Freie Universität Berlin

Bachelorarbeit am Institut für Informatik der Freien Universität Berlin

Arbeitsgruppe Software Engineering

Entwurf einer Fahrdienstleiter-Oberfläche für einen elektronischen schriftlichen Befehl

Elmar Frerichs
Matrikelnummer: 4624343
elmar.frerichs@fu-berlin.de

Betreuer: Philipp Schneider, M. Sc. (TU Berlin)
Eingereicht bei: Prof. Dr. Lutz Prechelt (FU Berlin)
Zweitgutachter: Prof. Dr.-Ing. Jörn Pachl (TU Braunschweig)

Berlin, 18. Januar 2018

Zusammenfassung

Der schriftliche Befehl ist bei deutschen Eisenbahnen die Rückfallebene, wenn die Stellwerkstechnik nicht eingesetzt werden kann und der Fahrdienstleiter dem Lokführer Aufträge geben muss. Das vorhandene, papiergebundene Verfahren ist langsam, fehleranfällig und schlecht international einsetzbar. In dieser Arbeit wird die Oberfläche des Fahrdienstleiters digital umgesetzt, evaluiert und die Rahmenbedingungen für eine elektronische Umsetzung des schriftlichen Befehls diskutiert.

Eidesstattliche Erklärung

Ich versichere hiermit an Eides Statt, dass diese Arbeit von niemand anderem als meiner Person verfasst worden ist. Alle verwendeten Hilfsmittel wie Berichte, Bücher, Internetseiten oder ähnliches sind im Literaturverzeichnis angegeben, Zitate aus fremden Arbeiten sind als solche kenntlich gemacht. Die Arbeit wurde bisher in gleicher oder ähnlicher Form keiner anderen Prüfungskommission vorgelegt und auch nicht veröffentlicht.

18. Januar 2018

Elmar Frerichs

Inhaltsverzeichnis

1 Einführung **1**
1.1 Überblick 1
1.2 Vorgehen 2

2 Grundlagen **2**
2.1 Begriffe des Eisenbahnwesens 2
2.2 Bisheriges Betriebsverfahren schriftlicher Befehl 3

3 Fachgespräche **4**
3.1 Gespräch mit Herrn Robbers 4
3.2 Gespräch mit Herrn Meffert und Frau Villioth-Ebert 7

4 Prototyp und Evaluation **8**
4.1 Entwurf der Prototypen 8
4.2 Implementierung des Prototyps 13
4.3 Evaluation des Prototyps 16
4.3.1 Versuchsaufbau 16
4.3.2 Aufgabenstellungen 17
4.3.3 Auswertung der Gespräche 18

5 Zusammenfassung **20**
5.1 Fazit 20
5.2 Ausblick 20

6 Danksagung **21**

Literaturverzeichnis **22**

A Anhang **23**

1 Einführung

1.1 Überblick

„Alle Mitarbeiter müssen in erster Linie für Sicherheit, dann für Pünktlichkeit des Bahnbetriebs sorgen“ [1] - kaum ein Gedanke ist so zentral in den Prozessen und den Regelwerken von Bahnen verankert wie der von Sicherheit vor Pünktlichkeit. Neben der Sicherheit und Zuverlässigkeit der Technik im Regelbetrieb müssen dabei auch Baustellen, Störungen und andere besondere Situationen berücksichtigt werden, für die im Laufe der Jahrzehnte diverse Regelungen festgelegt wurden.

Die Zulassung von Zugfahrten ist einer der zentralen Sicherheitsaspekte bei der Eisenbahn. Im Normalfall werden hierfür Signale verwendet, die durch Stellwerkstechnik angesteuert und gesichert werden. In besonderen Situationen wie Bauarbeiten oder Störungen können die Signale jedoch nicht verwendet werden, oder es müssen zusätzliche Aufträge übermittelt werden. Um in diesen Fällen die Sicherheit des Zugverkehrs nicht vollständig dem Menschen zu überlassen, wurde ein komplexes Regelwerk erschaffen, welches dem Bediener für diese Situationen genau vorschreibt, was zu tun ist. Durch dieses regelbasierte Vorgehen soll die Fehlerrate deutlich reduziert werden [5].

Die Übermittlung von Aufträgen und Befehlen des Fahrdienstleiters an den Lokführer kann sowohl schriftlich als auch fernmündlich erfolgen. Um die Kommunikation zwischen den beiden Parteien möglichst standardisiert und fehlerarm ablaufen zu lassen, wurden Vordrucke für häufig auftretende Situationen entwickelt. Besonders interessant ist in diesem Kontext der Befehlsvordruck, der Formulierungen für Aufträge an den Lokführer wie die Vorbeifahrt an haltzeigenden Signalen, Geschwindigkeitsbegrenzungen oder die Sicherung eines Bahnübergangs beinhaltet. Dieser Befehl ist das wichtigste Werkzeug des Fahrdienstleiters, falls die Sicherungstechnik wegen Störungen, Bauarbeiten oder anderer besonderer Betriebssituationen nicht verwendet werden kann. Der Vordruck unterstützt den Fahrdienstleiter, der in diesem Moment die komplette Verantwortung für die Sicherheit der Zugfahrt trägt.

Befehle werden fast immer in Stresssituationen ausgefüllt, da der Bediener während Baustellen oder Störungen ein deutlich gesteigertes Arbeitsaufkommen zu bewältigen hat. Dieser Faktor muss bei der Konzeption der Oberfläche berücksichtigt werden.

Diese Bachelorarbeit ist in Zusammenarbeit mit dem Eisenbahn-Betriebs- und Experimentierfeld Berlin (EBuEf) sowie dem Fachgebiet Schienenfahrwege und Bahnbetrieb der Technischen Universität Berlin entstanden. Das Ergebnis der Bachelorarbeit soll perspektivisch beim EBuEf eingesetzt werden, die Beispiele der Evaluation sind an das dortige Streckennetz angelehnt.

Ziel der Arbeit ist es, eine Oberfläche für Fahrdienstleiter zur Befehlseingabe zu erstellen. Für die Perspektive des Lokführers, die Übertragung sowie die Gesamtsystembetrachtung werden dabei nur Impulse gegeben, sie sollen aber nicht Teil des Ergebnisses sein. Beim Befehl selbst werde ich mich auf die diktierbaren Befehle beschränken, die Befehle 14.1 bis 14.35 auf der Rückseite des Vordrucks werden nicht betrachtet.

1.2 Vorgehen

Die Arbeit wird in 4 Teile geteilt sein: Den Grundlagen, einigen Fachgesprächen, der Beschreibung der Prototypen sowie einem Abschluss mit Bewertung und Ausblick.

Im Grundlagenteil werde ich einen Überblick über die Fachbegriffe der Eisenbahn geben und den Kontext der Arbeit umreißen. Eine genauere Beschreibung des aktuell angewendeten Verfahrens, dem schriftlicher Befehl, schließt diesen Teil ab.

Anschließend werde ich die Fachgespräche dokumentieren, die ich zu diesem Thema geführt habe. Hierbei gehe ich insbesondere auf die bereits vorhandenen Überlegungen und Erfahrungen meiner Gesprächspartner ein, die die Grundlage für die weitere Entwicklung des Prototypen bilden. Außerdem werden hier bereits Probleme und Ansätze für die weitere Entwicklung eines elektronischen Befehls angesprochen.

Der Prototyp ist das Zentrum des dritten Teils, hier werde ich meine Entwurfsentscheidungen begründen und Herausforderungen und Entscheidungen bei der Implementierung beleuchten. Im Anschluss beschreibe ich die von mir durchgeführte Evaluation des Prototyps und stelle die Ergebnisse dar.

Zum Abschluss werde ich meine gesammelten Erfahrungen zusammenfassen und einen Ausblick auf die weiteren Problemstellungen geben, die dieser Themenkomplex noch beinhaltet.

2 Grundlagen

2.1 Begriffe des Eisenbahnwesens

Dieser Abschnitt soll nur einen groben Überblick über die Begriffszusammenhänge geben. Für eine tiefergehende Einführung bietet sich [5] an.

Eisenbahnen haben im Vergleich zum Straßenverkehr deutlich längere Bremswege [5, pp. 6]. Daher ging man dazu über, Züge im Raumabstand fahren zu lassen. Hierzu teilte man die Strecke in Blockabschnitte auf, die durch Signale getrennt wurden. In jedem dieser Blockabschnitt darf sich zu jeder Zeit maximal ein Zug befinden.

In Deutschland wird zwischen dem Bahnhof (Bf) und der freien Strecke unterschieden, die Grenze bilden die Einfahrsignale. Bahnhöfe können in Bahnhofsteile (Bft) aufgeteilt sein. Verzweigungen auf der freien Strecke werden Abzweigstellen (Abzw) genannt, wenn auf eine andere Strecke übergegangen, und Überleitstelle (Üst), wenn nur auf ein anderes Gleis der selben Strecke gewechselt werden kann. Bei Zweigleisigen Strecken ist je Richtung typischerweise das rechte Gleis das Regelgleis (Rgl), das linke das Gegengleis (Ggl). Für das Fahren auf dem Gegengleis gibt es teilweise besondere Regelungen.

Für die Regelung der Zugfolge und das Stellen und Sichern von Fahrwegen in Bahnhöfen baute man auf den Hauptstrecken Stellwerke. Diese werden durch Fahrdienstleiter und Weichenwärter besetzt, wobei der Fahrdienstleiter für die Zugfahrten verantwortlich ist. Soll eine Zugfahrt über Weichen, Bahnübergänge oder ähnliches verkehren, müssen diese vorher richtig gestellt und gesichert werden. Außerdem muss der zu befahrene Abschnitt frei sein. Diese Abhängigkeiten werden je nach verwendeter Stellwerkstechnik teils technisch, teils durch den Menschen geprüft. Erst nach erfolgreicher Prüfung wird das Signal für den Zug freigegeben.

Kleinere Nebenstrecken können statt Stellwerken über organisatorische Maßnahmen gesichert werden, dem Zugleitbetrieb. Hierbei erteilt ein Zugleiter den Zügen die Zulassung zur Fahrt und dokumentiert dies im Zugmeldebuch. Für diese Betriebsform gibt es gesonderte Befehle.

Die Zulassung von Technik und Prozessen sowie die Aufsicht über die Unternehmen übernimmt die Technische Aufsichtsbehörte (TAB). Für die Deutsche Bahn ist dies das Eisenbahn-Bundesamt, bei allen anderen Bahnen eine Landesbehörde.

2.2 Bisheriges Betriebsverfahren schriftlicher Befehl

Bei besonderen Verhältnissen, Bauarbeiten oder Störungen müssen zur Aufrechterhaltung des Betriebs jedoch Möglichkeiten vorgesehen werden, die technischen Sicherungseinrichtungen zu umgehen. In diesem Fall wird die Sicherheit der Technik durch ein komplexes Regelwerk für Fahrdienstleiter und Lokführer (auch Triebfahrzeugführer) ersetzt. Für die Kommunikation zwischen Fahrdienstleiter und Lokführer zum Ersetzen der Signale gibt es sogenannte Befehle, deren Wortlaut größtenteils vorgegeben und bei der Deutschen Bahn zu einem Befehlsvordruck zusammengefasst wurde. Dieser besteht aus einer Sammlung von Lückentexten, in denen durch ankreuzen, streichen und ausfüllen ein lesbarer Fließtext erstellt wird. Da sowohl Fahrdienstleiter als auch Lokführer den gleichen Vordruck verwenden, ist das Mitschreiben auf die wichtigen Informationen beschränkt.

Die meisten Befehle werden über Zugfunk diktiert, da die Fahrdienstleiter zunehmend größere Stellbereiche verantworten und im Falle von elektronischen Stellwerken häufig nicht mehr vor Ort sitzen. Hierzu diktiert der Fahrdienstleiter dem Lokführer seinen ausgefüllten Befehl, anschließend wiederholt der Lokführer seinen Befehl wortwörtlich. Problematisch ist bei diesem Ansatz insbesondere, dass für die Zeit der Übermittlung sowohl Fahrdienstleiter als auch Lokführer ausschließlich mit dem Befehl beschäftigt sind. Die Übermittlung eines Befehls benötigt dabei erfahrungsgemäß (eigene Erfahrung und Aussage eines Fahrdienstleiters, einschließlich Wiederholung) mindestens 5 Minuten. Außerdem muss der betroffene Zug während dieser Zeit stehen, damit sich der Lokführer konzentrieren kann. Hinzu kommen Übertragungsfehler, insbesondere bei Ziffern oder einzelnen Buchstaben, die nochmals korrigiert werden müssen und damit Zeit kosten. Die dadurch entstehenden Verzögerungen werden jedoch zugunsten der Sicherheit des Zugverkehrs in Kauf genommen.

Ein Problem aus Sicht der Benutzbarkeit ist das Angeben von Gründen für Geschwindigkeitsbeschränkungen (Befehl 12). Hierzu gibt es auf der Rückseite des Befehlvordrucks eine Tabelle mit häufigen Gründen, deneren Nummer auf der Vorderseite zusammen mit der zugehörigen Geschwindigkeit in die Tabelle eingetragen werden muss.

3 Fachgespräche

Während der Entwurfs- und Implementierungsphase des ersten Prototyps hatte ich die Möglichkeit, mit einigen Experten Gespräche über das Thema zu führen.

3.1 Gespräch mit Herrn Robbers

Herr Robbers ist Geschäftsführer und Betriebsleiter der Borkumer Kleinbahn und Dampfschifffahrtsgesellschaft mbH. Die Schmalspurbahn ist die älteste Inselbahn Deutschlands [6] und fährt auf Borkum im Zugleitbetrieb zwischen dem Fähranleger und dem Hauptort. Außerdem hat Herr Robbers die Rolle des Eisenbahn-Betriebsleiters für weitere Infrastrukturunternehmen wie für den Jade-Weser-Port oder die Hafenbahn Emden übernommen. Herr Robbers war für die Einführung eines elektronischen Zugmeldebuchs bei der Borkumer Kleinbahn verantwortlich und hat selbst große Teile des Codes dafür geschrieben. Er beschäftigt sich ebenfalls mit der Einführung eines elektronischen schriftlichen Befehls.

Ziel des Gesprächs war neben dem Austausch über Erfahrungen und Gedankengänge direkt zum Thema auch Details zum Zulassungsprozess und den Erfahrungen mit der Aufsichtsbehörde. Mit seinen kombinierten Erfahrungen als Geschäftsführer, Eisenbahnbetriebsleiter, Programmierer und Lokführer kann Herr Robbers außerdem Synergien und Probleme im Gesamtsystem beachten, die beim Betrachten der einzelnen Teilbereiche nicht auffallen würden.

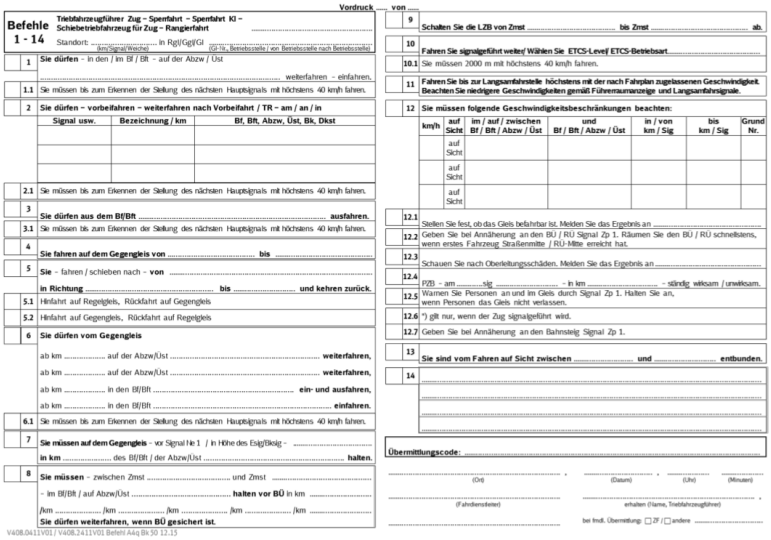
Die Vorteile einer elektronischen Umsetzung sieht er vor allem in der Vereinfachung der Prozesse. Das Schreiben von Befehlen ist aktuell sehr zeitaufwändig und fordert während der Übermittlung die Aufmerksamkeit von sowohl Fahrdienstleiter als auch Lokführer. Durch die elektronische Übermittlung fällt nicht nur dieser zeitintensive Vorgang weg, es werden auch weitere Möglichkeiten wie die einfache Archivierung der Befehle eröffnet.

Ein weiterer wichtiger Punkt ist die Möglichkeit der Internationalisierung. Durch elektronische Übermittlung der Daten wird die Übersetzung der Befehlsinhalte für den Lokführer erleichtert, sodass Lokführer aus Nachbarländern besser die Befehle deutscher Fahrdienstleiter versehen können. Außerdem könnten so Befehle aus verschiedenen Ländern besser harmonisiert werden, zumindest aus Sicht der Lokführer.

Für die Gestaltung der Bedienoberfläche des Fahrdienstleiters empfahl Herr Robbers, sich möglichst an der Struktur des bestehenden Befehlsvordrucks zu Orientieren. Da Befehle meist in Stress-Situationen ausgefüllt werden müssen, sei eine bekannte Struktur sehr wichtig für die Akzeptanz, außerdem verringere es die Einarbeitungszeit enorm. Es erlaubt auch einen einfachen Wechsel auf die Rückfallebene, die der bisherige Befehlsvordruck aus Papier darstellt.

Möglichen Hilfen wie Dropdown-Feldern für Signalnamen steht er skeptisch gegenüber, da sie die Möglichkeit von Flüchtigkeitsfehlern erhöhen und die Flexibilität einschränken. Stattdessen sollte es eine Plausibilitätsprüfung im Hintergrund geben.

Die Ansicht des Lokführers hingegen sollte laut Herrn Robbers möglichst übersichtlich und kompakt sein, damit sich dieser während der Ausführung auf das Fahren konzentrieren kann. Eine Darstellung analog zum bisherigen Befehlsvordruck ist hier nicht zweckmäßig, da nur ein Bruchteil der abgebildeten Befehle für den Lok-



Vordruck ..... von .....

Befehle 1 - 14

Triebfahrzeugführer Zug – Spenfahrt – Spenfahrt Kl –
Schiebetriebfahrzeug für Zug – Rangierfahrt .....

Standort: ..... km/Signal/Weiche) ..... in Rgl/Ggl/Gl (Gl-Nr., Betriebsstelle / von Betriebsstelle nach Betriebsstelle)

1	**Sie dürfen** – in den / im Bf / Bft – auf der Abzw / Üst ..... weiterfahren – einfahren.	
1.1	Sie müssen bis zum Erkennen der Stellung des nächsten Hauptsignals mit höchstens 40 km/h fahren.	
2	**Sie dürfen – vorbeifahren – weiterfahren nach Vorbeifahrt / TR – am / an / in**	
	Signal usw. / **Bezeichnung / km** / **Bf, Bft, Abzw, Üst, Bk, Dkst**	
2.1	Sie müssen bis zum Erkennen der Stellung des nächsten Hauptsignals mit höchstens 40 km/h fahren.	
3	**Sie dürfen aus dem Bf/Bft** ..... **ausfahren.**	
3.1	Sie müssen bis zum Erkennen der Stellung des nächsten Hauptsignals mit höchstens 40 km/h fahren.	
4	**Sie fahren auf dem Gegengleis von** ..... **bis**	
5	**Sie** – fahren / schieben nach – **von** ..... **in Richtung** ..... **bis** ..... **und kehren zurück.**	
5.1	Hinfahrt auf Regelgleis, Rückfahrt auf Gegengleis	
5.2	Hinfahrt auf Gegengleis, Rückfahrt auf Regelgleis	
6	**Sie dürfen vom Gegengleis**	
	ab km ..... auf der Abzw/Üst ..... **weiterfahren,**	
	ab km ..... auf der Abzw/Üst ..... **weiterfahren,**	
	ab km ..... in den Bf/Bft ..... **ein- und ausfahren,**	
	ab km ..... in den Bf/Bft ..... **einfahren.**	
6.1	Sie müssen bis zum Erkennen der Stellung des nächsten Hauptsignals mit höchstens 40 km/h fahren.	
7	**Sie müssen auf dem Gegengleis** – vor Signal Nr 1 / in Höhe des Esig/Ebsig – ..... **in km** ..... des Bf/Bft / der Abzw/Üst ..... **halten.**	
8	**Sie müssen** – zwischen Zmst ..... und Zmst ..... – im Bf/Bft / auf Abzw/Üst ..... **halten vor BÜ** in km ..... /km ..... /km ..... /km ..... /km ..... /km ..... **Sie dürfen weiterfahren, wenn BÜ gesichert ist.**	

V408.0411V01 / V408.2411V01 Befehl A4q Bk 50 12.15

9	**Schalten Sie die LZB von Zmst** ..... **bis Zmst** ..... **ab.**	
10	**Fahren Sie signalgeführt weiter/ Wählen Sie ETCS-Level/ ETCS-Betriebsart**	
10.1	Sie müssen 2000 m mit höchstens 40 km/h fahren.	
11	**Fahren Sie bis zur Langsamfahrstelle höchstens mit der nach Fahrplan zugelassenen Geschwindigkeit. Beachten Sie niedrigere Geschwindigkeiten gemäß Führerraumanzeige und Langsamfahrsignale.**	
12	**Sie müssen folgende Geschwindigkeitsbeschränkungen beachten:**	

km/h	auf Sicht	im / auf / zwischen Bf / Bft / Abzw / Üst	und Bf / Bft / Abzw / Üst	in / von km / Sig	bis km / Sig	Grund Nr.
	auf Sicht					
	auf Sicht					
	auf Sicht					

12.1	Stellen Sie fest, ob das Gleis befahrbar ist. Melden Sie das Ergebnis an .....
12.2	Geben Sie bei Annäherung an den BÜ / RÜ Signal Zp 1. Räumen Sie den BÜ / RÜ schnellstens, wenn erstes Fahrzeug Straßenmitte / RÜ-Mitte erreicht hat.
12.3	Schauen Sie nach Oberleitungsschäden. Melden Sie das Ergebnis an .....
12.4	PZB – am .....sig ..... – in km ..... – ständig wirksam / unwirksam.
12.5	Warnen Sie Personen an und im Gleis durch Signal Zp 1. Halten Sie an, wenn Personen das Gleis nicht verlassen.
12.6	*) gilt nur, wenn der Zug signalgeführt wird.
12.7	Geben Sie bei Annäherung an den Bahnsteig Signal Zp 1.
13	**Sie sind vom Fahren auf Sicht zwischen** ..... **und** ..... **entbunden.**
14	.....

Übermittlungscode: .....

..... (Ort) , ... (Datum) , ... (Uhr) ..... (Minuten)

..... (Fahrdienstleiter) ..... erhalten (Name, Triebfahrzeugführer) ,

..... bei fmdl. Übermittlung: ☐ ZF / ☐ andere .....

Abbildung 1: Befehlsvordruck, Quelle: [1, Sec. 0411V01] (bearbeitet)

führer gültig sind. Außerdem muss die Oberfläche des Lokführers für kleinere Bildschirme optimiert werden, da er im Gegensatz zum Fahrdienstleiter nicht über einen großen Computer-Monitor, sondern nur über ein kleines Tablet oder ein Fahrzeug-Display verfügt. Für Tablets kommt die Optimierung auf die Steuerung durch Touch-Eingaben dazu. Im Gegensatz zu heute ließen sich mit solch einer Oberfläche auch mehrere verschiedene Befehle übersichtlich darstellen, sogar von verschiedenen Fahrdienstleitern und mit sich überschneidenden Gültigkeiten.

Die Kommunikation zwischen Fahrdienstleiter und Lokführer würde sich deutlich beschränken. Hierbei gibt es zwei wichtige Punkte: Die Übermittlung des Standortes sowie die Quittierung des Lokführers. Der Standort des Zuges wird heute vom Lokführer vorgegeben. Damit wird unter anderem sichergestellt, dass der Fahrdienstleiter den richtigen Zug angerufen hat. Wird der Befehl nicht diktiert, sondern direkt durch den Fahrdienstleiter an den Lokführer übergeben, füllt der Fahrdienstleiter den Standort aus und der Lokführer muss diesen überprüfen. Beide Versionen wären auch elektronisch umsetzbar, allerdings müsste der Fahrdienstleiter bei der ersten Variante den Lokführer aktiv nach seinem Standort fragen. Da der Lokführer den Befehl ohnehin komplett lesen und quittieren muss, wäre hier das Festsetzen des Standorts durch den Fahrdienstleiter analog zum Überreichen des Befehls ausreichend.

Nachdem der Fahrdienstleiter den Befehl ausgestellt und an den Lokführer übermittelt hat, muss dieser den Befehl lesen. Hier scheint eine Quittierung zweckmäßig, mit der der Lokführer alle in dem (Teil-)Befehl angegebenen Informationen als gelesen und verstanden markiert. Die Quittierung ersetzt dabei die bisherige Unterschrift unter dem Befehl. Diese Information muss an den Fahrdienstleiter weitergegeben werden, da er häufig die Weiterfahrt des Zuges erst zulassen darf, wenn der Befehl fertig ausgestellt ist und gelesen wurde.

Ein weiterer Schwerpunkt des Gesprächs lag auf den Herausforderungen, die mit der Zulassung von elektronischen Lösungen durch die technische Aufsichtsbehörde (TAB) verbunden sind. Für die Zulassung gab Herr Robbers mehrere wichtige

Kriterien an: Innere Sicherheit, äußere Sicherheit, dauerhafte Sichtbarkeit sowie die Möglichkeit der Archivierung.

Die innere Sicherheit umfasst hier zum Beispiel die Sicherheit vor Verfälschung infolge technischer Fehler bei Verarbeitung und Übertragung. Insbesondere bei der Übertragung über Funk sei es für die Betriebssicherheit unumgänglich, dass Fahrdienstleiter und Lokführer die gleichen Befehlsdaten angezeigt werden. Dabei müsse die Validierung am Ziel durch einen unabhängigen Mechanismus erfolgen, der trotz Fehlern im Steuermechanismus eine sichere Aussage über die Konsistenz beider Befehlsversionen erlaubt. Hierfür bieten sich Validierungsmechanismen aus der Kryptographie mit Prüfsummen an.

Für die äußere Sicherheit wiederum wird ein Schutz vor äußeren Einwirkungen auf das System benötigt, insbesondere vor externem Zugriff oder Einfluss auf die Befehlsdaten. Hierfür empfahl Herr Robbers die Verwendung von Hardware-Bausteinen wie Tokens, die als Sicherheitsmechanismus in den Prozess aufgenommen werden. So könnte etwa der Lokführer einen Hardware-Token mit sich führen, der alle Minute eine neue Sicherheitszahl anzeigt. Diese wird mit dem Befehl abgeschickt und beim Fahrdienstleiter validiert, damit nur Personen mit Zugriff auf den Token den Befehl quittieren können. Dadurch ließe sich das Identifizieren der Kommunikationspartner auf das Management der Hardware-Tokens zurückführen, was von Außen deutlich schwieriger zu manipulieren ist als Software-Bestandteile. Die Hardware-Tokens müssten robust sein, um den Alltag des Lokführers zu überstehen.

Ein für die Verfügbarkeit des Eisenbahnbetriebs wichtiger Punkt sei die dauerhafte Lesbarkeit des Befehls für den Lokführer, auch nachdem er ihn quittiert hat. Er müsse während der Ausführung des Befehls die Möglichkeit haben, die Details jederzeit nachschauen zu können. Dies stellt bei aktueller Technik wie Diensttablets ein Problem dar, da geringer Akkustand und technische Fehler dafür sorgen könnten, dass das Tablet nicht mehr einsatzbereit ist. Hier könne die Nutzung von Bordgeräten der Fahrzeuge eine Möglichkeit sein, bei deren Fehlfunktion die Weiterfahrt des Zuges ohnehin erschwert wird. Allerdings habe diese Option den Nachteil, dass die Bordtechnik diverser Fahrzeuge nachgerüstet werden müsse, was angesichts der Anforderungen an diese Technik einen großen Kostenfaktor bedeuten würde. Alternativ müsste bei jeder Fehlfunktion der Befehl neu übermittelt und auf dem Vordruck geschrieben werden.

Die Möglichkeit der einfachen Archivierung der Befehle und des Zugangs für andere Beteiligte ist ein großer Vorteil des elektronischen Befehls. Aktuell werden die Befehle der Fahrdienstleiter als Papier archiviert. Als Nebeneffekt haben Fahrdienstleiter und Lokführer sowie etwa Nachbarfahrdienstleiter, Eisenbahn-Betriebsleiter sowie die Aufsichtsbehörde einfacher die Möglichkeit, ausgestellte Befehle nachträglich anzuschauen. Für Nachbarfahrdienstleiter ergäbe sich der Vorteil, dass sie eigene Befehle an bereits ausgestellte anpassen könnten.

3.2 Gespräch mit Herrn Meffert und Frau Villioth-Ebert

Herr Meffert und Frau Villioth-Ebert arbeiten für die Deutsche Bahn in der Abteilung Verfahren und Grundlagen. Herr Meffert ist einer der Fachautoren für die Richtlinie 408, die ein wichtiger Bestandteil des Regelwerks für Fahrdienstleiter und Lokführer ist und die unter anderem den Befehlsvordruck sowie die Regeln zu dessen Anwendung enthält.

In diesem Gespräch hatte ich die Möglichkeit, einige der von Herrn Robbers angesprochenen Punkte zu vertiefen und eine zweite Meinung zu erhalten. Dabei kamen auch weitere Punkte zur Sprache, die sich aus dem Standpunkt des Richtlinien-Autors ergaben.

Ähnlich wie Herr Robbers empfahlen Herr Meffert und Frau Villioth-Ebert, die Oberfläche für den Fahrdienstleiter an dem bestehenden Befehlsvordruck zu orientieren. Dies habe insbesondere den Vorteil, dass sich die Befehle trotz elektronischer Eingabe immer noch über Funk diktieren lassen. Ebenso sollte es möglich sein, den ausgefüllten Befehl auszudrucken und wie bisher zu diktieren oder direkt an den Lokführer auszugeben.

Ein wiederkehrendes Problem des Befehlsvordruck sei mangelnder Platz auf dem DIN A4 Blatt. Im Laufe der Jahre seien viele Befehle, die früher als Freitext im Befehl 14 (damals Befehl 11) formuliert werden mussten, als fertiger Lückentext auf den Vordruck integriert worden. Dadurch konkurrieren immer mehr Befehle um den Platz, insbesondere Felder für Betriebsstellen können bei langen Betriebsstellennamen zu kurz werden.

Im aktuellen Befehlsvordruck sind viele Texte als Optionen zum Streichen ausgeführt, alle nicht gültigen Worte/Satzteile müssen durchgestrichen werden. Es kann daher schnell passieren, dass ein Wort übersehen wird und der Befehl dadurch nicht mehr eindeutig ist. In der elektronischen Version wäre daher das umgekehrte Verhalten sinnvoller: Der Fahrdienstleiter wählt nur noch die Satzteile aus, die gültig sein sollen, alle anderen Bestandteile werden automatisch gestrichen.

X	5	Sie - *fahren* / ~~*schieben nach*~~ - von *Berg* in Richtung *Derau* bis *Awanst Berg Stadt in km 1,9* und kehren zurück.
X	5.1	Hinfahrt auf Regelgleis, Rückfahrt auf Gegengleis.
	5.2	Hinfahrt auf Gegengleis, Rückfahrt auf Regelgleis.

Abbildung 2: Detailansicht: Befehl 5 mit Befehl 5.1

Weiterhin ist es wichtig, dass der Bediener gut erkennen kann, welche Befehle er ausgefüllt hat. Auf dem Befehlsvordruck wird am Anfang jedes Befehls durch ein Kreuz markiert, ob dieser Befehl gültig ist. Hier sei es unter Umständen sinnvoll, dass Felder nicht ausgefüllt werden können, wenn der zugehörige Befehl nicht als gültig markiert wurde. Außerdem müsse geprüft werden, ob die gültig gemachten Befehle einander ausschließen, wie etwa die Befehle 5.1 und 5.2 mit entgegengesetzten Aussagen. Auch andere Abhängigkeiten müssen geprüft werden, etwa dass Befehl 12.6 genau dann angekreuzt ist, wenn mindestens eine der Geschwindigkeiten in der Tabelle von Befehl 12 mit einem Stern markiert ist. Der Idee, die Gründe für Geschwin-

digkeitsbegrenzungen nicht wie bisher aus einer Liste als Zahl niederzuschreiben, sondern direkt wählen zu können, stieß auf Zustimmung.

Für die Lokführer wurde eine kondensierte Ansicht empfohlen, die nur die benötigten Informationen übersichtlich darstellt, statt den kompletten Befehl anzuzeigen. Insbesondere sollte die Oberfläche mehrere Vordrucke zusammenfassen können, wenn diese etwa aufgeteilt wurden, um die richtige Reihenfolge der Befehle erhalten zu können. Auch geschachtelte Befehle mehrerer Fahrdienstleiter mit überschneidenden Gültigkeiten sollten berücksichtigt werden, etwa bei längerer Geschwindigkeitsbegrenzung wegen starken Windes und späterer Vorbeifahrt an einem haltzeigenden Signal.

Die Aufnahme des Befehls müsse der Lokführer bestätigen, da einige Befehle die Voraussetzung seien, um die Zugfahrt zuzulassen - etwa zu sichernde Bahnübergänge oder Geschwindigkeitsbegrenzungen. Übermittelt werden muss auch der Standort des Zuges bei der Ausstellung des Befehls - aktuell nennt bei fernmündlicher Übertragung der Lokführer den Standort, bei direkter Übergabe legt der Fahrdienstleiter den Standort fest und der Lokführer überprüft diesen beim Empfang des Befehls [2]. Beide Varianten seien für eine elektronische Übermittlung denkbar.

Nur angerissen wurde die Frage, ob der Lokführer bei Ausstellung des Befehls stehen muss. Aktuell ist vorgeschrieben, dass der Zug sowohl bei fernmündlicher Übermittlung als auch beim Aushändigen des Befehls halten muss [2]. Bei der elektronischen Übermittlung könnte solch eine Regelung ebenfalls sinnvoll sein, damit der Lokführer den Befehl konzentriert lesen und verstehen kann.

4 Prototyp und Evaluation

4.1 Entwurf der Prototypen

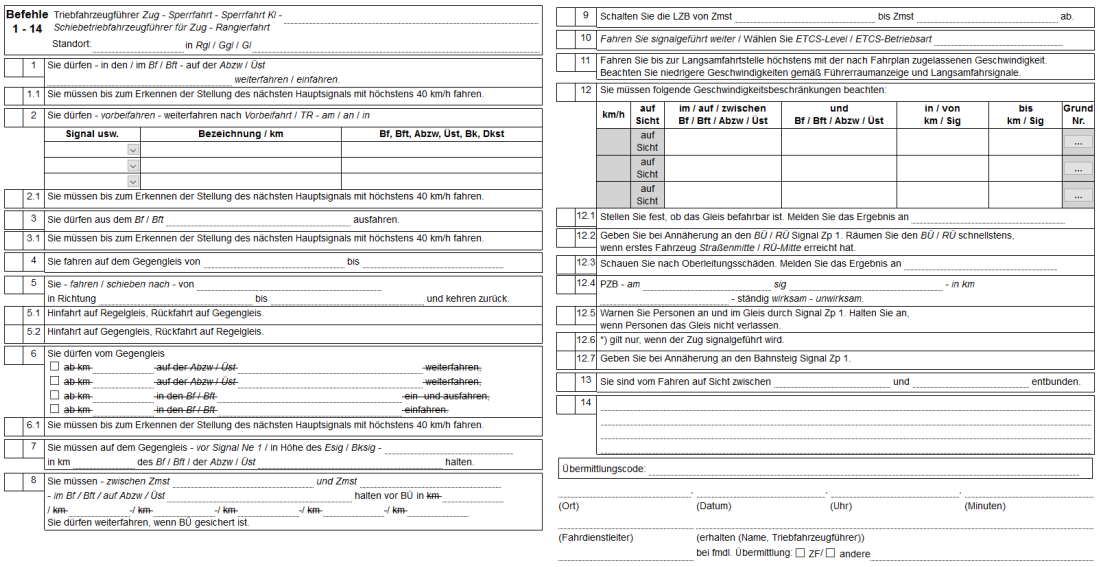


Abbildung 3: Übersicht über die Oberfläche

Ich habe mich dafür entschieden, einen Prototypen der Fahrdienstleiter-Oberfläche zu entwerfen und zu bauen sowie ihn mit Fahrdienstleitern zu evaluieren, um weitere Erkenntnisse über die Oberfläche und die Bedienung zu erlangen. Diese Bevorzugung gegenüber der Version für Lokführer hat folgende Vorteile, auch ohne elektronische Übertragung oder Software beim Lokführer:

- Die Prüfung auf Vollständigkeit und Logikfehler beim Ausfüllen verhindert Flüchtigkeitsfehler auf Seiten des Fahrdienstleiters und sorgt somit in Stresssituationen für zusätzliche Sicherheit.
- Die meisten Fahrdienstleiter sind aktuell bereits mit Computern ausgestattet, es wird also keine neue Hardware benötigt. Für ESTW-Fahrdienstleiter entfällt sogar der Kontextwechsel von Computer-Bedienung auf Handschrift.
- Durch geeignete Archivierung können sowohl der ausstellende als auch benachbarte Fahrdienstleiter sowie Disponenten auf ausgestellte Befehle zugreifen, um ihr Handeln entsprechend anzupassen. Dadurch können doppelte oder widersprüchliche Befehle besser vermieden werden.
- Der Fokus des EBuEf liegt eher auf der Sicht des Fahrdienstleiters, die Rolle der Lokführer werden zumeist von Betreuern übernommen.

Diese Oberfläche wird sich, wie schon in den Fachgesprächen erwähnt, an der bisherigen Druckversion orientieren. Dies ermöglicht nach einer kurzen Eingewöhnungszeit ein sicheres Handeln der Fahrdienstleiter, auch beim Wechsel zurück auf die Rückfallebene Papier. Durch die nur geringen Anpassungen sind kaum Änderungen am bestehenden Regelwerk notwendig. Außerdem werden so jahrelange Erfahrungen in der Gestaltung des Vordrucks übernommen, die sich in der Praxis bewährt haben. Somit muss deutlich weniger Aufwand in die Sicherheitsbewertung investiert werden, was wiederum den Zulassungsprozess verkürzt.

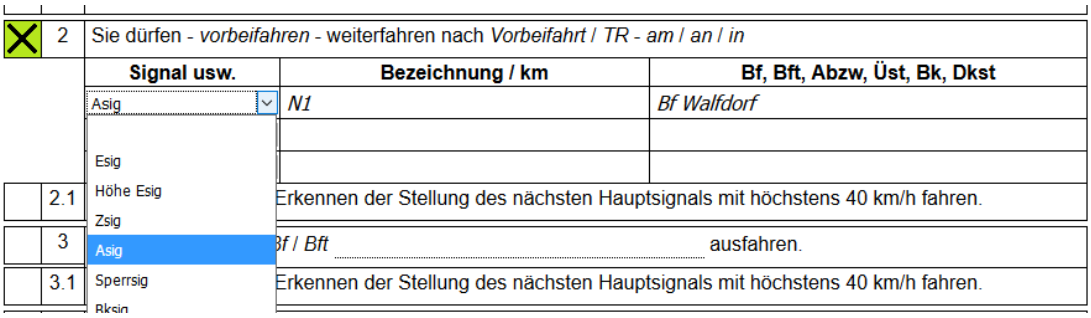


Abbildung 4: Detailansicht: Befehl 2 mit Dropdown-Menü für Signal usw.

Beim Ausfüllen habe ich mich entschieden, möglichst wenig Hilfen einzubauen. Dies hat insbesondere den Grund, dass fast alle Angaben im Befehl sicherheitskritisch sind und eine falsche automatische Ergänzung weitreichende Folgen haben könnte, zum Beispiel ein falsch gesetzter Signalname. Dies gilt auch für Dropdown- oder Suchfelder, welche man sich etwa für Betriebsstellen oder Signale vorstellen könnte.

Insbesondere sollen keine automatischen Aktionen erfolgen, die der Fahrdienstleiter nicht explizit ausgelöst hat - etwa ein gültig gemachter Befehl der wieder entfernt werden, weil er mit einer Eingabe in einem anderen Befehl nicht zusammenpasst. Der Befehl ist bereits die Rückfallebene für die normale Stellwerkstechnik, sodass eine Einschränkung der Flexibilität unter Umständen einen weiteren Rückfall auf den handschriftlichen Befehlsvordruck bedeuten müsste. Die Sicherheitsverantwortung liegt bereits beim Personal und deren Einhaltung des Regelwerks.

Unter diese Entscheidung fällt auch die Angabe des Vordrucks und der Gesamtzahl der Vordrucke am oberen Rand des Vordrucks. Hier kommt ergänzend hinzu, dass diese Angabe schnell übersehen werden kann und der Fahrdienstleiter sich im Klaren sein sollte, wie viele Vordrucke er tatsächlich verwendet. Die manuelle Eingabe lässt zudem die Möglichkeit offen, elektronische und handschriftliche Vordrucke zu mischen, falls dies nötig sein sollte.

Eine Ausnahme ist das Feld „Signal usw.“ im Befehl 2. Die möglichen Werte für dieses Feld sind bereits bei der Druckfassung vorgegeben und eine falsche Angabe würde im Zusammenhang mit der Bezeichnung oder der Kilometer-Angabe auffallen, aber keine direkte Auswirkung auf die Ausführung des Befehls haben. Eine weitere bewusste Ausnahme ist die Auswahl von Gründen im Befehl 12, auf die ich später noch eingehe.

Durchaus sinnvoll ist eine Prüfung im Hintergrund, die die ausgefüllten Felder untereinander auf Logik prüft und den Fahrdienstleiter auf mögliche Fehler hinweist. Solche Prüfungen umfassen allgemeine Zusammenhänge wie nicht ausgefüllte Felder, gegenseitige Ausschlüsse wie der Befehle 5.1 und 5.2, projektierter Betriebsstellennamen, Signalbezeichnungen und Bahnübergangs-Kilometrierungen. Auch hier sollte der Fahrdienstleiter die Möglichkeit haben, diese Meldungen explizit zu umgehen, wenn dieser es für sinnvoll erachtet.

Das Streichen von nicht gültigen Textteilen soll beibehalten werden, weil es ein zentrales Konzept des schriftlichen Vordrucks ist. Dabei lassen sich kursiv geschriebene Texte streichen, Eingabefelder werden nicht gestrichen, der Fettdruck aus dem Vordruck wird zur Steigerung der Übersichtlichkeit nicht übernommen. Allerdings soll die Logik des Streichens wie von Herrn Meffert und Frau Villioth-Ebert vorgeschlagen geändert werden: Der Fahrdienstleiter wählt nur noch diejenigen Textteile aus, die er behalten möchte, alle anderen ausschließenden Texte werden gestrichen. Hierdurch ergibt sich eine verbesserte intuitive Bedienung, da der Fahrdienstleiter nur über den gewünschten Text und nicht die unerwünschten Bestandteile nachdenken muss. Nebenbei lassen sich so leichter vergessene Streichungen vermeiden und die Bedienung erfordert weniger Mausklicks. Die durch den Klick bewirkten Streichungen beziehen sich dabei entweder nur auf die unmittelbare Umgebung um das angeklickte Wort oder auf Füllwörter, die zur besseren Lesbarkeit ausgewählt werden (zum Beispiel „in den / im / auf der“im Befehl 1).

An zwei Stellen muss diese Bedienung angepasst werden, da mehr als eine Option gewählt werden kann:

- Im Befehl 6 kann mehr als eine Zeile verwendet werden, alle anderen müssen gestrichen sein. Daher werde ich Checkboxen als gängiges Steuerelement verwenden, um den Status der Zeilen darzustellen. Innerhalb der Zeilen kann wie

☒	6	Sie dürfen vom Gegengleis ☑ ab km *13,521* auf der *Abzw* / ~~*Üst*~~ *Leopoldsgrün* weiterfahren, ☐ ~~ab km~~ ~~auf der *Abzw* / *Üst*~~ ~~weiterfahren,~~ ☐ ~~ab km~~ ~~in den *Bf* / *Bft*~~ ~~ein- und ausfahren,~~ ☐ ~~ab km~~ ~~in den *Bf* / *Bft*~~ ~~einfahren.~~
	6.1	Sie müssen bis zum Erkennen der Stellung des nächsten Hauptsignals mit höchstens 40 km/h fahren.
	7	Sie müssen auf dem Gegengleis - *vor Signal Ne 1* / in Höhe des *Esig* / *Bksig* - in km des *Bf* / *Bft* / der *Abzw* / *Üst* halten.
☒	8	Sie müssen - ~~*zwischen Zmst*~~ ~~*und Zmst*~~ - ~~*im Bf* / *Bft* / *auf Abzw* / *Üst*~~ *Leopoldsgrün* halten vor BÜ in km *13,910* / ~~km~~ -/ ~~km~~ -/ ~~km~~ -/ ~~km~~ -/ ~~km~~ Sie dürfen weiterfahren, wenn BÜ gesichert ist.

Abbildung 5: Detailansicht: Befehl 6 und 8

bisher mit einem Klick ausgewählt werden.

- Im Befehl 8 können ein oder mehrere Kilometer-Angaben verwendet werden, alle anderen müssen gestrichen sein. Hier werde ich ein anderes Konzept ausprobieren, indem ein Textteil aktiv wird, wenn eine Kilometerangabe im Eingabefeld steht.

Beide Konzepte ließen sich auch auf den jeweils anderen Befehl anwenden, sodass sie in der Evaluation verglichen werden können.

38	Warten von Reisenden auf Bahnsteigen nicht möglich	unterschiedlich
39	Reisende nicht über Bahnsteigänderung informiert	auf Sicht
Besonderheiten am Zug		
40	Engstelle für Lü-Sendungen	10 km/h
41	Eingeschränkte Tragfähigkeit der Bahnanlagen bei Schwerwagen	unterschiedlich
42	Spitzensignal unvollständig	40 km/h
43	Windwarnung	80 km/h
Sonstiges		
0	Grund in Befehl 14	unterschiedlich

Falls unterschiedliche Geschwindigkeiten:

Geschwindigkeit: *10* km/h

☐ auf Sicht

☐ Gilt nur, wenn Zug signalgeführt ist

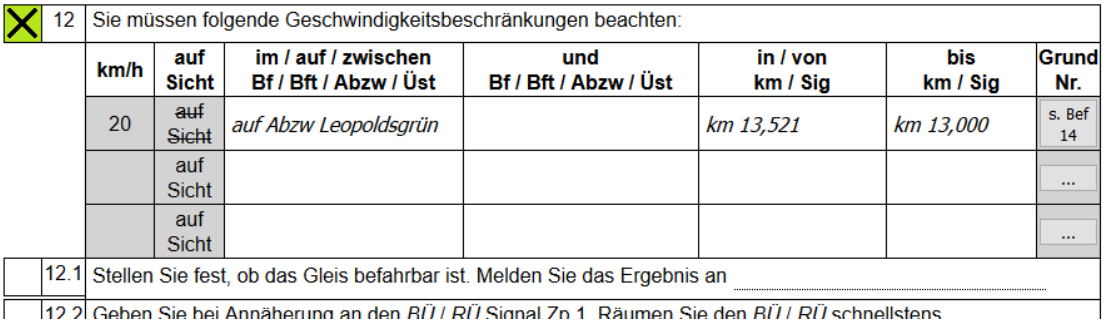
Grund wählen

Abbildung 6: Detailansicht: Grundauswahl

Die Gründe und Geschwindigkeiten für den Befehl 12 werden nicht direkt in die Tabelle eingetragen, sondern über eine getrennte, der Grund-Tabelle auf der Rückseite des Vordrucks nachempfundenen Oberfläche ausgewählt. Dieses Auswahlfenster wird durch Klick auf den Button in der Grund-Spalte der entsprechenden Zeile geöffnet. Im Grund-Auswahlfenster lässt sich der Grund durch Mausklick auf eine Zeile

auswählen, diese wird deutlich hervorgehoben. Hat ein Grund eine festgelegte Geschwindigkeit oder ist Fahren auf Sicht vorgeschrieben, wird sie zusammen mit der Grund-Nummer in die entsprechende Zeile des Befehls 12 übernommen. Sind unterschiedliche Geschwindigkeiten möglich (etwa bei Bauarbeiten die in den entsprechenden Dokumenten hinterlegten Geschwindigkeiten), kann diese direkt im Anschluss an die Auswahl des Grundes eingegeben werden, diese Eingabefelder werden dafür selektierbar. Hier habe ich mich entschieden, die Angabe der Geschwindigkeit direkt unter der Grund-Tabelle im selben Fenster unterzubringen, damit das Festlegen von Grund und Geschwindigkeit eine Einheit bilden und die Felder km/h und auf Sicht der Tabelle in Befehl 12 immer durch das externe Grund-Fenster bestimmt werden.

Für Gründe, die nicht in der Grundliste enthalten sind, oder falls mehrere Gründe angegeben werden sollen, kann der Befehl 14 verwendet werden. Hierzu habe ich in einer früheren Version einen eigenen Button eingebaut, den ich später durch einen neuen Grund ersetzt habe - die Behandlung unterscheidet sich nicht wesentlich von Gründen mit unterschiedlichen Geschwindigkeiten. Verschieden ist nur die Darstellung im Feld Grund Nr. der Tabelle im Befehl 12 (Text „s. Bef. 14“). Der neue Grund hat die besondere Grund-Nummer 0 bekommen, welche vermutlich auch in Zukunft nicht für normale Gründe verwendet wird. Der Inhalt des Befehls 14 wird nicht vorgegeben oder geprüft, da dieser ein reiner Freitext sein soll.



	12	Sie müssen folgende Geschwindigkeitsbeschränkungen beachten:					
		km/h	auf Sicht	im / auf / zwischen Bf / Bft / Abzw / Üst	und Bf / Bft / Abzw / Üst	in / von km / Sig	bis km / Sig	Grund Nr.
		20	~~auf Sicht~~	*auf Abzw Leopoldsgrün*		*km 13,521*	*km 13,000*	s. Bef 14
			auf Sicht					...
			auf Sicht					...
	12.1	Stellen Sie fest, ob das Gleis befahrbar ist. Melden Sie das Ergebnis an						
	12.2	Geben Sie bei Annäherung an den BÜ / RÜ Signal Zp 1. Räumen Sie den BÜ / RÜ schnellstens						

Abbildung 7: Detailansicht: Befehl 12 mit Verweis auf Befehl 14

Abschließend kann im Grund-Fenster festgelegt werden, dass die Geschwindigkeitsbegrenzung nur für signalgeführte Züge gilt. Dadurch wird die Geschwindigkeit mit einem Stern markiert, der zusammen mit Befehl 12.6 genau diese Bedeutung ergibt.

Durch das Auslagern der Grundwahl in ein neues Fenster lässt sich die Auswahl des Grundes und der zugehörigen Geschwindigkeit komfortabler als das bisherige Vorgehen mit Grund-Nummern gestalten. Durch die Auswahl von Text statt Nummern lassen sich leichter Flüchtigkeitsfehler erkennen, durch die deutliche Hervorhebung kann der Benutzer erkennen, ob er sich verklickt hat. Da das Fenster erst mit einem Button geschlossen wird, bleibt dem Benutzer etwas Zeit, um Fehler erkennen zu können.

Der Übermittlungscode sorgt für eine Eindeutigkeit der Befehle untereinander. Um diesen auch zwischen elektronischen und handschriftlichen Befehlen konsistent zu halten, habe ich auf ein automatisches Ausfüllen verzichtet.

Der Fußbereich des Befehls ist weitestgehend unverändert von der Druckvorlage übernommen, da er mit fortschreitender Entwicklung an die neuen Gegebenheiten angepasst werden muss. Auch hier bieten sich automatische Ausfüllhilfen nur bedingt an: Datum und Uhrzeit können vom Fahrdienstleiter gesetzt werden, um einen Befehl erst in der nahen Zukunft gültig zu machen. Ort und Name des Fahrdienstleiters hingegen lassen sich möglicherweise aus den EDV-Systemen auslesen. Diese Felder sind allerdings deutlich unterschiedlich ausgefüllt, wenn der Fahrdienstleiter einem anderen Mitarbeiter den Befehl diktiert (siehe Ril 408.0411 Abs (2)). Die Option der elektronischen Übermittlung würde dann eine weitere Möglichkeit neben ZF (Zugfunk) werden.

Nicht umgesetzt habe ich den Vorschlag, dass Felder in nicht gültig gemachten Befehlen nicht bearbeitet werden können, da dies durch eine anschließende Prüfung abgefangen wird. Dadurch lässt sich der Befehl im Entwurfsstadium beliebig bearbeiten, die fertige Form muss er erst zum Schluss erreicht haben.

4.2 Implementierung des Prototyps

In diesem Absatz werde ich meine Entscheidungen bei der Implementierung begründen. Der Quelltext für den Prototypen ist unter [3] einsehbar.

Im Laufe der Bachelorarbeit sind 2 verschiedene Prototypen entstanden. Für den ersten Prototypen habe ich eine geänderte Oberfläche in Anlehnung an typische Webapps (Programme mit Weboberfläche) entworfen, bei der die Befehle in einzelne Container aufgeteilt wurden. Dieser Prototyp enthielt noch keine Dynamik in Form von JavaScript-Programmierung. Aufgrund des Feedbacks aus den Fachgesprächen und der schlechten Übersichtlichkeit dieses Entwurfs habe ich mich dazu entschieden, diesen Prototypen nicht weiterzuentwickeln und stattdessen einen zweiten Prototypen zu bauen, der sich an dem Layout der gedruckten Befehlsvorlage orientiert. In diesem Teil beschreibe ich den zweiten Prototypen, außer es ist explizit darauf hingewiesen, dass der erste Prototyp gemeint ist.

Für die Umsetzung beider Prototypen habe ich mich für die Webtechnologien HTML, CSS und JavaScript entscheiden, da sie sich für die Prototypen-Entwicklung ideal eignen: Sie sind sehr flexibel in der graphischen Gestaltung, gleichzeitig lassen sich mit etwas Übung sehr schnell Ergebnisse erzielen. Einzig JavaScript ist stellenweise schwierig in der Handhabung. Außerdem existieren Browser für alle möglichen Plattformen, ich bin also nicht an ein Betriebssystem gebunden. Nicht zuletzt habe ich selbst einige Erfahrungen mit diesen Technologien gesammelt, sodass ich sehr gut damit arbeiten konnte. Dieser Punkt sprach für mich auch gegen professioneller Prototyping-Software.

Der Prototyp ist dabei möglichst klein und ohne Client-Server-Modell aufgebaut. Dadurch wird die Software portabel und deutlich weniger komplex, allerdings wird das Speichern von Testzuständen etwas aufwändiger - ich habe mich hier auch aufgrund der Abgabeform der Arbeit für Screenshots entschieden. Die Größe des Prototypen lässt sich so auf ein Minimum reduzieren, womit auch große Änderungen einfacher möglich sind.

Ich habe möglichst wenige externe Bibliotheken verwendet, um den Prototypen übersichtlich und einfach zu halten. Einzige Ausnahme davon ist jQuery, die das

Manipulieren der Weboberfläche gegenüber reinem JavaScript deutlich vereinfacht. Diese Bibliothek ist seit vielen Jahren ein Quasi-Standard in der JavaScript-Welt und wird für viele große Projekte eingesetzt. Ich selbst habe ebenfalls schon einige Projekte mit jQuery entwickelt, sodass der Umgang mit der zusätzlichen Bibliothek mir keine Probleme bereitete. Für den Syntax von jQuery verweise ich an dieser Stelle auf die API-Dokumentation [4].

Beim ersten Prototyp habe ich zusätzlich einige Gestaltungselemente für Container aus der Bootstrap-Bibliothek genutzt, die mit reinem CSS vergleichsweise aufwändig zu erstellen sind. Durch die Entscheidung keine neue Oberfläche zu entwickeln, sondern die bestehende Befehlsvorlage nachzubauen, erübrigte sich der Einsatz der Bibliothek - für schlichte Designs sind HTML und CSS sehr gut geeignet. Außerdem habe ich den zweiten Prototyp fest an der Displayauflösung 1920 x 1080 orientiert, sodass die Notwendigkeit für flexible Layouts wegfiel. Die Oberfläche lässt sich nun deutlich leichter in Details anpassen, da keine Rücksicht auf vorhandene externe Style-Vorgaben genommen werden muss.

Die drei Bestandteile HTML, CSS und JavaScript nehmen eine Art natürliches Model-View-Controller - Modell ein. Im HTML ist die Struktur der Seite sowie die Inhalte festgelegt, mit CSS wird das Aussehen festgelegt (insbesondere Textformatierung, Farben usw.) und JavaScript erlaubt die Interaktion mit dem Benutzer, greift aber für die Darstellung auf CSS-Klassen zurück.

Das JavaScript ist in die beiden Hauptdateien integriert, um den Prototypen einfach handhaben zu können. Folgende Funktionalitäten werden über JavaScript abgebildet:

- Streichen von Textteilen
- Öffnen des Grund-Auswahlfensters
- Auswählen eines Grundes und Anpassen der dazugehörigen Eingabefelder
- Schließen des Grund-Auswahlfensters

Aufgrund der Komplexität der bestehenden Funktionen wurde für den Prototyp auf eine Implementierung der Prüffunktionen beim Absenden des Befehls verzichtet, die den Prototypen deutlich fehleranfälliger gemacht hätten und in der Evaluation leicht durch manuelles Prüfen ersetzt werden können.

Die Aktionen auf der Oberfläche wurden als Funktion gekapselt, wenn sie mehrfach verwendet werden. Dadurch lassen sich wiederkehrende Aufgaben wie das Streichen von Textteilen leicht abstrahieren, der Code wird übersichtlicher. Auf einen objektorientierten Ansatz habe ich aufgrund des geringen Umfangs des Prototyps verzichtet, da dem zusätzlichen Verwaltungsaufwand kein Vorteil an Strukturierung gegenübergestanden hätte. Außerdem spielt JavaScript seine Vorteile in der prozeduralen Programmierung aus, insbesondere wenn mit Callbacks gearbeitet wird.

Hierunter fallen insbesondere die Funktionen für das Streichen und „Entstreichen“ von Textteilen. Dabei wurde darauf geachtet, dass die Funktionen möglichst wenig über den aktuellen Zustand wissen müssen, damit auch bei Inkonsistenzen durch Benutzeraktion ein konsistenter Zustand erreicht werden kann. Wird etwa auf eine Textgruppe geklickt, werden zuerst alle zugehörigen Textteile durchgestrichen.

Erst danach wird die Streichung für diejenigen Teile aufgehoben, die angezeigt werden sollen. Die Darstellung des durchgestrichenen Textes ist dabei dem CSS überlassen, das JavaScript setzt an die entsprechenden Textteile nur eine Klasse. Somit kann die Darstellung im CSS geändert werden, ohne dass das JavaScript angepasst werden muss.

Als Ankerpunkte für das JavaScript dienen hauptsächlich data-Attribute. Diese wurden mit HTML 5 in den Standard aufgenommen und lassen zusätzliche Daten an den HTML-Knoten speichern. Für das Streichen verwende ich das Attribut data-streichen, dessen Wert ein zusammengesetzter Schlüssel aus Gruppe und ID ist, die durch einen Bindestrich getrennt sind. HTML hat für diese Art von Schlüssel einen eigenen Selektor, mit der sich alle Knoten einer Gruppe auswählen lassen:

```
1 [data-streichen |= gruppe]
```

In Verbindung mit jQuery lässt sich so die Aufgabe, alle Textteile einer Gruppe zu streichen, sehr übersichtlich abbilden:

```
1 var GESTRICHEN_CLASS = "gestrichen";
2 function streicheGruppe(gruppe) {
3   return $("[data-streichen|="+gruppe+"]").addClass(GESTRICHEN_CLASS);
4 }
```

Alle Sonderfälle, bei denen Füllworte wie „im“ (im Bahnhof ...) oder „auf“ (auf Abzweigstelle ...) gestrichen werden müssen, deckt ein Switch-Statement im entsprechenden Klickhandler ab. Durch diesen Aufbau lassen sich alle Sonderfälle strukturiert und mit wenig Aufwand abdecken:

```
1  case "b8_btrstelle":
2    switch(name) {
3      case "bf":
4      case "bft":
5        streicheGruppe("b8_text");
6        entstreiche("b8_text-im");
7        break;
8      case "abzw":
9      case "uest":
10       streicheGruppe("b8_text");
11       entstreiche("b8_text-auf");
12       break;
13     default:
14   }
15   break;
```

Erwartungsgemäß war die Kommunikation zwischen dem Hauptfenster und dem Grund-Auswahlfenster besonders anspruchsvoll. Es mussten in beide Richtungen Informationen übertragen werden: Das Auswahlfenster benötigt die gewählte Zeile in der Tabelle des Befehls (*zeile*) sowie den eventuell gewählten Grund (*grund*), die Geschwindigkeit (*geschwindigkeit*), ob auf Sicht gefahren wird (*aufSicht*) und ob die Geschwindigkeit nur für signalgeführte Züge gilt (*mitStern*). Diese Informationen werden von der Funktion *waehleGrund*() dem neuen Fenster als URL-Parameter übergeben und im Grund-Auswahlfenster durch JavaScript wieder ausgelesen. Auf eine Validierung der Parameter oder eine Prüfung auf Angriffe wie Cross-Site-Scripting wurde der Einfachheit halber verzichtet.

Umgekehrt konnte eine direkte Kommunikation der Fenster nicht vermieden werden, dort ruft der Klick auf den Absende-Button im Auswahlfenster die Funktion *setGrund*() im Hauptfenster auf und übergibt dieser alle nötigen Informationen als Funktionsparameter. Die Sonderbehandlung für das Verwenden von Befehl 14 (mit Grund Nr. 0) fällt sehr kurz aus:

```
1 var BEFEHL_14_TEXT = "s. Bef 14";
2 if(textGrund === 0) {
3   textGrund = BEFEHL_14_TEXT;
4 }
```

Eine weitere Schwierigkeit war die Verwaltung der zusätzlichen Eingabefelder im Grund-Auswahlfenster. Diese sollten abhängig vom gewählten Grund nur dann aktiv sein, wenn tatsächlich unterschiedliche Geschwindigkeiten gefragt sind. Hier führte eine durchgehende zustandslose Programmierung zum Ziel, indem ich die Felder und alle Variablen im Hintergrund bei jeder Aktion in den gewünschten Zustand setzte, statt sie nur bei erwarteter Änderung anzupassen. Hierdurch wurden inkonsistente Zustände mit unterschiedlichen Werten in internen Variablen und den Eingabefeldern vermieden oder bei der nächsten Aktion aufgelöst.

4.3 Evaluation des Prototyps

Die Evaluation hat zum Ziel, zusammen mit Anwendern weitere Probleme und Verbesserungsmöglichkeiten aufzudecken, indem mithilfe des Prototyps mehrere Aufgaben gelöst werden. Für diese Arbeit habe ich zwei Versuche mit Fahrdienstleitern durchgeführt.

4.3.1 Versuchsaufbau

Die Versuche wurden wegen der räumlichen Entfernung zu den Teilnehmern nicht lokal, sondern über das Internet durchgeführt. Hierzu habe ich gemeinsam mit dem Teilnehmer auf einen Rechner per Fernwartungs-Software zugegriffen. Zeitgleich habe ich mit dem Teilnehmer über Telefon kommuniziert. Durch diesen Aufbau konnte ich neben der direkten Kommunikation auch die Aktionen im Prototypen sowie den Mauszeiger der Teilnehmer beobachten. Dies wurde ergänzt durch die Bitte, möglichst jeden Gedankengang und jede Aktion laut auszusprechen, damit ich mögliche Schwachpunkte in der Benutzerführung finden kann.

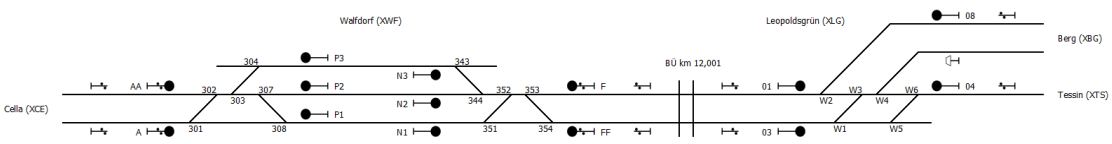


Abbildung 8: Plan der Infrastruktur für die Evaluierung

Neben dem Prototypen hatten die Kandidaten Zugriff auf einen Plan der Infrastruktur, welche von den Betriebsstellen Walfdorf und Leopoldsgrün des EBuEf inspiriert ist. Der Einfachheit halber wurde auf Kennzahlen für die Betriebsstellen verzichtet. Die Infrastruktur besteht aus dem dreigleisigen Bahnhof Walfdorf (XWF) und

der Abzweigstelle Leopoldsgrün (XLG), die durch eine zweigleisige Strecke verbunden sind. Beide Betriebsstellen sind dem Fahrdienstleiter Walfdorf zugeordnet, dessen Rolle der Versuchsteilnehmer einnimmt. In Leopoldsgrün zweigt eine eingleisige Strecke nach Tessin (XTS) ab. Gleiswechselbetrieb ist auf allen Strecken bis auf der Strecke aus Berg (XBG) eingerichtet, zwischen Walfdorf und Leopoldsgrün liegt in km 12,001 ein Bahnübergang.

Die Teilnehmer durften sich Notizen zur Aufgabenstellung machen. Ich habe mir ebenfalls Notizen gemacht und, wenn eine Aufgabe bearbeitet wurde, einen Screenshot erstellt. Die Evaluationen liefen nach einem festen Schema ab:

- In der ersten Phase habe ich mein Projekt sowie das Ziel der Evaluation vorgestellt und den Ablauf erklärt. Die Teilnehmer sollen alle Gedanken und Probleme laut aussprechen, damit ich sie nachvollziehen kann.
- Danach habe ich den Prototypen vorgestellt und die Probanden hatten Zeit, sich damit vertraut zu machen. Hier auftretende Fragen wurden direkt geklärt.
- Die Aufgabenphase bestand aus 3 Teilen, in denen die Teilnehmer je eine Aufgabe gestellt bekamen und diese unter Zuhilfenahme der Materialien lösten. Wenn die Teilnehmer die Bearbeitung abgeschlossen hatten, habe ich eine Prüfung des Ergebnisses vorgenommen, einen Screenshot gespeichert und die nächste Aufgabe gestellt.
- Zum Schluss habe ich die Teilnehmer nochmals nach ihrem Gesamteindruck gefragt, insbesondere mit Hinsicht auf die Unterschiede zum bestehenden Verfahren

4.3.2 Aufgabenstellungen

Die Aufgaben beziehen sich ausschließlich auf den Befehl und sollen neben häufigen Situationen auch die neuen Funktionen austesten. Für alle Aufgaben wird angenommen, dass alle anderen betrieblichen Voraussetzungen (Fahrwegsicherung, Räumungsprüfungen usw.) bereits erfüllt sind. Den Fußbereich unter dem Übermittlungscode habe ich von der Evaluation ausgenommen, da er direkt vom Vordruck übernommen ist.

Aufgabe 1 Der Zug 12501 steht vor Signal N1 in Gleis 1 des Bahnhofs Walfdorf. Der Zug soll in Richtung Leopoldsgrün fahren, allerdings lässt sich das Signal N1 nicht bedienen. Gefordert ist ein Befehl zur Vorbeifahrt am haltzeigenden Signal. Der Übermittlungscode lautet XWF-001.

Aufgabe 2 Der Zug 12502 steht vor Signal 04 der Abzweigstelle Leopoldsgrün auf der Strecke Leopoldsgrün - Tessin. Ziel des Zuges ist das durch einen Zug teilweise besetzte Gleis 2 des Bahnhofs Walfdorf. Gefordert ist ein Befehl zur Einfahrt in das besetzte Gleis. Für diese Situation wurde angenommen, dass der Zug in Gleis 2 einen funktionierenden Zugschluss besitzt, damit keine zusätzlichen Angaben im Befehl 14 notwendig werden. Der Übermittlungscode lautet XWF-002.

Aufgabe 3 Der Zug 12503 steht auf Höhe des Signals 08 der Abzweigstelle Leopoldsgrün auf dem Streckengleis Leopoldsgrün - Berg im Gegengleis. Der Zug soll in Richtung Walfdorf fahren, der Bahnübergang lässt sich nicht durch den Fahrdienstleiter sichern. Gefordert ist ein Befehl zur Weiterfahrt im Abzweig sowie ein Befehl zum Sichern des Bahnübergangs. Der Übermittlungscode lautet XWF-003.

Bei der zweiten Evaluation wurde auf der Strecke von Berg eine Trapeztafel (km 14,500) auf Höhe des Blocksignals 08 ergänzt, sodass die Ortsangabe des Lokführers vom ersten Versuch abweicht. Dies ist leider erst während der Evaluation aufgefallen, äußert sich aber betrieblich nur in der Angabe des Standortes - da das Einfahrsignal ebenfalls in km 14,500 steht, sind die beiden Ortsangaben gleichwertig.

Die Aufgabenstellung der Aufgabe 2 war zudem nicht eindeutig genug, ob für die Signale 04 und F ein Befehl 2 benötigt wurde oder das Signal Zs 7 (welches einen Befehl 2 ersetzen kann) verwendet werden darf. Daher gab es unterschiedliche Lösungen der Teilnehmer. Da der Befehl 2 auch Teil der Aufgabe 1 war, ergibt sich dadurch keine Änderung der durch die Evaluation abgedeckten Befehle.

4.3.3 Auswertung der Gespräche

Im Folgenden gehe ich auf die Reaktionen und Probleme der Teilnehmer ein. Die Screenshots der Evaluationen sind im Anhang hinterlegt.

Beim ersten Termin fielen einige technische Probleme mit dem Prototypen auf. Die Kommunikation zwischen dem Hauptfenster und dem Grund-Auswahlfenster funktionierte nicht reibungslos, beim erneuten Öffnen des Auswahlfensters wurden andere Werte angezeigt als im Befehl standen. Diese Fehler ließen sich zur zweiten Evaluation beheben, indem die Funktionen komplett zustandslos wurden.

Die Teilnehmer konnten sich dank der Anlehnung an den Vordruck schnell orientieren und den Prototypen bedienen. Positiv aufgenommen wurden insbesondere die Gestaltung der Grundauswahl sowie die deutliche Erkennbarkeit, welche Befehle als gültig markiert sind. Bemängelt wurde, dass die ausgefüllten Textfelder sich nicht genug vom restlichen Fließtext abheben, wodurch schlecht zu erkennen ist, in welchen Befehlen Textfelder ausgefüllt wurden. Hier ließe sich zum Beispiel die Schrift der Textfelder farblich markieren oder hinterlegen.

Das Konzept des Streichens durch Wählen des gewollten Textteils wurde nach kurzer Gewöhnungsphase positiv aufgenommen. Allerdings gab es teils Schwierigkeiten, klickbare und nicht klickbare Textteile zu unterscheiden. Klickbarer Texte sind eigentlich durch kursive Schreibweise hervorgehoben, dies habe ich jedoch nicht bei der Einweisung erklärt.

Bei den Formulierungen im Grund-Auswahlfenster gibt es noch Verbesserungspotential. Der Zusammenhang der Checkbox „Gilt nur, wenn Zug signalgeführt ist“ mit dem Befehl 12.6 und der Stern-Schreibweise der Geschwindigkeit wurde erst nach Erklärung erkannt. Auch die Formulierung „Falls unterschiedliche Geschwindigkeiten:“ als Einleitung für die Eingabefelder unter der Grundauswahl wurde bemängelt.

Ein weiterer Vorschlag war, die Checkboxen im Befehl 6, mit denen die Zeilen aktiviert und gestrichen werden können, als Kreuz statt Haken auszuführen. Die Haken sind das standardmäßige Steuerelement im Firefox unter Windows, mit dem die Eva-

luation durchgeführt wurde. Eine Änderung wäre zwar möglich, widerspricht aus meiner Sicht jedoch der durchgängigen Oberfläche auf dem Computer - in Windows werden für Checkboxen Haken verwendet um anzuzeigen, dass eine Checkbox aktiviert ist.

Außerdem erwähnt wurde der Vorschlag, einige Ausfüllhilfen einzubauen, etwa das automatische Gültigmachen des Befehls 2, wenn der Befehl 2.1 gültig gemacht wird, oder für die Vordruck-Nummer in der obersten Zeile. Meine Entscheidungen dagegen habe ich oben im Entwurfsteil begründet. Die gleiche Begründung gilt für den Vorschlag, im Übermittlungscode automatisch Klein- in Großbuchstaben umzuwandeln, da diese für gewöhnlich neben Ziffern und einem Bindestrich nur Großbuchstaben enthalten.

Unterstützt wurde meine Designentscheidung, den Übermittlungscode nicht automatisch auszufüllen. Für das automatische Ausfüllen der Fußdaten gab es unterschiedliche Meinungen unter den Evaluationsteilnehmern, meine Abwägung dazu ist ebenfalls im Entwurfsteil zu finden. Vorgeschlagen wurde auch eine neue Checkbox neben „ZF“ für die elektronische Übertragung.

5 Zusammenfassung

5.1 Fazit

Durch die Fachgespräche habe ich einen guten Überblick über den verfügbaren Wissenstand erlangen können und viele Anforderungen an die Fahrdienstleiter-Oberfläche, aber auch an die anderen Bestandteile des Systems elektronischer Befehl gewinnen können. Durch die verschiedenen Sichtweisen der Beteiligten kamen diverse Facetten des Themas zur Sprache, es wurde auch die Komplexität des Themas offenbar.

Der entworfene und entwickelte Prototyp hat diese Ideen in eine Form gebracht, mit der man erste Versuche machen und über die verschiedenen Details diskutieren konnte. Außerdem hat er bei mir für ein verbessertes Detailverständnis der Befehle gesorgt, da ich an vielen Stellen Designentscheidungen treffen und dafür Argumente suchen musste. Durch die Evaluation kamen weitere Verbesserungen hinzu, außerdem konnten einige der grundlegenden Annahmen über die Bedienbarkeit bestätigt werden - etwa die Aufteilung von Befehlsfenster und Grundauswahl, oder das Streichen von Textteilen.

5.2 Ausblick

Der Themenkomplex elektronischer Befehl bietet noch einige weitere Chancen, die Bedienbarkeit und Sicherheit des Systems zu verbessern. Große Teilbereiche sind die Oberfläche für Lokführer, deren Benutzerführung sehr wichtig ist, sowie die Übertragung zwischen Fahrdienstleiter und Lokführer, deren Herausforderungen eher in der konkreten technischen Umsetzung liegen.

Auch im Bereich dieser Arbeit gibt es noch einige mögliche Detailverbesserungen. Dazu zählt etwa das Konzept des Streichens bei Befehl 8 (Bahnübergänge), hier wäre eine explizite Auswahl mit Checkboxen zu untersuchen. Auch die Befehle 14.1 bis 14.9 sowie 14.35 müssen noch betrachtet werden. Die Prüfung vor dem Absenden des Befehls wird ein intensives Studium des Regelwerks bedeuten, um alle gültigen und ungültigen Konstellationen zu dokumentieren - hier wird es mit der Weiterentwicklung des Regelwerks immer wieder Bedarf geben.

Zum Schluss fehlt noch die Betrachtung der Wirtschaftlichkeit unter den Gesichtspunkten der Kosten für das elektronische System und der erwarteten Entlastung der Mitarbeiter. Auch eine Integration in teil- und vollautomatische Bahnsysteme, die aktuell häufiger in den Medien genannt werden, könnte betrachtet werden.

6 Danksagung

Zuerst möchte ich dem EBuEf mit seinem Förderverein und insbesondere Herrn Herholz bedanken, die dieses Thema angestoßen haben und unter anderem durch die ich mich überhaupt mit dieses Thema auseinandersetzte.

Ein Dank gilt auch meinen Interviewpartnern der Fachgespräche, Herrn Robbers, Herrn Meffert und Frau Villioth-Ebert, die sich Zeit für den Austausch genommen und zahllose Ideen und Anstöße geliefert haben. Ebenso den Teilnehmern der Evaluation, die sich mit dem Prototypen auseinandergesetzt und mir wertvolles Feedback gegeben haben.

Herr Schneider und Herr Prof. Pachl danke ich für die Vermittlung der Kontakte und die Quellen rund um das Thema Eisenbahn, Herr Prof. Prechelt für die organisatorische Unterstützung und die Hinweise aus Informatik-Sicht.

Literaturverzeichnis

[1] DB Netz AG. Richtlinie 408.0111, 2015.

[2] DB Netz AG. Richtlinie 408.2411, 2017.

[3] Elmar Frerichs. GitHub-Repository ElektronischerBefehl. https://github.com/ElmarFrerichs/ElektronischerBefehl, January 2018.

[4] The jQuery Foundation. jQuery API. https://api.jquery.com, January 2018.

[5] Ulrich Maschek. *Sicherung des Schienenverkehrs*. Springer Vieweg, 2015.

[6] Borkumer Kleinbahn und Dampfschiffahrtgesellschaft. Das Unternehmen. http://www.borkumer-kleinbahn.de/datensaetze/topnav/info/das-unternehmen.html, January 2018.

A Anhang

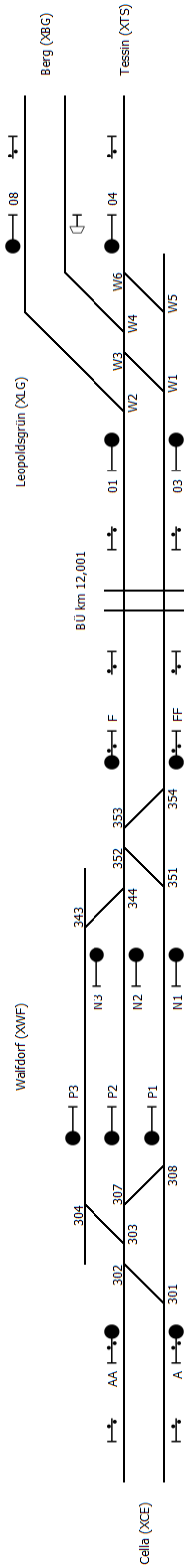


Abbildung 9: Plan der Infrastruktur für die Evaluierung

Vordruck *1* von *1*

Befehle 1 - 14 Triebfahrzeugführer *Zug* - ~~*Sperrfahrt*~~ - ~~*Sperrfahrt Kl*~~ - *12501*
~~*Schiebetriebfahrzeugführer für Zug*~~ - ~~*Rangierfahrt*~~
Standort: *N1* in ~~*Rgl*~~ / ~~*Ggl*~~ / *Gl 1 Bf Walfdorf*

	1	Sie dürfen - in den / im *Bf* / *Bft* - auf der *Abzw* / *Üst* ..... *weiterfahren* / *einfahren*.
	1.1	Sie müssen bis zum Erkennen der Stellung des nächsten Hauptsignals mit höchstens 40 km/h fahren.
X	2	Sie dürfen - *vorbeifahren* - weiterfahren nach *Vorbeifahrt* / *TR* - *am* / *an* / *in*

Signal usw.	Bezeichnung / km	Bf, Bft, Abzw, Üst, Bk, Dkst
Asig	*N1*	*Bf Walfdorf*

	2.1	Sie müssen bis zum Erkennen der Stellung des nächsten Hauptsignals mit höchstens 40 km/h fahren.
	3	Sie dürfen aus dem *Bf* / *Bft* ..... ausfahren.
	3.1	Sie müssen bis zum Erkennen der Stellung des nächsten Hauptsignals mit höchstens 40 km/h fahren.
	4	Sie fahren auf dem Gegengleis von ..... bis .....
	5	Sie - *fahren* / *schieben nach* - von ..... in Richtung ..... bis ..... und kehren zurück.
	5.1	Hinfahrt auf Regelgleis, Rückfahrt auf Gegengleis.
	5.2	Hinfahrt auf Gegengleis, Rückfahrt auf Regelgleis.
	6	Sie dürfen vom Gegengleis ☐ ~~ab km~~ ..... ~~auf der *Abzw* / *Üst*~~ ..... ~~weiterfahren,~~ ☐ ~~ab km~~ ..... ~~auf der *Abzw* / *Üst*~~ ..... ~~weiterfahren,~~ ☐ ~~ab km~~ ..... ~~in den *Bf* / *Bft*~~ ..... ~~ein- und ausfahren,~~ ☐ ~~ab km~~ ..... ~~in den *Bf* / *Bft*~~ ..... ~~einfahren.~~
	6.1	Sie müssen bis zum Erkennen der Stellung des nächsten Hauptsignals mit höchstens 40 km/h fahren.
	7	Sie müssen auf dem Gegengleis - *vor Signal Ne 1* / in Höhe des *Esig* / *Bksig* - ..... in km ..... des *Bf* / *Bft* / der *Abzw* / *Üst* ..... halten.
	8	Sie müssen - *zwischen Zmst* ..... *und Zmst* ..... - *im Bf* / *Bft* / *auf Abzw* / *Üst* ..... halten vor BÜ in ~~km~~ ..... / ~~km~~ ..... -/ ~~km~~ ..... -/ ~~km~~ ..... -/ ~~km~~ ..... -/ ~~km~~ ..... Sie dürfen weiterfahren, wenn BÜ gesichert ist.
	9	Schalten Sie die LZB von Zmst ..... bis Zmst ..... ab.
	10	*Fahren Sie signalgeführt weiter* / Wählen Sie *ETCS-Level* / *ETCS-Betriebsart* .....
	11	Fahren Sie bis zur Langsamfahrtstelle höchstens mit der nach Fahrplan zugelassenen Geschwindigkeit. Beachten Sie niedrigere Geschwindigkeiten gemäß Führerraumanzeige und Langsamfahrsignale.
	12	Sie müssen folgende Geschwindigkeitsbeschränkungen beachten:

km/h	auf Sicht	im / auf / zwischen Bf / Bft / Abzw / Üst	und Bf / Bft / Abzw / Üst	in / von km / Sig	bis km / Sig	Grund Nr.
	auf Sicht					...
	auf Sicht					...
	auf Sicht					...

	12.1	Stellen Sie fest, ob das Gleis befahrbar ist. Melden Sie das Ergebnis an .....
	12.2	Geben Sie bei Annäherung an den *BÜ* / *RÜ* Signal Zp 1. Räumen Sie den *BÜ* / *RÜ* schnellstens, wenn erstes Fahrzeug *Straßenmitte* / *RÜ-Mitte* erreicht hat.
	12.3	Schauen Sie nach Oberleitungsschäden. Melden Sie das Ergebnis an .....
	12.4	PZB - *am* ..... *sig* ..... - *in km* ..... - ständig *wirksam* - *unwirksam*.
	12.5	Warnen Sie Personen an und im Gleis durch Signal Zp 1. Halten Sie an, wenn Personen das Gleis nicht verlassen.
	12.6	*) gilt nur, wenn der Zug signalgeführt wird.
	12.7	Geben Sie bei Annäherung an den Bahnsteig Signal Zp 1.
	13	Sie sind vom Fahren auf Sicht zwischen ..... und ..... entbunden.
	14	.....

Übermittlungscode: *XWF-001*

Waalfdorf (Ort), *30.12.2017* (Datum), *18* (Uhr), *31* (Minuten)

Wohlfeil (Fahrdienstleiter) *Tf xxxx* (erhalten (Name, Triebfahrzeugführer))

Abbildung 10: Ergebnis von Evaluation 1, Aufgabe 1

Vordruck 1 von 1

Befehle 1 - 14 Triebfahrzeugführer *Zug* - ~~*Sperrfahrt*~~ - ~~*Sperrfahrt Kl*~~ - *12502*
~~*Schiebetriebfahrzeugführer für Zug*~~ - ~~*Rangierfahrt*~~
Standort: *04* in ~~*Rgl*~~ / ~~*Ggl*~~ / *Gl* *XTC-XLG*

	1	Sie dürfen - in den / im *Bf* / *Bft* - auf der *Abzw* / *Üst* ..... *weiterfahren* / *einfahren*.
	1.1	Sie müssen bis zum Erkennen der Stellung des nächsten Hauptsignals mit höchstens 40 km/h fahren.
X	2	Sie dürfen - *vorbeifahren* - ~~weiterfahren nach~~ ~~*Vorbeifahrt*~~ / ~~*TR*~~ - *am* / ~~*an*~~ / ~~*in*~~

Signal usw.	Bezeichnung / km	Bf, Bft, Abzw, Üst, Bk, Dkst
Bksig	*04*	*Abzw XLG*
Esig	*F*	*Bf Walfdorf*

	2.1	Sie müssen bis zum Erkennen der Stellung des nächsten Hauptsignals mit höchstens 40 km/h fahren.
	3	Sie dürfen aus dem *Bf* / *Bft* ..... ausfahren.
	3.1	Sie müssen bis zum Erkennen der Stellung des nächsten Hauptsignals mit höchstens 40 km/h fahren.
	4	Sie fahren auf dem Gegengleis von ..... bis .....
	5	Sie - *fahren* / *schieben nach* - von ..... in Richtung ..... bis ..... und kehren zurück.
	5.1	Hinfahrt auf Regelgleis, Rückfahrt auf Gegengleis.
	5.2	Hinfahrt auf Gegengleis, Rückfahrt auf Regelgleis.
	6	Sie dürfen vom Gegengleis ☐ ~~ab km~~ ..... ~~auf der *Abzw* / *Üst*~~ ..... ~~weiterfahren,~~ ☐ ~~ab km~~ ..... ~~auf der *Abzw* / *Üst*~~ ..... ~~weiterfahren,~~ ☐ ~~ab km~~ ..... ~~in den *Bf* / *Bft*~~ ..... ~~ein- und ausfahren,~~ ☐ ~~ab km~~ ..... ~~in den *Bf* / *Bft*~~ ..... ~~einfahren.~~
	6.1	Sie müssen bis zum Erkennen der Stellung des nächsten Hauptsignals mit höchstens 40 km/h fahren.
	7	Sie müssen auf dem Gegengleis - *vor Signal Ne 1* / in Höhe des *Esig* / *Bksig* - ..... in km ..... des *Bf* / *Bft* / der *Abzw* / *Üst* ..... halten.
	8	Sie müssen - *zwischen Zmst* ..... *und Zmst* ..... - *im Bf* / *Bft* / *auf Abzw* / *Üst* ..... halten vor BÜ in ~~km~~ ..... / ~~km~~ ..... -/ ~~km~~ ..... -/ ~~km~~ ..... -/ ~~km~~ ..... -/ ~~km~~ ..... Sie dürfen weiterfahren, wenn BÜ gesichert ist.
	9	Schalten Sie die LZB von Zmst ..... bis Zmst ..... ab.
	10	*Fahren Sie signalgeführt weiter* / Wählen Sie *ETCS-Level* / *ETCS-Betriebsart* .....
	11	Fahren Sie bis zur Langsamfahrtstelle höchstens mit der nach Fahrplan zugelassenen Geschwindigkeit. Beachten Sie niedrigere Geschwindigkeiten gemäß Führerraumanzeige und Langsamfahrsignale.
X	12	Sie müssen folgende Geschwindigkeitsbeschränkungen beachten:

km/h	auf Sicht	im / auf / zwischen Bf / Bft / Abzw / Üst	und Bf / Bft / Abzw / Üst	in / von km / Sig	bis km / Sig	Grund Nr.
20	~~auf Sicht~~	*im Bf Walfdorf*		*von Sig F*	*bis Sig P2*	5
	auf Sicht					...
	auf Sicht					...

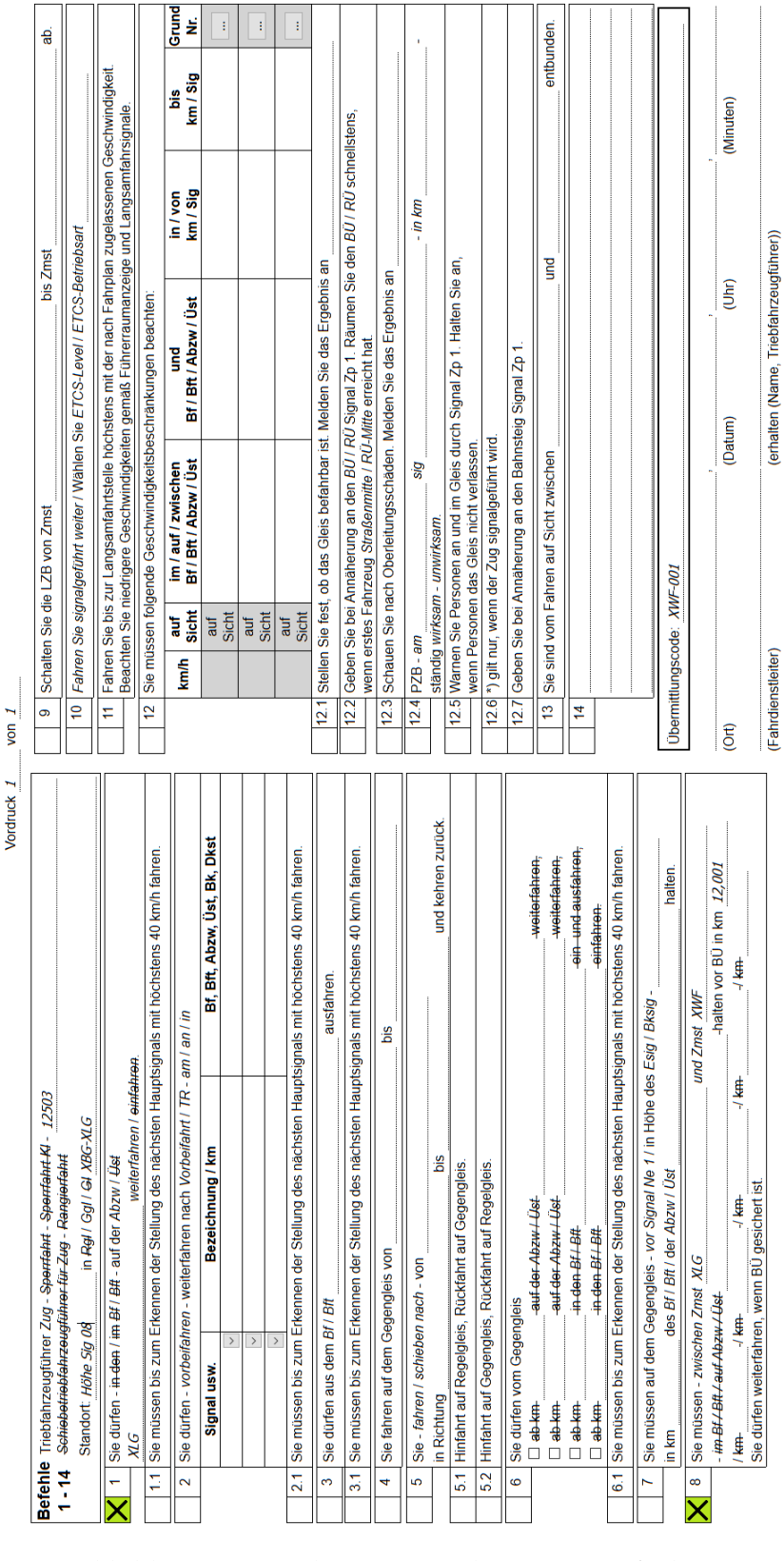
	12.1	Stellen Sie fest, ob das Gleis befahrbar ist. Melden Sie das Ergebnis an .....
	12.2	Geben Sie bei Annäherung an den *BÜ* / *RÜ* Signal Zp 1. Räumen Sie den *BÜ* / *RÜ* schnellstens, wenn erstes Fahrzeug *Straßenmitte* / *RÜ-Mitte* erreicht hat.
	12.3	Schauen Sie nach Oberleitungsschäden. Melden Sie das Ergebnis an .....
	12.4	PZB - *am* ..... *sig* ..... - *in km* ..... - ständig *wirksam* - *unwirksam*.
	12.5	Warnen Sie Personen an und im Gleis durch Signal Zp 1. Halten Sie an, wenn Personen das Gleis nicht verlassen.
	12.6	*) gilt nur, wenn der Zug signalgeführt wird.
	12.7	Geben Sie bei Annäherung an den Bahnsteig Signal Zp 1.
	13	Sie sind vom Fahren auf Sicht zwischen ..... und ..... entbunden.
	14	.....

Übermittlungscode: *XWF-002*

XWF ....., ..., ..., ...
(Ort) (Datum) (Uhr) (Minuten)

.....
(Fahrdienstleiter) (erhalten (Name, Triebfahrzeugführer))

Abbildung 11: Ergebnis von Evaluation 1, Aufgabe 2



Vordruck *1* von *1*

Befehle Triebfahrzeugführer *Zug* - ~~*Sperrfahrt*~~ - ~~*Sperrfahrt Kl*~~ - *12503*
1 - 14 ~~*Schiebetriebfahrzeugführer für Zug*~~ - ~~*Rangierfahrt*~~
Standort: *Höhe Sig 08* in ~~*Rgl*~~ / *Ggl* / ~~*Gl*~~ *XBG-XLG*

1 Sie dürfen - ~~in den~~ / ~~*im Bf*~~ / ~~*Bft*~~ - auf der *Abzw* / ~~*Üst*~~ *XLG* *weiterfahren* / ~~*einfahren*~~.

1.1 Sie müssen bis zum Erkennen der Stellung des nächsten Hauptsignals mit höchstens 40 km/h fahren.

2 Sie dürfen - *vorbeifahren* - weiterfahren nach *Vorbeifahrt* / *TR* - *am* / *an* / *in*

Signal usw.	Bezeichnung / km	Bf, Bft, Abzw, Üst, Bk, Dkst

2.1 Sie müssen bis zum Erkennen der Stellung des nächsten Hauptsignals mit höchstens 40 km/h fahren.

3 Sie dürfen aus dem *Bf* / *Bft* ..... ausfahren.

3.1 Sie müssen bis zum Erkennen der Stellung des nächsten Hauptsignals mit höchstens 40 km/h fahren.

4 Sie fahren auf dem Gegengleis von ..... bis .....

5 Sie - *fahren* / *schieben nach* - von ..... bis ..... und kehren zurück.
in Richtung

5.1 Hinfahrt auf Regelgleis, Rückfahrt auf Gegengleis.

5.2 Hinfahrt auf Gegengleis, Rückfahrt auf Regelgleis.

6 Sie dürfen vom Gegengleis
☐ ~~ab km~~ ..... ~~auf der *Abzw* / *Üst*~~ ..... ~~weiterfahren~~;
☐ ~~ab km~~ ..... ~~auf der *Abzw* / *Üst*~~ ..... ~~weiterfahren~~;
☐ ~~ab km~~ ..... ~~in den *Bf* / *Bft*~~ ..... ~~ein- und ausfahren~~;
☐ ~~ab km~~ ..... ~~in den *Bf* / *Bft*~~ ..... ~~einfahren~~.

6.1 Sie müssen bis zum Erkennen der Stellung des nächsten Hauptsignals mit höchstens 40 km/h fahren.

7 Sie müssen auf dem Gegengleis - *vor Signal Ne 1* / in Höhe des *Esig* / *Bksig* - ..... halten.
in km ..... des *Bf* / *Bft* / der *Abzw* / *Üst*

8 Sie müssen - *zwischen Zmst XLG* ..... *und Zmst XWF* ..... -halten vor BÜ in km *12,001*
- ~~*im Bf* / *Bft* / *auf Abzw* / *Üst*~~ ..... -/ ~~km~~ ..... -halten vor BÜ in km ..... -/ ~~km~~ ..... -/ ~~km~~ .....
/ ~~km~~ ..... -/ ~~km~~ ..... -/ ~~km~~ ..... -/ ~~km~~ .....
Sie dürfen weiterfahren, wenn BÜ gesichert ist.

9 Schalten Sie die LZB von Zmst ..... bis Zmst ..... ab.

10 *Fahren Sie signalgeführt weiter* / Wählen Sie *ETCS-Level* / *ETCS-Betriebsart* .....

11 Fahren Sie bis zur Langsamfahrtstelle höchstens mit der nach Fahrplan zugelassenen Geschwindigkeit.
Beachten Sie niedrigere Geschwindigkeiten gemäß Führerraumanzeige und Langsamfahrsignale.

12 Sie müssen folgende Geschwindigkeitsbeschränkungen beachten:

km/h	auf Sicht	im / auf / zwischen Bf / Bft / Abzw / Üst	und Bf / Bft / Abzw / Üst	in / von km / Sig	bis km / Sig	Grund Nr.
	auf Sicht					...
	auf Sicht					...
	auf Sicht					...

12.1 Stellen Sie fest, ob das Gleis befahrbar ist. Melden Sie das Ergebnis an .....

12.2 Geben Sie bei Annäherung an den *BÜ* / *RÜ* Signal Zp 1. Räumen Sie den *BÜ* / *RÜ* schnellstens,
wenn erstes Fahrzeug *Straßenmitte* / *RÜ-Mitte* erreicht hat.

12.3 Schauen Sie nach Oberleitungsschäden. Melden Sie das Ergebnis an .....

12.4 PZB - *am* ..... *sig* ..... - *in km* ..... -
ständig *wirksam* - *unwirksam*.

12.5 Warnen Sie Personen an und im Gleis durch Signal Zp 1. Halten Sie an,
wenn Personen das Gleis nicht verlassen.

12.6 *) gilt nur, wenn der Zug signalgeführt wird.

12.7 Geben Sie bei Annäherung an den Bahnsteig Signal Zp 1.

13 Sie sind vom Fahren auf Sicht zwischen ..... und ..... entbunden.

14 .....

Übermittlungscode: *XWF-001*

(Ort) ..... (Datum) ..... (Uhr) ..... (Minuten)

(Fahrdienstleiter) ..... (erhalten (Name, Triebfahrzeugführer))

Abbildung 12: Ergebnis von Evaluation 1, Aufgabe 3

Vordruck 1 von 1

Befehle 1 - 14 Triebfahrzeugführer *Zug* - ~~*Sperrfahrt*~~ - ~~*Sperrfahrt Kl*~~ - *12501*
~~*Schiebetriebfahrzeugführer für Zug*~~ - ~~*Rangierfahrt*~~
Standort: *Sig N1* in ~~*Rgl*~~ / ~~*Ggl*~~ / *Gl 1, XWF*

	1	Sie dürfen - in den / im *Bf* / *Bft* - auf der *Abzw* / *Üst* ..... *weiterfahren* / *einfahren*.
	1.1	Sie müssen bis zum Erkennen der Stellung des nächsten Hauptsignals mit höchstens 40 km/h fahren.
X	2	Sie dürfen - *vorbeifahren* - ~~weiterfahren nach~~ ~~*Vorbeifahrt*~~ / ~~*TR*~~ - *am* / ~~*an*~~ / ~~*in*~~

Signal usw.	Bezeichnung / km	Bf, Bft, Abzw, Üst, Bk, Dkst
Asig	*N1*	*Bf XWF*

	2.1	Sie müssen bis zum Erkennen der Stellung des nächsten Hauptsignals mit höchstens 40 km/h fahren.
	3	Sie dürfen aus dem *Bf* / *Bft* ..... ausfahren.
	3.1	Sie müssen bis zum Erkennen der Stellung des nächsten Hauptsignals mit höchstens 40 km/h fahren.
	4	Sie fahren auf dem Gegengleis von ..... bis .....
	5	Sie - *fahren* / *schieben nach* - von ..... in Richtung ..... bis ..... und kehren zurück.
	5.1	Hinfahrt auf Regelgleis, Rückfahrt auf Gegengleis.
	5.2	Hinfahrt auf Gegengleis, Rückfahrt auf Regelgleis.
	6	Sie dürfen vom Gegengleis ☐ ~~ab km~~ ..... ~~auf der *Abzw* / *Üst*~~ ..... ~~weiterfahren,~~ ☐ ~~ab km~~ ..... ~~auf der *Abzw* / *Üst*~~ ..... ~~weiterfahren,~~ ☐ ~~ab km~~ ..... ~~in den *Bf* / *Bft*~~ ..... ~~ein- und ausfahren,~~ ☐ ~~ab km~~ ..... ~~in den *Bf* / *Bft*~~ ..... ~~einfahren.~~
	6.1	Sie müssen bis zum Erkennen der Stellung des nächsten Hauptsignals mit höchstens 40 km/h fahren.
	7	Sie müssen auf dem Gegengleis - *vor Signal Ne 1* / in Höhe des *Esig* / *Bksig* - ..... in km ..... des *Bf* / *Bft* / der *Abzw* / *Üst* ..... halten.
	8	Sie müssen - *zwischen Zmst* ..... *und Zmst* ..... - *im Bf* / *Bft* / *auf Abzw* / *Üst* ..... halten vor BÜ in ~~km~~ ..... / ~~km~~ ..... -/ ~~km~~ ..... -/ ~~km~~ ..... -/ ~~km~~ ..... Sie dürfen weiterfahren, wenn BÜ gesichert ist.
	9	Schalten Sie die LZB von Zmst ..... bis Zmst ..... ab.
	10	*Fahren Sie signalgeführt weiter* / Wählen Sie *ETCS-Level* / *ETCS-Betriebsart* .....
	11	Fahren Sie bis zur Langsamfahrtstelle höchstens mit der nach Fahrplan zugelassenen Geschwindigkeit. Beachten Sie niedrigere Geschwindigkeiten gemäß Führerraumanzeige und Langsamfahrsignale.
	12	Sie müssen folgende Geschwindigkeitsbeschränkungen beachten:

km/h	auf Sicht	im / auf / zwischen Bf / Bft / Abzw / Üst	und Bf / Bft / Abzw / Üst	in / von km / Sig	bis km / Sig	Grund Nr.
	auf Sicht					...
	auf Sicht					...
	auf Sicht					...

	12.1	Stellen Sie fest, ob das Gleis befahrbar ist. Melden Sie das Ergebnis an .....
	12.2	Geben Sie bei Annäherung an den *BÜ* / *RÜ* Signal Zp 1. Räumen Sie den *BÜ* / *RÜ* schnellstens, wenn erstes Fahrzeug *Straßenmitte* / *RÜ-Mitte* erreicht hat.
	12.3	Schauen Sie nach Oberleitungsschäden. Melden Sie das Ergebnis an .....
	12.4	PZB - *am* ..... *sig* ..... - *in km* ..... - ständig *wirksam* - *unwirksam*.
	12.5	Warnen Sie Personen an und im Gleis durch Signal Zp 1. Halten Sie an, wenn Personen das Gleis nicht verlassen.
	12.6	*) gilt nur, wenn der Zug signalgeführt wird.
	12.7	Geben Sie bei Annäherung an den Bahnsteig Signal Zp 1.
	13	Sie sind vom Fahren auf Sicht zwischen ..... und ..... entbunden.
	14	.....

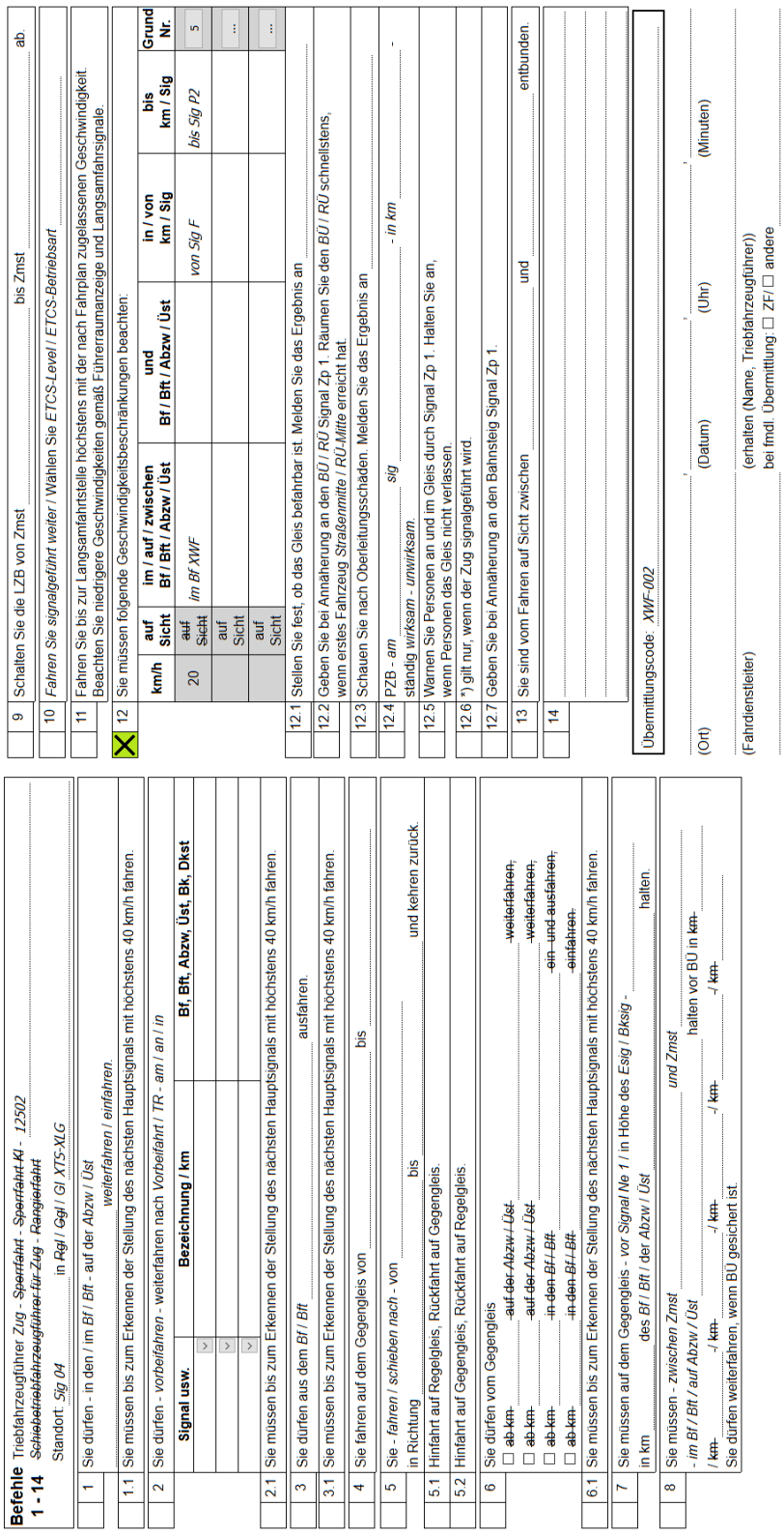
Übermittlungscode: *XWF-001*

..... , ... , ... , ...
(Ort) (Datum) (Uhr) (Minuten)

.....
(Fahrdienstleiter)

.....
(erhalten (Name, Triebfahrzeugführer))
bei fmdl. Übermittlung: ☐ ZF/ ☐ andere .....

Abbildung 13: Ergebnis von Evaluation 2, Aufgabe 1



Vordruck 1 von 1

Befehle Triebfahrzeugführer *Zug* - ~~*Sperrfahrt*~~ - ~~*Sperrfahrt Kl*~~ - *12502*
1 - 14 ~~*Schiebebetriebfahrzeugführer für Zug*~~ - ~~*Rangierfahrt*~~
Standort: *Sig 04* in ~~*Rgl*~~ / ~~*Ggl*~~ / *Gl XT5-XLG*

1 Sie dürfen - in den / im *Bf / Bft* - auf der *Abzw / Üst* *weiterfahren / einfahren.*

1.1 Sie müssen bis zum Erkennen der Stellung des nächsten Hauptsignals mit höchstens 40 km/h fahren.

2 Sie dürfen - *vorbeifahren* - weiterfahren nach *Vorbeifahrt / TR - am / an / in*

Signal usw.	Bezeichnung / km	Bf, Bft, Abzw, Üst, Bk, Dkst

2.1 Sie müssen bis zum Erkennen der Stellung des nächsten Hauptsignals mit höchstens 40 km/h fahren.

3 Sie dürfen aus dem *Bf / Bft* ausfahren.

3.1 Sie müssen bis zum Erkennen der Stellung des nächsten Hauptsignals mit höchstens 40 km/h fahren.

4 Sie fahren auf dem Gegengleis von bis

5 Sie - *fahren / schieben nach* - von bis und kehren zurück.
in Richtung

5.1 Hinfahrt auf Regelgleis, Rückfahrt auf Gegengleis.

5.2 Hinfahrt auf Gegengleis, Rückfahrt auf Regelgleis.

6 Sie dürfen vom Gegengleis
☐ ~~ab km~~ ~~auf der *Abzw / Üst*~~ ~~weiterfahren~~,
☐ ~~ab km~~ ~~auf der *Abzw / Üst*~~ ~~weiterfahren~~,
☐ ~~ab km~~ ~~in den *Bf / Bft*~~ ~~ein- und ausfahren~~,
☐ ~~ab km~~ ~~in den *Bf / Bft*~~ ~~einfahren~~.

6.1 Sie müssen bis zum Erkennen der Stellung des nächsten Hauptsignals mit höchstens 40 km/h fahren.

7 Sie müssen auf dem Gegengleis - *vor Signal Ne 1* / in Höhe des *Esig / Bksig* - halten.
in km des *Bf / Bft* / der *Abzw / Üst*

8 Sie müssen - *zwischen Zmst* *und Zmst*
- *im Bf / Bft / auf Abzw / Üst* halten vor BÜ in ~~km~~
/ ~~km~~ -/ ~~km~~ -/ ~~km~~ -/ ~~km~~ -/ ~~km~~
Sie dürfen weiterfahren, wenn BÜ gesichert ist.

9 Schalten Sie die LZB von Zmst bis Zmst ab.

10 *Fahren Sie signalgeführt weiter* / Wählen Sie *ETCS-Level* / *ETCS-Betriebsart*

11 Fahren Sie bis zur Langsamfahrstelle höchstens mit der nach Fahrplan zugelassenen Geschwindigkeit.
Beachten Sie niedrigere Geschwindigkeiten gemäß Führerraumanzeige und Langsamfahrsignale.

12 Sie müssen folgende Geschwindigkeitsbeschränkungen beachten:

km/h	auf Sicht	im / auf / zwischen Bf / Bft / Abzw / Üst	und Bf / Bft / Abzw / Üst	in / von km / Sig	bis km / Sig	Grund Nr.
20	~~auf~~ Sicht	*im Bf XWF*		*von Sig F*	*bis Sig P2*	5
	auf Sicht					...
	auf Sicht					...

12.1 Stellen Sie fest, ob das Gleis befahrbar ist. Melden Sie das Ergebnis an

12.2 Geben Sie bei Annäherung an den *BÜ / RÜ* Signal Zp 1. Räumen Sie den *BÜ / RÜ* schnellstens,
wenn erstes Fahrzeug *Straßenmitte / RÜ-Mitte* erreicht hat.

12.3 Schauen Sie nach Oberleitungsschäden. Melden Sie das Ergebnis an

12.4 PZB - *am* - *in km*
ständig *wirksam - unwirksam.* *sig*

12.5 Warnen Sie Personen an und im Gleis durch Signal Zp 1. Halten Sie an,
wenn Personen das Gleis nicht verlassen.

12.6 *) gilt nur, wenn der Zug signalgeführt wird.

12.7 Geben Sie bei Annäherung an den Bahnsteig Signal Zp 1.

13 Sie sind vom Fahren auf Sicht zwischen und entbunden.

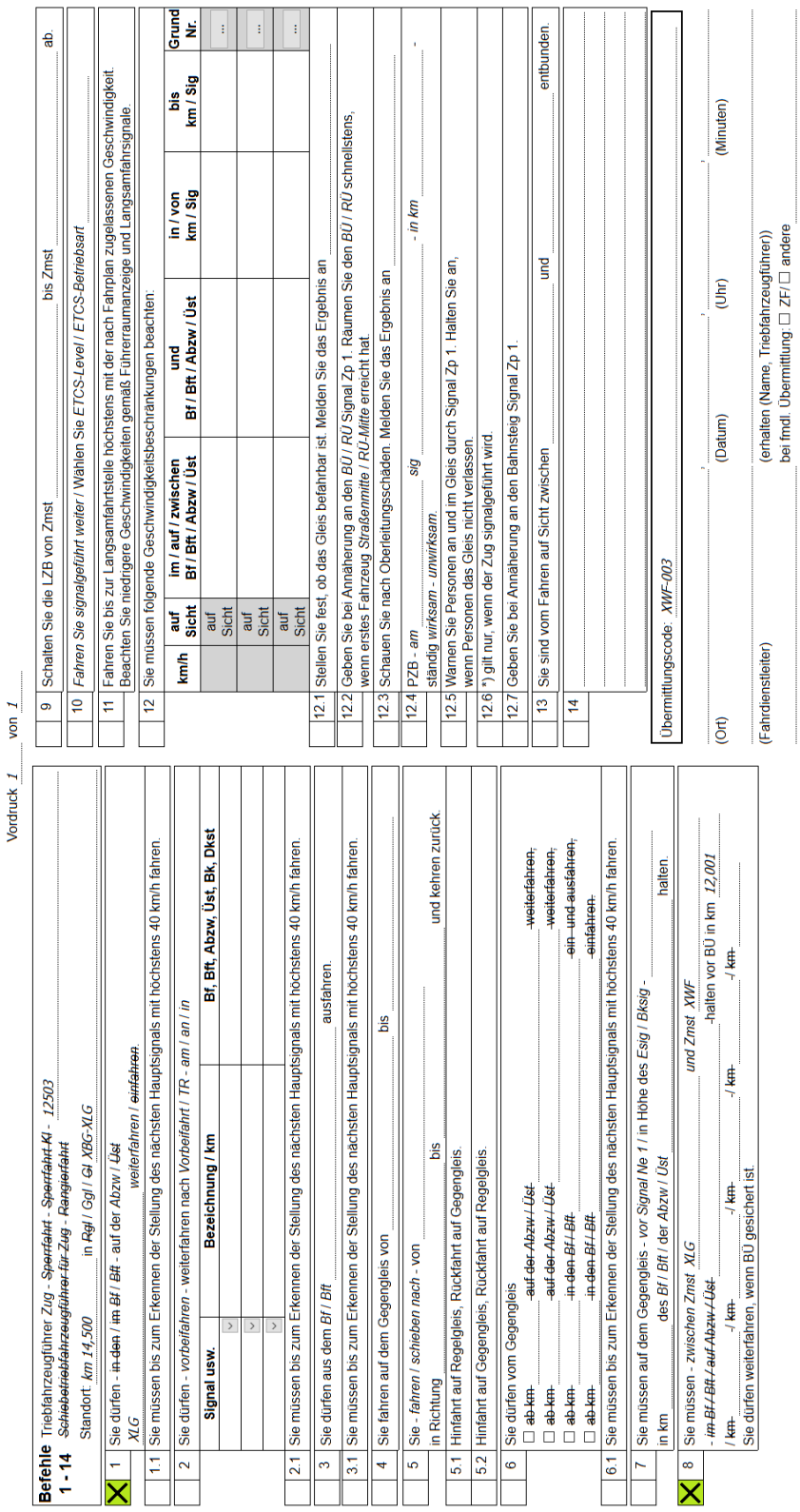
14

Übermittlungscode: *XWF-002*

(Ort) (Datum) (Uhr) (Minuten)

(Fahrdienstleiter) (erhalten (Name, Triebfahrzeugführer))
bei fmdl. Übermittlung: ☐ ZF/☐ andere

Abbildung 14: Ergebnis von Evaluation 2, Aufgabe 2



Vordruck 1 von 1

Befehle Triebfahrzeugführer *Zug* - ~~*Sperrfahrt*~~ - ~~*Sperrfahrt Kl*~~ - *12503*
1 - 14 ~~*Schiebebetriebfahrzeugführer für Zug*~~ - ~~*Rangierfahrt*~~
Standort: *km 14,500* in ~~*Rgl*~~ / *Ggl* / ~~*Gl*~~ *XBG-XLG*

1 Sie dürfen - ~~in den~~ / im ~~*Bf*~~ / ~~*Bft*~~ - auf der *Abzw* / ~~*Üst*~~ *XLG* ~~*weiterfahren / einfahren*~~.

1.1 Sie müssen bis zum Erkennen der Stellung des nächsten Hauptsignals mit höchstens 40 km/h fahren.

2 Sie dürfen - *vorbeifahren* - weiterfahren nach *Vorbeifahrt / TR - am / an / in*

Signal usw.	Bezeichnung / km	Bf, Bft, Abzw, Üst, Bk, Dkst

2.1 Sie müssen bis zum Erkennen der Stellung des nächsten Hauptsignals mit höchstens 40 km/h fahren.

3 Sie dürfen aus dem *Bf / Bft* ..... ausfahren.

3.1 Sie müssen bis zum Erkennen der Stellung des nächsten Hauptsignals mit höchstens 40 km/h fahren.

4 Sie fahren auf dem Gegengleis von ..... bis .....

5 Sie - *fahren / schieben nach* - von ..... bis ..... und kehren zurück.
in Richtung .....

5.1 Hinfahrt auf Regelgleis, Rückfahrt auf Gegengleis.

5.2 Hinfahrt auf Gegengleis, Rückfahrt auf Regelgleis.

6 Sie dürfen vom Gegengleis
☐ ~~ab km~~ ..... ~~auf der *Abzw / Üst*~~ ~~weiterfahren~~;
☐ ~~ab km~~ ..... ~~auf der *Abzw / Üst*~~ ~~weiterfahren~~;
☐ ~~ab km~~ ..... ~~in den *Bf / Bft*~~ ~~ein- und ausfahren~~;
☐ ~~ab km~~ ..... ~~in den *Bf / Bft*~~ ~~einfahren~~.

6.1 Sie müssen bis zum Erkennen der Stellung des nächsten Hauptsignals mit höchstens 40 km/h fahren.

7 Sie müssen auf dem Gegengleis - *vor Signal Ne 1* / in Höhe des *Esig / Bksig* - ..... halten.
in km ..... des *Bf / Bft* / der *Abzw / Üst* .....

8 Sie müssen - *zwischen Zmst XLG* ..... *und Zmst XWF* .....
- ~~*im Bf / Bft / auf Abzw / Üst*~~ ..... -halten vor BÜ in km *12,001*
/ ~~km~~ ..... ~~/ km~~ ..... / ~~km~~ ..... / ~~km~~ .....
Sie dürfen weiterfahren, wenn BÜ gesichert ist.

9 Schalten Sie die LZB von Zmst ..... bis Zmst ..... ab.

10 *Fahren Sie signalgeführt weiter* / Wählen Sie *ETCS-Level / ETCS-Betriebsart* .....

11 Fahren Sie bis zur Langsamfahrtstelle höchstens mit der nach Fahrplan zugelassenen Geschwindigkeit.
Beachten Sie niedrigere Geschwindigkeiten gemäß Führerraumanzeige und Langsamfahrsignale.

12 Sie müssen folgende Geschwindigkeitsbeschränkungen beachten:

km/h	auf Sicht	im / auf / zwischen Bf / Bft / Abzw / Üst	und Bf / Bft / Abzw / Üst	in / von km / Sig	bis km / Sig	Grund Nr.
	auf Sicht					...
	auf Sicht					...
	auf Sicht					...

12.1 Stellen Sie fest, ob das Gleis befahrbar ist. Melden Sie das Ergebnis an .....

12.2 Geben Sie bei Annäherung an den *BÜ / RÜ* Signal Zp 1. Räumen Sie den *BÜ / RÜ* schnellstens,
wenn erstes Fahrzeug *Straßenmitte / RÜ-Mitte* erreicht hat.

12.3 Schauen Sie nach Oberleitungsschäden. Melden Sie das Ergebnis an .....

12.4 PZB - *am* ..... *sig* ..... - *in km* ..... -
ständig *wirksam - unwirksam*.

12.5 Warnen Sie Personen an und im Gleis durch Signal Zp 1. Halten Sie an,
wenn Personen das Gleis nicht verlassen.

12.6 *) gilt nur, wenn der Zug signalgeführt wird.

12.7 Geben Sie bei Annäherung an den Bahnsteig Signal Zp 1.

13 Sie sind vom Fahren auf Sicht zwischen ..... und ..... entbunden.

14 .....

Übermittlungscode: *XWF-003*

(Ort) ..... , (Datum) ..... , (Uhr) ..... , (Minuten) .....

(Fahrdienstleiter) ..... (erhalten (Name, Triebfahrzeugführer))
bei fmdl. Übermittlung: ☐ ZF/ ☐ andere .....

Abbildung 15: Ergebnis von Evaluation 2, Aufgabe 3