



smart rail 4.0

Franco Ehrat / René Fraefel

# Konzept Human Factors smartrail 4.0

Vertraulichkeit: Intern  
Zuletzt geändert: 8. November 2019  
Zuletzt geändert durch: EHRAT FRANCO (IT-SWE-CC2-UX)  
Dokumenten-Status: in Review  
Version: 1.0  
Dateiname: konzept\_human\_factors\_sr40.docx

## I Änderungsnachweise

Version	Datum	Autor	Änderungshinweise
<b>1.0</b>	8.11.2019	Franco Ehrat, René Fraefel	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Formale Anpassungen, Formulierungen angepasst</li> <li>• Einarbeitung Feedbacks aus formalem Review</li> </ul> → Version 1.0 für Vernehmlassung
<b>0.9</b>	11.10.2019	Franco Ehrat, René Fraefel, Marcel Koch	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Einarbeitung weitere Feedbacks aus informellem Review</li> <li>• Überarbeitung Struktur nach Vorschlag DLR</li> <li>• Neuer Titel «Konzept Human Factors»</li> <li>• Nachweisführung stärker ausgewiesen</li> </ul> → Version für formales Review
<b>0.6</b>	12.9.2019	Franco Ehrat, René Fraefel	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aktualisierung nach ersten informellen Reviews:</li> </ul> → Version für informelles Review STASS, Safetyboards SBB/BLS und Coregroup SR40
<b>0.5</b>	31.8.2019	Marcel Koch	Anpassungen aus ersten Rückmeldungen
<b>0.1</b>	27.7.2019	Franco Ehrat, René Fraefel	Initiale Erstellung: → Version für informelles Review bei Business Projektleitenden, UX- und HF-Fachspezialisten (intern und extern)

## II Verarbeitete Reviews

Reviewer	Datum	Link Review-Bericht / Verifikationsbericht	Verarbeitung abgeschlossen an/vom
<b>STASS (AV, P&amp;B, ZF, FzA)</b>	Oktober / November 2019	<a href="#">Anmerkungsliste</a>	Version 1.0, 8.11.2019
<b>STASS (AV, P&amp;B, ZF), Safetyboards, Coregroup</b>	Oktober 2019	<a href="#">Review Dokument</a>	Version 0.9, 11.10.2019
<b>Deutsches Luft- und Raumfahrtzentrum DLR</b>	12.9.2019	<a href="#">Review Bericht DLR</a>	Version 0.9, 11.10.2019
<b>Business Projektleitende, UX- / HF-Spezialisten</b>	August 2019	Kommentare im Arbeitsdokument	Version 0.5, 31.8.2019

# Inhalt

I	Änderungsnachweise .....	2
II	Verarbeitete Reviews .....	2
1	Management Summary .....	5
2	Einleitung.....	6
2.1	Ausgangslage / Motivation .....	6
2.2	Eckwerte BAV .....	6
2.3	Zweck und Ziele des Dokuments .....	7
2.4	Einordnung des Dokuments.....	7
2.5	Aufbau des Dokuments .....	8
3	Zielsetzung .....	10
4	Human Factors .....	12
4.1	Human Factors bei smartrail 4.0 .....	12
5	Handlungsfelder MTO .....	16
5.1	Mensch .....	17
5.1.1	Handlungsfelder .....	17
5.1.2	Herausforderungen des zukünftigen Arbeitsmarktes in der Bahnbranche .....	18
5.2	Technik .....	20
5.3	Organisation .....	21
5.3.1	Partizipation der Mitarbeitenden .....	21
5.3.2	Involvierung der Linienorganisation .....	22
5.3.3	Umgang mit den Sozialpartnern.....	23
5.3.4	Sicherheits- und Qualitätskultur / Fehlerkultur .....	24
5.3.5	Einbezug von Kunden .....	24
6	MTO – Methoden und Ansätze .....	25
6.1	Methodische Grundlagen .....	25
6.1.1	Grundlagen / Weisungen / Vorgaben .....	25
6.1.2	Methoden zur Ermittlung der Gebrauchstauglichkeit .....	25
6.1.3	Vorgaben und Guidelines .....	27
6.2	Gestaltungsvorgaben .....	28
6.2.1	Design-Guidelines .....	28
6.2.2	Usability Prinzipien .....	28
6.3	Vorgehen zur Sicherstellung der Gebrauchstauglichkeit .....	30
6.4	Entwicklung Zielbilder aus soziotechnischer Gesamtsicht .....	31
6.4.1	Rollenveränderung .....	32
6.5	Soziotechnische Simulationen .....	32
6.5.1	Methodischer Ansatz.....	33

6.5.2	Wirkung .....	33
6.5.3	Anforderungen an Anwendungsentwicklung und Start Transformation .....	33
6.6	Agile Anwendungsentwicklung.....	34
6.7	Human Factors Nachweis .....	34
6.8	Befähigung .....	34
6.9	Change-Management.....	35
7	Programmorganisation.....	37
7.1	Perspektive Programm- und Projektorganisation .....	37
7.1.1	Zentrale Rollen .....	38
7.1.2	Rollen in den Projektorganisation der Anwendungsprojekte .....	40
7.2	Perspektive Linienorganisation .....	40
8	Ausblick .....	42
8.1	Mensch - Technik .....	42
8.2	Mensch - Organisation .....	42
	Abbildungsverzeichnis.....	44
	Tabellenverzeichnis.....	45
	Quellen- / Literaturverzeichnis.....	45
	Anhang .....	46
A.	Gesamtmigration smartrail 4.0 .....	46
B.	Soziotechnische Simulationen .....	47
C.	Beispiel User Journey Abweichungsmanagement, Szenario «Brand in Gleisnähe» .....	49
D.	Berufsfeldanalyse Kapazitätsplanung .....	50
	Übersicht der Entwicklung der Kerntätigkeiten in der Kapazitätsplanung .....	50
	Übersicht Entwicklungsbedarf Schlüsselkompetenzen in der Kapazitätsplanung .....	51
E.	Template Usability Konzept .....	52
	Produktvision .....	52
	Benutzer und Nutzungskontext analysieren .....	52
	Benutzerschnittstelle konzipieren.....	52
	Benutzerschnittstelle visuell gestalten .....	53

# 1 Management Summary

## **Ausgangslage / Motivation**

Smartrail 4.0 verändert die Arbeit für die Mitarbeitenden der Schweizer Bahnbranche grundlegend. Dies birgt für das Gesamtsystem Bahn und die darin geforderten Arbeiten in verschiedenen Bereichen einerseits klare Vorteile und Chancen, z.B. durch Erhöhung der Effizienz mittels automatisierter oder teilautomatisierter Prozesse. Andererseits birgt dies auch Risiken (z.B. Verlust von Fertigkeiten, Unter-/Überforderung, Situationsbewusstsein) im Zusammenspiel zwischen Menschen und Systemen. Den Human Factors sind insbesondere bei der Definition der Anwendungen, den Anwendungsbedingungen und in der Phase der Migration ein grosses Augenmerk zu schenken.

## **Zielsetzung**

Das Hauptziel der Disziplin Human Factors ist der Erhalt oder die Erhöhung der Produktivität des Gesamtsystems (Sicherheit, Zuverlässigkeit), als auch das Wohlbefinden und damit die Leistungsfähigkeit der Mitarbeitenden und die Umsetzbarkeit durch die Mitarbeitenden sicherzustellen. Es müssen Fehlinvestitionen verhindert und Projektrisiken minimiert werden. Mittels optimalem Automatisierungsgrad sollen Menschen und Maschinen ihre jeweiligen Stärken ausspielen können und somit eine bessere Gesamtsystemleistung als die Summe der beiden Individuelleistungen erreicht werden.

## **Ergebnis Konzept Human Factors**

Um das beschriebene Ziel zu erreichen braucht es eine strukturierte Vorgehensweise, welche die Akzeptanz des Gesamtsystems smartrail 4.0 im Dreieck Mensch-Technik-Organisation (MTO) sicherstellt und nachweist. Die nachfolgende Liste zeigt die massgebenden Punkte des Konzepts auf.

Die soziotechnischen Zielbilder

- werden nicht nur für den Endausbau von smartrail 4.0, sondern für jeden einzelnen Veränderungsschritt erstellt.
- sind anwendungsübergreifend und betrachten jeweils die einzelnen Berufsgruppen und deren Aufgaben, welche sie im zukünftigen System übernehmen sollen.
- beschreiben die Aspekte des Anwendungsrahmen für Gebrauchstauglichkeit nach EN ISO 9241-11 (Benutzer, Arbeitsaufgaben und Ziele, Arbeitsmittel und Umgebung / Arbeitskontext).
- werden jeweils vor Ausschreibung oder Start der Entwicklung der einzelnen Anwendungen mittels soziotechnischer Simulationen überprüft.

Die Gebrauchstauglichkeit der einzelnen Anwendungen wird während der agilen Entwicklung regelmässig überprüft. Die neuen / veränderten Rollen und Berufsbilder pro Zielbild werden zusammen mit den betroffenen Linien und Organisationen erarbeitet. Mit den aus den Zielbildern abgeleiteten Anforderungen an Befähigung und Change der Mitarbeitenden werden durch die Transformationsverantwortlichen zusammen mit den betroffenen Linienverantwortlichen die notwendigen Massnahmen und Organisationsentwicklungen angestossen.

## 2 Einleitung

### 2.1 Ausgangslage / Motivation

Mit smartrail 4.0 verändert sich die Arbeitswelt in der Bahnproduktion in grossem Masse. Die geplanten Digitalisierungs- und Automatisierungsschritte bringen aus Sicht der Gebrauchstauglichkeit einige Chancen, aber eben auch einige Herausforderungen bezüglich der optimalen Gesamtsystemgestaltung. Zentrale Fragestellungen dabei sind:

- Wie werden die Mensch-Technik-Systeme in Zukunft aussehen? Welche Rolle soll der Mensch in diesen Systemen künftig (noch) spielen und welche Aufgaben wird er (noch) übernehmen?
- Wie verändern sich Arbeits- und Entscheidungsprozesse und die Zusammenarbeit zwischen den einzelnen Rollenträger, wenn bestimmte technische Teilsysteme digitalisiert und / oder automatisiert sind?
- Was sind - aus arbeitspsychologischer Sicht - Kriterien für «sinnstiftende» / «sinnvolle» Arbeit in der Zukunft? Wie können wir bei erhöhter Automatisierung die Sinnhaftigkeit der Arbeit für die Menschen weiterhin gewährleisten, sodass sie aufmerksam sind, motiviert und gesund bleiben und nicht über- oder unterfordert sind?
- Wie schaffen wir für die geforderten Aufgaben passende Arbeitsumgebungen, welche die Problematik der heutigen sehr heterogenen Systemlandschaft optimieren (Arbeitsplatzergonomie, einheitliche Bedienbarkeit etc.)?
- Welche Eingriffsmöglichkeiten braucht der Mensch bei zunehmend automatisierten Betriebsprozessen (im Regelbetrieb sowie bei Unregelmässigkeiten), um die Sicherheit, Qualität und Zuverlässigkeit des Bahnbetriebs auch in Zukunft zu gewährleisten?
- Mit welchen Vorgehensweisen stellen wir sicher, dass die Mitarbeitenden und die Organisationen auf dem Weg der Veränderung mitkommen?
- Welche Chancen bieten Automatisierung und Digitalisierung, um die Tätigkeiten verschiedener Arbeitskräfte in der Bahnproduktion zu unterstützen und dabei gleichzeitig die Effizienz als auch die Mitarbeiterzufriedenheit zu erhöhen?
- Welche Auswirkungen haben die geplanten Innovationen für die verschiedenartigen Personengruppen (z.B. Fahrdienstleiter, Lokführer, Rangierer, Mechaniker, Reinigungskräfte etc. im Bahnbetrieb und was verändert sich für die Kunden (Bahnreisende und verladende Industrie)?

### 2.2 Eckwerte BAV

Auf folgende beiden Fragen vom BAV zum Zwischenbericht smartrail 4.0 (Eckwerte) werden in diesem Konzept Antworten geliefert.

35	Das BAV erwartet, dass das Zusammenspiel Mensch, Technik und Organisation gesamtheitlich behandelt wird. Zur Erfüllung der Anforderungen ist ein übergeordnetes (Nachweis)-Konzept zu erstellen.
34	Ein soziotechnischer Systemansatz ist nicht bzw. nur ansatzweise erkennbar. Mensch und Technik sind in den Konzepten enthalten und unter dem Begriff «Gebrauchstauglichkeit» zusammengefasst. Die organisatorischen Faktoren sind kein Thema. Diese Beschränkung alleine auf die Gebrauchstauglichkeit (Mensch, Technik) wird als nicht ausreichend beurteilt.

TABELLE 1: ECKWERTE BAV

## 2.3 Zweck und Ziele des Dokuments

Dieses Konzept beschreibt die Herangehensweise von smartrail 4.0, um die Gebrauchstauglichkeit im Dreieck Mensch-Technik-Organisation des Gesamtsystems sicherzustellen und dafür einen Nachweis zu erbringen. Dazu werden zuerst wissenschaftlich belegte Grundlagen dargestellt und damit das Themenfeld Human Factors umrissen und das notwendige Vorgehen beschrieben.

Es beschreibt zudem die dafür notwendigen Projektrollen und groben Aufgaben, Kompetenzen und Verantwortlichkeiten der beteiligten Stellen im Themenfeld Human Factors während der Entwicklung und dem Rollout von smartrail 4.0.

## 2.4 Einordnung des Dokuments

Vorliegendes Dokument bildet den in das Gesamtprogramm smartrail 4.0 eingebetteten Themenkreis der Human Factors ab.

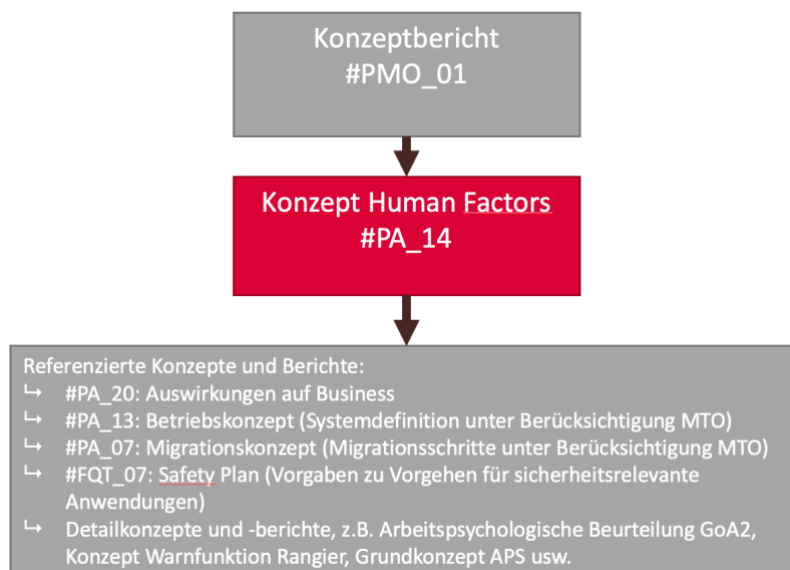


ABBILDUNG 1: EINORDNUNG DES KONZEPT HUMAN FACTORS IN DAS GESAMTKONZEPT SMARTRAIL 4.0



## **Konzeptbericht**

Konzeptbericht smartrail 4.0, Konzeptbericht 2019 zuhanden des Bundesamts für Verkehr (BAV). Dieser dokumentiert den Abschluss der von 2017 bis 2019 durchgeführten Konzeptphase. Er zeigt den ganzheitlichen Stand der Arbeit im Programm smartrail 4.0 sowie die bisher erzielten Ergebnisse und gewonnenen Erkenntnisse auf. Weiter wird für die nachfolgende Phase der Systembereitstellung inkl. Vorbereitung Erprobung/Rollout ein Ausblick auf die anstehenden Arbeiten gegeben.

## **Konzept Human Factors**

Vorliegendes Dokument

### **Referenzierte Konzepte / Dokumente und Berichte**

Die Ergebnisse bzw. KonDas Konzept Human Factors im Dreieck MTO wirkt sich auch auf weitere Themenkreise im Gesamtprogramm smartrail 4.0 aus. Das Konzept Human Factors dient den entsprechenden Projekten und Teilprogrammen als Grundlage und Guideline.

## **2.5 Aufbau des Dokuments**

Dieses Dokument geht zu Beginn in Kapitel 2 detaillierter auf diese Ausgangslage aus arbeitspsychologischer Sicht ein und definiert eine Zielsetzung mit der Definition für gute Gebrauchstauglichkeit in Kapitel 3. Das Kapitel 4 legt die theoretische Basis zum Thema Human Factors, welche in den Handlungsfeldern MTO aufgrund erhöhter Automatisierung im Kapitel 5 vertieft wird. Die Methoden und Ansätze in Kapitel 6 zeigen auf, dass im Programm die Gebrauchstauglichkeit frühestmöglich sichergestellt werden soll. Dazu wird die MTO-Betrachtung (Mensch, Technik, Organisation) konsequent angewendet. Mittels soziotechnischer Simulationen werden die fachlichen / funktionalen Zielbilder auf ihre Gebrauchstauglichkeit geprüft, um so die Anforderungen an Menschen, Systemgestaltung und organisatorische Prozesse, sowie Strukturen zu konkretisieren. Dabei werden in einem menschenzentrierten Ansatz potentielle Nutzer technischer Systeme frühestmöglich in den Entwicklungsprozess einbezogen. Dies führt zu besseren Produkten und spart längerfristig Geld, da unnötige Nacharbeiten reduziert werden können. Dies alles mit dem Ziel, die Gebrauchstauglichkeit des kompletten soziotechnischen Systems von smartrail 4.0 mit den vielen verschiedenen Berufen, Rollen, Aufgaben und Systemen über die gesamte Projektdauer bzw. Migrationsphase sicherzustellen.

Ausgangslage / Motivation	Zielsetzung	Handlungsfelder MTO	MTO – Methoden und Ansätze
Erhöhte Automatisierung Veränderungen MTO Heutige uneinheitliche Bedienergonomie	Optimale Gesamtsystemleistung → Sicherheit → Effektivität → Effizienz → Zufriedenstellung → Gesundheit → Kosteneffizienz	Neue Sicherheitsrisiken Ineffizienzen Akzeptanzprobleme Physische oder psychische Gefährdungen sowie damit verbundene gesundheitlichen Aspekte Ungenutztes Technik-Potential	Zielbilder aus soziotechnischer Gesamtbetrachtung → Betrachtung E2E-Prozess mit allen Prozessbeteiligten → Optimale Aufgabenteilung und Aufgabenübergabe Mensch/Maschine Frühes Ausprobieren und Lernen mittels soziotechnischer Simulationen EN ISO 9241 als Basis

**ABBILDUNG 2: GRUNDLEGENDE STRUKTUR DES DOKUMENTS**

Das Kapitel 7 zeigt auf, wie das Thema Human Factors bei smartrail 4.0 verortet und ist. Der Ausblick in Kapitel 8 zeigt die nächsten Schritte im 2020 in den Bereichen «Mensch – Technik» und «Mensch – Organisation».

### 3 Zielsetzung

«Eine sinnvolle Perspektive auf die Automatisierung komplexer Aufgaben ist die Betrachtung von Mensch und Maschine als Team (Mensch-Maschine Team, MMT). [...] Dabei werden Mensch und Maschine als Gesamtsystem verstanden. Gesamtsystem bedeutet, dass Mensch und Maschine gemeinsam eine Menge von Aufgaben bearbeiten, um ein gemeinsames Ziel zu erreichen. Unteraufgaben werden je nach den situativen Erfordernissen dynamisch auf Mensch und Maschine verteilt.» (Lüdtke 2015, S.130)

Mit dem Programm smartrail 4.0 nutzt die Schweizer Bahnbranche die Digitalisierung (Einsatz modernster Technologien, zusätzliche Automatisierungslösungen etc.), um die Leistungsfähigkeit des Bahnsystems bis 2040 zu erhöhen. Diese Massnahmen werden Einfluss auf den Berufsalltag der in der Bahnproduktion tätigen Mitarbeitenden haben. Damit besteht mit smartrail 4.0 die grosse Chance, die Aufgabenteilung zwischen Mensch und Maschine so zu gestalten, dass eine optimale Leistung des Mensch-Maschine Teams (des soziotechnischen Systems) erreicht werden kann. Aus Sicht des soziotechnischen Systems steht dabei im Fokus, die Arbeitsabläufe für die Mitarbeitenden der Bahnproduktion stark zu vereinfachen. Mit smartrail werden Prozesse schlanker gestaltet, Doppelspurigkeiten und Systembrüche eliminiert und Sicherheitsprozesse verstärkt systemisch unterstützt (Maschine unterstützt Mensch). Für die betroffenen Mitarbeitenden aus der gesamten Bahnbranche wird eine moderne, angenehme und motivierende Arbeitsumgebung geschaffen.

Es wird einerseits darauf geachtet, dass auch in der digitalen Zukunft attraktive Berufsbilder für die Mitarbeitenden bestehen und sie dabei sinnhafte Aufgaben übernehmen können. Andererseits werden die technischen Systeme so gestaltet, dass für die Menschen integrierte und ergonomische Arbeitsumgebungen entstehen, damit die Arbeiten **sicher, effektiv, effizient und zufriedenstellend** erledigt werden können.

**Wir gestalten sichere, effektive, effiziente und attraktive Arbeitsumgebungen für die Bahnproduktion der Zukunft.**



ABBILDUNG 3: VISION EINHEITLICHES INTEGRIERTES ERLEBNIS ÜBER ALLE ARBEITSPLÄTZE

Die Ambition ist, über den ganzen Produktionsbereich von smartrail 4.0 für die Mitarbeitenden einen integrierten Arbeitsplatz zu schaffen, worin alle Systeme einem einheitlichen Gestaltungs- und Bedienkonzept folgen. Pro Arbeitskontext (z.B. Betriebszentrale oder Leitstelle, Büroarbeitsplätze in der Projektierung oder Planung, Führerstände oder Arbeit im Gleisbereich) sollen die Anwendungen von smartrail 4.0 daher einheitlich und durchgängig erscheinen (Siehe Abbildung 3). Das heisst, dass die Bedienung beispielsweise unabhängig vom technischen System nach den gleichen Gestaltungs- und Bedienkonzepten<sup>1</sup> erfolgen soll. Damit wird eine intuitive und effiziente Bedienung entlang des jeweiligen Prozesses erreicht. Eine einheitliche Bedienung hat potenziell Vorteile für die Durchlässigkeit der Berufslaufbahnen. Zudem ermöglicht eine Minimierung von Systembrüchen einen Rückgang des Schulungsaufwands sowie eine Reduktion der Anzahl Fehlbedienungen, was zu weniger Supportfällen und Störungen führt. Eine intuitive Bedienung und logischer Aufbau ist notwendig bei erhöhtem Automatisierungsgrad, wo die Benutzer ihr Expertenwissen nicht mehr so stark aufbauen können.

<sup>1</sup> In den Gestaltungs- und Bedienkonzepten werden Regel- und Notbedienungen adressiert. Die Notbedienungen sollen sich aus Sicherheitsgründen klar von den Regelbedienungen unterscheiden.

## 4 Human Factors

Die wissenschaftliche Disziplin Human Factors beschäftigt sich mit der optimalen Passung zwischen dem Menschen (in seiner Rolle) und seiner Arbeitsumgebung, d.h. wie sich die beiden optimal ergänzen. Dabei befasst sich Human Factors mit dem Design von Ausrüstung, technischen Hilfsmitteln, Gerätschaften und der Anpassung der Arbeitsumgebung.

«Die menschlichen Faktoren (Human Factors) sind alle physischen, psychischen und sozialen Charakteristika des Menschen, die das Handeln in und mit soziotechnischen Systemen beeinflussen oder von diesen beeinflusst werden.» (Badke et al. 2012)

Human Factors Ansätze haben dabei zum Ziel, das soziotechnische System proaktiv zu optimieren sowie Aufgaben und Verantwortungen optimal zwischen Mensch und Maschine zu verteilen (siehe individuelle Stärken und Schwächen von Menschen und Maschinen in Tabelle 2). Die Funktionen können dabei auch flexibel zugewiesen werden.

Dadurch werden folgende Mehrwerte generiert:

- Technische und menschliche **Fehlerquellen** werden vermindert.
- Die **Sicherheit und Effektivität** des soziotechnischen Gesamtsystems werden verbessert.
- Die Akzeptanz und die **Motivation** der Benutzer werden erhöht.
- **Produktivität** (betrieblich und wirtschaftlich) wird erhöht.

Fähigkeiten	Mensch	Maschine
Mustererkennung in enorm grossen Datenmengen	- langsam, kognitiv begrenzt	+ in kürzester Zeit
Berücksichtigung des Kontexts	+ hat Gesamtbild im Blick	- Infos begrenzt verfügbar
Reproduktion von Arbeitsprozessen	- Leistungsschwankungen, Beurteilungsfehler	+ gleichbleibende Sicherheit und Qualität
Umgang mit neuen Situationen / Ausnahmesituationen	+ flexibel, improvisiert	- vordefinierte Lösungswege
Innovationsfähigkeit	+ entwickelt neue Lösungswege	- folgt Algorithmen

TABELLE 2: STÄRKEN UND SCHWÄCHEN VON MENSCHEN UND MASCHINEN

### 4.1 Human Factors bei smartrail 4.0

Neben den oben genannten Zielen ist es essenziell, dass Fehlinvestitionen vermieden und Projektrisiken reduziert werden. Dazu braucht es eine strukturierte Vorgehensweise, welche die optimale Passung zwischen Menschen und deren Arbeitsumgebungen im Dreieck Mensch-Technik-Organisation (MTO) sicherstellt und nachweist.

Als Definition für diese Passung führt die EN ISO 9241-11 den Begriff **Gebrauchstauglichkeit** mit den Massen **Effektivität** (wird das Ziel genau und vollständig erreicht), **Effizienz** (ist der zu leistende

Aufwand im Verhältnis) und **Zufriedenstellung** (Freiheit von Beeinträchtigung und positive Einstellung bezüglich der Nutzung des Produkts).

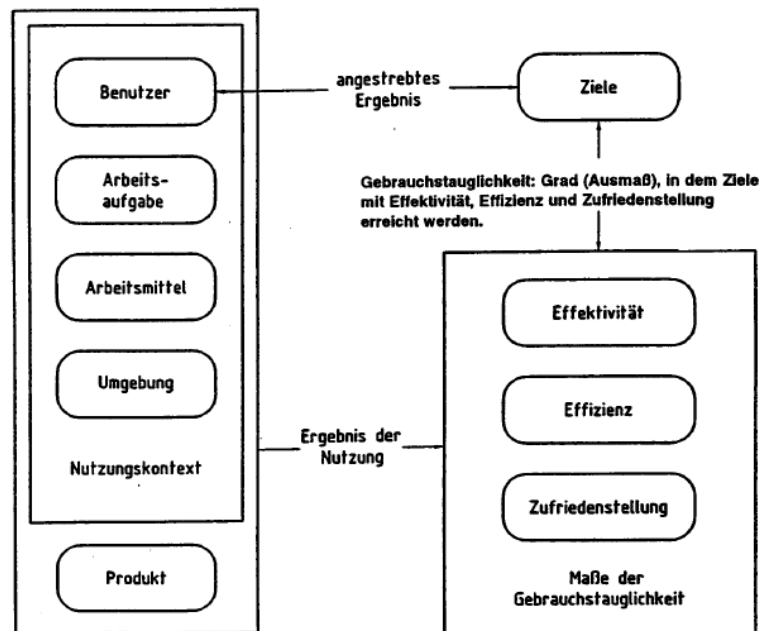


ABBILDUNG 4: ANWENDUNGSRAHMEN FÜR DIE GEBRAUCHSTAUGLICHKEIT NACH EN ISO 9241-11

Der Begriff Gebrauchstauglichkeit beschreibt die Benutzerfreundlichkeit der Technik in Bezug auf den Benutzer, dessen Aufgabe und dessen Nutzungskontext. Sie ist daher keine Eigenschaft einer technischen Komponente, sondern beschreibt das Erlebnis, welches der Benutzer bei der Verwendung der Technik hat. (K 200.1, Anhang H).

Smartrail 4.0 erweitert die Definition von Gebrauchstauglichkeit um den Aspekt **Sicherheit** (Bedingung des Schutzes vor Schaden oder anderen unerwünschten Folgen bei der Benutzung eines Produktes).

#### Gebrauchstauglichkeit

Das Ausmass, in dem ein Produkt, System oder ein Dienst durch bestimmte Benutzer in einem bestimmten Anwendungskontext genutzt werden kann, um bestimmte Ziele sicher, effektiv, effizient und zufriedenstellend zu erreichen.

Die Tätigkeiten zur Sicherstellung guter Gebrauchstauglichkeit setzen auf dem «Human-Centered-Design» Prozess auf (Abbildung 5), welcher in der EN ISO 9241-210 beschrieben ist. Dabei werden wissenschaftlich erprobte Erkenntnisse und Techniken aus den Bereichen der Arbeits- und Organisationspsychologie, Ergonomie, Arbeits- und Betriebssicherheit, Gesundheitsschutz (-prävention) und des Usability Engineerings (User Experience Design) entsprechend der nachfolgend aufgeführten Grundsätze genutzt:

- Die Gestaltung beruht auf einem umfassenden Verständnis der Benutzer, Arbeitsaufgaben und Arbeitsumgebungen.
- Die Benutzer sind während der Gestaltung und Entwicklung einbezogen.

- Das Verfeinern und Anpassen von Gestaltungslösungen werden fortlaufend auf der Basis benutzerzentrierter Evaluierung vorangetrieben.
- Der Prozess ist iterativ.
- Bei der Gestaltung wird die gesamte Usability und User Experience (UX) berücksichtigt.
- Im Gestaltungsteam sind fachübergreifende Kenntnisse und Perspektiven vertreten.

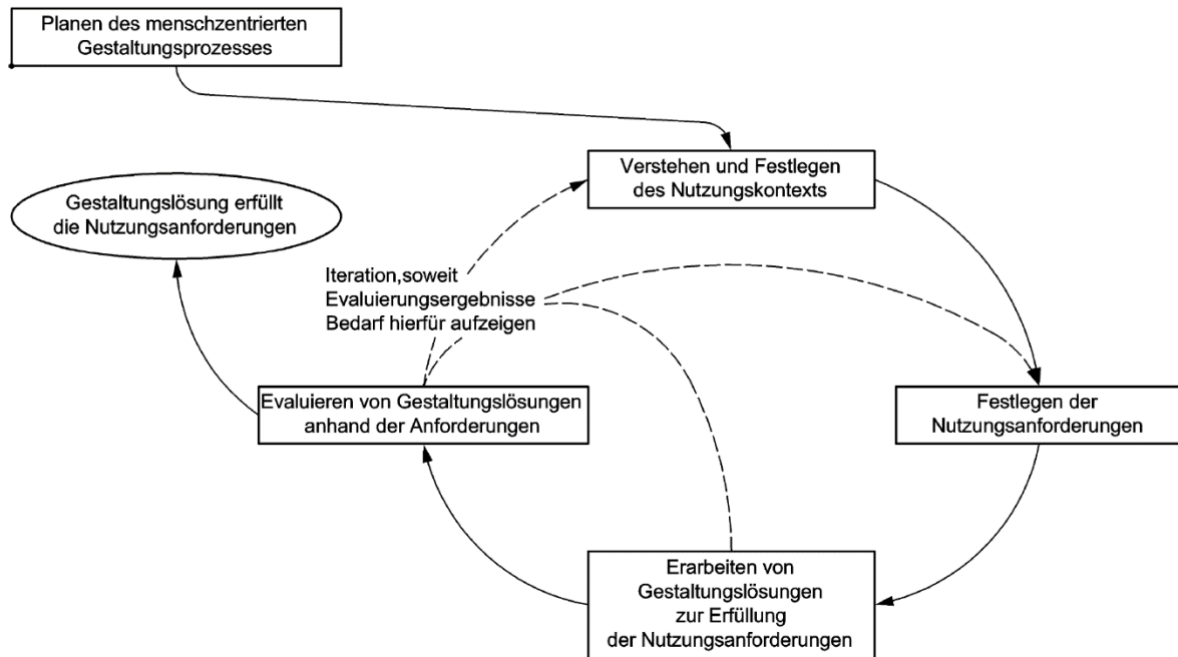


ABBILDUNG 5: HUMAN-CENTERED-DESIGN NACH EN ISO 9241-210

Eine gute Gebrauchstauglichkeit wird nicht nur für den Endausbau von smartrail 4.0 angestrebt. Das Zusammenspiel «alte» und «neue» Welt muss für jeden Veränderungsschritt während der gesamten Projektdauer betrachtet werden. Die Konzepte und die entwickelten Anwendungen müssen **regelmässig** auf deren Gebrauchstauglichkeit beurteilt werden.

Dazu werden **Zielbilder aus soziotechnischer Gesamtsystembetrachtung** (Dreieck Mensch-Technik-Organisation) erarbeitet. Unter Berücksichtigung der Menschen und ihrer Fähigkeiten, des organisationalen Rahmens und der geplanten technischen Funktionalität werden fachliche / funktionale Zielbilder definiert, die eine möglichst optimale Gesamtsystemleistung ermöglichen. Die Betrachtung als soziotechnisches System und dahingehende Forderungen an sicherheitsrelevante Projekte sind ebenfalls im «Safety Plan» (Kapitel «User Interface») zu finden.

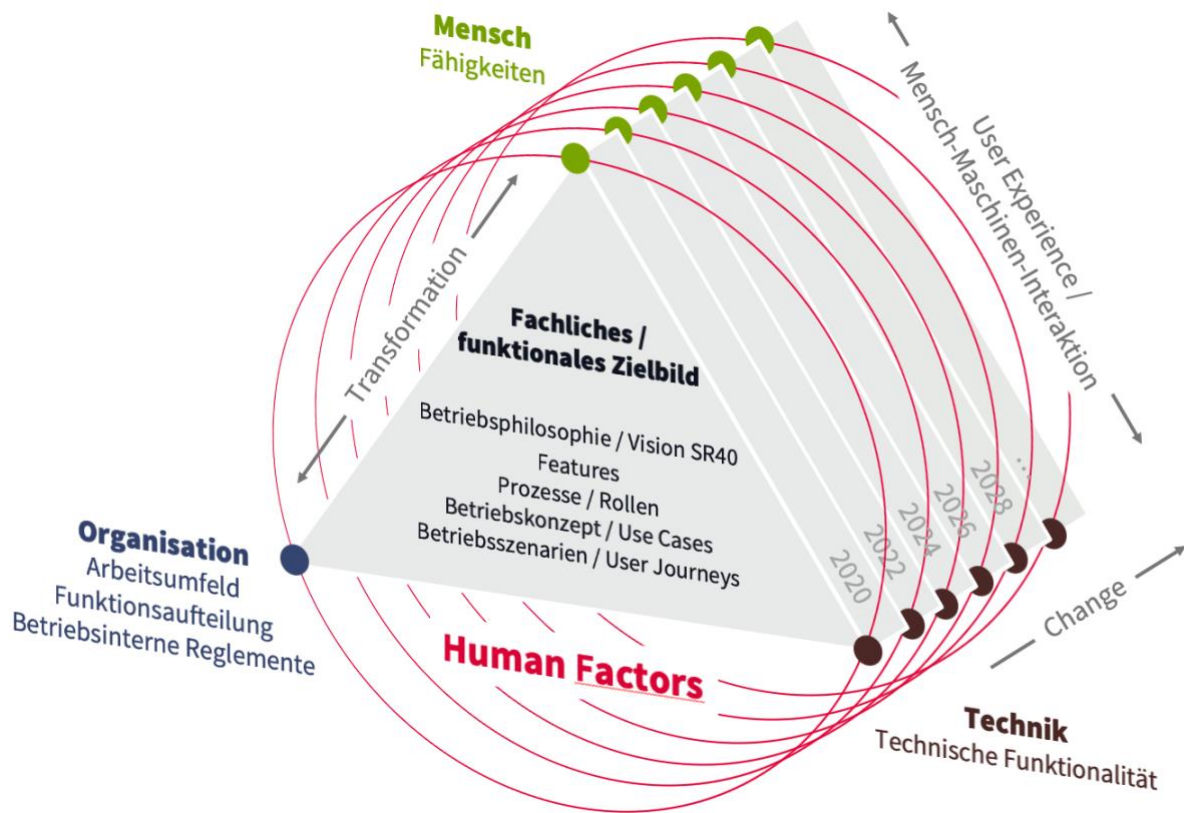


ABBILDUNG 6: HUMAN FACTORS IM DREIECK MTO MIT MIGRATIONSSCHRITTEN<sup>2</sup>

Die oben beschriebenen Zielbilder basieren auf dem Anwendungsrahmen für die Gebrauchstauglichkeit nach EN ISO 9241-11 (Abbildung 4). In interdisziplinärer Zusammenarbeit werden darin Prozesse und Rollen bezüglich optimaler Aufgabenteilung und Aufgabenübergabe zwischen Mensch und Maschine gestaltet. Das Zielbild für den Endausbau von smartrail 4.0 ist im «Betriebskonzept» beschrieben.

<sup>2</sup> Der komplette Migrationsplan mit den einzelnen Zielbildern (Releases) ist im Anhang A ersichtlich.



## 5 Handlungsfelder MTO

Wie in der Einleitung erwähnt, bringen Digitalisierung und Automatisierung neben Chancen eben auch Herausforderungen, welche in der Konzeption eines soziotechnischen Systems berücksichtigt werden müssen. Die folgende Liste zeigt mögliche Auswirkungen, welche bei nicht passender Systemdefinition und Systemgestaltung (Prozesse, Aufgaben/Kompetenzen/Verantwortlichkeiten (AKV), Mensch-Maschine-Interaktion etc.) auftreten können und daher im Projektverlauf stets im Blick behalten werden müssen, um die Gebrauchstauglichkeit des Gesamtsystems sicherzustellen:

- Neue Sicherheitsrisiken / Risikosituationen (je nach Anwendungskontext und -situation)
- Ineffizienzen / Mehraufwände
- Akzeptanzprobleme bei den Mitarbeitenden
- Physische oder psychische Gefährdungen sowie damit verbundene gesundheitlichen Aspekte
- Potentiale der technischen Hilfsmittel werden nicht genutzt
- Potentiale des Menschen werden nicht genutzt
- Emergente Phänomene<sup>3</sup>

Die Ursache dahinter ist oftmals, dass dem Menschen in komplexen und hochautomatisierten Systemen eine wichtige Rolle auferlegt wird, welche er gar nicht wahrnehmen kann. Dieses Paradoxon bei der Systemkonzeption beschreibt (Bainbridge, 1983)<sup>4</sup> mittels 4 «Ironien der Automatisierung».

**«Ironie 1:** Menschen werden von Entwicklern als wesentliche Fehlerquelle betrachtet und deshalb durch Automatisierung ersetzt. Allerdings sind auch die Entwickler Menschen und damit anfällig für Fehler, in ihrem Fall für Entwicklungsfehler. Dies führt dazu, dass eine Reihe operativer Fehler tatsächlich auf Entwicklungsfehler zurückgeführt werden können.

**Ironie 2:** Aufgaben, die sich (derzeit) nicht automatisieren lassen, eventuell weil sie zu komplex sind und sich nicht vollständig a-priori spezifizieren lassen, werden auf den Menschen, also auf das schwächste Glied in der Prozesskontrolle übertragen.

**Ironie 3:** Der Mensch wird durch Automatisierung ersetzt, weil die Systeme die Aufgaben besser durchführen können. Sie/er soll aber weiterhin die Systeme überwachen und prüfen, ob sie korrekt arbeiten. In Störfällen soll der Mensch dann eingreifen und ggf. manuell übernehmen.

**Ironie 4:** Die zuverlässigsten Automatisierungssysteme erfordern den höchsten Aufwand an Trainingsmaßnahmen, weil sich im täglichen Betrieb keine Gelegenheit für aktive Kontrolle und Auseinandersetzung mit dem System bietet. Unverlässliche Systeme hingegen erfordern regelmäßiges aktives Eingreifen und Hineindenken in die funktionalen Zusammenhänge und erhalten damit die manuellen Kontrollfähigkeiten aufrecht, was den Trainingsaufwand reduziert.»

<sup>3</sup> Unvorhergesehene Interaktion aufgrund der Neuerung im System

<sup>4</sup> Trotz des fortgeschrittenen Alters dieses Literaturverweises haben die wesentlichen Aussagen noch immer ihre Gültigkeit.

Trotz unbestrittener Erhöhung der Sicherheit durch moderne Automatisierungssysteme, muss festgehalten werden, dass damit aber auch eine neue Qualität von Fehlern auftauchen, die weitgehend ein Resultat der aufgezeigten Ironien sind. (Lüdtke 2015, S.128)

Nachfolgend folgt eine Auslegeordnung aus Sicht MTO, welche die notwendigen Handlungsfelder aufzeigt. Im Kapitel 6 werden dann die geplanten Ansätze aufgezeigt, mit welchen bei smartrail 4.0 auf die Herausforderungen eingegangen wird und damit die Risiken / Auswirkungen minimiert werden und Chancen erreicht werden können. Dies können Vorgaben bzgl. Vorgehensmethodik oder inhaltliche System-Gestaltungs-Richtlinien sein.

## 5.1 Mensch

Die mit smartrail 4.0 einhergehenden Veränderungen betreffen die komplette Bahnproduktion. Dabei werden die Auswirkungen auf die Mitarbeitenden in den Anwendungsbereichen «Planung & Betrieb», «Zugführung», «Anlagenveränderung», «Fahrzeugausrüstung» betrachtet (vgl. Dokument «Auswirkungen auf Business»). Für die Konzeption werden dazu folgende Anwendungsumfelder definiert: Büro, Betriebszentrale / Leitstelle (Schichtarbeitsplätze), Lok, im Gleisbereich und weitere Mobile-Arbeitssituationen.

### 5.1.1 Handlungsfelder

Die folgende Liste zeigt mögliche negative Auswirkungen bei unpassender Systemkonzeptions:

- Verlust von Fertigkeiten
- Monotonie und Langeweile (Unterforderung)
- Überforderung und Stress aufgrund steigender Komplexität (v.a. im Störfall) oder geringem Vertrauen in die Automation
- Verlust des Bewusstseins über die jeweils aktuelle Situation (Situationsbewusstsein) oder über den jeweils geltenden Betriebsmodus (Modusbewusstsein)
- Reduzierte Aufmerksamkeit aufgrund übersteigerten Vertrauens in die Automation oder Aufmerksamkeitsproblemen
- Demotivation der Mitarbeitenden
- Akzeptanzprobleme (bei Mitarbeitenden und Kunden)
- Interaktionsprobleme zwischen Mensch und Maschine

Neben den Risiken bieten sich für die Mitarbeitenden neue Chancen, wenn wir attraktive und abwechslungsreiche Jobs schaffen. Auf der Seite der Kunden bietet das System smartrail 4.0 die Chance zu flexiblerem Reisen, bessere Kundeninformation und die Verlässlichkeit des Bahnsystems steigt.

<sup>5</sup> Quellen hierfür: Automation Surprises (Sarter et al. 1997), Lack of Understanding (Endsley 1996), Mode Confusion (Norman 1981; Degani et al. 1999), Complacency (Parasuraman und Manzey 2010), Skill Degradation (Sherman 1997), Outof-the-loop Effects (Endsley und Kiris 1995), Automation Misuse, Disuse, Abuse (Parasuraman und Riley 1997).

5.1.2 Herausforderungen des zukünftigen Arbeitsmarktes in der Bahnbranche  
 In verschiedenen Interviews über die Entwicklung des Arbeitsmarktes haben sich folgende Schwerpunkte in den Herausforderungen ergeben, welche entscheidend auf die Überlegungen in der Transformation einwirken:

- Geeignetes Personal suchen und finden.
- Fluktuationen steigen. Junge Mitarbeitende wechseln schneller die Stelle.
- Wissen und Fertigkeiten erhalten, besonders in einer langen Übergangszeit von parallel «alter» und «neuer» Technologie. Das bedeutet mehr Aufwand in Aus- und Weiterbildung.
- Mehr Trainingsmöglichkeiten schaffen, um neue Systeme auszuprobieren und zu schulen.
- Optimale statt maximaler Automatisierung, um attraktive Arbeitsplätze zu gestalten. Damit langfristig im umkämpften Arbeitsmarkt genügend und qualitativ passendes Personal gewonnen werden kann.

Die Herausforderungen der Zukunft müssen im Personalwesen hauptsächlich in den Bereichen Personalplanung, Personalentwicklung (Grund-, Aus- und Weiterbildung) und in der Personalbeschaffung (Rekrutierung) berücksichtigt werden. Dazu sind in den Unternehmen und in der Branche bereits Aktivitäten gestartet worden.

### 5.1.2.1 Studie Arbeitswelt der Zukunft

Im Rahmen des Digitalisierungsfond der SBB wurden in einer Studie die Auswirkungen der Digitalisierung auf die SBB untersucht daraus wurden verschiedene Massnahmen vorgeschlagen.

15 | Zusammenfassung der Studie «SBB Arbeitswelt der Zukunft 2025-2035»

## Die Studie identifiziert 15 weichenstellende Massnahmen, um den digitalen Wandel der Arbeitswelt zu gestalten

Basierend auf der qualitativen und quantitativen Analyse wurden konkrete Massnahmenvorschläge abgeleitet, die in vier Themencuster fallen. Einige der Massnahmen befinden sich bei der SBB zu Teilen bereits in Umsetzung (z.B. Weiterentwicklung digitaler Kompetenzen mit dem Programm fit4future; Strategische Berufsfeld- und Ressourcenplanung). Die Priorisierung und Umsetzung der Massnahmen erfolgt gemeinsam mit den Sozialpartnern.

I. Kompetenzen erhalten, weiterbilden und entwickeln	II. Technologien und Belegschaft aktiv planen und steuern	III. Neue Arbeitsformen und Kultur fördern	IV. Arbeitsrechtliche Rahmenbedingungen schaffen
1. Bewahrung und Weiterentwicklung des Bahn-Know-hows und der Bahnberufe 2. Reverse Coaching bzw. Mentoring bezüglich neuer Technologien 3. Zukunfts- und bedarfsorientierte Weiterentwicklung der Mitarbeitenden 4. Partnerschaften mit Instituten im Bereich IT und Data 5. Rekrutierung von IT- und Data-Profilen	6. Kontrolle über Technologie und Erhaltung von Kompetenzen 7. Strategische Berufsfeld- und Ressourcenplanung 8. Technologieeinsatz zur Minimierung des Fachkräftemangelrisikos 9. Erleichterung von Berufsübergängen	10. Verlagerung von Linienaufgaben in Projekte 11. Vorbereitung der Führungskräfte auf Digitalisierung	12. Modularisierung kollektiver Arbeitsverträge (GAV) 13. Vertraglich gesicherter Zugang zu Aus- und Weiterbildung 14. Flexibler Umgang mit neuen Anstellungsformen 15. Ausweitung der Sozialpartnerschaft auf externe Mitarbeitende

ABBILDUNG 7: MASSNAHMEN DER STUDIE ARBEITSWELT DER ZUKUNFT

### 5.1.2.2 Strategische Berufsfeld- und Ressourcenplanung

Eine Massnahme der Studie wird im Projekt «Strategische Berufsfeld- und Ressourcenplanung» angegangen. Das Projekt ist im September 2019 gestartet. Um für die zukünftigen Herausforderungen besser in der Personalplanung zu berücksichtigen, werden die Erfahrungen der durchgeführten Berufsfeldanalysen mit einem neuen Vorgehen in die strategische Personalplanung eingebunden. Das Vorgehen wird durch HR SBB entwickelt.

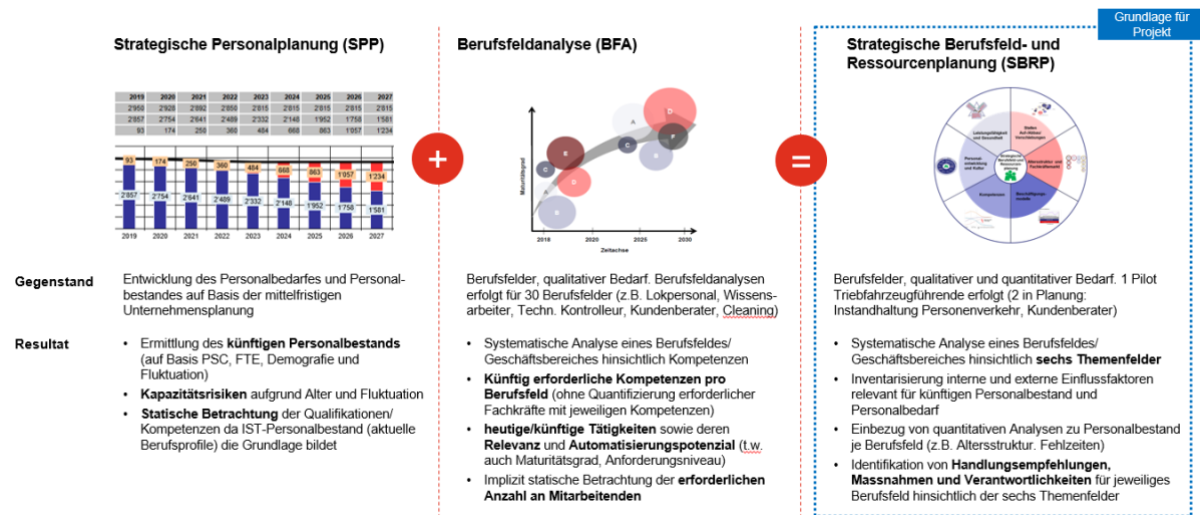


ABBILDUNG 8: VORGEHEN STRATEGISCHE BERUFSFELD- UND RESSOURCENPLANUNG

Ziel des Projektes: «Entwicklung einer **berufsfeldbezogenen** und **berufsfeldübergreifenden strategischen Gesamtsicht** der Entwicklungen in Bezug auf die Rekrutierung, Gesundheit und Leistungsfähigkeit, Führung und Kultur, Bildung und Grundbildung, Personalplanung, Beschäftigungsmodelle und Personalentwicklung»

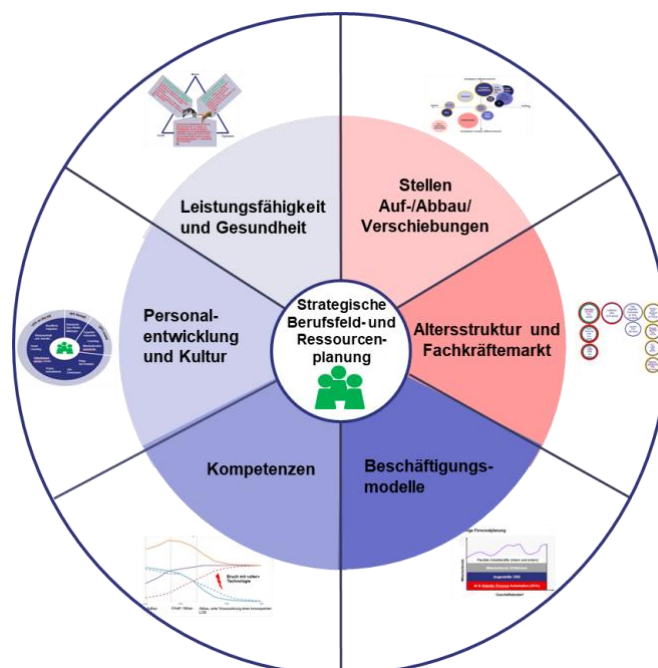


ABBILDUNG 9: THEMEN FÜR DIE STRATEGISCHE BERUFSFELD UND RESSOURCENPLANUNG

### 5.1.2.3 Grundbildung

In der Branche wurde bereits beauftragt, dass die Grundbildung für gewisse Berufsbilder überarbeitet wird. Die angedachten Veränderungen mit smartrail 4.0 werden in der Erarbeitung eingebracht.



## Projekt «Berufsbildung im öV 2022+» gestartet

Nach dem Entscheid des VöV-Vorstandes im Januar 2019 ist das Projekt Berufsbildung 2022+ gestartet. Ziel ist es, die Berufsbilder von «Fachleute öV» und «Detailhandel öV» auf den Lehrstart 2022 hin weiterzuentwickeln.

«Berufsbildung im öV 2022+» steht für die Revisionen und Weiterentwicklungen in den beruflichen Grundbildungen des öV. Die Projektarbeiten sind nach dem VöV-Vorstandsentscheid im zweiten Quartal 2019 unter dem Lead des VöV gestartet. Ziel ist es, die beiden Grundbildungen Fachfrau /Fachmann öV und Detailhandelsfachleute öV im Hinblick auf den Lehrbeginn 2022 so zu überarbeiten und weiter zu entwickeln, dass sie dem aktuellen und künftigen Wandel der Berufsbilder gerecht werden.

Bei der Revision der Fachleute öV steht die Verstärkung und Erweiterung der Ausbildung in betrieblichen Tätigkeiten im Fokus. Die Arbeit hinter den Kulissen des öV, die Planung der Ressourcen und die Überwachung und Lenkung des Verkehrs ist zentral für das Funktionieren des Systems öV Schweiz. Diese Arbeit wird sich durch fortschreitende Digitalisierung und grosse Branchenprojekte wie smart rail 4.0 verändern.

In den kommenden Jahren ist gut ausgebildeter Nachwuchs, der das System am Laufen hält und flexibel auf künftige Entwicklungen reagieren kann, sehr gefragt. Ziel ist es, Lernende vermehrt sowohl in den Bereichen der Ressourcenplanung wie auch in Tätigkeiten Betriebszentralen oder städtischen Leitstellen verschiedener öV-Transportunternehmen ausgebildet werden können.

Bei der Weiterentwicklung des Detailhandels öV steht die weiter zunehmende Bedeutung der Orientierung an den Bedürfnissen der Kundinnen und Kunden des öV Schweiz im Vordergrund.

Neu wird die Zugbegleitung in die Grundbildung Detailhandel öV integriert. Damit soll dem sich verändernden Berufsbild der Zugbegleitung weg von der Begleitung der Züge hin zur Begleitung der Fahrgäste Rechnung getragen werden. Die kompetente und individuelle Beratung und Begleitung der Fahrgäste auf dem Zug wird wichtiger und verlangt grundsätzlich dieselbe dienstleistungsorientierte Haltung und Kompetenzen wie die Beratung von Kundinnen und Kunden vor oder nach einer Reise, zum Beispiel an einem Schalter.

© 2019 Verband öffentlicher Verkehr Schweiz | Powered by Contrex



ABBILDUNG 10: PROJEKT «BERUFSBILDUNG IM ÖV 2022+»

## 5.2 Technik

Die Automatisierung und Digitalisierung der Bahnproduktion startet nicht erst mit smartrail 4.0. Die Technik hat sich stets weiterentwickelt, womit auch die Aufgaben der Menschen sich verändert haben. Mit dieser Entwicklung haben die Menschen immer weniger aktiv handelnde Tätigkeiten und mehr passiv überwachende Aufgaben. Die Abbildung 11 zeigt diesen Wandel an den Beispielen der Stellwerkbedienung und der Ausgestaltung von Führerständen.

Dabei bestehen im operativen Betrieb immer verschiedene Generationen von technischen Lösungen parallel. Diese Ausgangslage bringt mit sich, dass die Systemlandschaft höchst verschieden ist, nicht nur für die verschiedenen Berufsbilder, sondern auch innerhalb des Arbeitsgebiets einer Rolle. Folgende Beispiele illustrieren diese Vielfalt im heutigen System:

- Fahrdienstleiter müssen unterschiedliche Stellwerktechnologien verstehen und bedienen können, um in verschiedenen Bedienbereichen zu arbeiten.
- Rangiermitarbeitende, welche Funkgleismelder nicht überall nutzen können.
- Lokführer, die unterschiedliche Führerstandausstattungen in den verschiedenen Lokomotiven und Triebzügen antreffen und beherrschen müssen.
- Mitarbeitende der Instandhaltung, welche neben schweren Maschinen (z.B. Schweißgeräten) auch Tablets und Papierchecklisten für ihre Arbeit brauchen.

Diese vielfältigen Arbeitsumgebungen bedingen ein fokussierte Human Factors Herangehensweise, um die Gebrauchstauglichkeit im Gesamtsystem der Bahnproduktion zu steigern. Bei der Konzeption der Betriebskonzepte (Rollen, Prozesse, Automatisierungsgrade, Anforderungen an die Technik etc.) muss daher immer der gesamte Arbeitskontext der Menschen betrachtet werden, inklusive der technischen und organisatorischen Veränderungen, welche ausserhalb smartrail 4.0 laufen.

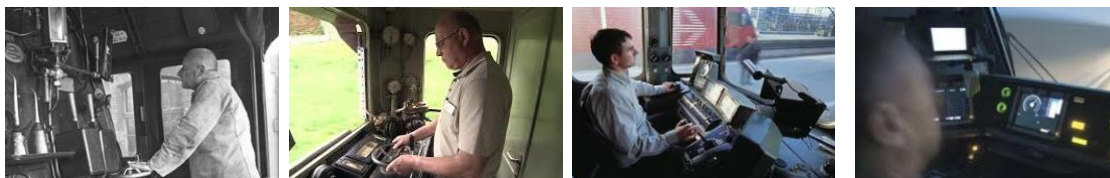


ABBILDUNG 11: DIGITALISIERUNG IN DER BAHNPRODUKTION (AM BEISPIEL STELLWERK UND FÜHRERSTAND)

## 5.3 Organisation

Im Bereich Organisation ist vor allem aktives Involvieren der Betroffenen Menschen und deren Interessensvertreter im Fokus.

### 5.3.1 Partizipation der Mitarbeitenden

Hier gilt das Motto: «Betroffene zu Beteiligten machen»

Die proaktive Partizipation der betroffenen Mitarbeitenden ist die Basis für ein erfolgreiches Change-Management. Sie müssen aktiv in Gestaltungs- und Evaluationsprozesse eingebunden werden. Das Risiko hier ist, dass die neben dem Tagesgeschäft möglich sein muss. Es braucht daher genügend Ressourcen, um beides parallel zu schaffen.

### 5.3.2 Involvierung der Linienorganisation

Bei der Gestaltung / Konzeption des Systems hilft eine frühzeitige Involvierung von Fachexperten, um sicherzustellen, dass die Idee später in der Linie auch auf Akzeptanz stösst und umgesetzt wird. Die Linienorganisationen der einzelnen Unternehmen müssen sich daher bewusst sein, dass sie die notwendigen Ressourcen bereitstellen.

Zusammen mit den Personalverantwortlichen und Bildungsverantwortlichen der Unternehmen wurden das Vorgehen und die Aufgaben in der Transformation definiert. Die Transformation smartrail 4.0 plant übergreifend und erarbeitet zusammen mit den betroffenen Linien die neuen/veränderten Rollen und Berufsbilder. Zusammen mit den betroffenen Linien werden die notwendige Umsetzung und Organisationsentwicklung angestossen.

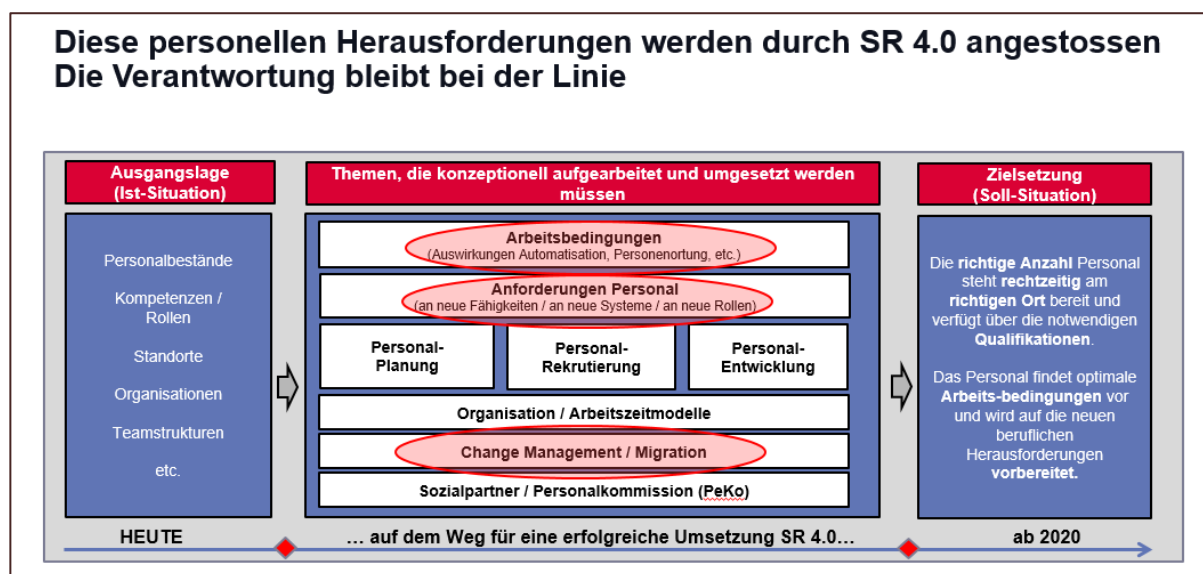


ABBILDUNG 12: VORGEHEN UND AUFGABEN DER TRANSFORMATION

Die wichtigsten Aufgaben der Transformation sind:

- **Veränderung der Rollen:** Auswirkungen der neuen Prozesse, Vorgaben und Systeme auf die Rollen ermitteln.

Mit Hilfe der Berufsfeldanalyse bzw. Kerntätigkeit- und Kompetenzanalyse werden die Tätigkeiten und notwendigen Fähigkeiten der Menschen ermittelt und daraus Entwicklungs- und Changebedarf für die Mitarbeitenden und die Organisation aufgezeigt.

Bei den Analysen wird mit den beteiligten Mitarbeitenden prognostiziert:

- welche Auswirkung eine bestimmte technologische Entwicklung auf ihr Berufsfeld hat
- welche Kompetenzen benötigt werden
- welche Entwicklungsbedarf besteht
- welche Auswirkungen die Veränderungen z.B. auf Personalauswahlkriterien, notwendige Ausbildungsinhalte und Wissenstransfer hat

Aus den Resultaten können auch die Veränderungen für folgende Themen abgeleitet werden:

- Die Berufsbilder, Funktionen Laufbahnmodelle
  - Aufbau- und Ablauforganisationen, Zusammen
  - Fähigkeiten und Befähigung
  - Bauliche Anpassungen von Arbeitsplätzen und/oder bestehender Arbeitsmittel
- **Fähigkeiten für die Zukunft:** Befähigung der Mitarbeitenden aller betroffenen Unternehmen für die veränderten Prozesse und Systeme sicherstellen.

Mittels Gesamtsicht der notwendigen Befähigungen aus dem Programm smartrail 4.0 wird der Bildungsbedarf ermittelt. Die Entwicklung der Bildung für die Branche wird durch HR Bildung SBB im Auftrag des Programms übernommen. Die Inhalte (z.B. Bedienungsanleitungen) werden durch die einzelnen Anwendungsprojekte erarbeitet. Dabei wird aufgrund der erhöhten Automatisierung vermehrt Gewicht auf das Üben von Störungsfällen gelegt. Ein Simulationsbasiertes Training ist geeignet um die Wirkung und die Bearbeitung von Störungsfällen zu trainieren.

In Bereichen, in denen Teamarbeit und kommunikative Prozesse wichtig sind, steht, analog der Flugindustrie, das Thema Crew Ressource Management (CRM) im Vordergrund.

Die Anpassungen bei unternehmensspezifischen Prozessen werden durch die einzelnen Unternehmen entwickelt und ausgebildet. Die Anzahl der betroffenen Mitarbeitenden wird mit den Bildungsverantwortlichen erfasst und bewertet.

- **Changemanagement:** Ableiten des Entwicklungsbedarf für die Mitarbeitenden und die Organisation.

Aus dem allgemeinen Entwicklungsbedarf werden den Unternehmen Anstösse übergeben, damit diese ihren Mitarbeitenden eine Perspektive für die persönliche Entwicklung zeigen können. Hier wird ein partizipativer Prozess angestrebt, die Mitarbeitenden, deren Arbeitsplätze perspektivisch einem Wandel unterliegen, sollen beteiligt werden. Damit kann die Akzeptanz erhöht werden.

Mit einem individuellen Entwicklungsplan sollen die Mitarbeitenden unter dem Lead der Unternehmen durch den Veränderungsprozess geführt werden.

Zusammen mit der Kommunikation SR40 und den Unternehmenskommunikation wird eine abgestimmte Information der Mitarbeitenden in der Branche sichergestellt.

### 5.3.3 Umgang mit den Sozialpartnern

Die Unternehmen pflegen den Austausch mit ihren Sozialpartnern (Gewerkschaften) und Personalvertretungen (Personalkommission, Betriebsversammlungen etc.) direkt und besprechen die Massnahmen für die Mitarbeitenden. Das Programm SR40 nimmt an den Austauschen je nach Thema teil oder informiert auch direkt an Anlässen der Sozialpartner über das Programm SR40.

Die Begründung ist, dass jedes Unternehmen die Massnahmen im Rahmen ihrer Gesamtarbeitsverträge mit den Sozialpartnern diskutieren will. SR40 koordiniert den Austausch vor



allem im Bereich HR (Personaldienst), um die Haltungen der Unternehmen gegenüber den Sozialpartnern abzusprechen.

#### 5.3.4 Sicherheits- und Qualitätskultur / Fehlerkultur<sup>6</sup>

Für ein passendes Gesamtsystem im Dreieck MTO brauchen die einzelnen Unternehmen auch eine funktionierende Sicherheits- und Qualitätskultur. Diese geht mit der Fehlerkultur eines Unternehmens Hand in Hand: Insbesondere der konstruktive und wertschätzende Umgang mit Mitarbeitenden, die ihre Fehler offen ansprechen, ist lobens- und erstrebenswert. Nur mit diesem offenen Umgang kann die Sicherheit des Eisenbahnsystems proaktiv erhöht werden. Eine Bestrafung als Konsequenz eines transparenten Umgangs mit Fehlern von Mitarbeitenden sollte also nicht zwangsläufig erfolgen. Gerade durch einen transparenten und initiativen Umgang mit Fehlern kann ein hoher Gewinn für die Sicherheit erreicht werden. James Reason (1997) charakterisiert in seinem Buch *The Risks of Organizational Accidents* eine sogenannte *Just Culture* bzw. eine gerechte Kultur als «eine Atmosphäre des Vertrauens, in der Menschen ermutigt und sogar belohnt werden, wenn sie wichtige sicherheitsbezogene Informationen preisgeben». Gelingt es den Unternehmen, als Teil der Fehlerkultur, eine derartige Atmosphäre des Vertrauens zu schaffen, können die sicherheitsrelevanten Meldungen der Mitarbeitenden einen wertvollen Gewinn für die Sicherheit des Gesamtsystems bringen.

#### 5.3.5 Einbezug von Kunden

Um sicherzustellen, dass das Konzept smartrail 4.0 auch bei den Endkunden auf Akzeptanz stößt, ist es auch zentral, dass bei Konzeption und Evaluation der angedachten Veränderungen jeweils Kunden miteinbezogen werden. Wenn die Kunden Veränderungen nicht akzeptieren (z.B. während der Migration gesperrte Strecken, dann kann dies sehr negativ auf den Erfolg des Programms wirken.

Die konkreten Auswirkungen auf die Endkunden (v.a. während der Migration) sind noch zu wenig detailliert betrachtet aktuell. Bei der vertieften Erarbeitung der Betriebskonzepte, auch während der Migration, müssen diese Aspekte noch vertieft werden.

<sup>6</sup> Quelle: Textvorschlag aus dem Review des Deutschen Luft- und Raumfahrtzentrums (DLR) vom 11.9.2019

## 6 MTO – Methoden und Ansätze

Das vorliegende Konzept hat zum Ziel ein strukturiertes und verbindliches Vorgehen zu definieren, welches die Gebrauchstauglichkeit des Bahnsystems zu jeder Zeit der Migration von smartrail 4.0 sicherstellt.

### 6.1 Methodische Grundlagen

#### 6.1.1 Grundlagen / Weisungen / Vorgaben

Basis für die Konzeption der Zielbilder aus soziotechnischer Gesamtsystembetrachtung bilden etablierte Human Factors Kriterien (bspw. Usability / Mensch-Maschinen-Interaktion, Arbeitsplatzergonomie und weitere arbeitspsychologische Grundlagen). Die Weisungen und Hilfsmittel dazu sind vielseitig:

- Safety Plan smartrail 4.0 bzw. Safetymanagement der Branche
- Checkliste Human Factors bei sicherheitsrelevanten Änderungen (K 250.1, Anhang B); wird für alle Projekte gültig für alle Unternehmen der Branche angewendet
- EN ISO 9241: Ergonomie der Mensch-System-Interaktion
- Vorgaben Ergonomie der Unternehmen der Branche
- Tool «ARBIG-MMS-B» / «ARBIG-MMS-Lf» als Hilfsmittel für die arbeitspsychologische Betrachtung: zum Erkennen und Einschätzen von konkreten Risiken aus Sicht MTO und zur Ableitung von Anforderungen an soziotechnische Systeme
- Aktuelle Fachliteratur aus den Bereichen Arbeitspsychologie und Human Factors
- Vorgaben Risikomanagement / Risikoanalysen smartrail 4.0

#### 6.1.2 Methoden zur Ermittlung der Gebrauchstauglichkeit

Gemäss EN ISO 9241 soll die Messung der Gebrauchstauglichkeit auf Daten beruhen, welche die Ergebnisse der Interaktion zwischen Benutzern und dem Produkt oder Arbeitssystem widerspiegeln (ISO 9241-11, Anhang B.4). Bei smartrail 4.0 wird dies noch etwas erweitert und nicht nur die Mensch-Maschinen-Interaktion in einer 1:1-Beziehung geprüft, sondern das Zusammenspiel im gesamten soziotechnischen System (Teams arbeiten mit mehreren Tools), inkl. Arbeits-, Kooperations-, Kommunikations- und Entscheidungsprozessen.

Zur Datenerhebung bzw. Messung nutzen wir, wie in der EN ISO 9241 beschrieben, **objektive** (z.B. Messung der Ergebnisse, Arbeitsgeschwindigkeit, Anzahl Fehler etc.) sowie **subjektive** (Äusserungen der Benutzer) Ansätze. Die gesammelten Daten werden mit anonymisierten **Personenmerkmalen** (z.B. Alter, Geschlecht, Erfahrung in der Rolle etc.) versehen, was eine detailliertere Auswertung zulässt.

Um die Datenqualität sicherzustellen, werden wo möglich immer **qualitative** (z.B. Usability Tests) und **quantitative** (z.B. Umfragen) Erhebungsmethoden kombiniert. Um die quantitative Aussage zu erhärten, sollen z.B. Fragebogen nicht nur an direkte Testpersonen, sondern möglichst breit gestreut werden, d.h. wenn sinnvoll an einen weiteren Benutzerkreis während Livetest und Pilot verteilt werden.

### 6.1.2.1 Methoden und Testsituationen

Die entsprechende Methode zur Ermittlung der Gebrauchstauglichkeit wird je nach Projektsituation durch die Experten ausgewählt und detailliert konzipiert. Diese können in Labortests oder Livetest / Testfahrten bzw. Piloten angewendet werden.

Mögliche Methoden zur Ermittlung der Qualität des soziotechnischen Systems bieten dabei:

- Benutzerbefragung, z.B. standardisierte Fragebogen, Interviews etc.
- Teilnehmende Beobachtung
- Empirische Studien, v.a. für Evaluation von Langzeiteffekten (Verlust von Fähigkeiten, Monotonie, Verlust Situationsbewusstsein etc.): mittels Eye-Trackings, physiologische Sensormessungen (z.B. Hirnstrom, Puls, Herzratenvariabilität, Pupillometrie, EEG etc.), Simulationsuntersuchungen oder Tagebuchstudien
- Auswertung von Fahrdaten, Verspätungsminuten

Obwohl im gesamten Programm viele Fachexperten beteiligt sind, welche das Business gut kennen, ist der Ansatz bei smartrail 4.0, möglichst früh Feedback von operativ tätigen Mitarbeitenden und Fachorganisationen einzuholen und Produktideen auf ihre Gebrauchstauglichkeit zu testen. Dazu sollen regelmässig Labortests und soziotechnische Simulationen mit Prototypen durchgeführt werden. Diese Tests dienen einerseits zur Überprüfung der Sinnhaftigkeit und Gebrauchstauglichkeit aus Anwendersicht (vgl. Messkriterien im Kapitel 6.1.2.2), womit das Risiko von unnötigen oder nicht passenden Entwicklungen minimiert wird. Andererseits bildet der Einbezug der betroffenen Mitarbeitenden ein Teil des Change-Managements, indem die Betroffenen zu Beteiligten gemacht werden. Der Ansatz der soziotechnischen Simulationen dient dazu, um frühestmöglich Erkenntnisse bzgl. Gebrauchstauglichkeit und Akzeptanz zu sammeln. Der Ansatz wird in Kapitel 6.5 näher erläutert.

### 6.1.2.2 Messkriterien

Egal welche Prüfmethode eingesetzt wird, soll möglichst immer das gesamte soziotechnische System berücksichtigt werden. Die nachfolgende Liste zeigt mögliche Messkriterien dazu, aus welchen je nach Projektsituation die passenden ausgewählt werden sollen:

- Arbeitspsychologische Kriterien (Betrachtung des gesamten soziotechnischen Systems)
  - Situationsbewusstsein (individuell und im Team)
  - Prozesstransparenz
  - Zusammenarbeit im Team: Aufgabenmanagement, Entscheidungsfindung, Kommunikation
  - Arbeitssicherheit und Gesundheit
  - Belastung / Beanspruchung, insbesondere kognitive Beanspruchung / Workload, im Sinne von Über-/Unterforderung: Monotonie / Fatigue, Stress
  - Verlust von Fertigkeiten und Wissen
  - Aufmerksamkeitsprozesse / Ablenkung
  - Performanz (angemessene und schnelle Handlungsfähigkeit)

- Usability Kriterien (Betrachtung der Mensch-Maschinen-Interaktion)
  - Effektivität, z.B. Fehlerhäufigkeit
  - Effizienz, z.B. Bearbeitungsdauer
  - Zufriedenheit mit dem System
- Fachliche Beurteilung
  - Prozesskonforme Vorgehensweise
  - Qualität und Sicherheit des Ergebnisses (z.B. Pünktlichkeit, Betriebssicherheit)
  - Vorausschauendes Denken und Handeln
  - Entscheiden unter Unsicherheit
  - Systembedienung (zeitgerecht, vollständig, korrekt)
  - Speditive Zusammenarbeit im Team
- Arbeitsplatzergonomie
- Jobzufriedenheit
- Kriterien für persönlichkeits-/gesundheitsförderliche Arbeitsgestaltung
  - Handlungs- und Entscheidungsspielräume
  - Ganzheitlichkeit & Vielfältigkeit der Tätigkeit
  - Lernförderlichkeit
  - Feedback aus der Tätigkeit
  - Soziale Unterstützung
  - Schichtgestaltung (z.B. Job-Rotation, Job-Sharing etc.)

### 6.1.3 Vorgaben und Guidelines

Die nachfolgend gezeigten Vorgaben und Guidelines sind auf die Vorgehensmethodik und zur Gestaltung von Produkten bezogen. Sie wirken darauf hin, dass die angestrebte Gebrauchstauglichkeit der Anwendungen erreicht werden kann. Sie gelten einerseits für Eigenentwicklungen im Programm, müssen grundsätzlich aber auch in Beschaffungssituationen berücksichtigt werden.

#### 6.1.3.1 Methodische Vorgaben

Folgende Liste zeigt die methodischen Vorgaben für die Erarbeitung der Betriebskonzepte und an die Business Change-, Anwendungs- bzw. Entwicklungsprojekte. Dies gilt nicht nur für Eigenentwicklungen, sondern auch für Beschaffungen (Ausschreibungen):

- Benutzer- / Kontextanalyse bzw. Erhebung von Nutzeranforderungen ist Pflicht
- Frühe und regelmässige Tests mit Einbezug von Endanwendern und eine Validierung durch unabhängige Fachspezialisten sind Pflicht
- Human Factors- und Usability-Verantwortlicher pro Team bzw. Anwendungsprojekt (falls kein Experte im Projektteam, muss ein befähigtes Teammitglied diese Rolle übernehmen)<sup>7</sup>

<sup>7</sup> Die SBB hat ein interdisziplinäres Human Factors Netzwerk, welches für Unterstützung und Beratung beigezogen werden kann. Weiter verfügt das Netzwerk über strategische Partner, womit auch externe Experten beigezogen werden können.

- User Journeys und Szenarien sollen genutzt werden, um konkrete Fälle und Probleme zu identifizieren und zu verhindern, dass ein Konzept im abstrakten Prozess funktioniert, im konkreten spezifischen Einsatz aber nicht
- Vor dem Start der Entwicklung muss ein grobes Gestaltungs- und Bedienkonzept (Usability - Konzept, Anhang D) bestehen
- Übergreifende Usability Verantwortliche (auf Stufe Programm, Teilprogramm oder teamübergreifend) sollen zu Scrum-Zeremonien eingeladen werden, damit die Entwicklung nachvollzogen werden kann und Abhängigkeiten und Risiken frühzeitig identifiziert werden
- Bei der Lösungskonzeption muss immer die ganzheitliche Arbeitsplatzergonomie berücksichtigt werden (z.B. Integration in bestehende Human Maschine Interfaces [z.B. Driver Maschine Interface im Führerstand]).

### 6.1.3.2 Hilfsmittel

Um die Arbeiten im Programm effizient und vergleichbar durchzuführen, werden den Projekten Hilfsmittel zu Verfügung gestellt, z.B.:

- Templates für Research- und Evaluations-Aktivitäten (z.B. Fragebogen, Beobachtungsleitfaden, User Journey etc.)
- Usability Konzept Template (siehe Anhang D)

Weitere Hilfsmittel werden im Projektverlauf erarbeitet und zu Verfügung gestellt.

## 6.2 Gestaltungsvorgaben

### 6.2.1 Design-Guidelines

Folgende Vorgaben und Guidelines sind aktuell bereits definiert, aber noch nicht inhaltlich komplett erarbeitet. Weitere können im Verlauf des Programms dazukommen.

- **Usability Prinzipien:** Basis für alle Handlungen und Überlegungen bei der Anwendungskonzeption: nachfolgend im Kapitel 6.2.2 erläutert
- **Usability Patterns und Styleguide (Design System):** Gestaltungsvorgaben (Navigation, Layout, visuelle Ausgestaltung etc.) und Libraries (in Zusammenarbeit mit SW-Entwicklern) zur Erhöhung der anwendungs-übergreifenden Konsistenz
- **Allgemeingültige funktionale und nicht-funktionale Anforderungen:** Anforderungen bzgl. Benutzbarkeit und UI-Design, die programmübergreifend gelten

### 6.2.2 Usability Prinzipien

Die folgenden fünf Usability Prinzipien bilden die Basis für das Usability Engineering bei smartrail 4.0. Sie dienen als Richtungsweisung und beschreiben keine konkreten Vorgaben.

**userzentriert** Die Projekte beziehen reale Nutzerinnen und Nutzer in ihre Entscheidungen mit ein.

*Beispiele*

- Neben den Fachexperten und Anwendervertretern wird eine zufällige Stichprobe des betroffenen Nutzerkreises einbezogen (z.B. für quantitative Erhebungen mittels Umfragen).
- User Journeys und Szenarien werden genutzt, um den Perspektivenwechsel zu erreichen.

**effektiv** Die Anwendungen ermöglichen es den Nutzern die Ziele genau und vollständig zu erreichen.

*Beispiele*

- Von der Maschine automatisch getroffene Entscheidungen sind für den Bediener transparent und nachvollziehbar.
- Von der Maschine automatisch getroffene Entscheidungen können jederzeit ausgeschaltet und/oder übersteuert werden, um die Beherrschbarkeit der Arbeit sicherzustellen.
- Der Benutzer kann den Arbeitsplatz auf seine Bedürfnisse personalisiert konfigurieren.

**effizient** Die Benutzer können ihre Ziele entsprechend der geforderten Qualität in angemessenem Aufwand (z.B. zeitlich, kognitiv, personell) erreichen.

*Beispiele*

- Das Gestaltungs- und Bedienkonzept der Anwendungen unterstützt den Benutzer, die relevanten Informationen und Funktionen schnell und ohne besonderen Suchaufwand aufzufinden und interpretieren zu können.
- Single-Sign-On für den kompletten Arbeitsplatz.

**reduziert** Die Anwendungen zeigen so wenig wie möglich und so viel wie nötig.

*Beispiele*

- Es werden nur Informationen und Funktionalitäten angeboten, die entsprechend der Betriebssituation relevant für den Benutzer sind.
- Es wird eine optimale Mischung aus Prozesstransparenz (Mensch versteht das Verhalten des Systems) und Verbergen der Komplexität der Technik angestrebt.

**ganzheitlich** Bei der Systemkonzeption wird immer auch das Umfeld der spezifischen Lösungen betrachtet.

## Beispiele

- Anwendungen und Prozesse spielen mit anderen Anwendungen im gleichen Umfeld und vor- und nachgelagerten Prozessen zusammen (keine Medienbrüche).
- Bei der Gestaltung von Anwendungen wird der Kontext mitberücksichtigt (Arbeitsplatzergonomie).

## 6.3 Vorgehen zur Sicherstellung der Gebrauchstauglichkeit

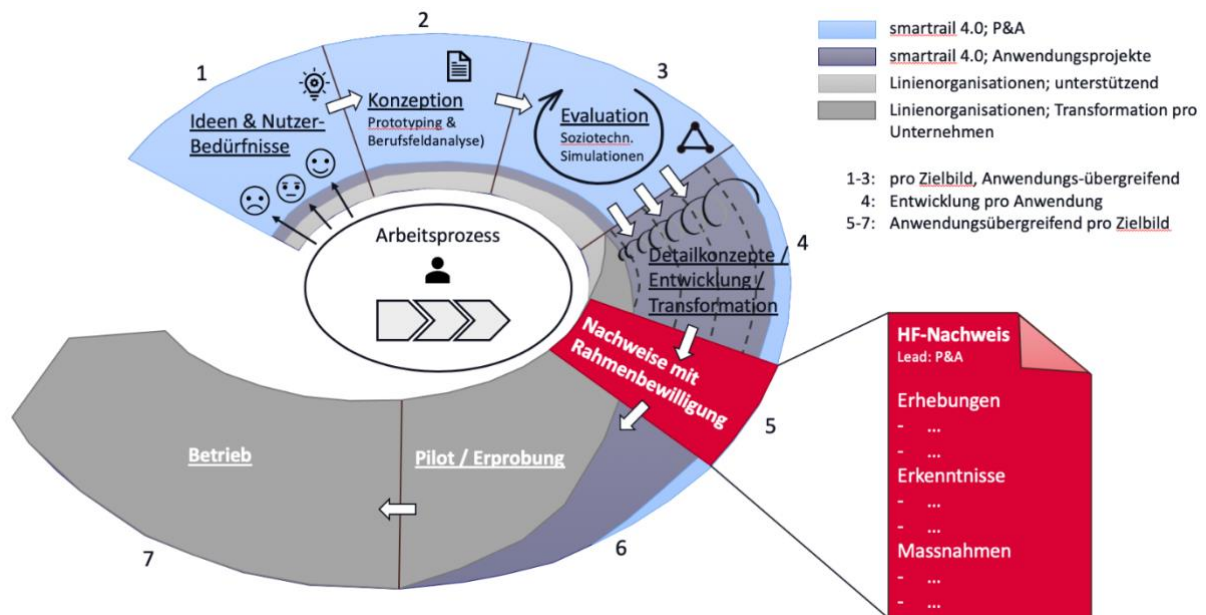


ABBILDUNG 13: PROZESS ZUR HUMAN FACTORS NACHWEISFÜHRUNG

Die oben gezeigte Darstellung zeigt das geplante Vorgehen, welches darauf abzielt, möglichst früh im Konzeptions- und Entwicklungsprozess Probleme zu identifizieren, daraus zu lernen und somit die Gebrauchstauglichkeit möglichst früh sicherzustellen. Nachfolgend werden die beschriebenen Aktivitäten detaillierter aufgezeigt.

Für jedes Zielbild (Release von smartrail 4.0, siehe Gesamtmigration in Anhang A) muss der Prozess durchlaufen werden. In den Phasen 1-3 des Prozesses werden die Ideen für Prozesse und Anwendungen zu einem frühen Zeitpunkt grob definiert, überprüft und verfeinert. Dabei wird immer der komplette Arbeitskontext (inkl. bestehender Anwendungen) berücksichtigt. Mit der Evaluation werden die Anforderungen an die Produktentwicklung (für Eigenentwicklungen als auch Ausschreibungen) und die Transformationsaktivitäten ermittelt. Während der agilen Entwicklung der Anwendungen eines Zielbilds (Phase 4) werden die Konzepte durch Human Factors Experten detailliert und regelmässig auf die Gebrauchstauglichkeit überprüft. Die konkreten Methoden zur Ermittlung der Gebrauchstauglichkeit werden je nach Projektsituation ausgewählt. Parallel dazu nehmen die Aktivitäten für die Transformation zu. Sechs Monate vor der Pilotierung wird als Teil der Rahmenbewilligung ans BAV ein Human Factors Nachweis erbracht (Phase 5). Während Pilotierung und Betrieb (Phasen 6 und 7) müssen die Linienorganisationen stetig die Gebrauchstauglichkeit überprüfen und aktives Change Management

betreiben. Mit regelmässigen Simulationstrainings werden die Mitarbeitenden befähigt und ihre Fertigkeiten im automatisierten Betrieb erhalten.

Die nachfolgenden Kapitel gehen detaillierter auf die einzelnen Schritte des Vorgehens ein.

## 6.4 Entwicklung Zielbilder aus soziotechnischer Gesamtsicht

Zuerst wird das fachlich / funktionale Zielbild definiert. Dies entsteht in Workshops mit interdisziplinärer Zusammensetzung<sup>8</sup>, um möglichst alle Aspekte abzudecken. Teil davon ist die Identifikation und Erarbeitung der Use Cases und der relevantesten User Journeys pro Anwendungsbereich («Planung & Betrieb», «Zugführung», «Anlagenveränderung», «Fahrzeugausrüstung») bzw. Anwendungskontext (Büro, Betriebszentrale / Leitstelle (Schichtarbeitsplätze), Lok, im Gleisbereich und weitere Mobile-Arbeitsituationen). Die User Journeys beziehen sich auf die erarbeiteten Prozesse, beschreiben darin konkrete Szenarien (z.B. Brand in Gleisnähe) und zeigen Schnittstellen zwischen Menschen (Zusammenarbeit verschiedener Rollen) und Mensch-System-Schnittstellen (Touchpoints). In den Szenarien werden die potentiell kritischen Punkte im soziotechnischen System identifiziert (unterlegt durch potentielle Gedanken, Gefühle oder Pain Points der Benutzer).

Die Einzeltätigkeiten resp. –szenarien müssen in den Betrachtungen stets in den Gesamtkontext der jeweiligen Rollen und Berufsbilder gebracht werden. Auch sind jeweils die organisatorischen Rahmenbedingungen (z.B. Schichtarbeit) zu berücksichtigen. Die Tätigkeiten und Berufsbilder werden sich sukzessive in mehreren Entwicklungsschritten verändern. So ist also die Einführung eines einzelnen Tools immer in den Kontext zu den übrigen Arbeitsprozessen der jeweiligen Berufsbilder zu stellen. Schliesslich soll der Arbeitsalltag der Mitarbeitenden beherrschbar sein. Es besteht die Gefahr, dass die sukzessive Veränderung eine gewisse Monotonie (bzw. Unterforderung, z.B. bei Fdl oder Lf, wenn dieser zunehmend nur noch überwachen muss) oder im Störfall aufgrund steigender Anforderungen eine Überforderung der Menschen mit sich bringt.

Weiter muss vor allem auch im Migrationskonzept verstärkt betrachtet werden, dass die Arbeitsumgebungen für die Mitarbeitenden während der Migration höchst divers sind. Dabei muss in konkreten Szenarien gedacht werden, wo zum Beispiel Lokführer während der Migration während einer Zugfahrt durch «alte» ETCS Level 1 und 2 und «neue» smartrail 4.0 Bereiche fährt, teilweise manuell, teilweise mit GoA2. Um auch dann die Gebrauchstauglichkeit zu gewährleisten muss gut überlegt wo / wann man die Systemübergänge platziert. Und es muss aus Sicht Human Factors getestet werden.

Bei der Entwicklung der Zielbilder werden unter Einbezug der Hilfsmittel (ARBIG Tool [SBB Tool zu Arbeitspsychologie] sowie Human Factors Checkliste, usw.; Siehe Kapitel 6.1.1) verschiedene Aspekte berücksichtigt, um ein aus soziotechnischer Gesamtsicht optimales Zusammenspiel im Mensch-Maschinen-Team zu definieren:

- Bestehende Erkenntnisse und Rückmeldungen von den Mitarbeitenden betreffend der heutigen Betriebsprozesse und Tools

<sup>8</sup> Fachspezialisten, Projektmitarbeitende, Anwendervertreter, Human Factors Experten



- Sammlung der geplanten Veränderungen (organisatorisch und Systemunterstützung) wirken zum gleichen Zeitpunkt auf die gleichen Mitarbeitenden?
- Gestaltung von Betriebsprozessen und -szenarien (Standard, Störfall, verschiedene Zeitpunkte), welche mit den regulatorischen Vorschriften abgestimmt sind
- Definition Arbeitsaufteilung und Arbeitsübergabe zwischen Mensch und Technik inkl. Anwendungsmodalitäten (z.B. Freiwilligkeit vs. Pflicht von GoA2 in verschiedenen Betriebssituationen). Dabei werden die grundlegenden Fähigkeiten und spezifischen Stärken von Menschen und Maschinen unter Berücksichtigung von Job-Motivationen untereinander abgestimmt.

Das geplante Zielbild beschreibt daher verschiedene Hypothesen für das soziotechnische System, welche mittels Prototypen abgebildet und getestet werden.

#### 6.4.1 Rollenveränderung

Aufgrund der erkannten Veränderungen aus dem fachlichen / funktionalen Zielbild, den Prozessen und Vorschriften werden mittels Berufsfeldanalysen bzw. Kerntätigkeit- und Kompetenzanalysen die Auswirkungen auf die Menschen (Anwender, Mitarbeitende) und die Organisation untersucht.

Im Vordergrund von smartrail 4.0 steht dabei eine optimale Automatisierung bzw. Teilautomatisierung der Tätigkeiten. Dazu gehört, dass die Aufgaben, welche der Mensch übernimmt und die daraus abgeleiteten Rollen aus arbeitspsychologischer Sicht gestaltet und untersucht werden, z.B. mittels soziotechnischer Simulationen. Daraus werden Anforderungen an die Menschen, die Technik und die Organisationen für die einzelnen Anwendungen abgeleitet. Dabei wird speziell darauf geachtet, dass für die Mitarbeitenden möglichst wenige Risiken (Ironien) der Automatisierung entstehen. Mit soziotechnischen Kompensationsstrategien wird versucht den negativen Einflüssen zu begegnen, z.B. zum Erhalt der Attraktivität der Berufsbilder bei erhöhter Automatisierung mit Job-Rotation, Job - Enrichment und weiteren Massnahmen.

Die beiden nachfolgenden Grafiken zeigen beispielhaft die Veränderung bei den Kerntätigkeiten und Schlüsselfähigkeiten in der Kapazitätsplanung.

In der Berufsfeldanalyse zu den Rollen der Fahrplanplaner wurde mit Hilfe der Interviews und Diskussionen mit den beteiligten Mitarbeitenden eine Skala der Kerntätigkeiten und Kompetenzen entwickelt. (siehe Anhang C)

## 6.5 Soziotechnische Simulationen

Die soziotechnischen Simulationen dienen dazu, die geplanten Zielbilder sehr früh mit wenig Aufwand bezüglich ihrer Gebrauchstauglichkeit aus Gesamtsicht MTO zu prüfen.<sup>9</sup> Neben der Hypothesenprüfung sollen damit explizit auch nicht bedachte Probleme und Risiken («emerging risks») identifiziert werden.

<sup>9</sup> Die Methode wurde in Zusammenarbeit mit der Fachhochschule Nordwestschweiz (FHNW) entwickelt, um ein angedachtes soziotechnisches System frühzeitig auf dessen Gebrauchstauglichkeit zu prüfen. Das Vorgehen wurde in den Projekten «DispoOp» und «Warnfunktion Rangier» erprobt und hat viele wichtige Erkenntnisse für die Gestaltung des soziotechnischen Systems gebracht. Der Detailbeschrieb befindet sich im zum Download unter:

[http://smartrail40.ch/service/download.asp?mem=0&path=/download/downloads/Soziotechnische\\_Simulationen.pdf](http://smartrail40.ch/service/download.asp?mem=0&path=/download/downloads/Soziotechnische_Simulationen.pdf)

### 6.5.1 Methodischer Ansatz

Mit **echten Benutzern** werden **realistische Störungen** und **fordernde Szenarien** in einer **realen Testumgebung** durchgespielt. Dabei wird die angedachte Technik durch die Regie **simuliert** (Wizard-of-Oz Methodik). Bei der Erhebung werden qualitative und quantitative Rückmeldungen eingeholt und mit objektiven Messkriterien (vgl. Kapitel 6.1.2.2) ergänzt.

Das getestete soziotechnische System wird dabei bewusst breit betrachtet. D.h. es werden auch Prozessschnittstellen zu anderen Rollen als die direkt betrachteten Mitarbeitenden beachtet. Wenn also wie im Beispiel DispoOp (siehe Abbildung 14), die Arbeit für die Rollen Disponent Bahnverkehr (DBV) und Fahrdienstleiter (Fdl) verändert wird, können trotzdem auch Auswirkungen auf Rollen in vorgelagerten (z.B. Kurzfristplanung) oder nachgelagerten (z.B. Zugführung, Rangierbetrieb oder Kundeninformation) Prozessen identifiziert werden.

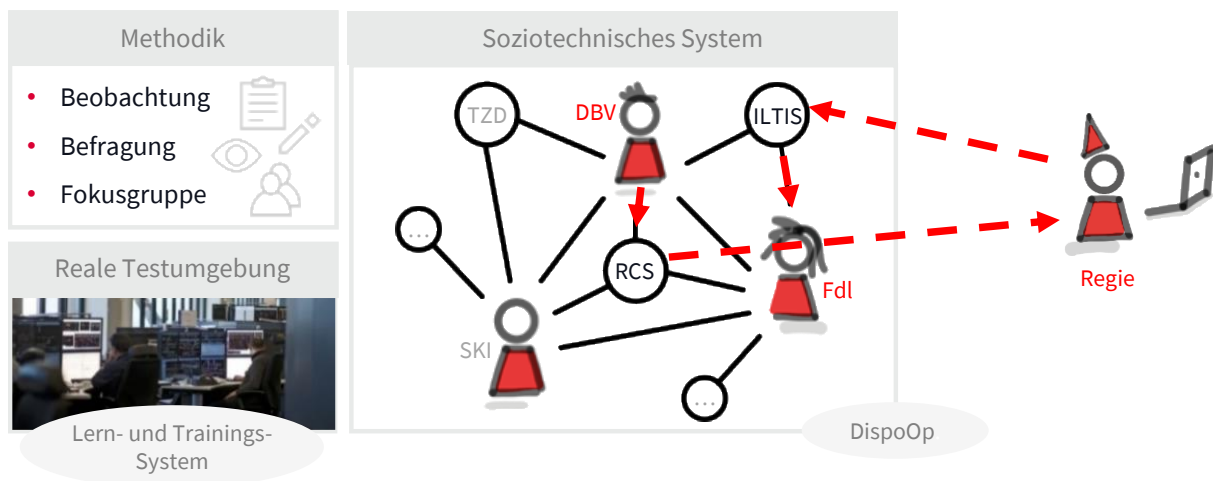


ABBILDUNG 14: BEISPIEL-SETUP SOZIOTECHNISCHE SIMULATION DISPOOP

### 6.5.2 Wirkung

Mit den Simulationen werden folgende Wirkungen erzielt:

- Frühes Anstossen des Veränderungsprozesses: die Mitarbeitenden schätzen es sehr, wenn man zu ihnen «raus» kommt und sie in den Lösungserarbeitungsprozess miteinbezieht.
- Erkennen von Erfolgsfaktoren und Hindernissen zur Gestaltung des soziotechnischen Systems (Rollen-, Prozess-, Technikgestaltung etc.)
- Identifizieren und Reduzieren von Digitalisierungsrisiken (Sicherheit und Qualität) durch frühzeitige Validierung von Hypothesen
- Erkennen von nicht vorgängig antizipierten Risiken
- Inputs für optimale Befähigungs-, Change und Kommunikationskonzepte

### 6.5.3 Anforderungen an Anwendungsentwicklung und Start Transformation

Mit der Auswertung der oben gezeigten Evaluation können werden Anforderungen im Dreieck MTO abgeleitet.

- Anforderungen an Befähigung (Mensch) werden ermittelt und der notwendige Changebedarf definiert.
- Anforderungen an die Gestaltung der Mensch-Maschinen-Interaktion
- Anforderungen für die Gestaltung der künftigen Arbeits-, Kooperations-, Kommunikations- und Entscheidungsprozesse (Organisation)
- Ergänzend werden zudem Anforderungen an die ergonomische Gestaltung der Arbeitsplätze definiert und Rahmenbedingungen hinsichtlich des betrieblichen Gesundheitsschutzes abgeleitet.

## 6.6 Agile Anwendungsentwicklung

Die Anwendungsprojekte müssen regelmässige Erhebungen zur Gebrauchstauglichkeit durchführen. Die Grundlagen dazu finden sich im Kapitel 6.1.

## 6.7 Human Factors Nachweis

Der Human Factors Nachweis muss als Teil der Rahmenbewilligungs-Anträge pro Zielbild zuhanden des BAV eingereicht werden. Darin müssen die Human Factors Aktivitäten aufgezeigt werden, d.h. z.B. wann / wie oft wurden Mitarbeitende involviert bzw. welche Erhebungen / Evaluationen wurden durchgeführt. Die Erkenntnisse / Resultate aus den Erhebungen müssen ebenfalls aufgezeigt werden und dazu die definierten Massnahmen und Anforderungen (inkl. Status der Umsetzung).

## 6.8 Befähigung

Der Bedarf an Befähigung wird durch die einzelnen Anwendungsprojekte erfasst und durch die Verantwortlichen des Businesschange mit den Linienverantwortlichen abgestimmt. Entsprechend des Bedarfs an Befähigung werden die Kosten für die Befähigung in den Projekten erfasst und für die Budgetplanung in den Linienorganisationen hinterlegt.

Hinsichtlich der Befähigung der Mitarbeitenden stellt das Branchenprogramm den Anwendern die Schulungsunterlagen sowie die Trainer/Ausbildner zur Verfügung. Die Schulungen werden von Bildung SBB im Auftrag von smartrail4.0 und in Absprache mit den Unternehmen bzgl. Zeitpunkt und Durchführungsort organisiert.

Nebst den technischen und systemischen Bedienungen, welche für alle Anwendenden in der gleichen Qualität geschult werden soll, können die spezifischen Veränderungen der Rollen je nach Unternehmen spezifisch geschult werden.

Die Schulung der neuen Rollen umfasst die Systeme, die Prozesse und die Zusammenarbeit, dabei sollten, wenn möglich Lern- und Trainingssysteme genutzt werden. Die neuen Rollen und Systeme erfordern auch neue Ausbildungs- und Trainingssysteme. Hier ist mit einem grösseren Aufwand zu rechnen, um einen effektiven Kompetenzerwerb sicherzustellen.

## 6.9 Change-Management

Im Changemanagement der Mitarbeitenden steht die offene Kommunikation der Auswirkung auf die Funktionen und Rollen im Mittelpunkt. Zentral sind dabei die neuen Möglichkeiten zur persönlichen Entwicklung, mit dem Ziel, den Mitarbeitenden eine Perspektive aufzuzeigen. Die Veränderungen können zu interessanteren, attraktiveren und ganzheitlicheren Arbeitsplätzen führen und es besteht die Chance langweilige und repetitive Tätigkeiten durch Maschinen zu ersetzen.

Der Change im Hinblick auf die Veränderung der Rollen, bzw. der Zusammenarbeit und der Organisation, soll in den unternehmensspezifischen Schulungen erfolgen.

### 6.9.1.1 Changekonzept

Die Entwicklung eines Changekonzepts liegt in der Verantwortung der Unternehmen. Die Resultate der Berufsfeldanalyse mit der Analyse der Kerntätigkeiten und der Kompetenzen bilden die Basis um daraus den Entwicklungsbedarf zu bestimmen. Dieser Entwicklungsbedarf wird im Changekonzept der Unternehmen mit einem Entwicklungsplan und Massnahmen hinterlegt.

#### Abgrenzung zwischen Berufsfeldanalyse und Changekonzept

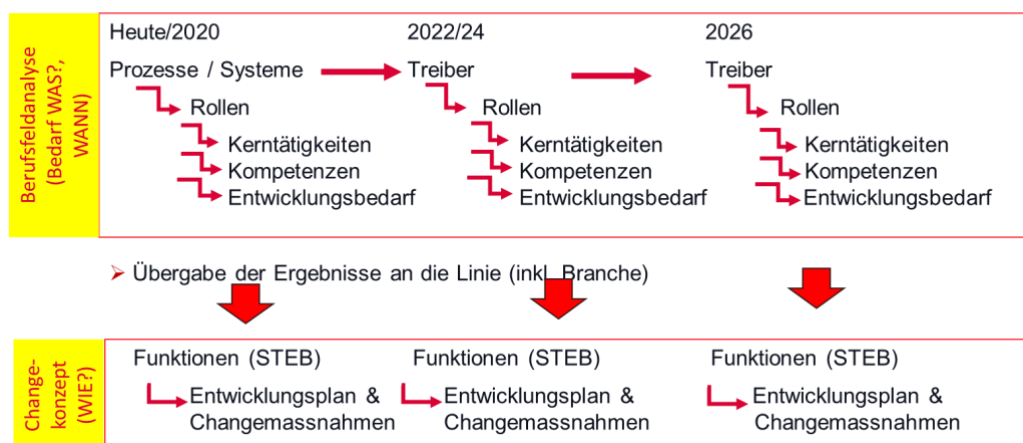


ABBILDUNG 15: ÜBERSICHT ABGRENZUNG BERUFSFELDANALYSE UND CHANGEKONZEPT

Mit einer gestaffelten Einführung werden die Benutzer schrittweise auf die neuen Systeme vorbereitet. Um die Mitarbeitenden auf die Veränderungen vorzubereiten sind verschiedene Massnahmen geplant und teilweise schon durchgeführt worden.

Massnahmen:

1. Aktive Information der Mitarbeitenden über die bevorstehenden Veränderungen, z.B. in den Betriebszentralen in BZ-Foren und mit Standaktionen in allen BZ der Schweiz. Hier muss der Fokus auf der *Transparenz* liegen, die Ideen und Pläne sind ehrlich und klar zu kommunizieren.
2. Beteiligung und Einbezug der Mitarbeitenden vor Ort in der Entwicklung, Testen und Erprobung der neuen Systeme, Prozesse und Rollen.

3. Bestimmen von Changeverantwortlichen («Botschaftern») aus den Führungsteams und/oder den Mitarbeitenden vor Ort, um die Stimmungen, Feedbacks und Fragen zu erfassen und zusätzliche Massnahmen zu ergreifen.
4. Das Thema veränderte Zusammenarbeit in der Befähigung aufgreifen und anhand von Praxisbeispielen mit den Schwerpunkten «Delegation von Aufgaben», «Absprache bei Störungssituationen» und ähnlichem üben.

Die grundsätzlichen Massnahmen der Changekonzepte sind durch spezifische Anpassungen an die Unternehmen zu ergänzen um die Kultur, Sprachen, Regionen zu berücksichtigen.

## Das Changekonzept ist auf die Unternehmen und Bereiche anzupassen!

### Teil: Für alle Unternehmen

- Rollen; Kompetenzentwicklung, Fähigkeiten fit machen
  - Fähigkeiten definieren:
    - Iterativ, systemische Schleifen, Proof of Concept, Piloten
    - Berufsfeld-, Kerntätigkeitsanalyse, Skills-Methode
  - Bedarf an Bildung, Change, Rekrutierung
  - Integration Alltag (Versuche, Begleitung vor Ort)
  - Arbeitspsychologische Aspekte betrachten (Second opinion: FHNW)



### Teil: Spezifisch für die Unternehmen

- Zielgruppe (InScope)
- Grundsätze Change und Kommunikation
  - Zeitpunkt, Transparenz, Botschaften, «Verantwortlichkeit», Rollen
  - Abhängigkeiten, Gesamtsicht
- Perspektiven, persönliche Entwicklung
  - Können-Wollen der Mitarbeitenden
  - Wer kann, wer will, wer soll? -> hierarchische Führung
  - Veränderungsbereitschaft und -fähigkeit
  - «Outplacement»
- Kultur, Haltung, Werte (offen etwas Neues anzupacken, Vertrauen )
- Zusammenarbeit Sozialpartner, Personalkommission
- Massnahmenplan, Zeitplan strukturell abgestimmt
- Kommunikationsplan (Wording abgestimmt in Branche)

ABBILDUNG 16: DIE TEILE UND INHALTE DER CHANGEKONZEPTE

Aus Sicht der Programms SR40 werden die Massnahmen, der Zeitplan und der Kommunikationsplan zwischen den Unternehmen abgeglichen, um gegenüber den Mitarbeitenden in der Branche ein abgestimmtes Wording zu kommunizieren.

### 6.9.1.2 Entwicklungsplan

Die individuelle Entwicklung der Mitarbeitenden im Sinn eines Entwicklungsplans ist bewusst Sache der Organisation bzw. der einzelnen Linienvorgesetzten.

### 6.9.1.3 Auswirkungen auf das Business

Die konkreten Auswirkungen auf Menschen und Organisationen in den Bereichen «Planung und Betrieb», «Zugführung (inkl. Zugvorbereitung)», «Lifecyclemanagement», «Projektierung», «Bau und Unterhalt», «Fahrzeug-Anlagenmanagement» werden im entsprechenden Dokument «Auswirkungen auf Business» ausführlich behandelt. Diese Ausführungen dienen den einzelnen Unternehmen und Geschäftsbereichen, um das Changemanagement frühzeitig anzugehen.



Legende zu den Schnittstellen:

- 1) Zugriff auf Ressourcen (Querschnittsfunktionen [z.B. UX, Sicherheitsmanagement, betriebliches Gesundheitsmanagement, HR etc.]), Guidelines und Vorgehensmethodik abstimmen, Grundkonzepte, Vorgehensmethodik
- 2) Vorgaben, Guidelines, Rahmenbedingungen, Anwendungsübergreifende Koordination
- 3) Zielbild konsolidieren; Soziotechnische Simulationen planen, organisieren, durchführen
- 4) Businesschange steuern, Steuerung von Transformation zu Linie mit Bildungsverantwortlichen, Changebeauftragten
- 5) Anwendungsprojekte steuern
- 6) Usability Tests, Einbezug Linie
- 7) Befähigung der Mitarbeitenden; Bildungsangebot; admin. Umsetzung

### 7.1.1 Zentrale Rollen

Wie in der Zielsetzung erwähnt, verfolgt smartrail 4.0 die Ambition, alle Systemteile des gesamten Programms und daher der gesamten Bahnproduktion einheitlich zu gestalten und den Mitarbeitenden integrierte Arbeitsplätze zu Verfügung zu stellen<sup>10</sup>. Um diesem Anspruch gerecht zu werden, wurde auf Programmstufe für die Themenbereiche Gebrauchstauglichkeit und Transformation jeweils eine zentrale verantwortliche Rolle angesiedelt. Ergänzend wird für die vier Business Change Bereiche Planung & Betrieb, Zugführung, Anlagenveränderung und Fahrzeugausrüstung je eine verantwortliche Stelle für den operational Change eingerichtet. Nachfolgend werden zu diesen Rollen die Aufgaben, Kompetenzen und Verantwortungen (AKV) grob umschrieben:

Rolle	Aufgaben	Kompetenzen	Verantwortungen
<b>Usability Verantwortlicher smartrail 4.0 P&amp;A</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Definition Vorgaben, Guidelines, Methodik Gebrauchstauglichkeit</li> <li>- Durchführen von Untersuchungen zu Auswirkungen der Automatisierung zusammen mit Anwendungsprojekten</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Fachliche Führung</li> <li>- Definition Anforderungen an die technischen Plattformen und Orchestrierung derer Entwicklung</li> <li>- Sachverständig für soziotechnische Simulationen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Steuern des Anwendungsübergreifenden Austausches für konsistente Anzeige und Bedienkonzepte über alle Projektphasen</li> </ul>
<b>Transformations Verantwortlicher smartrail 4.0 P&amp;A</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Definition Vorgaben Transformation</li> <li>- Veränderungen in den Rollen, Berufsbildern, Organisationen erarbeiten</li> <li>- Koordinieren und unterstützen beim Implementieren von Changemassnahmen in den betroffenen Linien</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Fachliche Führung</li> <li>- Koordination der Aktivitäten Transformation in der Branche</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Führt das Thema Transformation aus Sicht SR40</li> </ul>

<sup>10</sup> Eine applikations-übergreifende Konsistenz bzgl. Verhalten und Aussehen hilft dabei die Sicherheit, Effizienz, Effektivität und Zufriedenheit mit den Anwendungen sicherzustellen.

Operational Change Verantwortliche für die vier Business Change Bereiche	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Anwendungsprojekte und Businesschange steuern</li> <li>- Soziotechnische Simulationen planen, organisieren und durchführen</li> </ul>	- Fachliche Führung	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Definition Anwendungsübergreifende fachlich/funktionale Zielbilder</li> <li>- Sicherstellen Transformation im eigenen Anwendungskontext</li> </ul>
--	--	---------------------	---

TABELLE 3: AKV DER ZENTRALEN ROLLEN

### 7.1.1.1 Aufgaben zentrale Rollen

Um das Thema Gebrauchstauglichkeit im gesamten Programm breit abzustützen, werden folgende fünf Wirkungsfelder adressiert.

- **Mindset / Unternehmenskultur:** Regelmässige Informationsveranstaltungen und Kommunikationsmassnahmen.
- **Frühzeitige Beratung:** Methodenberatung für die Anwendungsprojekte v.a. dort wo (noch) kein Human Factors Experte Teil des Projektteams ist.
- **Mitarbeit von Experten:** Human Factors Experten konzipieren und evaluieren aktiv in den Entwicklungsprojekten.
- **Werkzeuge:** Templates und Guidelines zu Verfügung stellen.
- **Governance:** Sicherstellen, dass methodische und Gestaltungsvorgaben eingehalten werden. Umsetzung (Aufwand und Nutzen) von MTO Tätigkeiten in den Projektrisiken aufnehmen. Eskalation über die Projekt- und Programmsteuerung von smartrail 4.0.

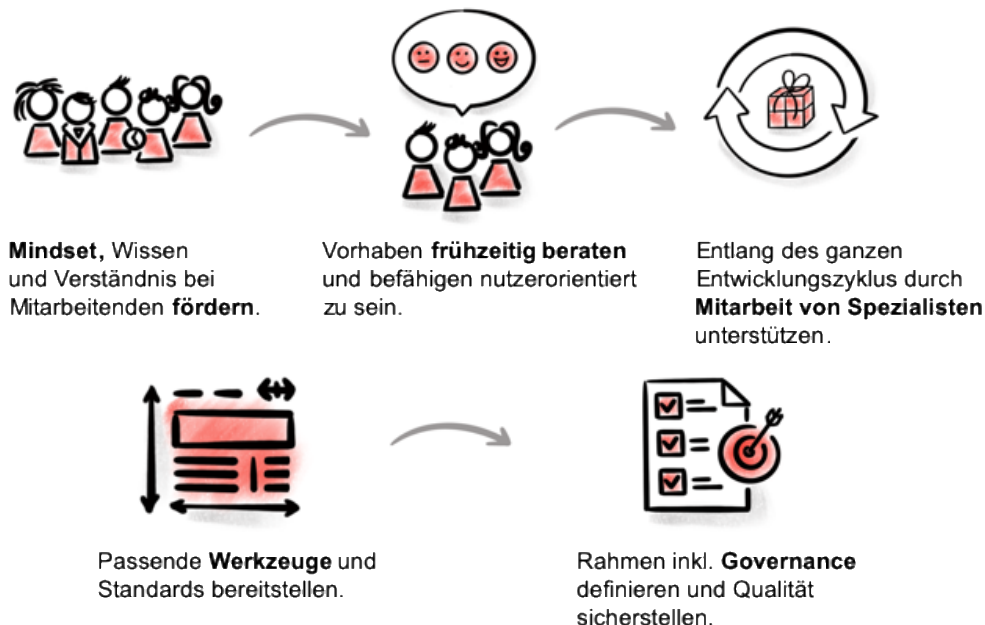


ABBILDUNG 19: FÜNF WIRKUNGSFELDER ZUR SICHERSTELLUNG DER GEBRAUCHSTAUGLICHKEIT



### 7.1.2 Rollen in den Projektorganisation der Anwendungsprojekte

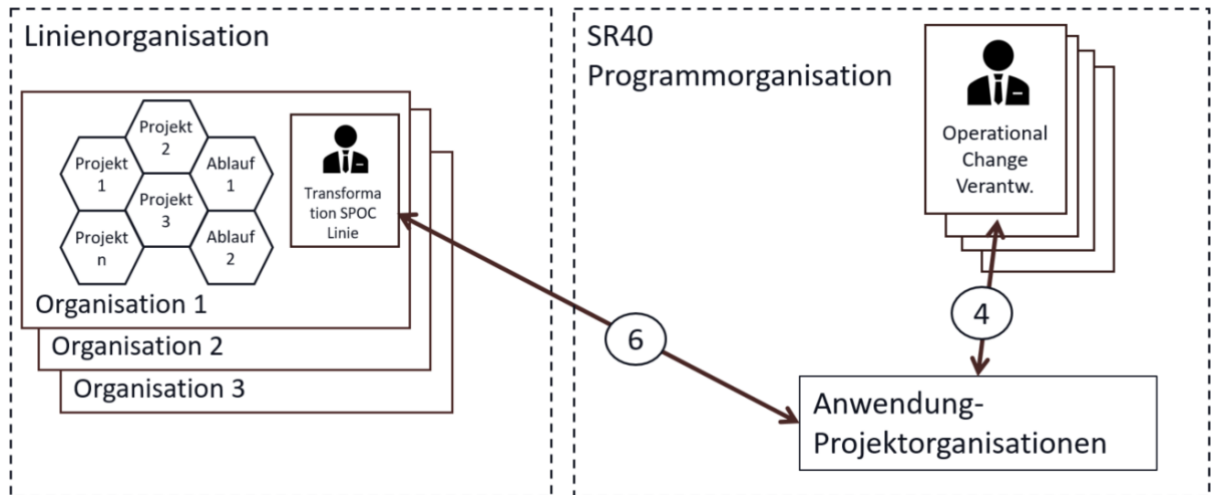
Für jedes Anwendungsprojekt von smartail 4.0 wird eine Projektorganisation aufgebaut. Neben den für das Projekt jeweils notwendigen technischen und kommerziellen Projektteam wird innerhalb eines jeden Projektes ein Usability Spezialist (oder ein befähigter Businessanalyst) als „Usability SPOC“ ernannt, der das Thema Gebrauchstauglichkeit innerhalb des Projekts führt und verantwortet. Dieser wird ergänzt mit einem Transformations-SPOC, der den Themenkreis Transformation im zugeordneten Projekt verantwortet. Ergänzt wird dieses Projektteam jeweils durch Businessvertreter, um die Anforderungen aus Anwendersicht zu berücksichtigen. Nachfolgend werden zu diesen Rollen die Aufgaben, Kompetenzen und Verantwortungen (AKV) grob umschrieben:

Rolle	Aufgaben	Kompetenzen	Verantwortungen
<b>Usability SPOC in den jeweiligen Projekten</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Umsetzung der Vorgaben</li> <li>- Regelmässige Usability Tests planen, organisieren und durchführen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Definition der Anzeige- und Bedienkonzepte pro Anwendung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Sicherstellen Gebrauchstauglichkeit im jeweiligen Projekt</li> </ul>
<b>Transformations SPOC in den jeweiligen Projekten</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Erfassen von Veränderungen für die Rollen, Befähigung und Change der einzelnen Bereiche</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Veränderungsbedarf mit Linie klären</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Befähigungs- und Changebedarf anmelden und in den Linienorganisationen vorantreiben</li> </ul>
<b>Businessvertreter</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Anforderungen definieren</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Einbringen der Anwendersicht</li> </ul>	

**TABELLE 4: AKV DER ROLLEN IN DEN PROJEKTORGANSATIONEN DER ANWENDUNGSPROJEKTE**

## 7.2 Perspektive Linienorganisation

Die Anwendungsprojekte werden letztendlich in der operativen Organisation / resp. in der Linienorganisation ausgerollt. Je nach Organisationseinheit müssen die Ergebnisse aus unterschiedlichen Projekten in bestehende Abläufe integriert werden (Transformation). Bereits während der Entwicklung im Rahmen der Projektarbeit wird die Linienorganisation stufengerecht einbezogen. In der Linienorganisation werden Transformations-SPOC ernannt, welche die Schnittstelle zur smartail 4.0 Programmorganisation sicherstellen. Sie sind ebenfalls dafür zuständig, den Change umzusetzen. Seitens der smartail 4.0 Programmorganisation wird die Rolle des Operational Change Verantwortlichen etabliert (vgl. Kapitel 7.1.1)



**ABBILDUNG 20: ROLLEN UND ORGANISATION AUS DER PERSPEKTIVE LINIENORGANISATION**

Legende zu den Schnittstellen:

- 4) Anwendungsprojekte und Businesschange steuern
- 6) Usability Tests / soziotechnische Simulationen, Einbezug Linie; Change, Befähigung (z.B. Kommunikation- / Schulungskonzept)

Nachfolgend werden zu dieser Rolle die Aufgaben, Kompetenzen und Verantwortungen (AKV) grob umschrieben:

Rolle	Aufgaben	Kompetenzen	Verantwortungen
<b>Linienorganisation</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Implementation Projekte</li> <li>- Transformation, Schulungen durchführen, organisatorische Implementation</li> <li>- Ressourcen in den Projekten zur Verfügung stellen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Gemäss OGR</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Gemäss OGR</li> <li>- Sicherstellen erfolgreiche Umsetzung von smartrail 4.0 in der Linienorganisation</li> </ul>

**TABELLE 5: AKV ROLLEN ZUR GEBRAUCHSTAUGLICHKEIT IN DEN LINIENORGANISATIONEN**

## 8 Ausblick

Die bereits bekannten Auswirkungen auf die Unternehmen, Kunden und Dritte sind im Dokument «Auswirkungen auf das Business» ersichtlich. Im Jahr 2020 werden vertiefte Tätigkeits- und Kompetenzanalysen für die Berufsbilder des Infrastruktur Betriebs, der Zugführung und des Rangiers durchgeführt.

Das Konzept Human Factors wird zu Beginn 2020 im smartrail Process Model (SPM) dokumentiert und die Vorgehensweise und Lieferobjekte den Projekten als verbindlich vorgegeben. Somit haben die anstehenden Ausschreibungen und die Erarbeitung des Zielbilds 2022 konkrete Vorgaben, um einen Nachweis aus Sicht Mensch-Technik-Organisation zu erbringen. Um den Human Factors im Programm noch mehr Gewicht zu verleihen und strukturierter vorgehen zu können, wird Anfangs 2020 die entsprechende Programmorganisation weiterentwickelt.

Aktuell wurden prioritär die Human Factors der Mitarbeitenden im System Eisenbahn analysiert. Die Human Factors der Kunden (d.h. Reisende und Verladende) müssen in der vertieften Arbeit in der nächsten Phase analysiert, da auch aus Sicht der Kunden die Gebrauchstauglichkeit der Bahnnutzung sichergestellt werden muss.

### 8.1 Mensch - Technik

Neben den Arbeiten in den Entwicklungsprojekten (Begleitung Produktentwicklung), liegt der Schwerpunkt auf dem Bereitstellen von Grundlagen für die weiteren Arbeiten in den nächsten Jahren.

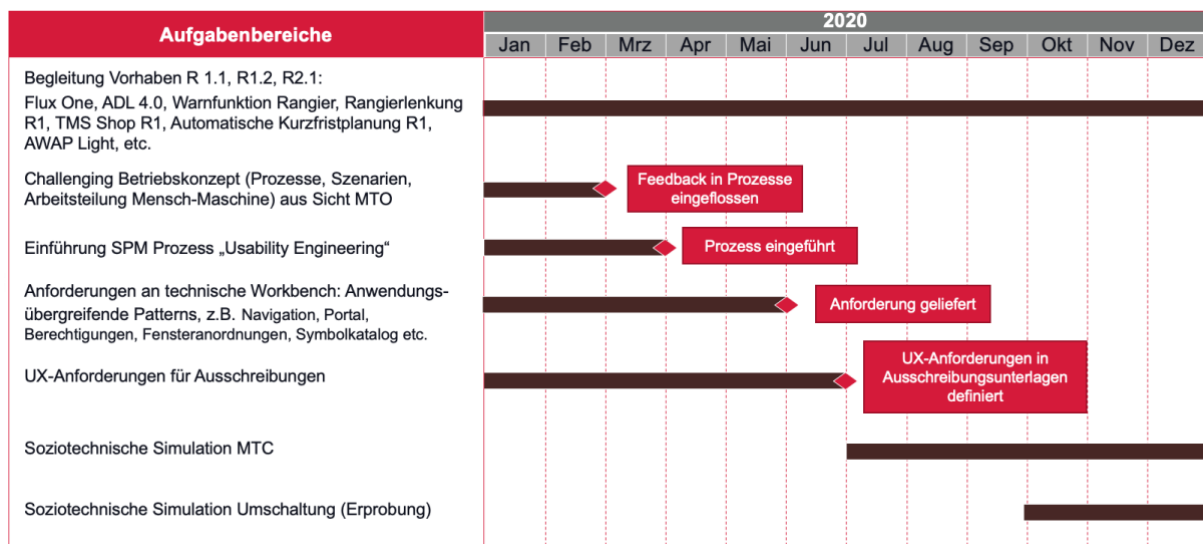


ABBILDUNG 21: ROADMAP GEBRAUCHSTAUGLICHKEIT 2020

### 8.2 Mensch - Organisation

Die Erarbeitungen der konkreten Veränderungen eines Berufsbildes werden jeweils zwei Jahre vor dem Zielbild (z.B. 2020 für Zielbild 2022) mit den beschriebenen Methoden vorgenommen. Diese Ergebnisse bilden die Grundlage zur Entwicklung der Befähigung und der Changemassnahmen. Der Schwerpunkt

in der Transformation besteht im Erfassen der Veränderungen für die folgenden Jahre, für Jahr 2020 liegt der Schwerpunkt der detaillierten Tätigkeits- und Kompetenzanalyse des Betriebs und der Zugführung (inkl. Zugvorbereitung).

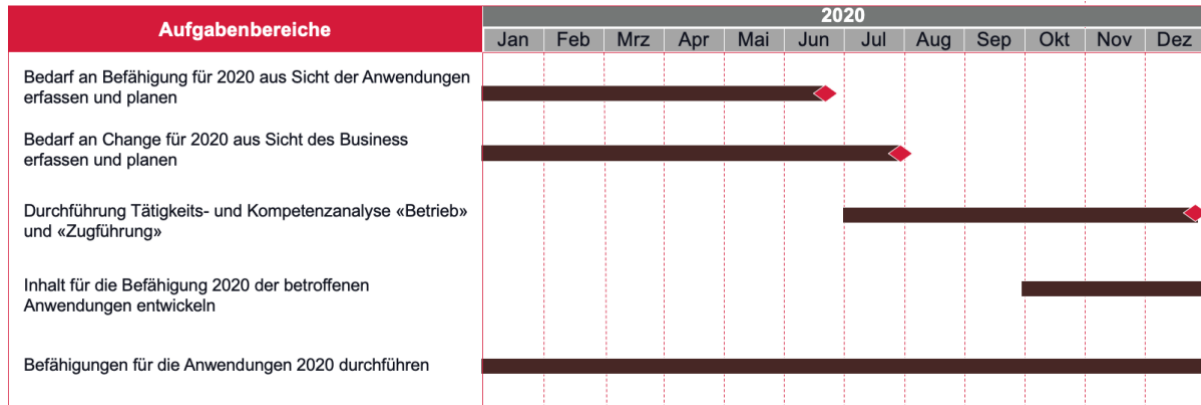


ABBILDUNG 22: ROADMAP TRANSFORMATION 2020

# Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Einordnung des Konzept Human Factors in das Gesamtkonzept smartrail 4.0.....	7
Abbildung 2: Grundlegende Struktur des Dokuments.....	9
Abbildung 3: Vision Einheitliches integriertes Erlebnis über alle Arbeitsplätze .....	10
Abbildung 4: Anwendungsrahmen für die Gebrauchstauglichkeit nach EN ISO 9241-11.....	13
Abbildung 5: Human-Centered-Design nach EN ISO 9241-210.....	14
Abbildung 6: Human Factors im Dreieck MTO mit Migrationsschritten .....	15
Abbildung 7: Massnahmen der Studie Arbeitswelt der Zukunft .....	18
Abbildung 8: Vorgehen Strategische Berufsfeld- und Ressourcenplanung.....	19
Abbildung 9: Themen für die strategische berufsfeld und ressourcenplanung.....	19
Abbildung 10: Projekt «Berufsbildung im ÖV 2022+» .....	20
Abbildung 11: Digitalisierung in der Bahnproduktion (am Beispiel Stellwerk und Führerstand) .....	21
Abbildung 12: Vorgehen und Aufgaben der Transformation .....	22
Abbildung 13: Prozess zur Human Factors Nachweisführung .....	30
Abbildung 14: Beispiel-Setup soziotechnische Simulation DispoOp .....	33
Abbildung 15: Übersicht Abgrenzung Berufsfeldanalyse und Changekonzept .....	35
Abbildung 16: Die teile und Inhalte der Changekonzepte.....	36
Abbildung 17: Übersicht / Perspektiven zu Rollen, Aufgaben, Verantwortungen .....	37
Abbildung 18: Rollen und Organisation aus der Perspektive Programm- / Projektorganisation .....	37
Abbildung 19: Fünf Wirkungsfelder zur Sicherstellung der Gebrauchstauglichkeit .....	39
Abbildung 20: Rollen und Organisation aus der Perspektive Linienorganisation .....	41
Abbildung 21: Roadmap Gebrauchstauglichkeit 2020.....	42
Abbildung 22: Roadmap Transformation 2020 .....	43

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Eckwerte BAV.....	7
Tabelle 2: Stärken und Schwächen von Menschen und Maschinen .....	12
Tabelle 3: AKV der zentralen Rollen .....	39
Tabelle 4: AKV der Rollen in den Projektorganisationen der Anwendungsprojekte .....	40
Tabelle 5: AKV Rollen zur Gebrauchstauglichkeit in den Linienorganisationen .....	41

## Quellen- / Literaturverzeichnis

Badke et al. 2012	Badke-Schaub, P., Hofinger, G. & Lauche, K. (2012). <i>Human Factors</i> . In Badke-Schaub P. et al. (Hrsg.), <i>Human Factors – Psychologie sicheren Handelns in Risikobranchen</i> (2. Aufl., 3-20. Berlin: Springer.
Bainbridge 1983	Bainbridge, L. (1983). <i>Ironies of automation</i> . <i>Automatica</i> , 19(6), 775–779.
Degani et al. 1999	Degani, A., Shafiq, M., & Kirlik, A. (1999). <i>Modes in human-machine systems: review, classification, and application</i> . <i>International Journal of Aviation Psychology</i> , 9(2), 125–138.
Endsley 1996	Endsley, M. R. (1996). <i>Automation and situation awareness</i> . <i>Automation and human performance: theory and applications</i> , 163–181.
Endsley und Kiris 1995	Endsley, M. R., & Kiris, E. O. (1995). <i>The out-of-the-loop performance problem and level of control in automation</i> . <i>Human Factors</i> , 37, 381–394.
Lüdtke 2015	Lüdtke A. (2015). <i>Wege aus der Ironie in Richtung ernsthafter Automatisierung</i> . In Botthoff A., Hartmann E. A. (Hrsg.), <i>Zukunft der Arbeit in Industrie 4.0</i> , 125–146. Berlin: Springer Vieweg.
Norman 1981	Norman, D. A. (1981). <i>Categorization of action slips</i> . <i>Psychological Review</i> , 88(1), 1–15.
Parasuraman und Manzey 2010	Parasuraman, R., & Manzey, D. H. (2010). <i>Complacency and bias in human use of automation: an attentional integration</i> . <i>Journal of the Human Factors and Ergonomics Society</i> , 52, 381–410.
Parasuraman und Riley 1997	Parasuraman, R., & Riley, V. (1997). <i>Human and automation: use, misuse, disuse, abuse</i> . <i>Human Factors</i> , 39(2), 230–253.
Reason J. 1997	Reason, J. (1997). <i>The Risks of Organizational Accidents</i> .
Sarter et al. 1997	Sarter, N. B., Woods, D. D., & Billings, C. (1997). <i>Automation surprises</i> . In G. Salvendy (Hrsg.), <i>Handbook of human factors/ergonomics</i> (2. Aufl., 1926–1943). New York: Wiley.
Sherman 1997	Sherman, P. J. (1997). <i>Aircrews' evaluations of flight deck automation training and use: measuring and ameliorating threats to safety</i> . The University of Texas Aerospace Crew Research Project. Technical Report 97-2, <a href="https://pdfs.semanticscholar.org/ef39/d2a352e5e852b1c6159a602c5967f4e3baf5.pdf">https://pdfs.semanticscholar.org/ef39/d2a352e5e852b1c6159a602c5967f4e3baf5.pdf</a> (zuletzt besucht 10.10.2019).



## B. Soziotechnische Simulationen

### Ziel: Identifikation von Digitalisierungsrisiken

Für Planung, Konzeption und Gestaltung künftiger automatisierter und digitalisierter Mensch-Technik-Systeme werden neben den bekannten auch zunehmend «emerging risks and benefits» von Bedeutung sein, also Risiken und Chancen, die heute noch nicht offensichtlich und mit den bisherigen Methoden auch nur begrenzt antizipierbar sind.

### Soziotechnische Simulationen

#### Methodik

Wir haben eine Methodik entwickelt, mit der künftige soziotechnische Systeme simuliert und noch unbekannte Risiken (und Chancen) identifiziert und bewertet werden können. Diese Methodik wurde gemeinsam mit der Fachhochschule Nordwestschweiz am Beispiel des soziotechnischen Systems in der Zugverkehrsleitung (Projekt DispoOp - Abhebung des Medienbruchs zwischen Disposition und Zuglenkung) ausgearbeitet und getestet.

Hierbei wird in einem ersten Schritt ein bestimmtes soziotechnisches System mit seinen technischen und sozialen Komponenten ausgewählt und beschrieben. Daran anschließend werden für dieses soziotechnische System die angedachten Digitalisierungsoptionen identifiziert.

Diese Digitalisierungsoptionen werden simuliert. Gleichzeitig und vor allem aber werden die (neuartigen) Interaktionen mit dem sozialen System, also den Menschen und der Organisation, möglichst realitätsnah «durchgespielt». So werden Veränderungen in den Arbeits-, Kooperations- und Entscheidungsprozessen und mögliche neue, bisher nicht antizipierte Risiken sichtbar und für die künftigen Nutzer erfahrbar gemacht.

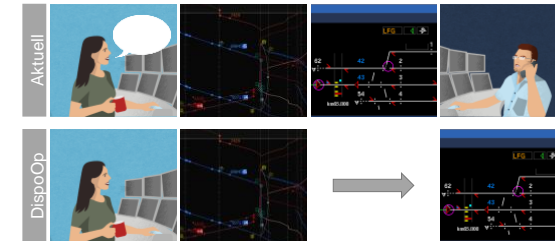
Die Simulation wird dabei systematisch beobachtet, und die Interaktionen werden nach Usability- und arbeitspsychologischen Kriterien (z.B. «Situationsbewusstsein», «Prozesstransparenz», «Informationsautorität», «Arbeitsteilung / Auslastung» usw.) bewertet (Grote et al., 1999; Wäfler et al., 1999).

Grote, G., Wäfler, T., Rysler, C., Weik, S., Zösch, M. & Windischer, A. (1999). Wie sich Mensch und Technik sinnvoll ergänzen. Die ANALYSE automatisierter Produktionssysteme mit KOMPASS. Schriftenreihe Mensch-Technik-Organisation (Hrsg. E. Ullich), Band 13. Zürich: wdf Hochschulverlag.  
Wäfler, T., Windischer, A., Rysler, 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. Ullich), Band 18. Zürich: Hochschulverlag an der ETH Zürich.

### Soziotechnische Simulationen

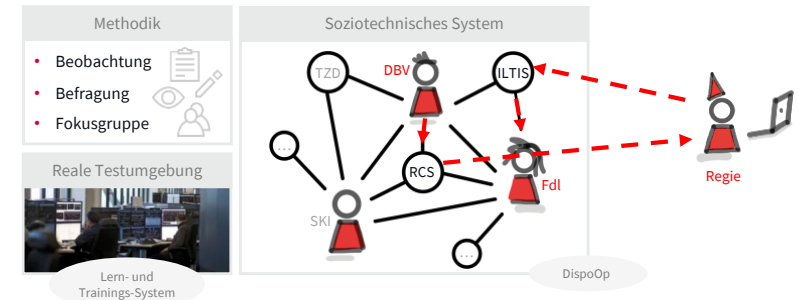
#### Beispiel: DispoOp

DispoOp schliesst den Medienbruch von der Disposition zur Operation. Alle Entscheidungen, die im System 1 (RCS) abgebildet sind, werden mit DispoOp automatisch im System 2 (ILTIS) umgesetzt. Die manuelle Übertragung entfällt.



### Soziotechnische Simulationen

#### Setup





## Soziotechnische Simulationen

### Methodischer Rahmen

- Echte Benutzende
- Realistische Störungen, fordernde Szenarien
- Reale Testumgebung (echter Kontext)
- Angedachte Technik wird simuliert durch Regie



## Soziotechnische Simulationen

### Restriktionen

Wie jede Methode, hat auch diese gewisse Grenzen. Langzeiteffekte (z.B. «Routine», «Verlust von Fähigkeiten (Deskilling)» usw.) können mit den kurzen Simulationsdurchgängen nicht geprüft werden.



## Soziotechnische Simulationen

### Ableiten von Optimierungspotential

Anschliessende Gruppendiskussionen und die Auswertung der arbeitspsychologischen Kriterien dienen der Vertiefung des Verständnisses des künftigen soziotechnischen Systems und der darin aufgetretenen Probleme sowie der Optimierung dieses Systems. Gemeinsam mit den künftigen Nutzern werden Anforderungen nicht nur für die Technikgestaltung, sondern vor allem für die Gestaltung der künftigen Arbeits-, Kooperations-, Kommunikations- und Entscheidungsprozesse abgeleitet. Ein solches Vorgehen, mittels Simulation die Mitarbeiter bzw. Endbenutzer bereits in die Konzeption neuer Automatisierungen miteinzubeziehen, generiert einen grossen Mehrwert für das Unternehmen.



## Take-Outs

1

### Frühes Anstossen des Veränderungsprozesses

Die Mitarbeitenden schätzen es sehr, wenn man zu ihnen «raus» kommt und sie in den Lösungserarbeitungsprozess miteinbezieht.

2

### Erkennen von Erfolgsfaktoren und Hindernissen zur Gestaltung des soziotechnischen Systems

Die ganzheitliche Betrachtung (Mensch, Technik und Organisation) hilft dabei, alle Aspekte zu berücksichtigen.

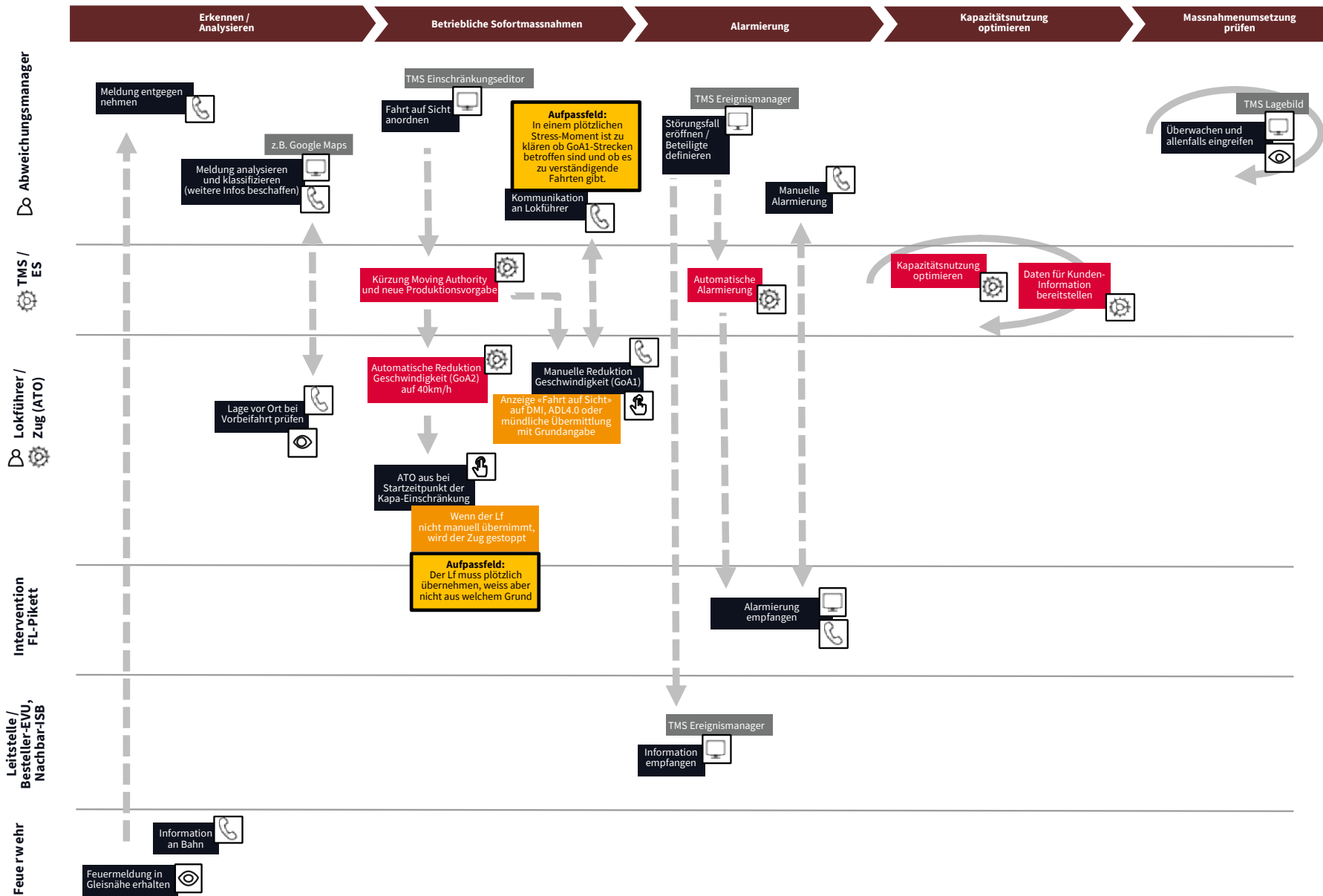
3

### Identifikation und Reduktion von Digitalisierungsrisiken (Sicherheit und Qualität)

Durch die frühzeitige Validierung von Hypothesen kann eine erfolgreiche Lösung sichergestellt werden.

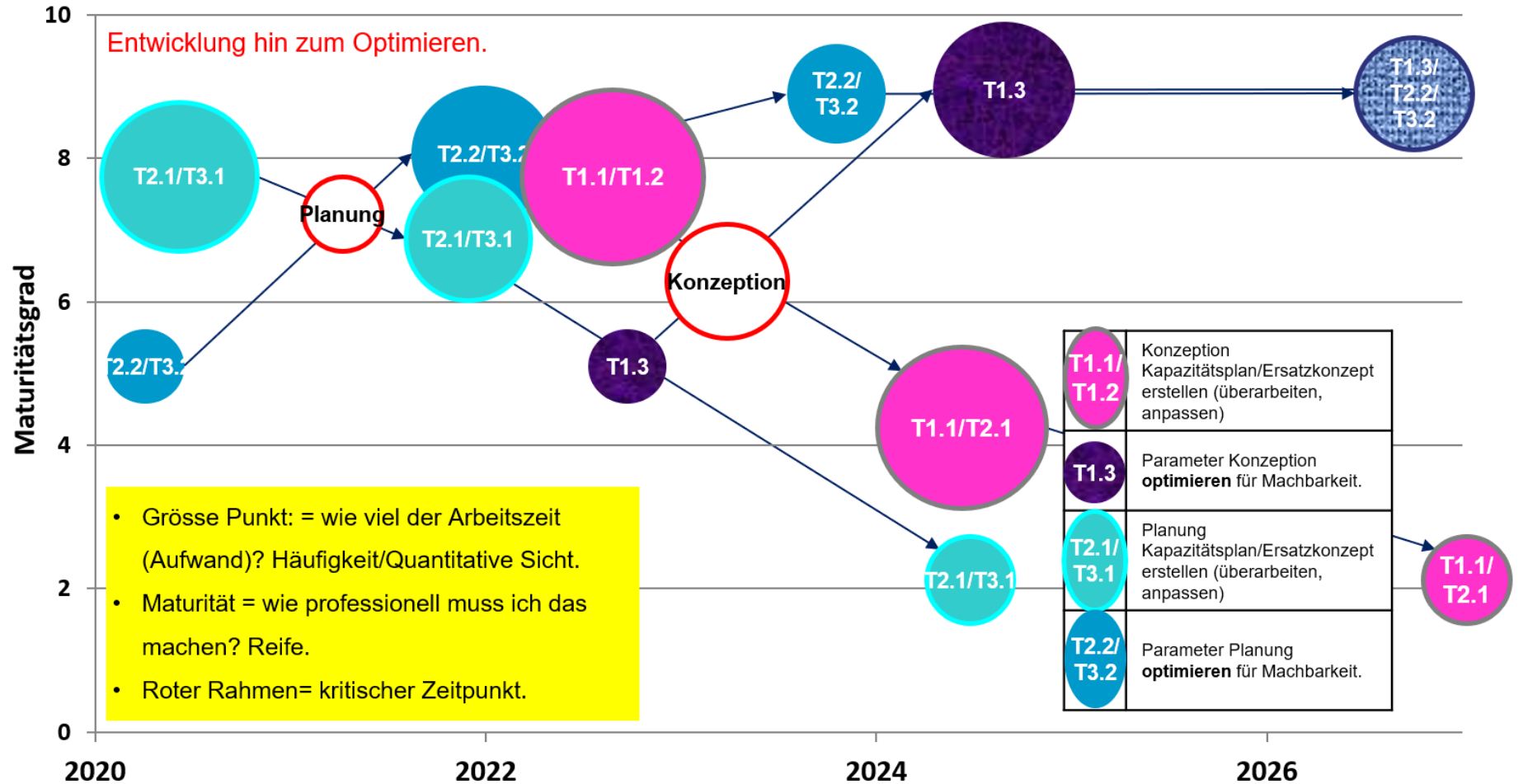


## C. Beispiel User Journey Abweichungsmanagement, Szenario «Brand in Gleisnähe»



## D. Berufsfeldanalyse Kapazitätsplanung

Übersicht der Entwicklung der Kerntätigkeiten in der Kapazitätsplanung





## E. Template Usability Konzept

Das Usability Konzept Template soll dabei helfen, alle Aspekte der Usability Konzeption zu berücksichtigen. Welche Benutzer gibt es, was sind ihre Aufgaben und in welchem Kontext arbeiten sie? Welche Informationen und Interaktions-möglichkeiten soll das User Interface bieten? Wie soll das User Interface grafisch daherkommen?

### Produktvision

<Um die grundlegenden Bedürfnisse der Anwendung zu verstehen, soll hier die Produktvision eingefügt werden.>

### Benutzer und Nutzungskontext analysieren

<In diesem Kapitel werden die Benutzer und deren Bedürfnisse dokumentiert.

- Wer sind die Benutzer (Alters-, Geschlechterverteilung, ...)?
- Welche Zielgruppe(n) soll(en) mit der Anwendung erreicht werden?
- Welche Aufgaben haben die Benutzer bei ihrer täglichen Arbeit?
- Welche Ziele haben die Benutzer?
- Wie ist das Arbeitsumfeld der Benutzer (Licht, Temperatur, Staub, Lärm, Arbeitsplatz-Ausstattung, ...)?
- Wie ist die Geräteausstattung des Benutzerkreises? Welches ist das bevorzugte Gerät?
- Welches Wissen (Fachwissen, Computer-Knowhow) ist bei den Benutzern vorhanden?
- Welche Artefakte werden von den Benutzern bei ihrer Arbeit erstellt?
- Welche Terminologie (Fachsprache / -begriffe) wird angewendet?

- Welche Hilfsmittel werden verwendet (z.B. Checklisten)
- Welche speziellen Arbeitsmethoden haben die Benutzer für sich entwickelt?
- Wie sieht das Mengengerüste von Tätigkeiten aus (wie oft werden welche Aktivitäten ausgeführt (mehrfach pro Minute, mehrfach täglich, 1x pro Jahr, ...))?
- Wo stoßen die Benutzer in der aktuellen Situation auf Probleme?
- Wie arbeiten die Benutzer mit anderen Personen zusammen?
- Wie sieht der Systemkontext aus (welche verschiedenen Tools werden während dem gesamten Arbeitsalltag verwendet)?>

### Benutzerschnittstelle konzipieren

#### Usability Goals

- <Wie sieht die Priorisierung der Usability Aspekte nach Quesenbery (<https://www.wqusability.com/articles/getting-started.html>, siehe unten) aus?>
- <Welche konkreten Usability Anforderungen (quantitativ / qualitativ) sollen erfüllt werden?>
- <Gibt es für verschiedene Endgeräte verschiedene Usability Ziele (z.B. Mobile vs. Desktop)?>



### Aufgaben – Soll Zustand (Work Reengineering)

<Definition der Prozesse und Aufgaben nach bestmöglicher Ausnutzung eines Automatisierungspotentials, Effizienz- und Effektivitätssteigerung bei der Ausführung der üblichen Tätigkeiten und Minimierung des Ausbildungsbedarfs der Benutzer durch Anlehnung an bekannte Arbeitsabläufe erreichen soll.>

### Plattformkonzept

- <Möglichkeiten und Einschränkungen von Hard- und Software (z.B. verschiedene Endgeräte oder Browser)>
- <Eingabe- und Ausgabeelemente>

### Strukturelles Konzept

<Vision, konzeptionelles Model → Metapher, grundlegender Aufbau / Struktur>

### Navigationskonzept

<Informationsarchitektur: wie sollen die Informationen und Aktionen strukturiert werden?>

### Interaktionskonzept

- <Ansichten, Navigation, Selektion, Editieren, Manipulieren, Informationen, Tooltips, Benutzerunterstützungselemente / -anzeigen / Hilfe>
- <Interaktionen, Transitions, Arbeitsfluss>
- <Klären, welche Aktionen, mit welchen Berechtigungen, in welchen Status, über welche Bedienelemente (Menü, Context Menü, Tastatur) ausführbar sind>

### Benutzerschnittstelle visuell gestalten

#### Generelle Gestaltungsrichtlinien

- <Einhaltung der vorgegeben Richtlinien (SR40 Styleguide). Eventuell gibt es aber noch plattformspezifische Styleguides (z.B. iOS, Android, ...). Hier soll auf die verwendeten Styleguides referenziert werden.>
- <Hardware- / Software-Richtlinien>

#### Layoutkonzept

- <Platzierung von Navigation, Modulen, Inhalten>
- <Hierarchien, Arbeitsfluss>
- <Dialoge, Hinweis- / Fehlermeldungen / Warnungen>
- <Statusinformationen>

#### Farbkonzept

<Farbstimmung, Systematik, Identität>

#### Typografisches Konzept

<Schriften, Hierarchien, Auszeichnungen>