Von welchen technischen Tools empfängt CUS Daten?

Grp			Häufigkeit	Prozent	Gültige Prozent	Kumulative Prozente
Dynamisch	Gültig	,00	4	66,7	66,7	66,7
		1,00	2	33,3	33,3	100,0
		Gesamtsumme	6	100,0	100,0	
Statisch	Gültig	,00	4	80,0	80,0	80,0
		1,00	1	20,0	20,0	100,0
		Gesamtsumme	5	100,0	100,0	

Tabelle 13: Ausgabe von SPSS; Verständnisfrage 6

6. Von welchen technischen Tools empfängt RCS Dispo Daten?

Grp			Häufigkeit	Prozent	Gültige Prozent	Kumulative Prozente
Dynamisch	Gültig	1,00	2	33,3	33,3	33,3
		2,00	2	33,3	33,3	66,7
		3,00	2	33,3	33,3	100,0
		Gesamtsumme	6	100,0	100,0	
Statisch	Gültig	1,00	1	20,0	20,0	20,0
		2,00	2	40,0	40,0	60,0
		3,00	1	20,0	20,0	80,0
		4,00	1	20,0	20,0	100,0
		Gesamtsumme	5	100,0	100,0	

11.3.3 Fragebogen zur Bewertung der Visualisierung

Tabelle 14: Ausgabe von SPSS; Bewertungsfragen einzeln, Statistiken

		Statistiken							
		Frage 1	Frage 2	Frage 3	Frage 4	Frage 5	Frage 6	Frage 7	Frage 8
N	Gültig	11	11	11	11	11	11	11	11
	Fehlend	0	0	0	0	0	0	0	0
Mittelwert		3,1818	3,5455	3,3636	3,3636	3,0000	3,1818	3,3636	1,3636
Standardabweichung		,75076	,68755	,92442	,67420	,89443	,98165	1,12006	,50452

Tabelle 15: Ausgabe von SPSS; Bewertungsfrage 1

1. Die dargestellten Verbindungen sind gut erkennbar.

		Häufigkeit	Prozent	Gültige Prozent	Kumulative Prozente
Gültig	2,00	2	18,2	18,2	18,2
	3,00	5	45,5	45,5	63,6
	4,00	4	36,4	36,4	100,0
	Gesamtsumme	11	100,0	100,0	

Tabelle 16: Ausgabe von SPSS; Bewertungsfrage 2

2. Die dargestellten Interaktionen sind gut erkennbar.

		Häufigkeit	Prozent	Gültige Prozent	Kumulative Prozente
Gültig	2,00	1	9,1	9,1	9,1
	3,00	3	27,3	27,3	36,4
	4,00	7	63,6	63,6	100,0
	Gesamtsumme	11	100,0	100,0	

Tabelle 17: Ausgabe von SPSS; Bewertungsfrage 3

3. Alle für mich relevanten technischen Tools sind in der Visualisierung ersichtlich.

		Häufigkeit	Prozent	Gültige Prozent	Kumulative Prozente
Gültig	1,00	1	9,1	9,1	9,1
	3,00	4	36,4	36,4	45,5
	4,00	6	54,5	54,5	100,0
	Gesamtsumme	11	100,0	100,0	

Tabelle 18: Ausgabe von SPSS; Bewertungsfrage 4

4. Die Interaktionen sind nachvollziehbar dargestellt.

		Häufigkeit	Prozent	Gültige Prozent	Kumulative Prozente
Gültig	2,00	1	9,1	9,1	9,1
	3,00	5	45,5	45,5	54,5
	4,00	5	45,5	45,5	100,0
	Gesamtsumme	11	100,0	100,0	

Tabelle 19: Ausgabe von SPSS; Bewertungsfrage 5

5. Die Abläufe sind nachvollziehbar dargestellt.

		Häufigkeit	Prozent	Gültige Prozent	Kumulative Prozente
Gültig	1,00	1	9,1	9,1	9,1
	2,00	1	9,1	9,1	18,2
	3,00	6	54,5	54,5	72,7
	4,00	3	27,3	27,3	100,0
	Gesamtsumme	11	100,0	100,0	

Tabelle 20: Ausgabe von SPSS; Bewertungsfrage 6

6. Ich kann mir vorstellen, die Visualisierung als Unterstützung bei der Arbeit zu nutzen.

		Häufigkeit	Prozent	Gültige Prozent	Kumulative Prozente
Gültig	2,00	4	36,4	36,4	36,4
	3,00	1	9,1	9,1	45,5
	4,00	6	54,5	54,5	100,0
	Gesamtsumme	11	100,0	100,0	

Tabelle 21: Ausgabe von SPSS; Bewertungsfrage 7

7. Bitte bewerten Sie die Komplexität der Visualisierung.

	Häufigkeit	Prozent	Gültige Prozent	Kumulative Prozente
Gültig 2,00	3	27,3	27,3	27,3
3,00	3	27,3	27,3	54,5
4,00	3	27,3	27,3	81,8
5,00	2	18,2	18,2	100,0
Gesamtsumme	11	100,0	100,0	

Tabelle 22: Ausgabe von SPSS; Bewertungsfrage 8

8. Welche der gezeigten Visualisierungen unterstützt, Ihrer Meinung nach, das**Verstehen der komplexen Zusammenhänge besser?**

	Häufigkeit	Prozent	Gültige Prozent	Kumulative Prozente
Gültig Dynamisch	7	63,6	63,6	63,6
Statisch	4	36,4	36,4	100,0
Gesamtsumme	11	100,0	100,0	

11.4 RED-m Eye-Tracking

Die Daten sind jeweils ab Sekunde 40 der Präsentation dargestellt. Die vorherigen Messungen sind ausgenommen.

11.4.1 Wärmebilder

Dynamische Untersuchungsgruppe



Abbildung 45: Wärmebilder von RED-m Eye-Tracking, dynamische Untersuchungsgruppe

Statische Untersuchungsgruppe

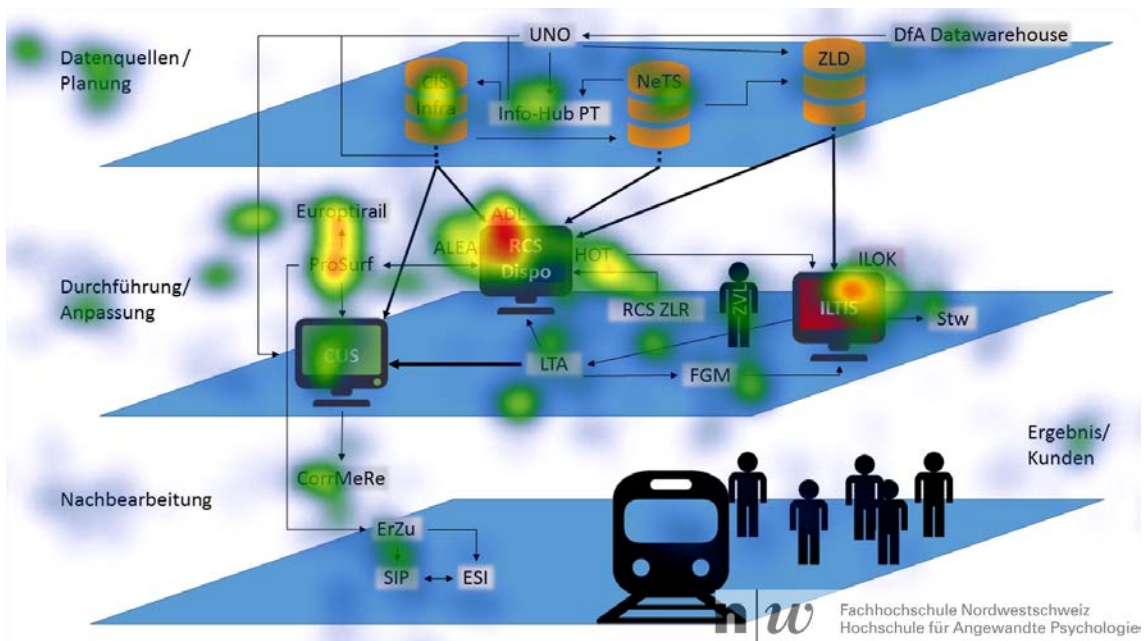


Abbildung 46: Wärmebilder von RED-m Eye-Tracking, statische Untersuchungsgruppe

11.4.2 Blickspuren

Dynamische Untersuchungsgruppe

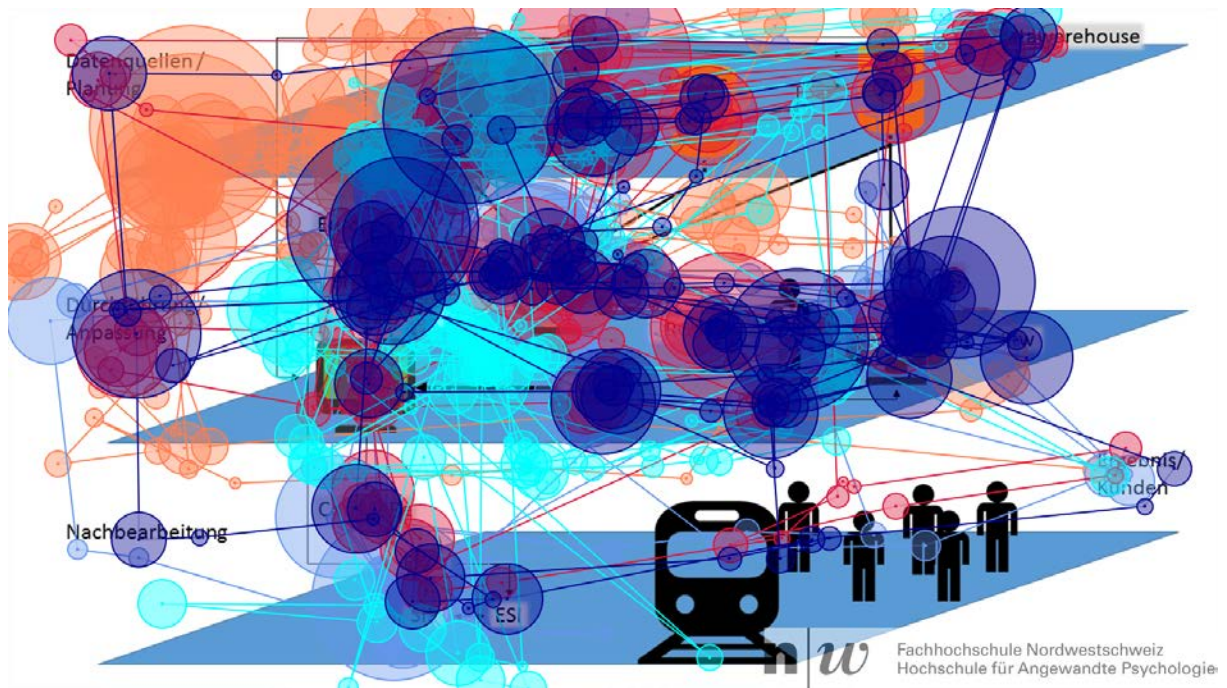


Abbildung 47: Blickspuren von RED-m Eye-Tracking, dynamische Untersuchungsgruppe

Statische Untersuchungsgruppe

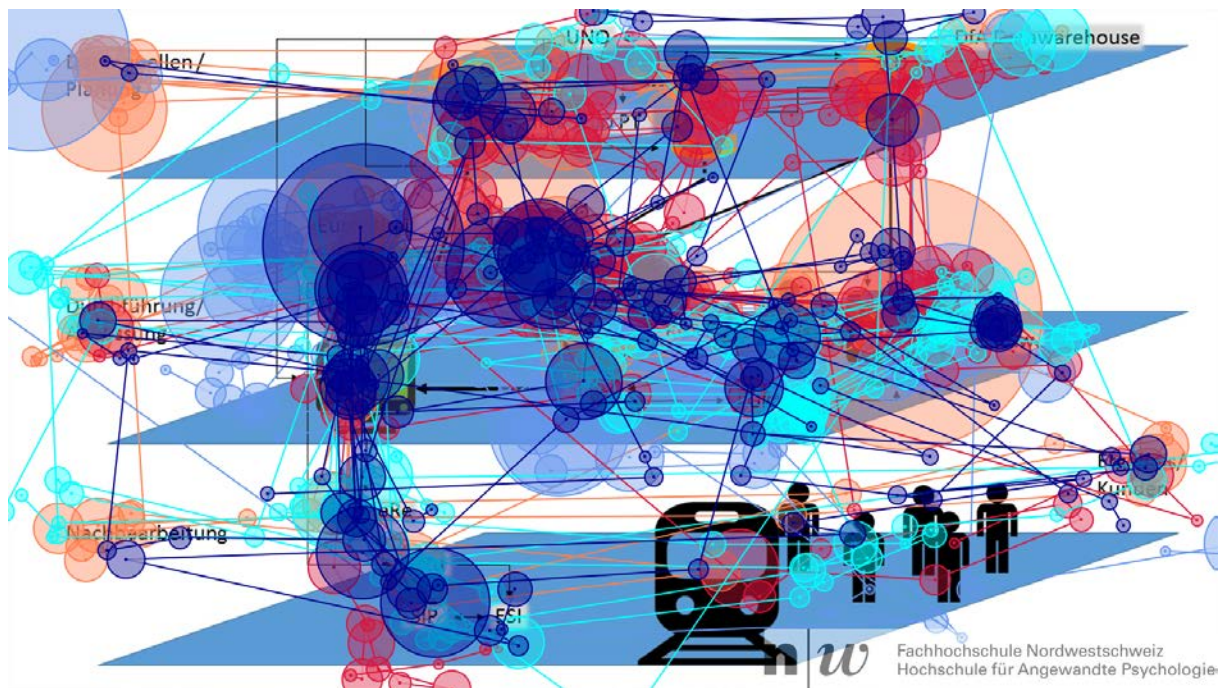


Abbildung 48: Blickspuren von RED-m Eye-Tracking, statische Untersuchungsgruppe