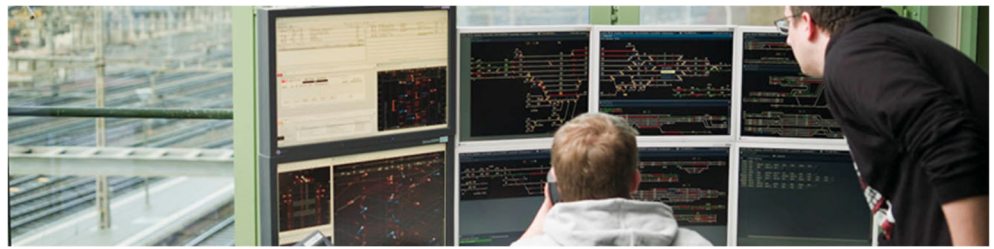


2017

Bericht zum KTI-Projekt:

Mensch-Maschine-Interaktion in
der Verkehrssteuerung im Bahnbetrieb:
Optimale Gestaltung künftiger
Automatisierungen in der Zugverkehrslei-
tung der Schweiz



Prof. Dr. Katrin Fischer

M.Sc. Jonas Brüngger, B.Sc. Karin Hostettler,
M.Sc. Giulio Nisoli, M.Sc. Jasmin Zimmermann

Fachhochschule Nordwestschweiz (FHNW)
Hochschule für Angewandte Psychologie
Institut Mensch in komplexen Systemen

Riggenbachstrasse 16, 4600 Olten

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	2
1.1	Ausgangslage	2
1.2	Projektziele	2
2	Theoretischer Hintergrund	4
2.1	Moderne Arbeitssysteme	4
2.2	Negative Folgen von Automatisierung	4
2.3	KOMPASS-Kriterien	4
3	Arbeitspakete und Vorgehen	6
3.1	AP1: Systemabgrenzung und deskriptive IST-Analyse	6
3.2	AP2: Antizipativ-prädiktive IST-Analyse	8
3.3	AP3: Definition der inhaltlichen und technischen Requirements für das E-Tool	8
3.3.1	Definition der inhaltlichen Requirements	8
3.3.2	Definition der technischen Requirements	10
3.4	AP4: Erstellung und Review eines E-Tool-Prototyps	10
3.5	AP5: Erstellung des elektronischen, software-gestützten Bewertungsinstrumentes	11
3.6	AP6: Empirische Testung der Praktikabilität des elektronischen Bewertungsinstrumentes für verschiedene Automatisierungsalternativen	11
3.7	Ausblick	12
4	Literaturverzeichnis	13
5	Anhang	14

1 Einleitung

Das zweijährige Forschungsprojekt der Hochschule für Angewandte Psychologie – *Mensch-Maschine-Interaktion in der Verkehrssteuerung im Bahnbetrieb: Optimale Gestaltung künftiger Automatisierungen in der Zugverkehrsleitung der Schweiz* – wurde gemeinsam mit den Schweizerischen Bundesbahnen SBB AG (SBB) und der BLS Netz AG (BLS) realisiert, unterstützt von der Kommission für Technologie und Innovation (KTI). Das Ergebnis dieses Projektes war die Entwicklung eines arbeitspsychologischen Instrumentes zur optimalen Gestaltung künftiger **Mensch-Maschine-Systeme** für den **Bahnbetrieb**, das **ARBIG-MMS-B**.

Der vorliegende Bericht stellt zunächst die Ausgangslage, Ziele und den theoretischen Hintergrund des Projektes dar. Anschliessend werden in kurzer Form das Vorgehen, die Ergebnisse und die Umsetzung der einzelnen Arbeitspakete beschrieben.

Die Bezeichnungen ARBIG-MMS-B, E-Tool und elektronisches Instrument werden in diesem Bericht synonym verwendet.

1.1 Ausgangslage

Bei der Gestaltung von modernen Arbeitssystemen, meist komplexe Mensch-Maschine-Systeme (MMS), ist ein wichtiger Aspekt die sogenannte Funktionsallokation, d.h. die Verteilung von Aufgaben zwischen Mensch und Maschine. Dieser Aspekt gewinnt angesichts der zunehmenden Automatisierung in den letzten Jahrzehnten immer mehr an Bedeutung, da automatisierte Systeme zu Problemen führen können, die sich auf die Gesamtzuverlässigkeit des Mensch-Maschine-Systems auswirken können (Manzey, 2012).

Die vier Betriebszentralen der SBB, dem grössten Bahnunternehmen der Schweiz, wie auch die Betriebszentrale bei der BLS, sind solche moderne Arbeitssysteme. Hier überwachen und steuern Zugverkehrsleitende und Disponenten den operativen Betrieb des Zugverkehrs. Die Zugverkehrsleitung ist zentral mitverantwortlich für den pünktlichen, sicheren und wirtschaftlichen Zugverkehr auf dem Schienennetz des Unternehmens. Die Zentralisierung und der zunehmende Automatisierungsgrad der Zugverkehrsleitung bringen wesentliche Herausforderungen für die Gestaltung der technischen Infrastruktur und der Arbeitsabläufe mit sich. Auch die Arbeitsanforderungen und Ausbildungserfordernisse verändern sich durch die Automatisierung. In diesem Zusammenhang stellen sich zentrale Fragen einer prospektiven Arbeitsgestaltung, mit denen man sich heute auseinandersetzen muss, um nicht von den technischen Entwicklungen in der Zukunft überrascht zu werden.

1.2 Projektziele

Generelles Ziel des Projekts war es, Arbeitssysteme so zu gestalten, dass positive Aspekte der Automatisierung genutzt, negative Folgen aufgefangen und die Sicherheit und Zuverlässigkeit des Systems auch in Zukunft gewährleistet werden können. Diesem Ziel diente dieses gemeinsame Forschungsprojekt der Hochschule für Angewandte Psychologie mit den SBB und der BLS. Im Projekt wurde ein arbeitspsychologisch begründeter Anforderungskatalog entwickelt, der es Entwicklern gestattet, automatisierte Systeme so zu gestalten, dass sie weder zu Verlusten von Situationsbewusstsein noch zu Kompetenz- und Fertigkeitseinbussen bei den Operateuren führen. Dieses entwickelte arbeitspsychologische Instrument zur optimalen Gestaltung künftiger Mensch-Maschine-Systeme für den Bahnbetrieb (ARBIG-MMS-B) sollte in seiner finalen Form elektronisch ungesetzt und getestet werden.

Dies führte zu den folgenden Zielen des Projekts:

- **Abschätzung von Automatisierungsfolgen** in der Bahnverkehrssteuerung
- **Definition von Kriterien für die Gestaltung künftiger Automatisierungen** so, dass sie betrieblichen, ökonomischen, Sicherheits- und arbeitspsychologischen Anforderungen genügen
- **Entwicklung eines elektronischen Bewertungsinstruments,**
 - um proaktiv Problemen künftiger Technikentwicklung vorzubeugen
 - Automatisierungschancen optimal zu nutzen
 - Kosten bedingt durch suboptimale Verkehrssteuerung zu reduzieren

Übergeordnetes, generelles Ziel des Projektes:

- Einsparungen von volkswirtschaftlichen Kosten,
 - die durch eine suboptimale Verkehrssteuerung in der Schweiz entstehen (z.B. durch Zugverspätungen) und
 - die durch eine verbesserte Automatisierung und Mensch-Maschine-System-Gestaltung, wie in unserem Projekt angestrebt sind, reduziert werden können.

2 Theoretischer Hintergrund

2.1 Moderne Arbeitssysteme

Überwachungs- und Steuerungssysteme, wie z.B. die Zugverkehrsleitung im Bahnverkehr, sind moderne Arbeitssysteme, in denen Menschen vorwiegend automatisierte Prozesse und Parameter überwachen und steuern. Bei der Gestaltung von Arbeitstätigkeiten in automatisierten Arbeitssystemen müssen sowohl die Mensch-Maschine-Funktionsteilung, die individuellen Arbeitsaufgaben als auch das Arbeitssystem, in das der Mensch und die Technik organisatorisch eingebettet sind, berücksichtigt werden (Wäfler, Windischer, Ryser, Weik, & Grote, 1999). Ein zentraler Aspekt dabei betrifft die Funktionsallokation zwischen Mensch und Maschine. Hierbei müssen bestimmte arbeitspsychologische Gestaltungsprinzipien von Arbeitstätigkeiten berücksichtigt werden, damit der Mensch seine Arbeitsaufgabe optimal erfüllen kann. Hacker (1989) nennt unter anderem die Ganzheitlichkeit der Aufgabe. Der Mensch sollte nicht ausschliesslich Überwachungsaufgaben tätigen, sondern die Aufgaben auch planen, vorbereiten ausführen und kontrollieren können. Transparenz, ein weiteres Prinzip nach Hacker (1989), betrifft die Durchschaubarkeit der Einbettung der Arbeitsaufgabe in den Gesamtzusammenhang. Gerade in automatisierten Überwachungssystemen ist dieses Gestaltungsprinzip nicht einfach zu erreichen. Gelingt eine angemessene Funktionsallokation zwischen Mensch und Maschine nicht, können negative Folgen auftreten (Manzey, 2012).

2.2 Negative Folgen von Automatisierung

Bei einer suboptimalen Interaktion von Menschen und Automation zeigen sich insbesondere drei Problemfelder: ein mangelndes oder ein übersteigertes Vertrauen in die Automation, Schwierigkeiten bei der Aufrechterhaltung eines angemessenen Situationsbewusstseins und der Verlust von Fertigkeiten als Folge einer Nutzung automatisierter Systeme (Manzey, 2012). Diese möglichen negativen Folgen gilt es zu vermeiden bzw. aufzufangen, indem beispielsweise bestimmte arbeitspsychologische Gestaltungskriterien berücksichtigt werden. Eine Methode, solche Kriterien bei der Arbeitsgestaltung zu berücksichtigen, ist die KOMPASS-Methode, die von Grote, Wäfler, Ryser, Weik, Zölch und Windischer (1999) entwickelt wurde.

2.3 KOMPASS-Kriterien

Die KOMPASS-Methode wurde zunächst für die Analyse, Bewertung und Gestaltung von automatisierten Produktionssystemen entwickelt. Sie leitet dazu aus arbeitspsychologischen Theorien wichtige Kriterien ab, die für eine menschenzentrierte Gestaltung des Arbeitssystems, der Arbeitstätigkeit und der Mensch-Maschine-Funktionsteilung relevant sind. Diese KOMPASS-Kriterien sind *Prozesstransparenz*, *dynamische Kopplung*, *Informationsautorität*, *Ausführungsbefugnis* und *Flexibilität* und werden nachfolgend kurz erklärt:

Prozesstransparenz. Das Ziel transparenter Prozesse ist es, dass Mitarbeitende die ablaufenden Prozesse verstehen können. Die Prozesse sind jedoch oft für den Operateur nicht einsehbar und dadurch nur schwer durchschaubar. Die Maschine wird zur «Blackbox». Prozesstransparenz wird erreicht durch aktive

Auseinandersetzung der Operateure mit dem System, direkte Rückmeldungen aus dem System über möglichst verschiedene Sinneskanäle und Kenntnis über die Rückmeldekanäle.

Dynamische Kopplung. In automatisierten Arbeitssystemen sind die Einflussmöglichkeiten der Operateure häufig gering, und die Aufgabenausführung ist stark an den Prozess gebunden. Durch eine dynamische Bindung an das technische System sollen Operateure Prozesse mitbeeinflussen können und dadurch die Möglichkeit erhalten, situationsangepasst zu handeln. Eine dynamische Kopplung wird erreicht, indem bei der Aufgabenausführung Wahlmöglichkeiten bestehen bezüglich *Zeitpunkt*, *Vorgehen* und der erforderlichen *Aufmerksamkeit*.

Informationsautorität. Erhält der Operateur Autorität über den Informationsfluss wird ihm ermöglicht, aktiv nach Informationen über den Prozess zu suchen und diese aufzunehmen. Dies wird erreicht, indem Operateure jederzeit die Möglichkeit haben, Informationen aus dem Prozess abzurufen und Informationsfilter zu verändern. Bei der *Informationsaufnahme* geht es darum zu bestimmen, wie automatisiert die (zugängliche) Information präsentiert wird, der Automatisierungsgrad der *Informationsverarbeitung* bezieht sich darauf, inwiefern die Interpretation von Systemzuständen durch die Technik oder vom Operateur übernommen wird.

Ausführungsautorität. Das Ziel der Ausführungsautorität ist, dass Operateure die Sicherheit und Produktivität aktiv und positiv beeinflussen können, indem Möglichkeiten zur Beeinflussung und Steuerung der Prozesse geboten werden. Dazu gehört sowohl das selbstständige fällen von Entscheidungen zu Prozessen und Vorgehensweisen, *die Entscheidungsautorität*, wie auch die Kontrolle über die *Handlungsausführung* bzw. Prozesssteuerung an sich.

Flexibilität. Eine flexible Autoritätszuteilung zwischen Operateur und dem technischen System erlaubt es dem Operateur, Know-how aufzubauen, Erfahrungen zu sammeln und kompetent auf Störungen zu reagieren. Ebenso kann das Beanspruchungsniveau selbst beeinflusst werden. Bei der *adaptierbaren Automatisierung* bestimmt der Operateur über die Funktionszuweisung an die Maschine (z.B. Einschalten eines Assistenzsystems). Im Falle adaptiver Automatisierung geschieht die Funktionszuweisung anhand definierter Kriterien durch das technische System (z.B. bei zu langsamem Reagieren des Menschen, Leistungseinbussen oder situativen Bedingungen). Hierbei ist es wichtig, dass Operateure Kenntnis darüber haben, wann ihnen die Autorität entzogen wird und wann und weshalb sie sie wieder übernehmen können.

Die KOMPASS-Kriterien sind auf einer eher abstrakten Ebene formuliert. Um sie in einem bestimmten Kontext anwenden zu können, wie beispielsweise in der Zugverkehrsleitung, müssen sie konkretisiert werden.

3 Arbeitspakete und Vorgehen

Neben der SBB Infrastruktur Betrieb war die BLS Netz AG zweiter Umsetzungspartner des Projekts. Zudem wurde das Projekt von einem Sounding Board begleitet, um die Qualität und die Anwendbarkeit des zu entwickelnden Instrumentes sicherzustellen, sowie um die Verbreitung der Projektergebnisse über die beteiligten Unternehmen SBB und BLS hinaus vorzubereiten. Im Sounding Board fungierten Vertreter von zwei weiteren Bahnbetrieben der Schweiz, der Rhätischen Bahn AG (RhB) und der Unternehmung Regionalverkehr Bern-Solothurn (RBS). Zudem war das Flugsicherungsunternehmen skyguide vertreten.

Um die Ziele des Projekts umzusetzen wurden folgende sechs Arbeitspakete (AP) definiert, auf die des Weiteren genauer eingegangen wird:

- AP1: Systemabgrenzung und deskriptive IST-Analyse
- AP2: Antizipativ-prädiktive IST-Analyse
- AP3: Definition der inhaltlichen und technischen Requirements
 - AP3.1 Definition der inhaltlichen Requirements für das E-Tool
 - AP3.2 Definition der technischen Requirements für das E-Tool
- AP4: Erstellung und Review eines E-Tool-Prototyps
- AP5: Erstellung des elektronischen, software-gestützten Bewertungsinstrumentes
- AP6: Empirische Testung der Praktikabilität des elektronischen Bewertungsinstrumentes für verschiedene Automatisierungsalternativen

3.1 AP1: Systemabgrenzung und deskriptive IST-Analyse

Ziel: In einem ersten Schritt musste die **Systemabgrenzung** geklärt werden, die für die Analyse und Bewertung eines Arbeitssystems unumgänglich ist. Dies für die Dimensionen Rollen, technische Subsysteme, organisationale Strukturen, Regionen, Betriebszustände und Zeithorizont. Des Weiteren erfolgte eine **Analyse und Beschreibung des IST-Zustandes** der verschiedenen Mensch-Maschine-Systeme (MMS), ihrer Interaktionsgestaltung und ihrer Automatisierungsgrade in der Zugverkehrsleitung aus arbeitspsychologischer Sicht. Der letzte Punkt des Arbeitspaketes beinhaltete die **Entwicklung von geeigneten Bewertungskriterien** für eine aufgabenbezogene Beurteilung der unterschiedlichen MMS und ihrer Interaktionsgestaltung in der Zugverkehrsleitung.

Vorgehen/Methode: Im Rahmen der **Systemabgrenzung** wurden Dokumentenanalysen durchgeführt. Anschliessend erfolgten Experteninterviews mit verschiedenen Fachexperten des Bahnverkehrs, der Zugverkehrsleitung und des in diesem Projekt involvierten Kernteams der SBB und BLS.

Für die **Analyse und Beschreibung der Tätigkeiten und Arbeitssysteme** in der Betriebszentrale (BZ) wurden Beobachtungsinterviews, deskriptive Prozessbeschreibungen und eine Analyse der Arbeitsaufgaben der verschiedenen Rollen durchgeführt. Die Beurteilung der derzeitigen technischen Rahmenbedingungen erfolgte auf der Basis arbeits- und organisationspsychologischer Kriterien (Kriterien für eine gute Automatisierung) im Rahmen der KOMPASS-Methode. Es wurden drei Analyseebenen unterschieden, die Mensch-Maschine-Funktionsteilung (Schnittstellen), die individuelle Arbeitsaufgabe und das Arbeitssystem. Die einzelnen Tätigkeiten der verschiedenen Funktionsträger wurden zunächst jeweils gemäss diesen drei Ebenen analysiert und anschliessend bewertet. Die Bewertungskriterien waren die folgenden: Prozesstransparenz, Kopplung, Informationsautorität, Ausführungsautorität, und Flexibilität.

Die Entwicklung von geeigneten **Bewertungskriterien für eine aufgabenbezogene Beurteilung der unterschiedlichen MMS** und ihrer Interaktionsgestaltung in der Zugverkehrsleitung basierte auf den KOMPASS-Kriterien. Sie wurden geprüft, bewertet und für den Kontext der Zugverkehrsleitung angepasst.

Ergebnisse Systemabgrenzung: Rollen: Zugverkehrsleitende (ZVL), Arbeitsvorbereitung (AVOR), Disponent Bahnverkehr (DBV), Assistent Disponent Bahnverkehr (ADBv) und Informationsspezialist (InfoSpez). Technische Systeme: Alarmierungs- und Ereignisassistent (RCS ALEA), Plattform für Disponenten Bahnverkehr und Zugverkehrsleitende (RCS Dispo), Integrales Leit- und Informationssystem (ILTIS) und Netzweites Trassen-System (NeTS). Regionen: BZ Ost/Kloten und BZ BLS. Betriebszustände: Normalbetrieb und Störung/Störfall. Zeithorizont: Jahr 2020. Bei der BLS und SBB sind die Rollenbezeichnungen teilweise unterschiedlich: DBV (SBB) und Dispatcher (BLS), KIB (SBB) und Dispras (BLS).

Ergebnisse Analyse und Beschreibung der Tätigkeiten und Arbeitssysteme: Bei der Analyse und Beschreibung des IST-Zustandes der verschiedenen MMS wurde festgestellt, dass die Aufgabe zentral ist und die Darstellung der Ergebnisse deshalb abgeleitet von der Aufgabe dargestellt werden müssen. Dies führte zur Darstellungsform der MTO-Dreiecke mit der Aufgabe im Zentrum (siehe Abb. 1). Die so beschriebenen Tätigkeiten und Arbeitssysteme befinden sich in Anhang AP1 des Berichtes.

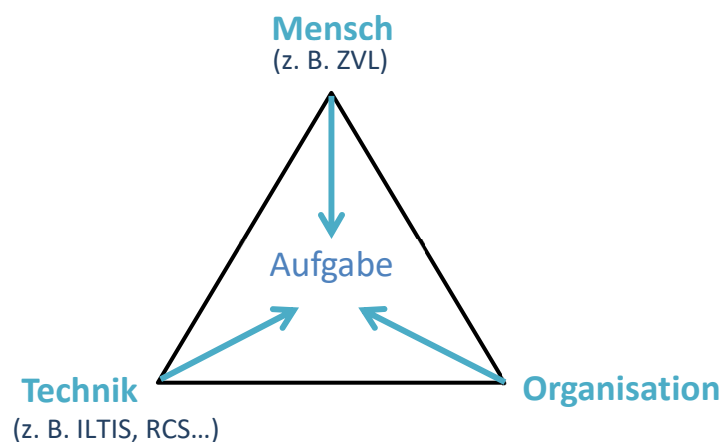


Abb. 1. Aufgabenbezogene Schnittstelle zwischen den Subsystemen Mensch, Technik und Organisation.

Ergebnisse Entwicklung von geeigneten Bewertungskriterien: Die KOMPASS-Kriterien, als Bewertungskriterien verwendet, sind angepasst auf den Kontext der Zugverkehrsleitung, ergänzt mit Beispielen. *Prozesstransparenz:* Wie viel und welches Systemwissen brauchen die Akteure, um ihre Aufgaben optimal bewältigen zu können? Welche Art von Feedback müssen die technischen und die organisationalen Systeme liefern?; *Kopplung:* Wie dynamisch muss die Mensch-Maschine-Funktionsteilung sein, damit die Akteure ihre Aufgaben optimal bewältigen können?; *Informationsautorität:* Wie viel Information muss von den Akteuren bei der Aufgabenlösung selbst aktiv gesucht werden, wie viel Information soll von technischen System vorgegeben werden?; *Ausführungsautorität:* Welche Einflussmöglichkeiten und Entscheidungskompetenzen sollen die Akteure haben, damit sie ihre Aufgaben optimal erfüllen können?; *Flexibilität:* Wie dynamisch und flexibel muss die Autoritätsverteilung zwischen Mensch und Technik sein, damit die Akteure ihre Aufgaben optimal erfüllen können?

3.2 AP2: Antizipativ-prädiktive IST-Analyse

Ziel: Im zweiten Arbeitspaket wurde der Fragestellung nachgegangen, wie sich künftige Mensch-Maschine-Systeme im Bereich Verkehrssteuerung weiterentwickeln werden, welche Entwicklungsrichtungen heute bereits absehbar sind. Daraus ableitend sollten die Konsequenzen von geplanten Automatisierungen und die Antizipation von Chancen und Risiken aus arbeitspsychologischer Sicht erarbeitet werden. Das Ziel war es herauszufinden, wie im Projekt möglichst prospektiv und proaktiv die geplanten Entwicklungsrichtungen berücksichtigen werden können und welche Anforderungen sich daraus für das Projekt und das zu entwickelnde Tool ergeben werden.

Vorgehen/Methode: In drei ganztägigen Workshops mit Vertretern der FHNW, der SBB und der BLS wurde die Fragestellung bearbeitet. Zur Beschreibung der künftigen Anforderungen wurden die geplanten Projekte und erwarteten Veränderungen im Zugverkehr in den MMS bearbeitet (z.B. durch das Projekt Dispo-OP und Steigerung der Kundenzahlen) und aus den künftigen Anforderungen konnten Chancen und Risiken der Automatisierungen abgeleitet werden. Daran anschliessend wurden die Ergebnisse der Workshops aufgearbeitet und analysiert und die antizipativ-prädiktive IST-Analyse vervollständigt.

Ergebnisse: Im Folgenden werden die wichtigsten Ergebnisse aus dem Workshops zum Thema *Transparenz und Vertrauen* dargestellt, Detaillierte Ergebnisse zu beiden Themen, *Transparenz und Vertrauen* und *Chancen und Risiken künftiger technologischer Veränderungen* finden sich in Anhang AP2.

Ausführungsautonomie. Das System sollte von Routinetätigkeiten entlasten; das System sollte Ressourcen schaffen, damit sich der Mensch auf das Wesentliche konzentrieren kann (z.B. Flaschenhälse), (Dispo-)Entscheide sollten beim Menschen bleiben; die Ausführung sollte automatisiert sein; der Mensch muss seine Verantwortung wahrnehmen können (dies nicht nur theoretisch, sondern v.a. praktisch). **Prozess-transparenz.** Nachvollziehbarkeit und Vorhersehbarkeit der Tools; Zusammenspiel der Tools (Input und Output); Handlungskompetenz aufbauen; Informationsüberflutung.

Konsequenzen/Umsetzung: Die Hauptegebnisse zu den Kriterien Ausführungsautonomie und Prozess-transparenz wurden in einer zweiten Diskussion vertieft, dies für die Aufgabe des Störungsmanagements anhand eines Beispiels einer konkreten Störung. Die Chancen und Risiken technologischer Veränderungen wurden diskutiert, identifiziert und beschrieben.

3.3 AP3: Definition der inhaltlichen und technischen Requirements für das E-Tool

Bevor ein Prototyp des Tools anfertigt werden konnte, musste herausgearbeitet werden, welche Voraussetzungen so ein E-Tool aus Sicht der Unternehmen haben muss, in denen es nachher eingesetzt werden soll. Hierzu wurden einerseits **inhaltliche Voraussetzungen** für das Tool definiert (bspw. welche Kriterien müssen abgedeckt werden, welcher Abstraktionsgrad ist für die Zielgruppe nützlich), andererseits **technische Voraussetzungen** festgelegt (bspw. jeder soll es verwenden können, Dateien müssen leicht von verschiedenen Personen versendet und bearbeitet werden können).

3.3.1 Definition der inhaltlichen Requirements

Ziel: Die Erstellung eines Kataloges mit inhaltlichen Voraussetzungen und die Ableitung der Kriterien einer optimalen aufgabenbezogenen Schnittstellengestaltung zwischen Mensch-Technik-Organisation.

Vorgehen/Methode: Aus den Ergebnissen der IST-Analysen der verschiedenen Mensch-Maschine-Systeme in der Zugverkehrsleitung (AP2) wurden mittels Tabellen (siehe Tab. 1) Gestaltungsempfehlungen für künftige Automatisierungsvorhaben auf den drei Ebenen Mensch, Technik und Organisation abgeleitet (siehe Abb. 2).

Tab. 1. Auf Basis von Theorie und Ist-Analysen wurden in Workshops und Diskussionen Tabellen erarbeitet und iterativ ausgefüllt.

KOMPASS-Gestaltungskriterien, z.B.	SOLL-Ausprägung	Anforderungen für die Ebenen Mensch, Technik, Organisation	Risiken bei sub-optimaler Gestaltung	Kompensationsmöglichkeiten
Aktive Auseinandersetzung				
Rückmeldungen				
Informationsautorität				
Ausführungsautorität				

Grundsätzliches Vorgehen		Anwendungsbeispiel an einem konkreten Kriterium für die Zugverkehrsleitung
Operationalisierung der Kriterien	1 Kriterien für Mensch-Maschine Systeme der KOMPASS-Methode	Ausführungsautorität: Handlungsausführung
	2 Bestimmung des Soll-Zustands	Der Operateur steuert das System und den Ablauf von Aktionen aktiv. Es gibt keine Einschränkungen des Handlungsspielraums des Operateurs durch das System. Die Art der Ausführung von Aufgaben liegt bei ihm, er kann laufende Prozesse bei Bedarf übersteuern.
	3 Ableitung von Gestaltungsanforderungen für den Bereich der automatisierten Überwachung und Steuerung	Auf Ebene Technik: Das technische System löst insbesondere bei sich dynamisch verändernden Bedingungen (z.B. während einer aussergewöhnlichen Störung) keine automatischen Massnahmen aus.
	4 Ziele der Gestaltungsanforderung	Auf Ebene Technik: (Prozess-)kontrolle, situationsangepasste Handlungsmöglichkeiten, Förderung der Verantwortungsübernahme

Abb. 2. Anwendungsbeispiel der Operationalisierung eines KOMPASS-Kriteriums für die Zugverkehrsleitung auf der Ebene Technik.

Zudem wurde in einem Workshop mit der SBB und der BLS ein *Use Case* erarbeitet, also die Frage geklärt, wer das Instrument anwenden soll (Rollen, Abteilungen), für welche Aufgaben/Projekte und zu welchem Zeitpunkt des Prozesses.

Ergebnisse: Insgesamt wurde ein Katalog mit 110 Anforderungen auf den Ebenen Mensch (28, Ausbildung), Technik (66) und Organisation (16) abgeleitet. Die Anforderungen sind aufgabenbezogen (nicht rollenbezogen) definiert. Folgende Aufgaben wurden berücksichtigt: Erkennen von Störungen, Störungsmanagement, Überführung in Regelbetrieb (DBV/ADBZ/ZVL), Anzeigen auf dem Perron managen, Management Betriebslagemonitor (InfoSpez); Planung Tagesfahrplan, Generierung und Übermittlung von Zuglenkdaten (AVOR).

3.3.2 Definition der technischen Requirements

Ziel: Die Erstellung eines Kataloges mit technischen Voraussetzungen, zur Beantwortung der Frage, was das E-Tool können muss, damit es verwendet werden kann.

Vorgehen/Methode: In gleichen Workshop, indem der *Use Case* erarbeitet wurde, konnten auch die technischen Voraussetzungen, die das MMI-Tool aus Sicht der Unternehmen haben sollte, identifiziert werden.

Ergebnisse: Das E-Tool muss in einem gängigen, in allen Unternehmen verwendeten Programm umgesetzt werden. Es muss Filtermöglichkeiten geben für die Ebene (Mensch, Technik, Organisation), die Aufgabe und den Bereich. Bereiche müssen einfach abänderbar sein. Mehrere Personen müssen am Dokument, das zentral abgespeichert sein muss, arbeiten können.

Konsequenzen/Umsetzung inhaltliche und technische Requirements: Die Requirements sind nun bekannt und definiert. Aufgrund dieser Erkenntnisse wurde es als zielführend angesehen, den E-Tool-Prototypen mit dem Programm Microsoft Excel zu erstellen.

3.4 AP4: Erstellung und Review eines E-Tool-Prototyps

Ziel: Die Erstellung eines Prototyps, basierend auf den in AP3 definierten Requirements, für ein elektronisches Instrument, mit dem sowohl bereits **bestehende Mensch-Maschine-Systeme** bzgl. der arbeitspsychologischen Kriterien bewertet, als auch **Anforderungen für die Gestaltung künftiger Systeme** definiert werden können. Zudem die Durchführung eines **Reviews dieses Prototyps**. Schliesslich die Erstellung eines **Konzepts für den Einsatz** des MMI-Tools, wie das Unternehmen das Tool einsetzen soll (interne Prozesse, Rollen, Nutzende).

Vorgehen/Methode: Der **E-Tool-Prototyp** wurde im Excel umgesetzt, aufbauend auf der Struktur der verwendeten Tabellen in AP3 (siehe Abb. 2). Der Review des Prototyps erfolgte im Rahmen des Sounding Boards, indem der Prototyp den Mitgliedern des Sounding Boards und den Projektpartnern SBB und BLS vorgestellt und anschliessend kritisch besprochen wurde.

Ein **Leitfaden** zur erfolgreichen Einführung und Anwendung des MMI-Tools wurde auf Basis des Projektmanagementschemas für die Wissensmanagement-Implementierung (nach CEN, 2004) erstellt. Dieser Leitfaden wurde im Rahmen eines Workshops mit künftigen Anwendern des MMI-Tools getestet, indem die Teilnehmenden den Leitfaden exemplarisch für ihre Unternehmung anwendeten.

Ergebnisse Review: Grundsätzlich wurde der Prototyp als gut befunden: Die Struktur des Prototypen war nachvollziehbar und verständlich. Allerdings sollte das Tool noch bedienerfreundlicher werden, da die vielen Anforderungen den Nutzenden fast etwas «erschlagen» könnten. Einige Anforderungen wurden inhaltlich auf Verständlichkeit geprüft, was die Befragten positiv beantworten konnten.

Ergebnisse Einsatzkonzept: Der Leitfaden konnte von den Teilnehmenden angewendet und als Diskussionsgrundlage für die Implementierung genutzt werden. Manchmal wurden spezifischere Angaben gewünscht, die aber aufgrund der generischen Einsatzidee des Leitfadens nicht umgesetzt wurden. Kleine Änderungsvorschläge bezüglich Wording wurden aufgenommen und umgesetzt.

Konsequenzen/Umsetzung: Prototyp. Der Umsetzung im Excel konnte beibehalten werden und auch an der Struktur musste wenig verändert werden. Um die Menge an Anforderungen handhabbarer zu machen, wurde der Einsatz von Makros beschlossen. **Einsatzkonzept.** Der Leitfaden wurde leicht angepasst und finalisiert.

3.5 AP5: Erstellung des elektronischen, software-gestützten Bewertungsinstrumentes

Ziel: Die Erstellung und Programmierung des elektronischen Instrumentes, aufbauend auf dem Prototyp und dem Feedback aus dessen Review (AP4). Das Instrument kann sowohl bereits existierende Mensch-Maschine-Systeme bzgl. der arbeitspsychologischen Kriterien bewerten, als auch Anforderungen für die Gestaltung künftiger Systeme definieren.

Vorgehen/Methode: Damit die grosse Menge an Anforderungen besser bearbeitet werden können, wurde das E-Tool mit Makros versehen. Die Makros wurden im Programm Excel mithilfe des Visual Basics programmiert.

Ergebnisse: In folgenden Bereichen wurden Makros programmiert: Bei der Auswahl der relevanten Organisationseinheit; bei der Beschreibung der Planungseinschätzung, inwieweit die beschriebene Umsetzung der Anforderung geplant ist, inkl. deren Bewertung; bei den Kompensationsmöglichkeiten.

Konsequenzen/Umsetzung: Die Makros für eine verbesserte Handhabbarkeit wurden im E-Tool umgesetzt.

3.6 AP6: Empirische Testung der Praktikabilität des elektronischen Bewertungsinstrumentes für verschiedene Automatisierungsalternativen

Ziel: Prüfung des E-Tools auf seine beiden Funktionalitäten *Bewertung eines bestehenden MMS* und *Bewertung geplanter Automatisierungsvorhaben* bezüglich Usability. Ausführen von allfälligen Revisionen und Modifikationen zur Verbesserung der Aufgabenangemessenheit, Steuerbarkeit und Selbstbeschreibungsfähigkeit.

Vorgehen/Methode: Im Rahmen von zwei Pilotversuchen bei der SBB und bei der BLS wurde das E-Tool an zwei aktuell laufenden Projekten getestet. Beim Piloten bei der SBB im Rahmen des Projektes Fahrwegalternativen (RCS-HOT-CBT), bei der BLS zum Projekt Dispositionsoptimierung (Dispo-Op). In einem ersten Schritt wurde eine Sensibilisierung der Teilnehmenden zum Thema Automatisierung durchgeführt. Danach wurde das E-Tool, das ARBIG-MMS-B, vorgestellt, bevor die Teilnehmenden dann in Kleingruppen das E-Tool für ihr konkretes Projekt anwenden konnten. Die Erhebung erfolgte anschliessend mit einem Interviewleitfaden in einem vertiefenden Gespräch (siehe Anhang AP6). Es interessierten dabei einerseits die Inhalte des Tools und hier vor allem, ob die im Tool formulierten Gestaltungskriterien und Anforderungen für die Anwendenden konkret genug und handhabbar waren. Andererseits interessierte die Benutzbarkeit der Excel-Umsetzung des Tools durch die künftigen Anwender.

Ergebnisse: Die Erfahrungen mit dem Tool waren grundsätzlich gut. **Konkretheit und Handhabbarkeit der Anforderungen.** Die Konkretheit der Anforderungen, der Ziele und der Kompensationsmöglichkeiten wurde als hinreichend konkret bewertet. Die Handhabbarkeit der Anforderungen, der Einschätzungen

und der Kompensationsmöglichkeiten wurde als gut praktikabel bewertet. Der Aufwand für das Ausfüllen des Tools wurde als eher hoch bewertet. **Spezifische Fragen zum Design des Tools.** Die Gestaltung und Umsetzung des Tools wurde grundsätzlich als gut bewertet. Die Aufgabenangemessenheit, Selbstbeschreibungsfähigkeit und Individualisierbarkeit des Tools wurden als gut bewertet (Zusammenfassung siehe Anhang AP6).

Konsequenzen/Umsetzung: Die Ergebnisse der Testung zeigten eine gute Bewertung bezüglich Usability der beiden Funktionalitäten *Bewertung eines bestehenden MMS* und *Bewertung geplanter Automatisierungsvorhaben*. Inhaltlich zeigten die Anforderungen eine gute Konkretheit und Handhabbarkeit. Kleinere Anpassungen, wie beispielsweise Aktivierung der Makros durch Doppelklick, damit auch mit der Tastatur navigiert werden kann, wurden vorgenommen. Zudem wurde am Ende des E-Tools ein zusätzliches Excelblatt eingeführt, in dem alle bewerteten Anforderungen zusammenfassen dargestellt werden. Nach den Korrekturen wurde das E-Tool, das ARBIG-MMS-B, finalisiert und den Praxispartnern zur Verfügung gestellt.

3.7 Ausblick

Das ARBIG-MMS-B wurde theoriegeleitet und in enger Zusammenarbeit mit den Praxispartnern entwickelt. Unter diesen beiden Voraussetzungen ist es gelungen, ein Instrument zu entwickeln, das einerseits auf arbeitspsychologischen Konzepten beruht, andererseits aber auch anwendbar und praktikabel genug ist, dass es von Bahnpraktikern bei der Gestaltung von Mensch-Maschine-Systemen in der Zugverkehrsleitung angewendet werden kann.

Das ARBIG-MMS-B deckt ein Bedürfnis in der Praxis ab. Dies zeigt sich vor allem auch dadurch, dass ein weiterer Bereich der SBB, die Zugführung im Bahnverkehr (P-OP), Interesse an ARBIG-MMS-B bekundet hat. Zurzeit wird ein Instrument, das ARBIG-MMS-LF, für die Gestaltung der Zugführung im Bahnverkehr erarbeitet und umgesetzt.

4 Literaturverzeichnis

CEN (Europäisches Komitee für Normung)/ISSS (Hrsg.): *Europäischer Leitfaden zur erfolgreichen Praxis im Wissensmanagement, CEN 14924*. CEN/ISSS Knowledge Management Workshop, Brüssel 2004.

Grote, G., Wäfler, T., Ryser, C., Weik, S., Zölch, M. & Windischer, A. (1999). *Wie sich Mensch und Technik sinnvoll ergänzen. Die ANALYSE automatisierter Produktionssysteme mit KOMPASS*. Schriftenreihe Mensch- Technik- Organisation (Hrsg. E. Ulich), Band 19. Zürich: vdf Hochschulverlag.

Hacker, W. (1989). Vollständige vs. unvollständige Arbeitstätigkeiten. In S. Greif, H. Holling & N. Nicholson (Hrsg.), *Arbeits- und Organisationspsychologie. Internationales Handbuch in Schlüsselbegriffen* (S. 463–466). München: Psychologie Verlags Union.

Manzey, D. (2012). Systemgestaltung und Automatisierung. In P. Badke-Schaub, G. Hofinger & K. Lauche (Hrsg.), *Human Factors. Psychologie sicheren Handelns in Risikobereichen*. 2. Aufl. (S. 333–352). Berlin Heidelberg: Springer

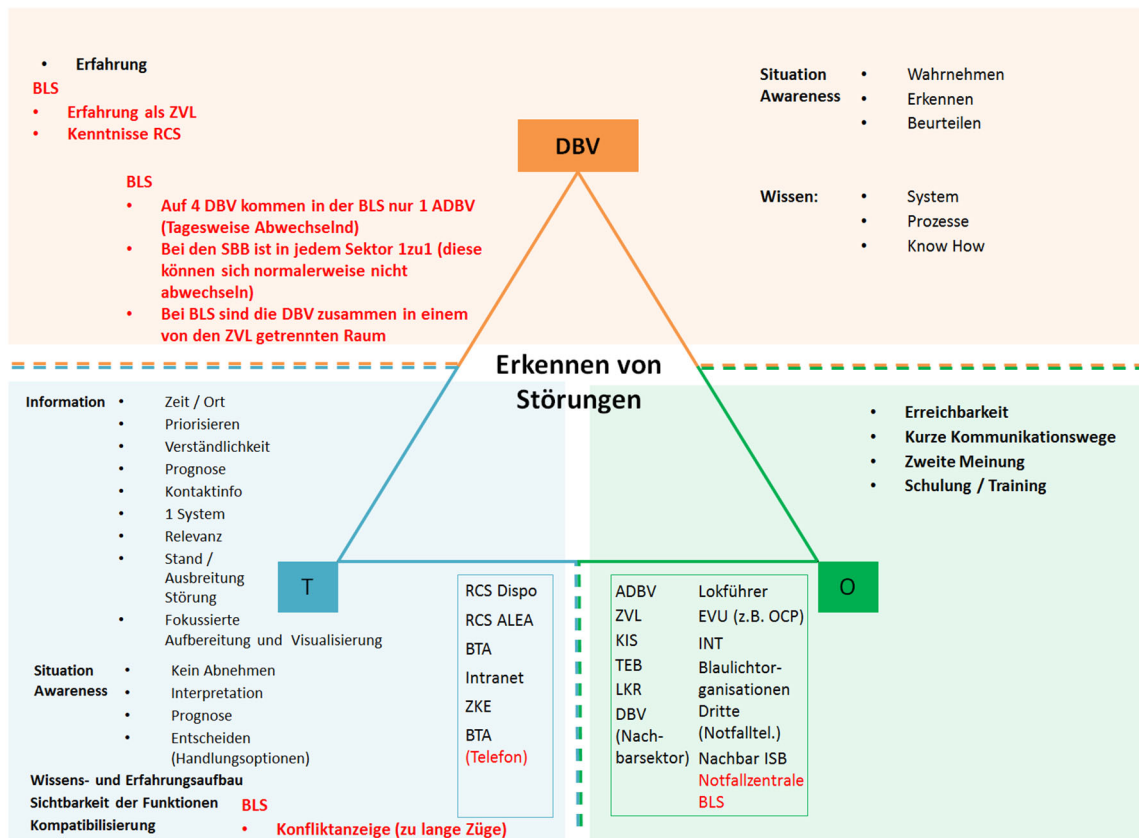
Wäfler, T., Windischer, A., Ryser, C., Weik, S. & Grote, G. (1999). *Wie sich Mensch und Technik sinnvoll ergänzen. Die GESTALTUNG automatisierter Produktionssysteme mit KOMPASS*. Schriftenreihe Mensch-Technik-Organisation (Hrsg. E. Ulich), Band 18. Zürich: Hochschulverlag an der ETH Zürich.

5 Anhang

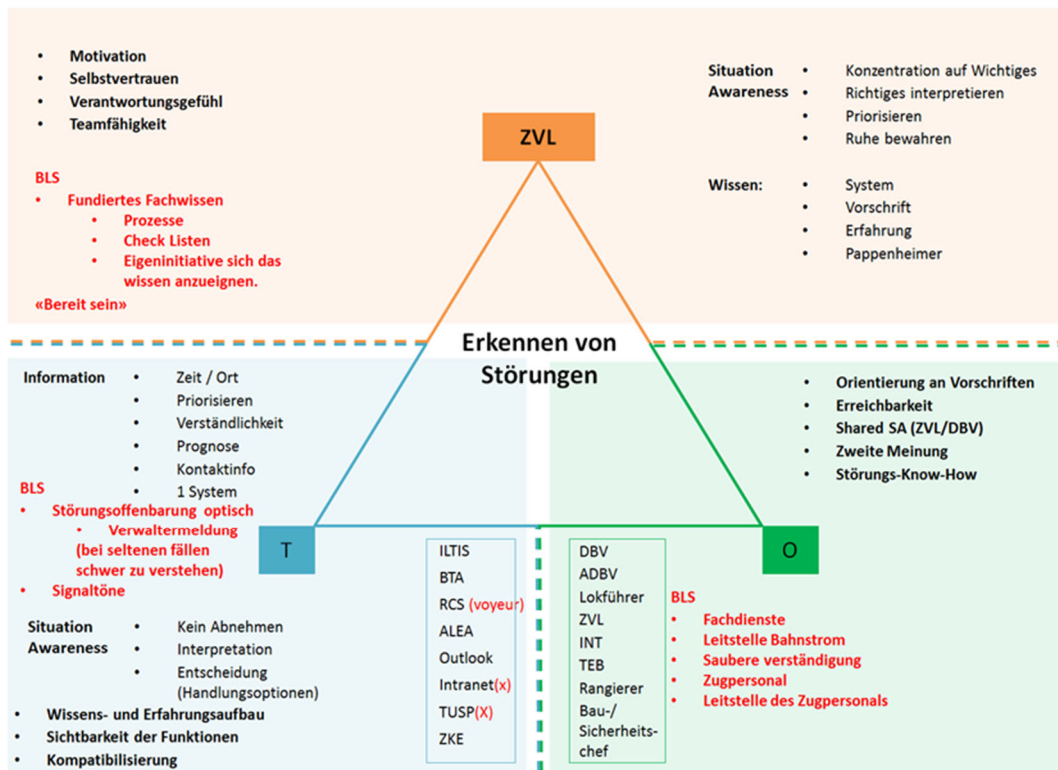
AP1: Ergebnisse zur deskriptiven IST-Analyse

Im Folgenden werden die wichtigsten Erkenntnisse kurz dargestellt. Um Eigenheiten und Unterschiede zwischen den Projektpartnern unterscheiden zu können, wurden Ergänzungen aus der BLS in den Abbildungen in roter Schrift dargestellt.

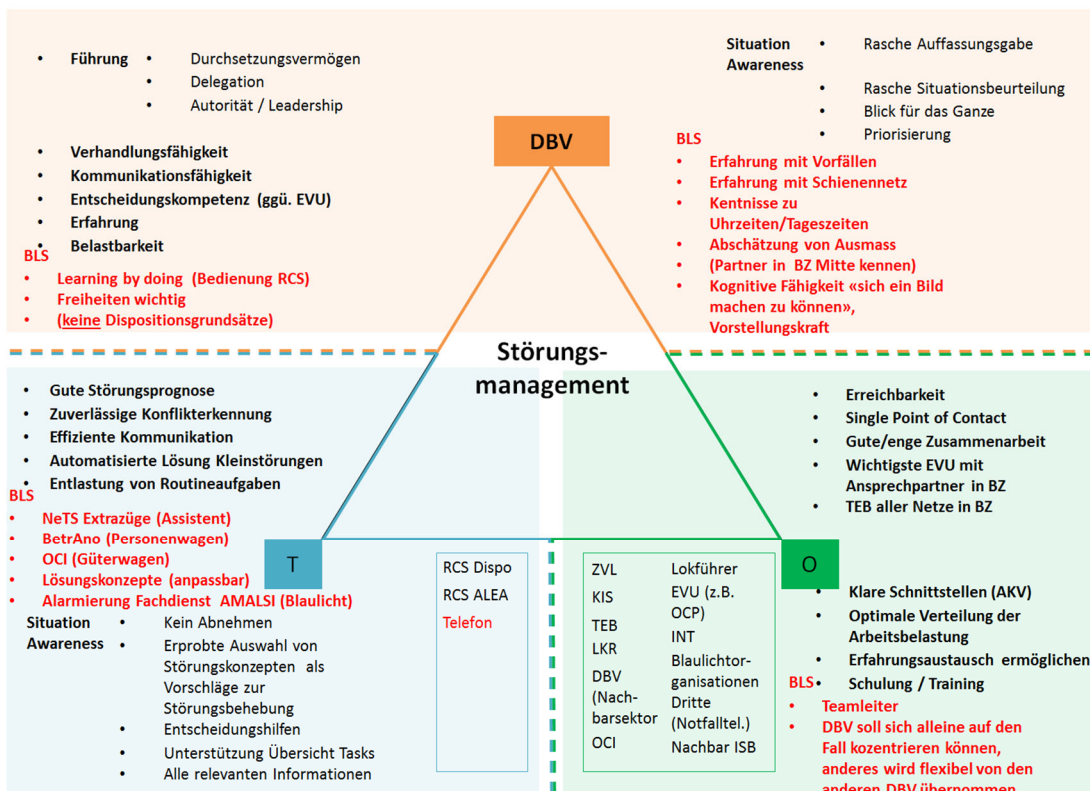
Schnittstellenbeschreibung Rolle DBV bzgl. der Aufgabe «Erkennen von Störungen»



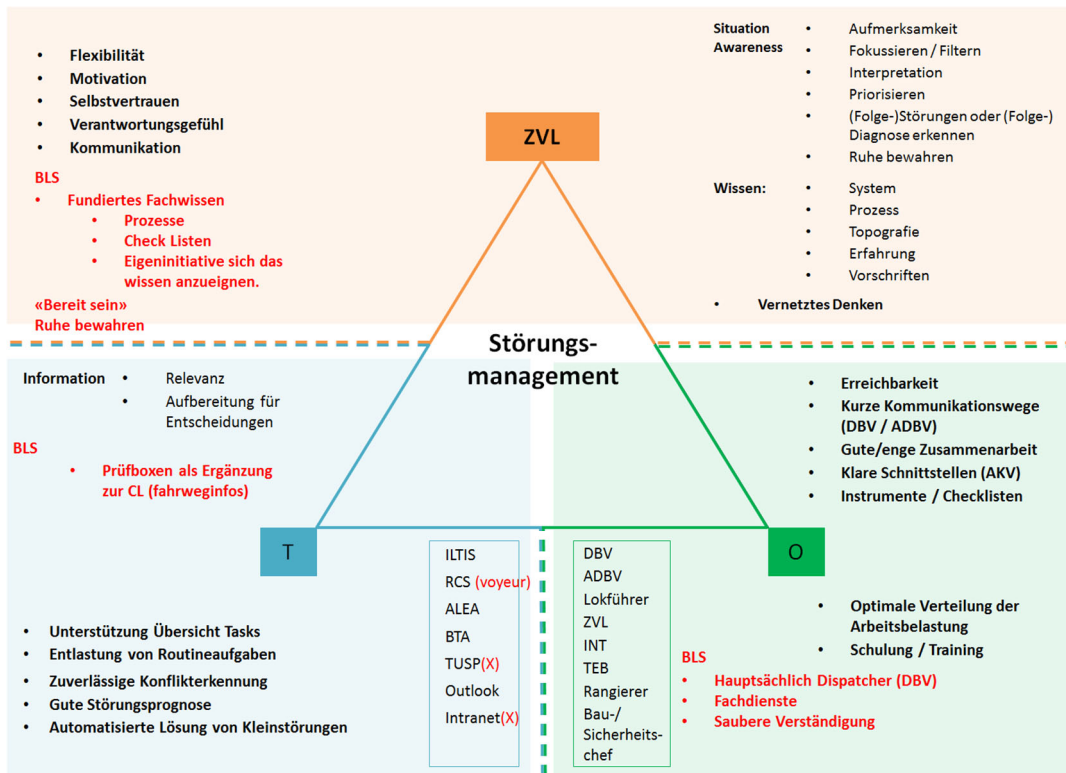
Schnittstellenbeschreibung Rolle ZVL bzgl. der Aufgabe «Erkennen von Störungen»



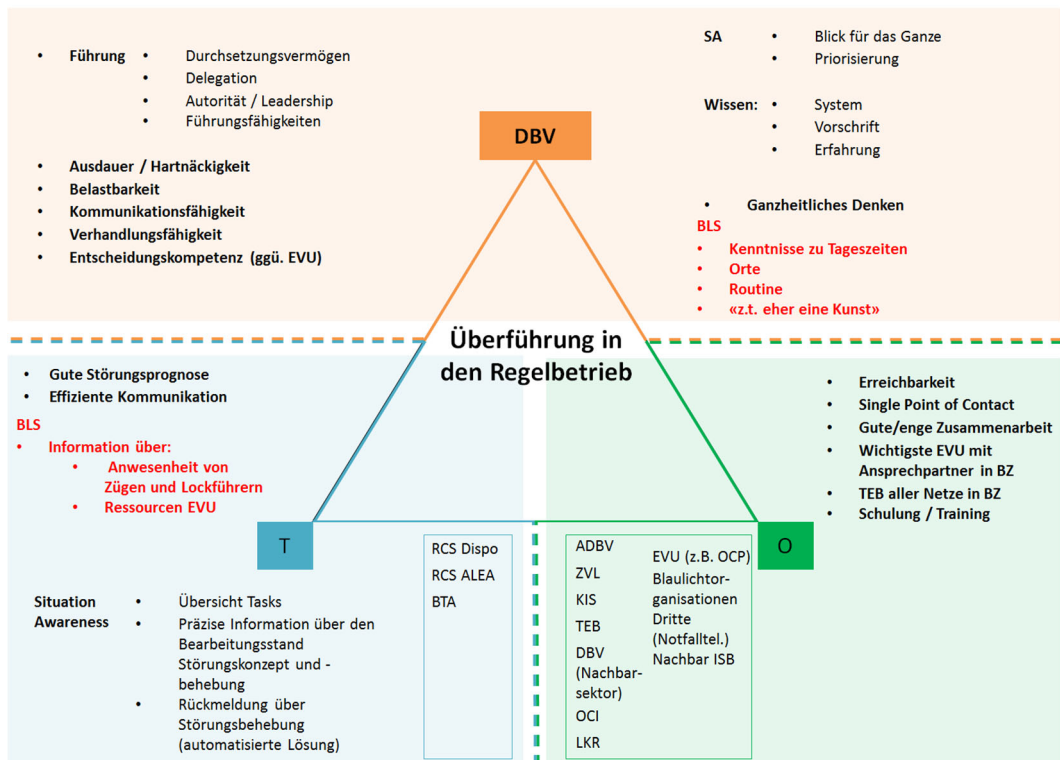
Schnittstellenbeschreibung Rolle DBV bzgl. der Aufgabe «Störungsmanagement»



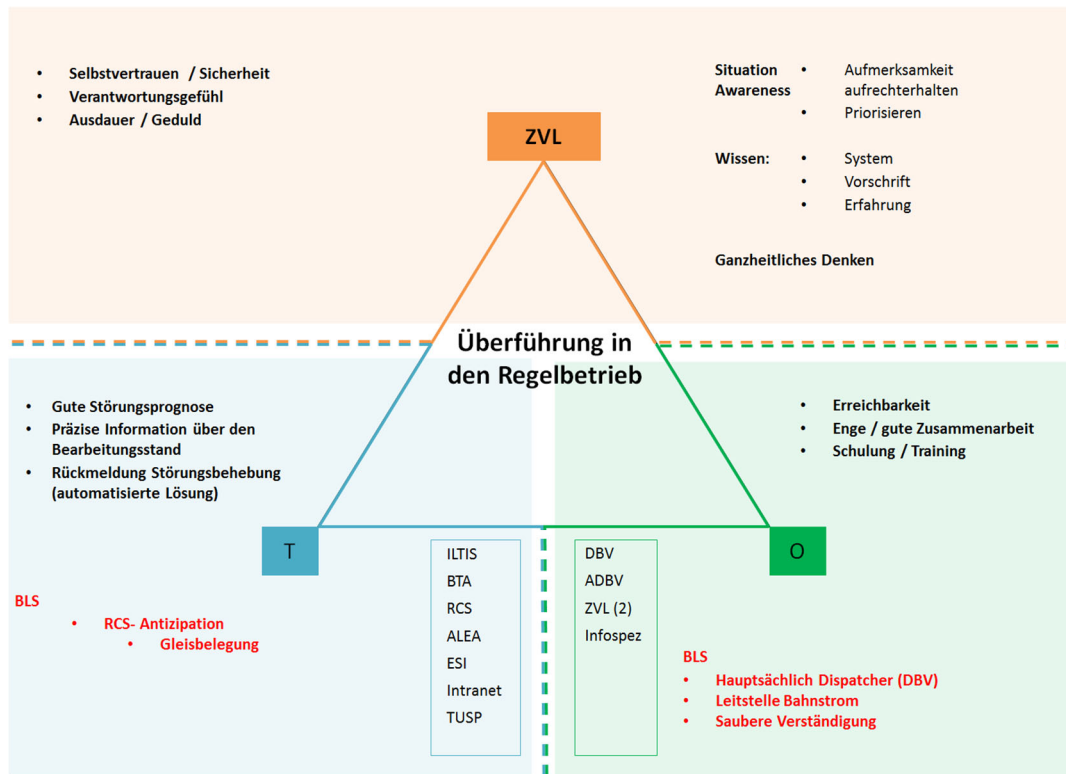
Schnittstellenbeschreibung Rolle ZVL bzgl. der Aufgabe «Störungsmanagement»



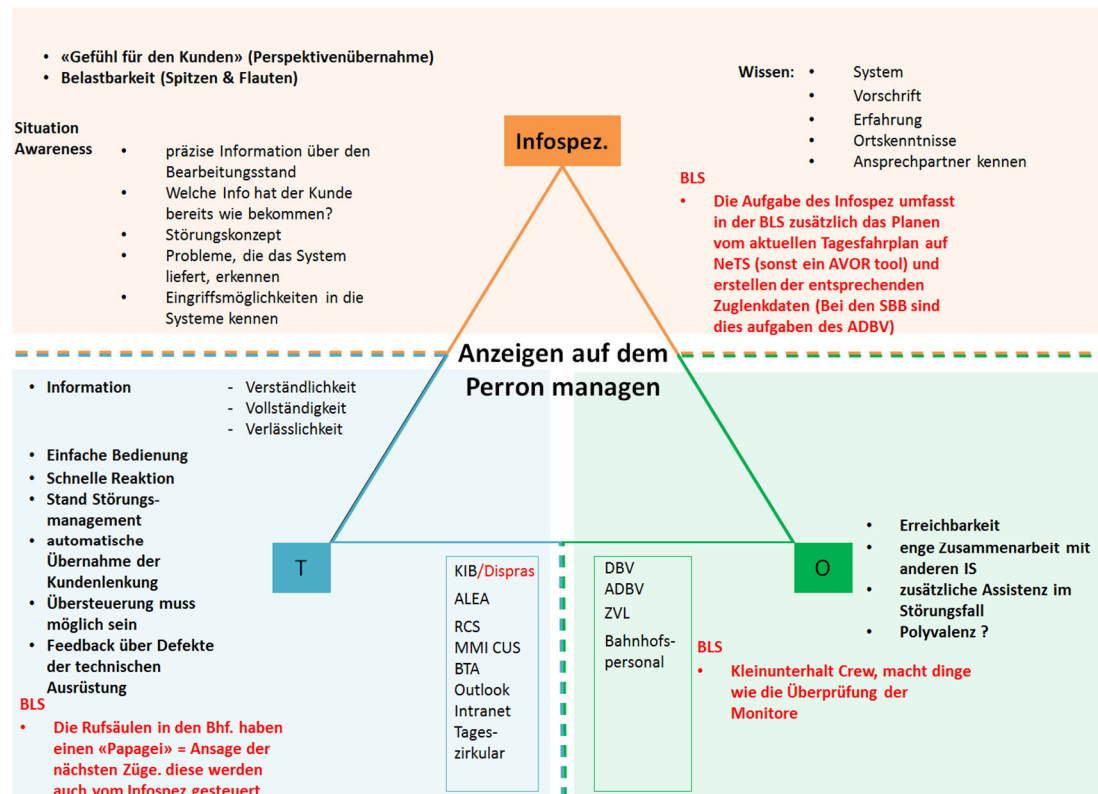
Schnittstellenbeschreibung Rolle DBV bzgl. der Aufgabe «Überführung in den Regelbetrieb»



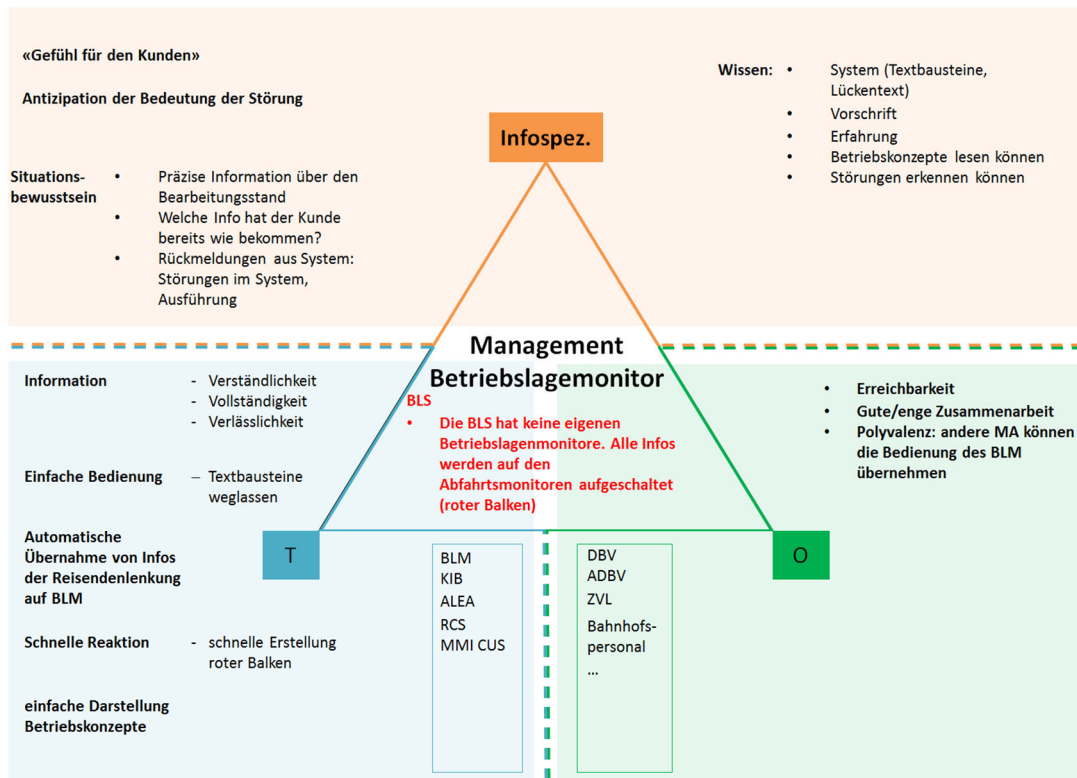
Schnittstellenbeschreibung Rolle ZVL bzgl. der Aufgabe «Überführung in den Regelbetrieb»



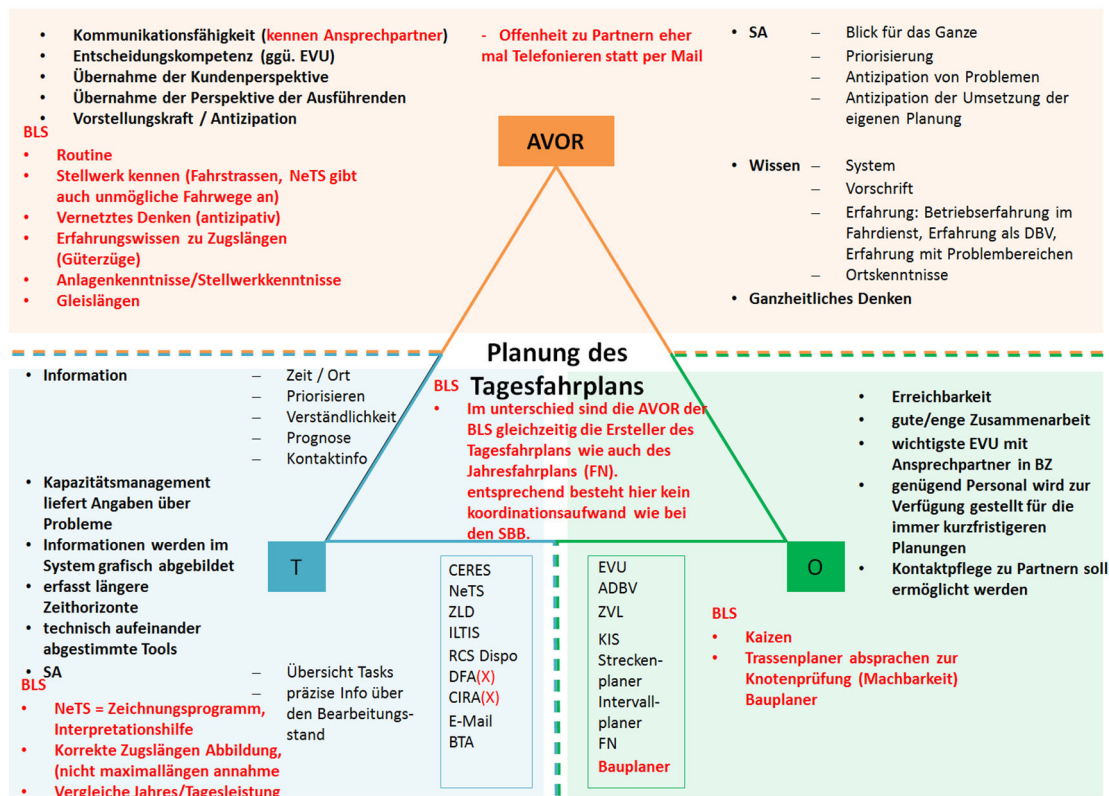
Schnittstellenbeschreibung Rolle InfoSpez bzgl. der Aufgabe «Anzeigen Perron managen»



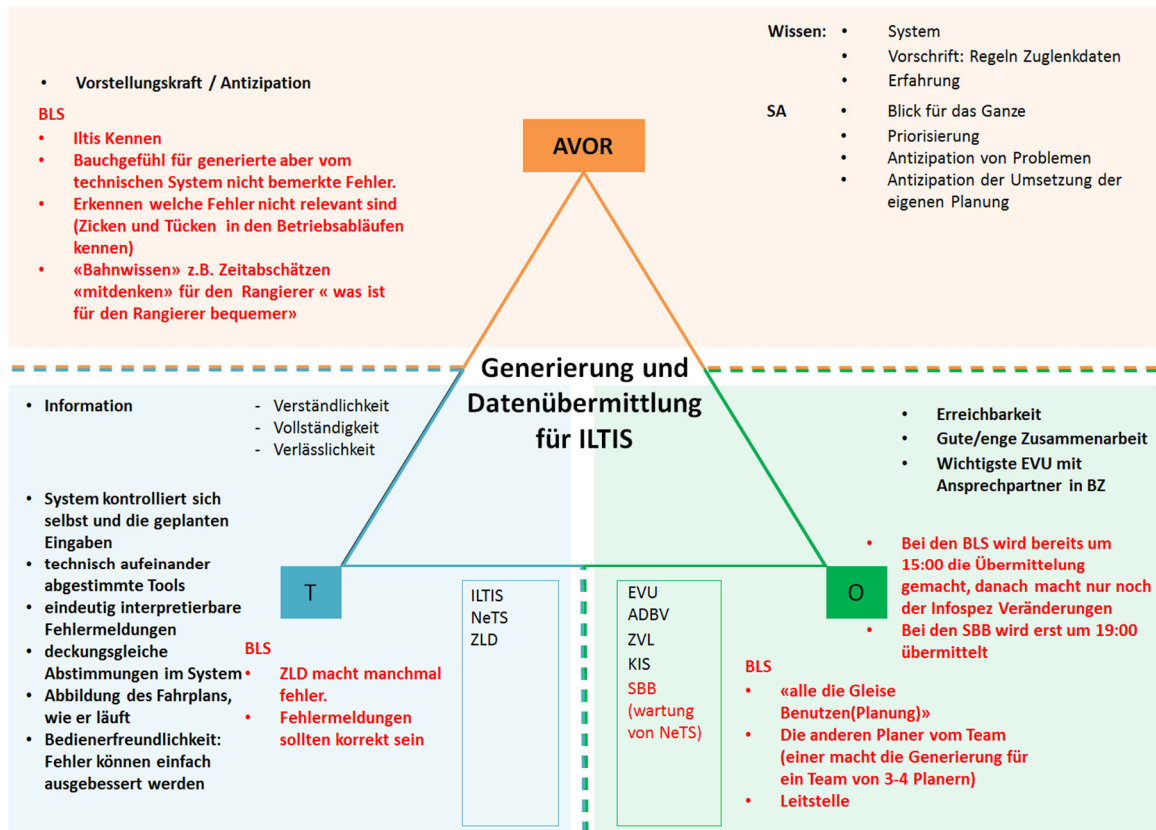
Schnittstellenbeschreibung Rolle InfoSpez bzgl. der Aufgabe «Management BLM»



Schnittstellenbeschreibung Rolle AVOR bzgl. der Aufgabe «Planung Tagesfahrplan»



Schnittstellenbeschreibung Rolle AVOR bzgl. der Aufgabe «Generierung & Übermittlung für ILTIS»



AP2: Ergebnisse zum Workshop Chancen und Risiken künftiger technologischer Veränderungen

Im Folgenden werden die wichtigsten Erkenntnisse in tabellarischer Form dargestellt.

Frage: Welche Chancen und Risiken / negativen Auswirkungen können bei den geplanten Entwicklungen von RCS / ALEA auftreten?			
Risiken	Direkt betr.	Indirekt betr.	Entw.
• Eingeschränkter Erfahrungs- und Wissensaufbau	DBV /ZVL		
• Verminderter Fähigkeitsaufbau	DBV /ZVL		
• «Nicht mehr denken»	DBV /ZVL		
• Fähigkeit zur Situationserkennung (Erkennen von Konflikten)	DBV /ZVL		(1)
• Eingeschränkte Folgenabschätzung (z.B. «Das System macht ja alles richtig -> zu hohes Vertrauen)	DBV /ZVL		(1) (2)
• Zu geringes Vertrauen («Als DBV hat man immer noch ein Gespür»)	DBV /ZVL		
• Verlust Situationsbewusstsein	DBV /ZVL		
• Lernen aus Situationen / Erfahrung (das kann die Technik noch nicht)	DBV /ZVL		(1) (2)
• (Weniger) Mut zu Entscheidungen	DBV /ZVL		
• Abnahme von Entscheidungen, v.a. bei grösseren Störungen -> «falsche Entscheidungen»	DBV /ZVL		
• Personalressourcen (Planung, v.a. beim Auftreten von Störfällen)	DBV /ZVL		(x)
• Personalabbau	Organisation		(x)
• «Überladen» der Technik («Informations-Overload», z.B. RCS)	DBV /ZVL		
• «Falsche» Entscheidungen der Technik (aufgrund hinterlegter Regeln) aus Sicht der Disponenten	DBV		
• Verstärkung von Schwächen in den Reglementen			
• Standardisierung vs. Kundenorientierung	Kunde		(2)
• Ggf. nicht / weniger auf lokale Bedürfnisse eingehen (aufgrund globaler Regeln)		Kunde	

• Standardisierung / Zuverlässigkeit aus Sicht der Kunden	Kunde	(2) (x)
• Neuorganisation der Arbeitsmodelle (z.B. ist 1 ZVL zuständig für 2 Sektoren)	Organisation	
• Abnahme von Routinearbeit (z.B. die Information der Lokführer im Störfall)	DBV	
• Abnahme von Standardentscheidungen (Fokussierung auf wichtige andere Tätigkeiten möglich)		(1)
• Raschere Kommunikation	IS (als Empfänger)	

Frage: Welche Chancen und Risiken / negativen Auswirkungen können bei den geplanten Entwicklungen von CUS /KIB auftreten?

Risiken	Direkt betr.	Indirekt betr.
• Organisatorische Einbettung («Den Letzten beißen die Hunde»)		
• Risiken Dispo: (Kundenbedürfnisse werden zu wenig berücksichtigt) ▪ Jeder Entscheid greift durch (Änderungen und Anpassungen (kurzfristig) ▪ Nicht immer im Sinne des Kunden ▪ Verschiebung von Fehlermöglichkeiten auf RCS (aber Chance für Konsistenz) ▪ DBV kann das System nur noch eingeschränkt für Simulationen nutzen	DBV	Kunde
• Überforderung (quantitativ) im Störfall (alles manuell)	IS	
• Widersprüchliche oder falsche Informationen	Kunde	
• Suboptimale (falsche) Entscheide, weil die Technik die Systemkenntnis einschränkt		
• Systemwissen (KIB und Vorsysteme) / Know-how-Management → Definition der Anforderungen erforderlich		
• Polyvalenz: Kognitive Überforderung, Inkonsistenz, Komplexität überfordert («unbeliebt»)		
• Monotonie: Systemverständnis fehlt / geht verloren (ggf. Übungen, Ressortarbeit, AVOR-Arbeit, Wechsel ZVL [Rotation])		
• Unklare Schnittstellen (Durchsagen): «Chancen verpassen» (Harmonisierung)		

- **De-Skilling:** Keine Übung der Bedienung im Regelbetrieb (Inkonsistenz der Systeme)
- Übersteuerung mobile Ausgaben nicht möglich (kurzfristige Anpassung von Entscheidungen)

Chancen	Direkt betr.	Indirekt betr.
• Chance für die Konsistenz (konsistente KI)	Kunden	
• Unterstützung IS: Reisende Leiten (Entlastung). Voraussetzung: Vorsysteme liefern die richtigen Daten.	IS	
• AVOR: Umprogrammierung (z.B. bei Ereignissen) • Erleichterung der Prognosen durch Vorausschau	AVOR	
• Beobachtung der Zuläufe → KI (rechtzeitig, optimiert)	IS	Kunden
• Bedienung ab CUS 5.2 statt KIB: Alle KI-Abnehmersysteme haben die gleichen Informationen	IS	Kunden

Frage: Welche Funktionen (Rollen) sind von den Weiterentwicklungen direkt und indirekt betroffen?

Funktionen / Rollen

- 900'000 Reisende
- EVU. P, ZP, LP, OCP
- Planung (AVOR), Abstimmung DBV

IS:

- Kommunikation direkt,
- Auswirkungen auf IS, Zuglenkung (DBV)
- Kundenorientierung

DBV:

- Abbildung IST in RCS,
- Kundenorientierung,
- Auswirkungen Dispo für Kunden

AVOR

- Planung Baustellen
- Rollenteilung bezüglich der Zusammenarbeit EVU (z.B. Wer macht Durchsagen im Zug, z.B. bei der S-Bahn)
- Interdependenz RCS/KIB und DBV/IS wird stärker (kann sowohl positiv als auch negativ sein)

AP6: Interviewleitfaden zur Testung der Funktionalität des E-Tools

Interviewleitfaden für vertiefende Gespräche

Herzlichen Dank, dass Sie sich die Zeit nehmen, um uns noch ein paar Fragen zu Ihren Erfahrungen mit unserem Tool zu beantworten.

Wir möchten in diesem Gespräch noch einmal zusammen anschauen, welche Elemente des Tools Sie gut und hilfreich fanden, aber vor allem, welche Aspekte für Sie schwierig waren in der Anwendung.

Uns interessieren dabei im ersten Teil die Inhalte des Tools und hier vor allem, ob die im Tool formulierten Gestaltungskriterien und Anforderungen für Sie konkret genug und handhabbar waren. Im zweiten Teil möchten wir gern Ihre Meinung wissen zu der Excel-Umsetzung des Tools. Auch hier interessiert uns wieder, wie Sie damit zurechtgekommen sind und ob Sie ggf. Verbesserungsvorschläge haben.

Das Interview wird ca. 45 min dauern, und wir würden es gern aufzeichnen, wenn Sie damit einverstanden sind. Die Aussagen werden selbstverständlich vertraulich behandelt.

Nr. Item	Frage	Notizen
Einstieg	1. Sie haben das arbeitspsychologische Bewertungstool in Ihrem Projekt eingesetzt. - Wie waren Ihre Erfahrungen damit? - Was an dem Tool fanden Sie allgemein gut? - Was fanden Sie allgemein schlecht, schwierig oder verbesserungsbedürftig?	
Konkretheit der Anforderungen	2. Waren die Beschreibungen der Anforderungen für Sie hinreichend konkret? 1—2—3—4—5—6—7—8—9—10 Nicht hinreichend konkret Hinreichend konkret wenn der Wert < 5: Was war für Sie nicht konkret genug? Haben Sie einen Vorschlag oder eine Idee, wie man die Anforderungen für den Anwender noch besser konkretisieren könnte?	
	3. War es Ihnen möglich, die Anforderungen für Ihr System entsprechend zu präzisieren? 1—2—3—4—5—6—7—8—9—10 Nicht möglich Sehr gut möglich wenn der Wert < 5: Welche Anforderungen konnten Sie nicht für Ihr Projekt präzisieren? Haben Sie einen Vorschlag oder eine Idee, wie man die Präzisierung der Anforderungen für den Anwender noch besser unterstützen könnte?	

Konkretheit der Ziele	4. Waren die Beschreibungen der Ziele der Anforderungen für Sie hinreichend konkret? 1—2—3—4—5—6—7—8—9—10 Nicht hinreichend konkret Hinreichend konkret wenn der Wert < 5: Was war für Sie nicht konkret genug? Haben Sie einen Vorschlag oder eine Idee, wie man die Ziele für den Anwender noch besser konkretisieren könnte?	
Konkretheit der Kompensationsmöglichkeiten	5. Waren die Beschreibungen der Kompensationsmöglichkeiten für Sie hinreichend konkret? 1—2—3—4—5—6—7—8—9—10 Nicht hinreichend konkret Hinreichend konkret wenn der Wert < 5: Was war für Sie nicht konkret genug? Haben Sie einen Vorschlag oder eine Idee, wie man die Kompensationsmöglichkeiten für den Anwender noch besser konkretisieren könnte?	
Handhabbarkeit der Anforderungen	6. Waren die Beschreibungen der Anforderungen insgesamt für Sie handhabbar und praktikabel? 1—2—3—4—5—6—7—8—9—10 Völlig unpraktikabel Sehr gut praktikabel wenn der Wert < 5: Was war für Sie nicht handhabbar und praktikabel? Haben Sie einen Vorschlag oder eine Idee, wie man die Anforderungen für den Anwender noch besser handhabbar und praktikabler machen könnte?	

Handhabbarkeit der Einschätzungen	7. Waren die Einschätzungen bzgl. der geplanten Umsetzung der Anforderung für Sie handhabbar und praktikabel? 1—2—3—4—5—6—7—8—9—10 Völlig unpraktikabel Sehr gut praktikabel wenn der Wert < 5: Was war für Sie nicht handhabbar und praktikabel? Haben Sie einen Vorschlag oder eine Idee, wie man die Bewertungen für den Anwender noch besser handhabbar und praktikabler machen könnte?	
Handhabbarkeit der Kompensationsmöglichkeiten	8. Waren die Beschreibungen der Kompensationsmöglichkeiten insgesamt für Sie handhabbar und praktikabel? 1—2—3—4—5—6—7—8—9—10 Völlig unpraktikabel Sehr gut praktikabel wenn der Wert < 5: Was war für Sie nicht handhabbar und praktikabel? Haben Sie einen Vorschlag oder eine Idee, wie man die Kompensationen für den Anwender noch besser handhabbar und praktikabler machen könnte?	
Aufwand	9. Wie lange haben Sie insgesamt für das Ausfüllen des Tools benötigt? _____ Stunden Finden Sie diesen Zeitaufwand 1—2—3—4—5—6—7—8—9—10 Völlig unangemessen, viel zu hoch Absolut angemessen, nicht zu hoch wenn der Wert < 5: Haben Sie einen Vorschlag oder eine Idee, wie man den Bearbeitungsaufwand ggf. reduzieren könnte?	

Design des Tools	<u>Es folgen nun noch einige spezifische Fragen zum Design des Tools</u>	
Einstieg	10. Wenn Sie einmal - unabhängig vom Inhalt - nur die Gestaltung und die Umsetzung unseres Tools anschauen, • wie waren Ihre Erfahrungen mit dem Tool? • Was an der Struktur und / oder Gestaltung des Tools fanden Sie allgemein gut? • Was fanden Sie bzgl. Struktur und / oder Gestaltung des Tools schlecht, schwierig oder verbesserungsbedürftig?	
Aufgaben- angemessenheit	11. Die Struktur des Tools (z.B. die Anordnung der Spalten, die Filtermöglichkeiten usw.) ist geeignet, die Umsetzbarkeit der Anforderungen in Ihrem Projekt zu bewerten. 1—2—3—4—5—6—7—8—9—10 Stimmt überhaupt nicht Stimmt völlig wenn der Wert < 5: Was an der Struktur des Tools war aus Ihrer Sicht ungeeignet für die Aufgabenerfüllung? Haben Sie einen Verbesserungsvorschlag, wie man die Struktur des Tools geeigneter gestalten könnte?	
	12. Im Tool sind keine unnötigen Informationen enthalten. 1—2—3—4—5—6—7—8—9—10 Stimmt überhaupt nicht Stimmt völlig wenn der Wert < 5: Welche Informationen könnte man Ihrer Meinung nach weglassen?	

	13. Hat Sie die Gestaltung mit Tasten und aktiven Fenstern beim Ausfüllen des Tools unterstützt? 1—2—3—4—5—6—7—8—9—10 Stimmt überhaupt nicht Stimmt völlig wenn der Wert < 5: Welche Tasten oder aktive Fenster waren nicht unterstützend? Haben Sie einen Verbesserungsvorschlag, wie man die Tasten und aktiven Fenster besser gestalten kann?	
	14. Die Navigation über mehrere Seiten war unproblematisch. 1—2—3—4—5—6—7—8—9—10 Stimmt überhaupt nicht Stimmt völlig wenn der Wert < 5: Welcher Übergang zwischen welchen Seiten war problematisch? Haben Sie einen Verbesserungsvorschlag, wie man den Übergang zwischen den Seiten besser gestalten kann?	
	15. Das Tool hat einwandfrei funktioniert. 1—2—3—4—5—6—7—8—9—10 Stimmt überhaupt nicht Stimmt völlig wenn der Wert < 5: Was hat nicht einwandfrei funktioniert?	

	16. Das Tool war manchmal langsam. 1—2—3—4—5—6—7—8—9—10 Stimmt überhaupt nicht Stimmt völlig wenn der Wert > 5: Hat Sie das in der Anwendung des Tools beeinträchtigt?	
Selbstbe- schreibungs- fähigkeit	17. Die Informationen im Tool sind übersichtlich und einfach verständlich dargestellt. 1—2—3—4—5—6—7—8—9—10 Stimmt überhaupt nicht Stimmt völlig wenn der Wert < 5: Welche Informationen fanden Sie nicht übersichtlich oder verständlich dargestellt? Haben Sie einen Vorschlag, wie man die Übersichtlichkeit oder Verständlichkeit der Informationen im Tool verbessern könnte?	
	18. An welchen Stellen gab es für Sie Unklarheiten bzgl. der Eingaben im Tool? Haben Sie einen Verbesserungsvorschlag, wie man hier mehr Klarheit für den Anwender schaffen könnte?	
	19. Gab es Bezeichnungen oder Fachbegriffe, die im Tool falsch oder unvollständig verwendet wurden? Wenn ja, welche?	

	20. Die Funktionsweise des Tools war einfach zu verstehen. 1—2—3—4—5—6—7—8—9—10 Stimmt überhaupt nicht Stimmt völlig wenn der Wert < 5: Was war nicht verständlich? Haben Sie einen Verbesserungsvorschlag, wie man die Funktionsweise des Tools besser verständlich machen könnte?	
Individuali- sierbarkeit	21. Das Tool ist gut an die individuellen Bedürfnisse des Anwenders anpassbar. 1—2—3—4—5—6—7—8—9—10 Stimmt überhaupt nicht Stimmt völlig wenn der Wert < 5: Welche Anpassungsmöglichkeiten sollte das Tool zusätzlich liefern?	
	22. Das Tool ist gut an den Besonderheiten des zu bewertenden Systems anpassbar. 1—2—3—4—5—6—7—8—9—10 Stimmt überhaupt nicht Stimmt völlig wenn der Wert < 5: Welche Anpassungsmöglichkeiten sollte das Tool zusätzlich liefern?	
	23. Das Tool sollte zusätzliche Eingabemöglichkeiten anbieten. ☐ Ja ☐ Nein Wenn ja, welche zusätzlichen Eingabemöglichkeiten sollte das Tool bieten?	

	24. War es für Sie praktikabel, die relevanten Bereiche für Ihr Projekt selbst in das Tool einzugeben? 1—2—3—4—5—6—7—8—9—10 Nein Ja überhaupt nicht völlig Haben Sie einen Verbesserungsvorschlag, wie man die Eingabe der relevanten Bereiche besser gestalten könnte?	
Generelle Vorschläge	25. Optionale Frage: Haben Sie weitere Verbesserungsvorschläge für das Design des Tools generell?	

AP6: Zusammenstellung der Bewertungen und Bemerkungen aus der Testung

Aus der Analyse der Feedbacks aus den Piloten (Interviews - Phase 1 und 2 - und ausgefülltes Tool) können folgende Schlussfolgerungen gezogen werden, die für das weitere Vorgehen wichtig sind:

1. Soll eine zusätzliche Spalte für Beispiele von den Anforderungen eingefügt werden?
2. Sollen Änderungen an folgenden Anforderungen vorgenommen werden?
Vgl. Dokument "[Anforderungen, die nicht leicht zu verstehen waren](#)" unter:
T:\A1213_MIKS\A1213_Projekte\A1213_Projekte_Katrin_Fischer\Automatisierung Bahn KTI\AP4
Erstellung und Testung MMI-Tool\Evaluation Piloten\Feedback durch ausgefüllte Tools
 - a. Blatt "Bewertung"
 - i. B5 - für eine Person nicht leicht zu verstehen
 - ii. B8 - für zwei Personen
 - b. Blatt "Bewertung 6"
 - i. B9 - für eine Person
 - ii. B14 - für drei Personen
 - iii. B21 - für eine Person
 - iv. B24 - für eine Person
3. Noch mehr Wahlmöglichkeiten / feinere Unterkategorien bei der Einschätzung bzgl. der geplanten Umsetzung der Anforderungen herstellen?
→ Die Einschätzungsmöglichkeit "ist umgesetzt" einfügen?
4. Ein erstes Feld bei den Kompensationsmöglichkeiten herstellen, das es ihnen erlaubt, eigene Vorschläge einzufügen?
→ Problem: es sollte eine dritte Spalte eingefügt werden oder die Anforderungen mit 6 Kompensationsmöglichkeiten sollen um eine Kompensationsmöglichkeit reduziert werden
5. Tool kürzen? Oder eine weitere gekürzte Version entwickeln? (die meisten waren aber der Meinung, dass die investierte Zeit eine gut investierte Zeit ist)
6. Widersprüchliche Kommentare bzgl. des Gebrauchs von Excel als Tool
 - a. einige finden es gut, weil jeder kennt es
 - b. andere würden ein "selbstständiges" Tool bevorzugen
7. Makros erst bei Doppelklick aktivieren lassen? Vielen TN stören - bis zu nervig werden - die automatischen Pop-ups, die sich ergeben, wenn man einfach mit den Pfeilen navigieren will
8. Userforms durch ESC-Taste schliessbar machen: gelöst → zum Testen, ob bei allen funktioniert
9. Hinweis darauf entwickeln/formulieren, dass es besser wäre - wenn möglich - mit relativ grossen Bildschirmen zu arbeiten?
10. Kann eine Art Zusammenfassung entwickelt werden, in welcher am Ende die Anforderungen mit hohem Handlungsbedarf zusammengefasst werden?
11. Fenster skalieren nicht: woran könnte das liegen?
12. "Lieber mehrere Seiten auf 40% als alles auf 4 %." Es stellt sich wieder die Frage, ob wir den Inhalt pro Seite weiterhin reduzieren wollen, um die Übersichtbarkeit zu verbessern

13. Zweite Spalte bei der Kompensationsmöglichkeiten als überflüssig erlebt → wenn die zweite Spalte gelöscht wird entstehen Problemen wegen der Makros → nicht lösbar (soweit **GiNi** weiss)
14. Sich überlegen, ob die erste Phase in Gruppen gemacht werden soll - Zeitaufwändiger aber evtl. nützlicher - oder vom Projektleiter vorbestimmt werden soll
- 15. Sich überlegen, ob die erste Zeile fixiert werden soll oder ob den Hinweis gegeben werden soll, dass sie es selber machen können, wenn sie den Bedarf haben → gelöst → zum Testen, ob bei allen funktioniert**
16. Ausblenden der Überschriften: diesen Punkt hatten wir bereits zusammen diskutiert und entschieden, die Überschriften drin zu lassen, damit es klarer wird, von welchen Zeilen sie reden, wenn sie zusammen diskutieren → wollen wir diese Entscheidung nochmals diskutieren?
- 17. B6, A25: Schreibfehler in der Anforderung → gelöst?**
- 18. Mappen sinnvoll benennen: machbar. Muss einfach aufgepasst werden, dass es bei allen Makros-Befehle berücksichtigt wird**
19. Phasen klarer trennen: Wir haben uns entschieden alle Phase auf demselben Blatt zu haben. Wollen wir diese Entscheidung neu diskutieren?
20. Ist die Kompensationsphase eine dritte Phase? Wollen wir sie als dritte Phase darstellen?
21. Felder bei der Umsetzung und bei der Gewählten Kompensation sind beide weiss. Sollten unterschiedlich sein. → Wir haben uns entschieden, nur die zentralen Spalten farbig zu haben. Wollen wir die Entscheidung neu diskutieren?
22. Viel zu viel / zu viele Anforderungen: schon beim ersten Sicht wird man überschlagen Anforderungsanzahl weiterhin reduzieren? Oder wie könnte den Aufwand reduziert werden? Andererseits Andere erleben den Aufwand als gut investierte Zeit
- 23. Vor der Schulung wurden sie fast nicht informiert über Inhalte und Ziele der Schulung. Für einige TN wäre hilfreich gewesen, sich bereits im Vorfeld vorbereiten zu können. → Sich überlegen, ob die TN bereits im Voraus informiert werden sollen über die Hintergründe der Schulung → dieser Punkt wurde bereits im Drehbuch eingefügt. Ein einleitender Text soll aber noch entwickelt werden: sollen wir das machen?**
24. Es muss von einem Expert betreut werden (eher als Nachteil angesehen) → Wie könnte das gelöst werden?
25. Es wurde das Problem erwähnt, dass bei Dispo-Op man schon ziemlich weit ist. Der Pilot wurde an einem zu späteren Zeitpunkt durchgeführt. → Sollte bei der Implementierung berücksichtigt werden, dass das Tool in einer früheren Phase eingeführt wird
26. Es wurde als interessant aber nicht notwendig für den Anwender erlebt: "man kann auch ohne überleben" → Implementierung: evtl. die Adressaten vorbestimmen
- 27. Das Nutzen vom Tool ist nicht sehr ersichtlich aber nützt für das Resultat → Das Nutzen vom Tool irgendwie hervorheben? Z.B. durch die Entwicklung einer Art**

Zusammenfassung von den Anforderungen mit hohem Handlungsbedarf - Vgl. Schlussfolgerung Nummer 10

28. Im Tool steht: *Umsetzung. Wie sieht eine mögliche oder geplante Umsetzung der Anforderung bezogen auf das neue technische System aus?*

Die Lösung einer Anforderung sollte nicht vorgegeben sein. Anforderung genauer beschreiben, aber keine Lösung, eher umschreiben. (Lösungsvorgabe ist bei der SBB nicht erwünscht). Beides wird aber benötigt. Wenn früh im Projekt, dann eher nicht Umsetzung. → ?