

# PASOS

## Platform for Shunting Operations – Kompakte Bedienplattform zur Durchführung von Verscharbeiten

Ein Projekt finanziert im Rahmen der  
Verkehrsinfrastrukturforschung 2015  
(VIF2015)

März 2020



## Impressum:

**Herausgeber und Programmverantwortung:**  
Bundesministerium für Klimaschutz  
Abteilung Mobilitäts- und Verkehrstechnologien  
Radetzkystraße 2  
1030 Wien

 Bundesministerium  
Klimaschutz, Umwelt,  
Energie, Mobilität,  
Innovation und Technologie

ÖBB-Infrastruktur AG  
Nordbahnstraße 50  
A – 1020 Wien

 **ÖBB**  
INFRA

**Für den Inhalt verantwortlich:**  
RAIL Expert Consult GmbH  
Praterstraße 25/27  
1020 Wien

**RAIL** *Expert Consult*

**Programmmanagement:**  
Österreichische Forschungsförderungsgesellschaft mbH  
Thematische Programme  
Sensengasse 1  
A – 1090 Wien

 **FFG**  
Forschung wirkt.

# **PASOS**

## **Platform for Shunting Operations – Kompakte Bedienplattform zur Durchführung von Verscharbeiten**

Ein Projekt finanziert im Rahmen der  
Verkehrsinfrastrukturforschung  
(VIF2015)

**AutorInnen:**

**Robert Schönauer**

**Thomas Zahler**

**Matthias Kessal**

**Morvarid Ahmadi-Pour**

**Auftraggeber:**

Bundesministerium für Klimaschutz

ÖBB-Infrastruktur AG

**Auftragnehmer:**

Rail Expert Consult GmbH

intuio User Experience Consulting GmbH

ZÖLLNER Signal GmbH

## INHALTSVERZEICHNIS

1	ABSTRACT .....	7
2	Management Summary .....	8
3	Projektübersicht .....	8
3.1	Stand der Technik bzw. Stand des Wissens .....	9
3.1.1	Überblick Tätigkeiten im Verschub .....	9
3.1.2	Anspruch an MitarbeiterInnen im Verschub .....	10
3.1.3	Innovationsgehalt des Vorhabens und erwartete Ergebnisse .....	15
3.2	Lösungsansatz .....	16
3.2.1	Struktur und Work Flow des Vorhabens .....	16
3.2.2	Systemumgebung .....	16
3.2.3	Use Cases .....	17
3.2.4	Systemkonzept .....	18
3.2.5	Demonstrator .....	19
3.2.6	Evaluierung .....	20
4	Systemkonzept .....	21
4.1	Definition Funktionalität .....	21
4.2	Anforderungsmatrix .....	22
4.2.1	Mitarbeitergruppen .....	22
4.2.2	Tätigkeiten .....	22
4.2.3	Handschuh-Bedienung, Aufprallfestigkeit, Witterung, Akku .....	23
4.2.4	Komplexität von Eingaben und Anzeigen .....	23
4.2.5	Sicherheitsanforderungen, Netzabdeckung, GNSS .....	24
4.3	Gegenüberstellungen .....	24
4.4	Gestaltung .....	31
4.5	Design-Prinzipien .....	32
4.6	UX Erhebung .....	33
4.6.1	Zusammenfassung .....	33
4.6.2	Identifikation von Usability Problemen .....	33
4.6.3	Bewertung Schweregrad .....	33
4.6.4	Usability Probleme nach Anzahl Nennungen .....	34
5	Entwicklung Demonstrator Bedienplattform .....	39
5.1	Clickdummy .....	39
5.2	Hardware Gehäuse .....	40

5.3	Hardware Elektronik.....	41
5.4	Peripheriegeräte.....	43
5.4.1	Kabel Headset.....	43
5.4.2	Kabellos Headset.....	43
5.4.3	Ladevorrichtung.....	44
5.5	Software und Applikationen.....	44
5.5.1	EVA.....	45
5.5.2	Motis.....	47
5.5.3	Telefonie (GSM / GSM-R).....	49
5.5.4	Verschublampe.....	49
5.5.5	Bremsprobeständer.....	50
5.5.6	Kamera.....	51
6	Evaluierung.....	52
7	Umsetzungsempfehlungen.....	55
7.1	User Experience.....	55
7.2	Nutzerakzeptanz.....	55
7.3	Mehrwert.....	55
7.4	Zusammenspiel von Hard- und Software.....	56
7.5	UI-Design, Bedienkonzept und Interaktion.....	56
7.6	Interaktion mit dem Gerät.....	57
7.7	Bedienkonzept.....	57
7.8	UI-Design.....	58
7.9	Hardware.....	59
7.10	Navigationskonzept (Software).....	59
7.11	Applikationen.....	59
7.12	Sicherheit.....	60
7.13	Konzeption.....	60
7.14	Kostenschätzung.....	60
7.14.1	Neuentwicklung Gesamtgerät.....	61
7.14.2	Realisierung Hardware-Plugins Apps für COTS Tablet.....	61
7.14.3	Abschätzung im Life Cycle.....	62
	ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS.....	64
	ABBILDUNGSVERZEICHNIS.....	66
	TABELLENVERZEICHNIS.....	68
	LITERATURVERZEICHNIS.....	69

8	Anhang A: Basisanforderungen .....	70
8.1	Schnittstellen .....	72
8.2	Gleichzeitigkeit und Aufruf der Betriebsmodi .....	72
8.3	Aufruf von Funktionen .....	73
9	Anhang B: Usability .....	74
9.1	Grundlagen .....	74
9.1.1	Usability nach Jakob Nielsen (1993) .....	74
9.1.2	Usability nach ISO 9241-210 .....	74
9.1.3	User Experience nach ISO 9241-210 .....	74
9.1.4	User Centered Design nach ISO 9241-210 .....	75
9.2	Richtlinien .....	75
9.2.1	Arten von Richtlinien .....	75
9.2.2	Verpflichtende Gesetze .....	75
9.2.3	Standards von Normungsinstituten .....	76
9.2.4	Richtlinien von Expertinnen .....	76
9.2.5	Plattformspezifische Richtlinien .....	79
9.2.6	Unternehmensinterne Richtlinien .....	79
9.2.7	Gestaltprinzipien nach Max Wertheimer .....	79
9.3	Die 10 Usability-Heuristiken nach Jakob Nielsen .....	80
9.4	Dos and Don'ts .....	82
9.5	Usability-Methoden .....	82
9.5.1	Expertenmethoden (ohne ProbandInnen) .....	82
9.5.2	Probandenmethoden .....	83
9.6	User Experience Metriken .....	84
9.6.1	Messung von Usability .....	84
10	Anhang C: Design-Prinzipien .....	85
11	Anhang D: Stories .....	88
12	Anhang E: Usability Erhebung Click Dummy .....	106
12.1	Usability .....	106
12.2	Akzeptanzkriterien .....	129
12.3	Use Cases .....	133
13	Anhang F: Fotos Umsetzung .....	142
14	Anhang G: Finale Erhebung (Kaiserbersdorf) .....	152

## 1 ABSTRACT

Shunting personnel has multiple organisational and technical duties during day- and night-time and is exposed to various weather conditions. To support their work, various electronic (handheld-) devices are currently used. Handling multiple devices requires multiple, associated operational processes (training, maintenance, distribution, ...), as well as a higher load to carry, and additional gear to mount devices to individuals' workwear. Furthermore, future innovations have to be considered, which might require additional functionalities or devices.

The compact platform for shunting operations PASOS is an innovation, which combines multiple end-user devices in a single unit. PASOS provides a structured, layer-based architecture that is ready to include additional future applications. PASOS increases wearing comfort and usability and supports the daily work for shunting personnel. The innovation can reduce costs, simplifies daily workflows, and particularly considers ergonomic aspects (e.g. weight and mobility) to maintain the staff's health.

Project PASOS generates multiple elaborated results that are provided to ÖBB:

- A catalogue of functional, technical and user experience requirements
- A concept for an innovative, single platform for shunting operations
- Findings of user-experience evaluation of a demonstrator
- Estimation on hard- and software costs on multiple scenarios
- Recommendations based on assessment of results and requirements

PASOS provides a solid, well-documented basis for further steps regarding development and implementation of technologies for shunting operations. It supports future developments for ÖBB's shunting personnel to increase performance in a safe and usable way.

Currently, ÖBB is not planning to implement PASOS 1:1, nevertheless parts of the innovative user-interface concept are integrated in related systems and their interface, respectively.

## 2 MANAGEMENT SUMMARY

### Ausgangslage und Nutzen

Um VerschubmitarbeiterInnen in ihren unterschiedlichen Aufgaben und Tätigkeiten zu unterstützen, werden derzeit mehrere elektronische Einzelgeräte eingesetzt. Die Vielzahl an Geräten impliziert ein schwieriges Handling und Aufwände (Schulung, Wartung, Logistik...).

Die konzipierte Bedienplattform PASOS schafft den Mehrwert, die derzeit genutzte Funktionalität mehrerer Geräte in einer einzigen, offenen Geräte-Plattform zu integrieren und bietet eine Plattform für zukünftige Applikationen. Dadurch wird der Bedien- und Tragekomfort gesteigert und der Arbeitsalltag für sogenannte multifunktionale VerschubmitarbeiterInnen besser unterstützt. Wirkungen dieser Innovation beziehen sich auf Kosten, Erleichterung der Arbeit und ergonomische Aspekte (Gewicht und Beweglichkeit).

### Methode und Ergebnisse

Das Projekt PASOS generiert in mehreren Schritten diese für die ÖBB nutzbaren Ergebnisse:

1. Systematische Aufarbeitung der Anforderungen und User-Stories
2. Systemkonzept für eine einheitliche Bedienplattform
3. Erkenntnisse aus der praktischen Evaluierung eines Demonstrators
4. Umsetzungsempfehlung aufgrund einer umfassenden Bewertung

Das Projekt generiert somit eine gut dokumentierte Grundlage für weitere Schritte.

### Schlussfolgerungen

Aufgrund der für die ÖBB in Frage kommenden (~500-2000 Stk.) ist das Ziel einer separaten Hardware Entwicklung analog zum Demonstrator PASOS nicht zu empfehlen, dies wird auch durch die Schätzung der Kosten untermauert.

Components of the Shelf (COTS) als Grundkomponente der Bedienplattform sind zu empfehlen. Für bestimmte Benutzergruppen scheint eine Art Adapter empfehlenswert um auch Handschuhbedienung zu ermöglichen. User-zentrierte Prozesse sind nahezulegen, um etwaige Beschaffungen von Hardware und Software zu spezifizieren.

Eine direkte Umsetzung analog zu dem PASOS-Demonstrator durch die ÖBB ist aus wirtschaftlichen Gründen nicht geplant. Es werden jedoch nun seit 2020 die innovativen Ansätze aus PASOS in Bezug auf intuitive Bedienschnittstellen in themenverwandten Projekten im Verschub integriert.



## 3 PROJEKTÜBERSICHT

### 3.1 Stand der Technik bzw. Stand des Wissens

In diesem Unterkapitel werden Hintergrundinformationen zu Bediengeräten im Verschubbereich, Bedienbarkeit von Outdoor - Arbeitsgeräten und eisenbahnspezifische Ausprägungen dargestellt.

#### 3.1.1 Überblick Tätigkeiten im Verschub

Um sichere und reibungslose Verschubfahrten zu gewährleisten, sind die zugehörigen Prozesse in etwa wie folgt auf die folgenden Arbeitsprofile verteilt (ÖBB, 2004):

**FahrdienstleiterIn (Fdl):** Im Bahnhofsbereich sind grundsätzlich Fdl für die Verschubaufsicht und -leitung zuständig, außer es wurden diese Aufgaben an andere, geeignete MitarbeiterInnen delegiert.

**VerschubleiterIn:** In Bahnhöfen / Betriebsstellen ohne Fdl ist der/die zuständige VerschubleiterIn für sichere und pünktliche Organisation, Koordination und Durchführung von Verschubtätigkeiten verantwortlich. Weiters obliegt ihm/ihr die Festlegung des Verschubprozesses wie auch die Zuteilung der Aufgaben an die jeweiligen MitarbeiterIn. Per Elektronische Verschubstraßenanforderung (EVA; Abbildung 2) fordert der/die VerschubleiterIn die geeignete Fahrstraße beim Stellwerk für die Verschubfahrt an. Die Eingabe der Zugdaten (Wagenreihung, Bremsberechnung, Gefahrgut, etc.) via „Mobiles Transport- Informations-System“ (MoTis; Abbildung 2); liegt ebenfalls auch im Tätigkeitsbereich der Verschubleitung, obwohl sie diese Aufgabe auch geeigneten VerschubmitarbeiterInnen übertragen kann. Via Funk oder GSM-R Mobiltelefon steht er/sie mit den Stellwerks-/WeichenwärterInnen, TriebfahrzeugführerInnen (Tfzf) und den VerschieberInnen in Verbindung.

**VerschieberIn / VerschubmitarbeiterIn:** Die Tätigkeiten sind unter anderem die exakt koordinierte Abwicklung und Durchführung der Verschubtätigkeiten unter der Anordnung des/der VerschubleiterIn. Falls von dem/der VerschubleiterIn angeordnet, auch die Bedienung der EVA wie auch die Zugdateneingabe über MoTis. Auch der/die VerschieberIn sind in stetiger Verbindung mit dem/der VerschubleiterIn und Tfzf über ein Funkgerät oder GSM-R Mobiltelefon (Abbildung 3). Kuppeln, Bremsen und Sichern der Fahrzeuge wie auch das Langmachen, Hemmschuhlegen und Aushängen sind ebenfalls Aufgaben der VerschieberInnen.

**TriebfahrzeugführerIn (Tfzf):** Mittels Funkgeräts oder GSM-R Mobiltelefon erhält der/die Tfzf die Anweisungen der VerschiebleiterInnen oder der VerschieberInnen, um die Verschiebfahrt präzise durchführen zu können.

Die Aufgaben des/der **WagenmeisterIn (WgM)** werden in zunehmendes Ausmaß von sogenannten multifunktionalen VerschiebleiterInnen wahrgenommen. Im Weiteren sind „mobile WgM“ in den Regionen für Dienste wie Prüfungen bei Lademaßüberschreitung, Bremsprobe oder Feststellung des technischen Fahrzeugzustands der zusammengestellten Züge im Dienst. Der WgM wird in der Regel vom Betrieb (Fdl) angefordert.

### 3.1.2 Anspruch an MitarbeiterInnen im Verschub

MitarbeiterInnen im Verschub, insbesondere VerschiebleiterInnen und VerschieberInnen, sind besonderen Belastungen und Anforderungen ausgesetzt. Kuntner (2014) zeigt folgende Eigenschaften, Aufgaben und Rahmenbedingungen auf:

- Übernahme zusätzlicher Aufgaben (Befehlsbeigaben, Kuppeln, Zugvorbereitung, RID-Check)
- Körperliche Anstrengung (Kraftaufwand, Werkzeug/Ausrüstung, Bücken/Aufrichten)
- Mangelhafte Arbeitsorganisation (Arbeitsaufträge, fehlende Unterlagen, Verspätungen)
- Häufige Änderung der Betriebsvorschriften (Umsetzung der Änderungen, Unterweisungsdruck)
- Hohe Eigenverantwortung (Sicherheit Menschen/Güter, kein Vieraugenprinzip)
- Keine witterungsbedingten Sicherheitsvorschriften (Gewitter, Sturm, Schneesturm, Vereisung)
- Witterungseinflüsse (Kälte, Hitze, Nässe, Regen, Wind)
- Physikalische Einwirkungen (Lärm, Staub, Geruch, Schmiermittel)
- Gehen in unebenem Gelände (Randweg, Bedienungsraum)
- Ständig wechselnde Einsatzorte
- Konflikte mit Auftraggebern (Ausreihung, Reihenfolge, Bezetteln, Schadensmeldung)
- Zeitdruck durch externe Faktoren (Verschub, Tfz-Beistellung, Verspätungen, Ad-hoc)
- Belastende EDV-Mängel (keine ausreichende Schulung)

Diese Anforderungen sind auch bei der Ausgestaltung technischer Hilfsmittel zu berücksichtigen.

## Technische Systemübersicht

Im Umfeld des Verschubs sind zur Abwicklung die Bedienung mehrerer Handgeräte zur Kommunikation und zum technischen Datenaustausch im Einsatz (Abbildung 1).



**Abbildung 1: Systemübersicht für die im Projekt relevanten Geräte im Verschub**

„Basisszenario“: Im Rahmen der Durchführung eines Verschubauftrags muss der VerschubleiterIn / VerschieberIn die Fahrstraße über das EVA - Endgerät anfordern. Die Eingabedaten (Bahnhof, Triebfahrzeug, Verschubfahrt, etc.) werden anschließend via GSM/GPRS an den EVA-Rechner gesendet und von diesem geprüft, ob die angeforderte Fahrstraße einstellbar ist. Nach erfolgter Zusammenstellung des Zuges werden die Daten (Wagenreihung, Zugtyp, Gleis, etc.) ins MoTis eingeben und via GPRS/GSM-Verbindung an ARTIS/INFRA-TIS übertragen, geprüft und bei Richtigkeit freigegeben.

Mittels GSM-R Mobiltelefon / Funkgerät stehen die involvierten MitarbeiterInnen in Verbindung, um gegebenenfalls Gefahren, Hindernisse oder kurzfristige Änderungen kommunizieren zu können. Außerhalb der Funkreichweite (z.B. Strecke) kommt auch das GSM-R Telefon zum Einsatz.

MitarbeiterInnen im Verschub haben in ihrem Dienst, bei jeder Witterung, bei Tag und Nacht, eine Vielzahl an unterschiedlichen Tätigkeiten durchzuführen. Zur Durchführung ihrer

Tätigkeiten, setzen VershubmitarbeiterInnen derzeit nachfolgend dargestellte elektronische Einzelgeräte ein:

**EVA-Elektronische Vershubstraßenanforderung** dient zur Eingabe von Stellbefehlen von Fahrstraßen über mobile Eingabegeräte vom Gleisfeld aus mittels Übertragung per Funk (derzeit GSM) und GPRS an ein Stellwerk oder an eine Betriebsführungszentrale (BFZ).



**Abbildung 2: Links: EVA, Rechts: MoTis**

Seit dem Jahr 2011 wird bei der ÖBB - Infrastruktur AG das System EVA (elektronische Vershubstraßenanforderung) für die elektronische Unterstützung bei der Anforderung von Vershubstraßen schrittweise eingeführt. In Betriebsstellen, die mit EVA bereits ausgerüstet sind bzw. ausgerüstet werden ist dieses System zu verwenden – nach Informationen der BIEGE handelt es sich derzeit um eine Anzahl von etwa 50 Stück.

Der VershubmitarbeiterIn hat die folgenden Funktionalitäten zur Auswahl: Auswählen eines Bahnhofs (BFZ und EVA-Bahnhof), Eingeben einer Vershubreservenummer, Vershubanforderung an das STW, Vershubfahrt, Lokfahrt, Abstoßen.

Wird mit dem EVA-Endgerät gearbeitet, so wird durch das System der projizierte Vershubweg angefordert. Abweichungen sind fernmündlich bekanntzugeben.

Das EVA-Endgerät zeigt den Status mehrerer Vershubaufträge an (genehmigt, ungültig, etc.). Wird am EVA-Rechner ein neuer Stand bereitgestellt, so aktualisiert sich das EVA-Endgerät sofort nachdem sich die beiden Geräte miteinander verbunden haben.

**MoTis** (Mobiles Transportinformationssystem), ein Handgerät welches die Zugvorbereitung im Feld unterstützt; (Wagenreihung, Bremsberechnung etc.). MoTis sendet die eingegebenen Zugdaten den VershubleiterInnen / VerschieberInnen via GPRS zu ARTIS/INFRA-TIS (Austrian Rail Transport Information System / Infrastruktur Transport-Information-System). VershubmitarbeiterInnen können folgende Daten im MoTis erfassen:

- Auswahl der Bahnhofskennung aus Liste mit Bhf-Codes wird angezeigt (ARTIS/INFRA-TIS)
- Zug-/Gleisanforderung (Auswahl: Eingangs- oder Ausgangszüge, Zugnr., Zugtyp, Gleis)
- Fahrzeug ersterfassen
- Gefahrgutdetails und Bremsberechnung

Nach Eingabe dieser Daten wird alles auf Vollständigkeit und Korrektheit vom ARTIS/INFRA-TIS - Rechner geprüft.

**Funkgeräte** für die Abwicklung von Vershubtätigkeiten: Um die Vershubtätigkeiten gefahrlos durchführen zu können, müssen die beteiligten VershubmitarbeiterInnen in stetigem Kontakt miteinander stehen um zum Beispiel Hindernissen aufgrund schlechter Sicht oder anderen Geschehnissen akut ausweichen zu können.



**Abbildung 3: Links: Funkgerät, Rechts: GSM-R Mobiltelefon**

Auch das **Diensthandy (GSM-R Mobiltelefon)** ist ein Gerät, welches bei Vershubtätigkeiten zum Einsatz kommen kann. Ist Funk nicht möglich (Erreichbarkeit, Reichweite), so müssen die VershubmitarbeiterInnen diese Alternative nutzen können.

### 3.1.2.1 Vergleich Internationale Lösungen

Anwendbare, internationale Lösungen sind der BIEGE nicht bekannt. Es gibt jedoch Teillösungen, wie etwa Metric.Smart Ops: Die deutsche Firma Höft & Wessel (heute Metric) hat eine mobile Plattform für Datenübertragung und Kommunikation für den Einsatz bei der SBB entwickelt. Die Kommunikation kann über GSM-R und Funk erfolgen (Metric, 2013). Des Weiteren wurde ein Bewegungssensor eingebaut: Falls ein/eine MitarbeiterIn stürzt, wird dadurch anschließend eine Notfallnachricht versendet.



**Abbildung 4: Mobile Steuereinheit von Höft & Wessel (heute Metric)**

Ein weiteres themenverwandtes Produkt ist der „Point converter“ der britischen Firma Zonegreen - eine einfache Fernbedienung für die Einstellung von Verschubstraßen.

### 3.1.2.2 State of the Art User Centered Design bei Endgeräten im Außenbereich

Die Interaktion von Menschen mit Computersystemen findet immer innerhalb bestimmter Umweltbedingungen und Bedienkontexte statt. NutzerInnen können sich in geschlossenen Räumen befinden und mit stationären Desktop-Computern interagieren, bei direkter Sonnenbestrahlung eine Route am Smartphone berechnen lassen oder auch bei Kälte jemanden am Smartphone anrufen. Diese Rahmenbedingungen sind uns im Normalfall nicht bewusst, weil die Konsumenten-Endgeräte für die gängigsten Situationen ausgelegt sind. Was aber, wenn Extremsituationen zur Norm werden?

Plötzlich ist ein handelsübliches Smartphone völlig unbedienbar: der Bildschirm ist bei direkter Sonneneinstrahlung nicht mehr lesbar, der Touch-Screen reagiert bei Nässe nicht mehr und lässt sich mit Handschuhen nicht bedienen. Neben den physikalischen Eigenschaften der Endgeräte im Außeneinsatz sind psychologische Aspekte zu beachten: für die Interaktion mit einem Gerät müssen Bediener ihre Aufmerksamkeit weg von der Umwelt, hin zum Gerät richten und Aufgaben ausführen, die mit der Umweltsituation nichts zu tun haben (vgl. Levy, 2008). Das Design von interaktiven Systemen kann die Aufmerksamkeit der BedienerInnen in der physikalischen Welt im positiven oder im negativen Sinne beeinflussen, hat also indirekt sicherheitskritische Bedeutung (Zahler, 2010).

Eine weitere Dimension stellen neuartige Endgeräteklassen und Displaytechnologien dar: obwohl sie schon seit längerem untersucht und entwickelt werden (vgl. Pingel, 2005), dringen Wearables nun auch in den Consumer-Bereich vor – dadurch werden diese Technologien günstiger und allgemein verfügbar.

Neuartige Displaytechnologien können ebenfalls Lösungsansätze für Outdoor-spezifische Probleme bieten und sollten ebenfalls in eine genauere Betrachtung einfließen.

Design interaktiver Outdoor-Systeme im sicherheitskritischen Bereich bewegt sich also innerhalb mehrerer Dimensionen:

- Externe Einflüsse (Sonne, Regen)
- Interaktionsstile (Touch, Gesten, Sprache, Hardware-Tasten)
- Kognitive Faktoren (Usability, Audio-/Visuelle Kommunikation)
- Neuartige Endgeräteklassen und Display-Technologien (Wearables, e-Ink-Displays)

Für das PASOS-Projekt ist ein sinnvolles Zusammenspiel von einem oder mehreren Devices im Außeneinsatz besonders interessant und wird im Rahmen von Analyse, Design und praktischer Erprobung eine Rolle spielen.

### 3.1.3 Innovationsgehalt des Vorhabens und erwartete Ergebnisse

Die ÖBB hat durch die Automatisierungsmöglichkeiten durch EVA und MoTis eine internationale Vorreiterrolle erreicht. Die Problemstellung liegt in der Vielzahl für Vershubtätigkeiten notwendige Geräte – in Zukunft könnten zudem noch weitere Funktionalitäten notwendig werden.

Die zu konzipierende Bedienplattform soll eine Innovation schaffen, die derzeit genutzte Funktionalität mehrerer Geräte in einer einzigen Geräte-Plattform zu integrieren, als auch die grundsätzliche Möglichkeit zu schaffen, zukünftige Funktionen aufzunehmen.

Das Projekt soll unmittelbar mehrere, für die ÖBB nutzbare **Ergebnisse** schaffen:

1. Systematische Aufarbeitung der Anforderungen und NutzerInnenenerfahrungen, inbegriffen geschlechterspezifische Anforderungen an das Man-Maschine-Interface (MMI) und diesbezügliche Erfahrungen
2. Systemkonzept für eine einheitliche Plattform
3. Erkenntnisse aus der praktischen Evaluierung eines Demonstrators

Das Projekt generiert und dokumentiert somit Grundlagen für weitere Schritte einer Umsetzung und Anwendung solcher Technologien bei den ÖBB. Wirkungen der Innovation beziehen sich auf Kosten, Erleichterung der Arbeit und ergonomische Aspekte (Gewicht und Beweglichkeit). Letztendlich kann die Vorreiterrolle im Bereich der Vershub-Endgeräte ausgebaut werden - zukünftige Kooperationen mit Entwicklern, Herstellern und Konsulenten sind denkbar.

## 3.2 Lösungsansatz

### 3.2.1 Struktur und Work Flow des Vorhabens

Im Rahmen des Forschungsprojektes PASOS werden die Anforderungen der jeweiligen Einzelgeräte, auch unter Berücksichtigung von Anwendungserfahrungen, Ergonomie und typischen Use Cases, zusammengefasst. Es werden daraufhin Umsetzungsvarianten einer neuen Bedienplattform entworfen und als Hardware-Dummies (Attrappe aus z.B. Holz) präsentiert. Nach Auswahl durch die ÖBB wird der beste Dummy als Demonstrator (Elektronisches Gerät mit realen Bedienelementen) umgesetzt.

Es werden intuitive und praktikable Bedienmöglichkeiten untersucht, entwickelt und erprobt, auch die Möglichkeit einer Integration von Bedienelementen in die persönliche Schutzausrüstung wird untersucht. Im Weiteren werden auch die Befestigungsmöglichkeiten an der Berufskleidung betrachtet. Das neue Gerät soll dergestalt konzipiert werden, dass die Bewegungsfreiheit der MitarbeiterInnen bei den Vershubtätigkeiten (z.B. Koppeln) nicht eingeschränkt ist und somit die Sicherheit gewährleistet und die Gesundheit nicht beeinträchtigt wird.

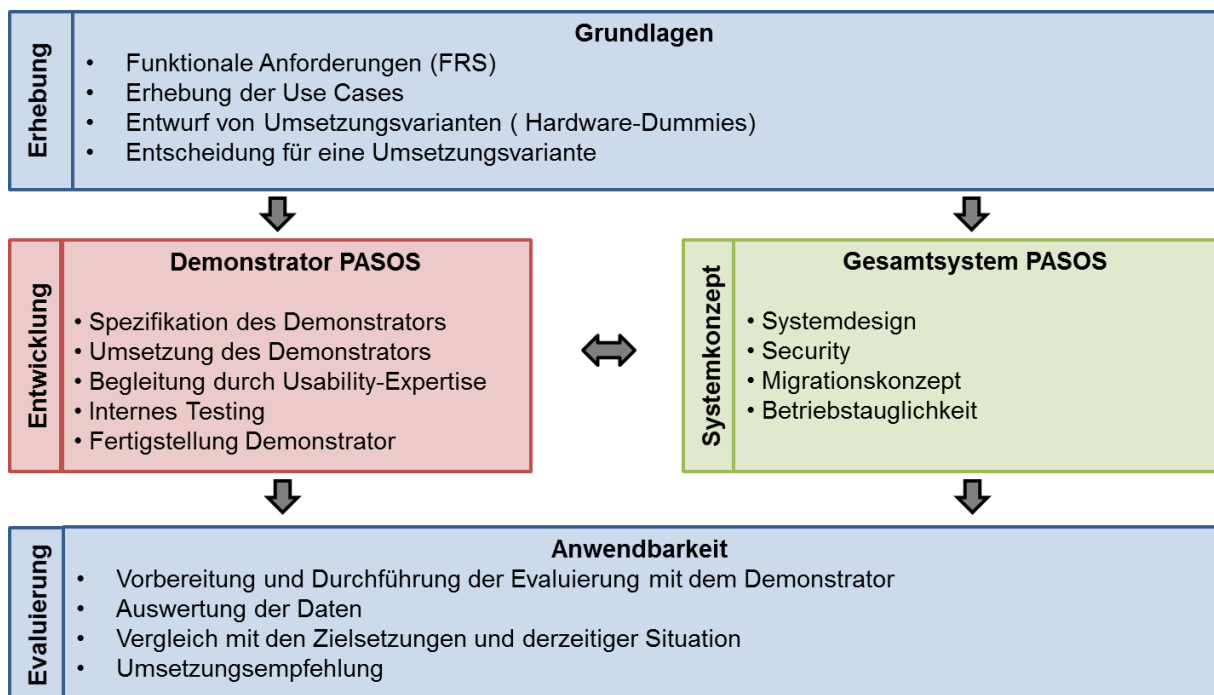


Abbildung 5: Übersicht methodischer Ansatz und Work-Flow

### 3.2.2 Systemumgebung

Die vier derzeitig eingesetzten Endgeräte bestimmen die funktionalen Anforderungen an das Systemkonzept PASOS. Die Bedienplattform soll Sprachfunk, SMS, Telefonie zwischen Fdl,



Tfzf oder anderen VershubmitarbeiterInnen sowie digitale Datenübertragung zwischen den ARTIS / INFRA-TIS-Servern und EVA-Rechner ermöglichen.

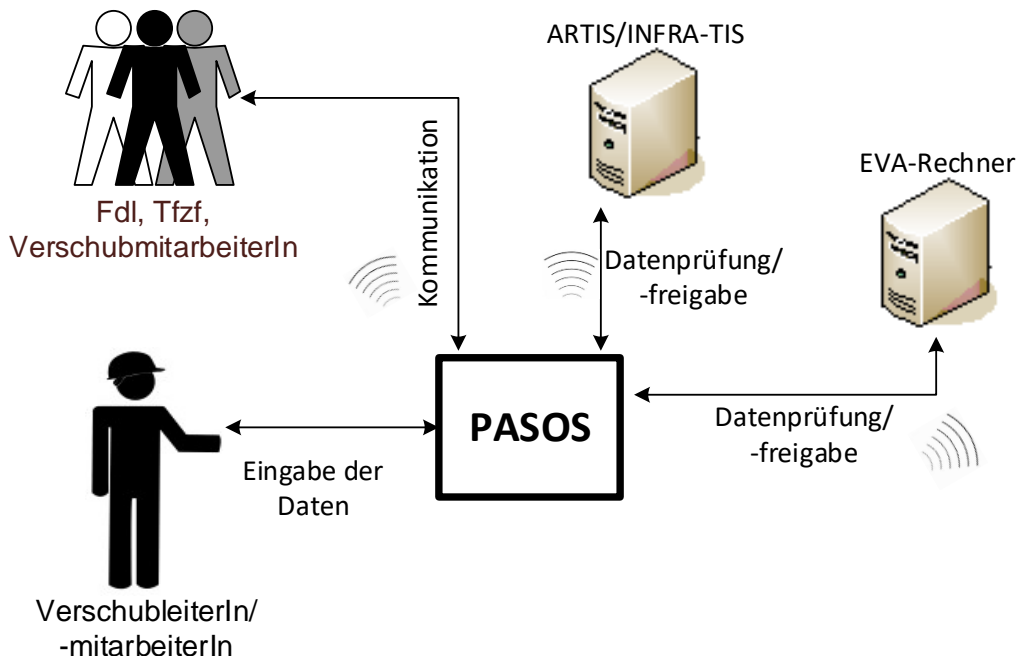


Abbildung 6: Systemumgebung Bedienplattform PASOS.

Durch die Ausführung der Schnittstellen sind zudem viele technische Anforderungen vorgegeben. Diese beziehen sich auf Protokolle und Spezifikationen der zu übertragenden Inhalte.

### 3.2.3 Use Cases

Um einem Katalog von Szenarien der Abläufe zu generieren, werden sowohl ÖBB-interne Prozessbeschreibungen herangezogen als auch Gespräche mit ÖBB-MitarbeiterInnen (Lead User) aus den relevanten betrieblichen Bereichen durchgeführt. Ein Szenario setzt sich zusammen aus:

- Ablauf von Handlungen und Rolle der MitarbeiterInnen (wer macht was?)
- Ablauf von Kommunikation zwischen (welchen?) MitarbeiterInnen
- Bedienung technischer Geräte / elektronische Kommunikation (wie?)
- Zeitdauer / räumliche Konstellation (wann, wie lange, wo?)

Es werden auch Prognosen für die Zukunft bezüglich Abläufe und Rollenverteilungen berücksichtigt, um Grundlagen für eine nachhaltige Lösung zu schaffen.

### 3.2.4 Systemkonzept

Die mobile Plattform eines zukünftigen Produkts besteht aus Hard- und Software in einem Gehäuse, welche die Mobilität der VershubmitarbeiterInnen nicht einschränkt. Hardwareschnittstellen schließen die Funktionalität des Funkgeräts und Mobiltelefons ein und sind optional durch Bluetooth, WLAN und GNSS erweiterbar.

Das Display muss gute Lesbarkeit bei jeder Witterung garantieren und das User Interface einfach zu bedienen sein. Ziel ist es, problemlose Kommunikation sicherzustellen. Hierfür muss auch die Akustik entsprechend entwickelt und erweitert werden (Mikrofon, Speaker).

Die Software könnte Layer-basiert aufgebaut sein, um verschiedene, im Vershub involvierte MitarbeiterInnen die Arbeit mit einem einzigen Gerät zu ermöglichen (siehe Abbildung 7). Die Funktionalitäten der elektronischen Vershubstraßenanforderung, wie die Zugdatenerfassung, Funk und Telefonie können als Applikationen im System der Plattform integriert sein. Ein Security-Layer kann den Zugang zu Daten und Anwendungen überwachen sowie individuelle Rechte für MitarbeiterInnen verwalten.

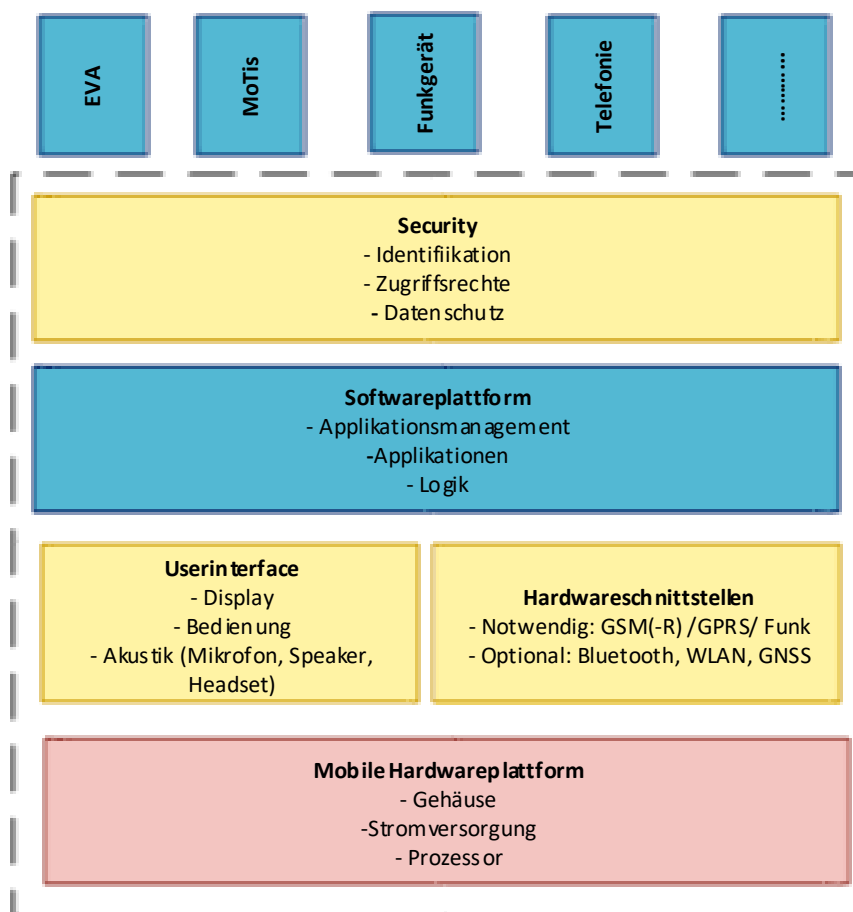


Abbildung 7: Layer-basierte Systemarchitektur des Konzepts PASOS

Im Hardware-Systemkonzept wird berücksichtigt, dass eine endgültige Bedienplattform für entsprechende Schutzklassen ausgelegt ist. Das endgültige Bedienendgerät soll entsprechend der geltenden Normen stoßfest, hitze- und kälteresistent ausgeführt werden, damit die Einsetzbarkeit gegeben ist. Ebenso muss die Akkulaufzeit für einen langen Arbeitstag ausreichen, um die Effizienz des Gerätes zu gewährleisten. Ein beleuchtetes Display ist ebenfalls Voraussetzung, da die Verschubmitarbeiter auch nachts tätig sind.

Der individuelle Zugang für Mitarbeiterprofile / Rollen / Tätigkeiten könnte im Security-Layer über Zugangssperren umgesetzt sein (nicht jede/r MitarbeiterIn hat Zugriff auf die EVA oder MoTis App).

Letztendlich muss Hard- und Software den Anspruch erfüllen, auch per Handschuh bedient zu werden und eine einfache Eingabe bei jeder Witterung zu ermöglichen. Ergonomische Aspekte (Gewicht, Beweglichkeit, Integration in die Schutzkleidung etc.) werden in die Konzeption miteinbezogen, um die Arbeitsprozesse zu optimieren.

### **3.2.5 Demonstrator**

Anhand der Anforderungen werden mögliche Hardware-Dummies vorgeschlagen, ausgewählt und daraus der Demonstrator konzipiert. Hier fließen auch die Ergebnisse der User Centered Design-Evaluierungen ein.

Bei den Ausgestaltungen der Hardware-Dummies fließen auch Überlegungen ein, Systemelemente in die persönliche Schutzausrüstung zu integrieren. Hierbei spielen die Praktikabilität, Witterungstauglichkeit und die ermittelten Use Cases eine besondere Rolle. Auch die Befestigungsmöglichkeiten und Tragekomfort der Hardware-Dummies werden betrachtet. Seitens der BIEGE ist auch ein Austausch mit den derzeitigen Lieferanten der ÖBB für Schutzausrüstung von Interesse.

Die Entwicklung der Bedienoberfläche am Demonstrator orientiert sich primär an den Arbeitsabläufen der Use Cases. Dazu werden Use Cases in einer Simulation abgebildet. Die physikalische Kommunikation (Funk, GSM) erfolgt mit simulierten Gegenstellen. Auch die notwendige, beispielhafte Funktionalität von ARTIS- und EVA-Rechner wird simuliert. Die Funktionalität und die Bedienqualitäten des Demonstrators dienen dazu, die Use Cases bei einer Outdoor-Evaluierung unter Arbeitsbedingungen testen zu können.

Die entwickelten Hard- und Softwarekomponenten des Demonstrators werden verschiedenen Testphasen unterzogen. Eine Entwicklung und Nachweisführung gemäß CENELEC für die Komponenten des Demonstrators wird nicht angewendet.

### **3.2.6 Evaluierung**

Nach erfolgter Fertigstellung des Demonstrators wird in Absprache mit den ÖBB eine Erprobung in Wien durchgeführt, um die Praktikabilität der Bedienplattform zu evaluieren. Die Erhebung erfolgt anhand der Use Cases und realitätsnahe Umgebungen und Handlungen sollen reproduziert werden. Dabei werden keine Wagen gekoppelt oder tatsächliche Fahrstraßen angefordert. Die Szenarien, bzw. die erforderlichen Gegenstellen werden simuliert – der Fokus bleibt auf der Bedienung des Geräts.

Ebenfalls werden die Eisenbahn- und Umgebungstauglichkeit, der Tragekomfort und die Bedienung geprüft, um darzustellen, inwiefern die Anforderungen für den Vershubprozess auch erreicht wurden. Danach wird eine Auswertung der Testergebnisse durchgeführt – Referenzsysteme sind hier die bestehende Lösung und die ausgearbeiteten Anforderungen.

## 4 SYSTEMKONZEPT

### 4.1 Definition Funktionalität

Im Rahmen des Kick-Off Meetings wurde von den ÖBB der Wunsch geäußert in Zukunft generell Geräte zu entwickeln, die die maximale Anzahl an Funktionalitäten aus Hardware sowie Software zusammenfassen. Dennoch wird die Integration der Funktionalitäten aller Geräte in einem einzigen als eher unrealistisch gesehen, hauptsächlich aufgrund von nicht miteinander zu vereinbarender Benutzerschnittstellen. Angestrebt wird von den ÖBB eine Reduktion bei Vershubtätigkeiten auf insgesamt zwei bis drei Geräte, von denen gegebenenfalls nur ein bis zwei gleichzeitig benötigt werden.

Parallel zum PASOS-Projekt laufen ÖBB-intern folgende Entwicklungen:

- bei MoTis wurde eine Kombination mit GSM-R-Handy erwogen, konnte allerdings nicht in dieser Form in Auftrag gegeben werden; aus diesem Grund entstand auch das vorliegende Forschungs- und Entwicklungsvorhaben;
- das neue MoTis-Gerät ist auch mit den Funktionen Fotografieren und im öffentlichen Mobilfunknetz Telefonieren ausgestattet, obwohl dies in der Ausschreibung nicht verlangt wurde;
- das Beschaffungsverfahren von neuen EVA-Endgeräten wird derzeit durchgeführt, die Verbindung der neuen Geräte wird hierbei tendenziell über GSM-R, falls möglich auch über eine Kombination GSM-R und öffentlicher Mobilfunknetz, erfolgen.

Die derzeitige Nutzungsdauer der MoTis- und EVA-Endgeräte liegt bei sieben beziehungsweise fünf Jahren. Grundsätzlich geht es hier um einen Kompromiss zwischen maximaler Ausnutzung des Stands der Technik und einer Minimierung des Beschaffungs- und Schulungsaufwands. Bis zur Umsetzung von PASOS zu Beginn des kommenden Jahrzehnts, wird für einige Funktionen eine im Vorhinein zu beschaffende Gerätegeneration zum Einsatz kommen.

## 4.2 Anforderungsmatrix

### 4.2.1 Mitarbeitergruppen

	MOTIS (Zugdaten- eingabe)	EVA (Verschub- straßenanforderung)	GSM-R-Mobiltelefon	GSM-P-Mobiltelefon	Analogfunk	TIM (Triebfahr- zeugführerunterlagen)	Verschublok- Funkfernsteuerung	Kamera	Taschenlampe	mAZE (Instandhaltung)	PWG (Warngerät)
(einfacher) Verschieber			X		X				X		
Verschubleiter		X	X		X			X	X		
Verschubleiter mit Tzf- Bedienung		X	X	X	X	X	X	X	X		
BWD-Zugvorbereiter	X		X	X	X			X	X		
multifunktionseller Verschubleiter	X	X	X	X	X			X	X		
Triebfahrzeugführer*			X	X	X	X			X		
Instandhalter / Gleisarbeiter*			X	X	X			X	X	X	X
Sicherungsstellen*			X	X	X				X		X

\*: nur wegen Beschaffungssynergie von Interesse

Tabelle 1: Mitarbeitergruppen-Matrix

### 4.2.2 Tätigkeiten

MOTIS (Zugdateneingabe)	Zugvorbereitung
EVA (Verschubstraßen- anforderung)	Verschub inkl. Kuppeln
GSM-R-Mobiltelefon	immer
GSM-P-Mobiltelefon	immer
Analogfunk	immer
TIM (Triebfahrzeug- führerunterlagen)	Tzf-Steuerung vom Führerstand aus
Verschublok- Funkfernsteuerung	Verschub inkl. Kuppeln
Kamera	Zugvorbereitung, Infrastrukturinstandhaltung
Taschenlampe	Zugvorbereitung, Verschub inkl. Kuppeln, Infrastruktur- instandhaltung
mAZE (Instandhaltung)	Infrastrukturinstandhaltung
PWG (Warngerät)	Infrastrukturinstandhaltung

Tabelle 2: Tätigkeiten

### 4.2.3 Handschuh-Bedienung, Aufprallfestigkeit, Witterung, Akku

	MOTIS (Zugdateneingabe)	EVA (Verschubstraßenanforderung)	GSM-R-Mobiltelefon	GSM-P-Mobiltelefon	Analogfunk	TIM (Triebfahrzeugführerunterlagen)	Verschublok-funkfernsteuerung	Kamera	Taschenlampe	mAZE (Instandhaltung)	PWG (Warngerät)
Bedienung mit Handschuhen?	leichte Handschuhe	Verschubhandschuhe	Verschubhandschuhe (zumindest manche Tasten)	leichte Handschuhe	Verschubhandschuhe (zumindest manche Tasten)	keine Handschuhe	Verschubhandschuhe	leichte Handschuhe	Verschubhandschuhe	leichte Handschuhe	leichte Handschuhe
besondere Aufprallfestigkeit	ja					nein	ja				
Exposition bzgl. Witterung (inkl. Sonnenlicht auf Monitor)	ja					nein	ja				
geforderte Akku-Laufzeit	12 h Kommunikationsverbindung, 8 h Eingabe bzw. Gespräch					6 h eingeschaltet, davon 2 h Standby	8 h	2 h	3 h	12 h Kommunikationsverbindung, 8 h Eingabe bzw. Gespräch	

Tabelle 3: Gegenüberstellung Anforderungen versus Endgeräte

### 4.2.4 Komplexität von Eingaben und Anzeigen

	Komplexität Eingabe (> Tastenanzahl)	Komplexität Anzeige (> Monitorgröße)
MOTIS (Zugdateneingabe)	mittel bis hoch	mittel bis hoch
EVA (Verschubstraßenanforderung)	gering	gering
GSM-R-Mobiltelefon	gering bis mittel	gering
GSM-P-Mobiltelefon	gering bis mittel	gering
Analogfunk	gering	gering
TIM (Triebfahrzeugführerunterlagen)	mittel bis hoch	hoch
Verschublok-Funkfernsteuerung	gering	gering
Kamera	gering	mittel
Taschenlampe	gering	gering
mAZE (Instandhaltung)	mittel bis hoch	mittel bis hoch
PWG (Warngerät)	gering	gering

Tabelle 4: Komplexität von Eingaben und Anzeigen

## 4.2.5 Sicherheitsanforderungen, Netzabdeckung, GNSS

		MOTIS (Zugdateneingabe)	EVA (Verschubstraßenanforderung)	GSM-R-Mobiltelefon	GSM-P-Mobiltelefon	Analogfunk	TIM (Triebfahrzeugführerunterlagen)	Verschublok-funkfernsteuerung	Kamera	Taschenlampe	mAZE (Instandhaltung)	PWG (Warngerät)
Sicherheitsanforderungen	Redundanz / Fail-Safe	nein						ja	nein			ja
	überwachte Ausfallszeit vor Notstopp o.ä.	nicht definiert						Millisekunden	nicht definiert			Sekunden
	Kippschutz	nein						ja	nein			
	Schutz vor unbefugter Verwendung	ja			nein		ja		nein		ja	
Anforderung an Netzabdeckung bzw. Funkverbindung	kleinere Lücken tolerabel	hoch, wenn verwendet	größere Lücken tolerabel	hoch, wenn verwendet	größere Lücken tolerabel	sehr hoch	kein Funknetz nötig	größere Lücken tolerabel	sehr hoch			
GNSS	nein						ja	nein			ja	nein

Tabelle 5: Sicherheitsanforderungen, Netzabdeckung, GNSS

## 4.3 Gegenüberstellungen

Vergleich der Mitarbeiter-Gruppen (Funktionen / Rollen), die das Gerät verwenden										
	MOTIS (Zugdateneingabe)	EVA (Verschubstraßenanforderung)	GSM-R-Mobiltelefon	GSM-P-Mobiltelefon	Analogfunk	TIM (Triebfahrzeugführerunterlagen)	Verschublok-funkfernsteuerung	Kamera	Taschenlampe	mAZE (Instandhaltung)
PWG (Warngerät)	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
mAZE (Instandhaltung)	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Taschenlampe	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Kamera	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Verschublok-funkfernsteuerung	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
TIM (Triebfahrzeugführerunterlagen)	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Analogfunk	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
GSM-P-Mobiltelefon	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
GSM-R-Mobiltelefon	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
EVA (Verschubstraßenanforderung)	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■

Tabelle 6: Der Mitarbeiter-Gruppen, die das Gerät verwenden

Die erwartbare Abweichung mAZE / PWG vom Rest ist erkennbar.



Vergleich der Tätigkeiten, bei denen die Geräte verwendet werden										
	MOTIS (Zugdateneingabe)	EVA (Verschubstraßenanforderung)	GSM-R-Mobiltelefon	GSM-P-Mobiltelefon	Analogfunk	TIM (Triebfahrzeugführerunterlagen)	Verschublokfunkfernsteuerung	Kamera	Taschenlampe	mAZE (Instandhaltung)
PWG (Warngerät)	Red	Red	Yellow	Yellow	Yellow	Red	Red	Yellow	Yellow	Green
mAZE (Instandhaltung)	Red	Red	Yellow	Yellow	Yellow	Red	Red	Yellow	Yellow	Yellow
Taschenlampe	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Red	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow
Kamera	Yellow	Red	Yellow	Yellow	Yellow	Red	Red	Yellow	Yellow	Yellow
Verschublokfunkfernsteuerung	Red	Green	Yellow	Yellow	Yellow	Red	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow
TIM (Triebfahrzeugführerunterlagen)	Red	Red	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow
Analogfunk	Yellow	Yellow	Green	Green	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow
GSM-P-Mobiltelefon	Yellow	Yellow	Green	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow
GSM-R-Mobiltelefon	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow
EVA (Verschubstraßenanforderung)	Red	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow

Tabelle 7: Der Tätigkeiten, bei denen die Geräte verwendet werden

Feststellungen:

- Höchste Übereinstimmung bei Sprachkommunikationsgeräten
- Trotz überlappender Mitarbeitergruppen geringe Übereinstimmung zwischen TIM & Loksteuerung vs. Rest

Vergleich der Anforderungen hinsichtlich Wetterschutz, Aufprallschutz und Handschuhbedienung										
	MOTIS (Zugdateneingabe)	EVA (Verschubstraßenanforderung)	GSM-R-Mobiltelefon	GSM-P-Mobiltelefon	Analogfunk	TIM (Triebfahrzeugführerunterlagen)	Verschublokfunkfernsteuerung	Kamera	Taschenlampe	mAZE (Instandhaltung)
PWG (Warngerät)	Green	Yellow	Yellow	Green	Yellow	Red	Yellow	Green	Yellow	Green
mAZE (Instandhaltung)	Green	Yellow	Yellow	Green	Yellow	Red	Yellow	Green	Yellow	Yellow
Taschenlampe	Yellow	Yellow	Yellow	Green	Yellow	Red	Green	Yellow	Yellow	Yellow
Kamera	Green	Yellow	Yellow	Green	Yellow	Red	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow
Verschublokfunkfernsteuerung	Yellow	Green	Yellow	Yellow	Yellow	Red	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow
TIM (Triebfahrzeugführerunterlagen)	Red	Red	Red	Red	Red	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow
Analogfunk	Yellow	Yellow	Green	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow
GSM-P-Mobiltelefon	Green	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow
GSM-R-Mobiltelefon	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow
EVA (Verschubstraßenanforderung)	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow

Tabelle 8: Anforderungen

Feststellungen:

- TIM als markanteste Abweichung vom Rest
- Akku-Laufzeit hier nicht berücksichtigt, weil kumulativ

Vergleich der Komplexität von Eingaben und Anzeigen										
	MOTIS (Zugdateneingabe)	EVA (Verschubstraßenanforderung)	GSM-R-Mobiltelefon	GSM-P-Mobiltelefon	Analogfunk	TIM (Triebfahrzeugführerunterlagen)	Verschublokfunkfernsteuerung	Kamera	Taschenlampe	mAZE (Instandhaltung)
PWG (Warngerät)	Red	Green	Green	Green	Green	Red	Green	Yellow	Green	Red
mAZE (Instandhaltung)	Green	Red	Red	Red	Red	Green	Red	Yellow	Red	Green
Taschenlampe	Red	Green	Green	Green	Green	Red	Green	Yellow	Green	Green
Kamera	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Red	Yellow	Green	Green	Green
Verschublokfunkfernsteuerung	Red	Green	Green	Green	Green	Red	Green	Green	Green	Green
TIM (Triebfahrzeugführerunterlagen)	Green	Red	Red	Red	Red	Green	Green	Green	Green	Green
Analogfunk	Red	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green
GSM-P-Mobiltelefon	Red	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green
GSM-R-Mobiltelefon	Red	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green
EVA (Verschubstraßenanforderung)	Red	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green

Tabelle 9: Eingaben und Anzeigen Matrix

Feststellungen:

- Größte Abweichung zwischen TIM und den meisten anderen Geräten
- MOTIS & mAZE auch erheblich abweichend vom Rest

Vergleich der Sicherheitsanforderungen										
	MOTIS (Zugdateneingabe)	EVA (Verschubstraßenanforderung)	GSM-R-Mobiltelefon	GSM-P-Mobiltelefon	Analogfunk	TIM (Triebfahrzeugführerunterlagen)	Verschublokfernsteuerung	Kamera	Taschenlampe	mAZE (Instandhaltung)
PWG (Warngerät)	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Green	Red	Red	Red
mAZE (Instandhaltung)	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Red	Green	Green	Green
Taschenlampe	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Red	Green	Green	Green
Kamera	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Red	Green	Green	Green
Verschublokfernsteuerung	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Green	Green	Green	Green
TIM (Triebfahrzeugführerunterlagen)	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green
Analogfunk	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green
GSM-P-Mobiltelefon	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green
GSM-R-Mobiltelefon	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green
EVA (Verschubstraßenanforderung)	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green

Tabelle 10: Sicherheitsanforderungen

Feststellung: PWG & Verschublokfernsteuerung weisen größte Abweichung vom Rest auf.

Vergleich der Anforderungen an die Kommunikationsverbindung und GNSS-Erfordernisse										
	MOTIS (Zugdateneingabe)	EVA (Verschubstraßenanforderung)	GSM-R-Mobiltelefon	GSM-P-Mobiltelefon	Analogfunk	TIM (Triebfahrzeugführerunterlagen)	Verschublokfernsteuerung	Kamera	Taschenlampe	mAZE (Instandhaltung)
PWG (Warngerät)	Yellow	Yellow	Yellow	Red	Yellow	Red	Green	Red	Red	Red
mAZE (Instandhaltung)	Yellow	Yellow	Red	Yellow	Red	Green	Red	Yellow	Yellow	Yellow
Taschenlampe	Yellow	Yellow	Red	Green	Red	Yellow	Red	Green	Yellow	Yellow
Kamera	Yellow	Yellow	Red	Green	Red	Yellow	Red	Green	Yellow	Yellow
Verschublokfernsteuerung	Yellow	Yellow	Yellow	Red	Yellow	Red	Green	Green	Yellow	Yellow
TIM (Triebfahrzeugführerunterlagen)	Yellow	Yellow	Red	Yellow	Red	Green	Green	Green	Yellow	Yellow
Analogfunk	Yellow	Yellow	Green	Yellow	Green	Green	Green	Green	Yellow	Yellow
GSM-P-Mobiltelefon	Yellow	Yellow	Yellow	Green	Green	Green	Green	Green	Yellow	Yellow
GSM-R-Mobiltelefon	Yellow	Yellow	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Yellow	Yellow
EVA (Verschubstraßenanforderung)	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green

Tabelle 11: Anforderungen an Kommunikationsverbindung u. GNSS-Erfordernisse

Erkenntnis: Geringe Bedeutung für Kombinierbarkeit.

Es wurde eine Betrachtung der Anforderungen, BedienerInnen-Gruppen und Eigenschaften von insgesamt zehn Geräten durchgeführt. Tabelle 12 zeigt einen Aspekt daraus.

	MOTIS (Zugdateneingabe)	EVA (Verschubstraßenanforderung)	GSM-R-Mobiltelefon	GSM-P-Mobiltelefon	Analogfunk	TIM (Triebfahrzeugführerunterlagen)	Verschublokfunkfernsteuerung	Kamera	Taschenlampe	mAZE (Instandhaltung)
PWG (Warngerät)	Red	Green	Green	Green	Green	Red	Green	Yellow	Green	Red
mAZE (Instandhaltung)	Green	Red	Red	Red	Red	Green	Red	Yellow	Red	
Taschenlampe	Red	Green	Green	Green	Green	Red	Green	Yellow		
Kamera	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Red	Yellow			
Verschublokfunkfernsteuerung	Red	Green	Green	Green	Green	Red				
TIM (Triebfahrzeugführerunterlagen)	Green	Red	Red	Red	Red					
Analogfunk	Red	Green	Green	Green						
GSM-P-Mobiltelefon	Red	Green	Green							
GSM-R-Mobiltelefon	Red	Green								
EVA (Verschubstraßenanforderung)	Red									

**Tabelle 12: Paarweiser Vergleich Geräte (Komplexität Eingaben und Anzeigen)**

Bereits in der Antragsphase wurde von den ÖBB die Integration der Verschublokomotiven-Funkfernsteuerung wegen hoher Anforderungen in mehreren Bereichen (Zuverlässigkeit, Bedienung mit Verschubhandschuhen, separates Zulassungsverfahren, usw.) als unrealistisch betrachtet. Dieses Ziel wird im vorliegenden Projekt nicht umgesetzt, jedoch werden die Idee und die dabei entstehenden Herausforderungen der Vollständigkeit halber dokumentiert.

	<b>EVA</b>	<b>MoTis</b>	<b>Öffentlicher Mobilfunk (2G, 3G, 4G)</b>	<b>GSM-R</b>	<b>Lampe</b>
<b>Kamera</b>	-	MoTis bleibt in Betrieb – mit kurzen Unterbrechungen zum Zwecke der Aufnahme	Gespräch bleibt aufrecht – mit Headset ist die gleichzeitige Aufnahme möglich	Priorisierung des GSM-R Anrufs – mit Headset ist die gleichzeitige Aufnahme möglich	Verwendung als Blitzgerät / Scheinwerfer für die Kamera
<b>Lampe</b>	Erforderlich / Rollzettel	Erforderlich	Beleuchtung des Arbeitsbereichs oder Abgabe händischer Signale erforderlich	Priorisierung des GSM-R Anrufs – Beleuchtung des Arbeitsbereichs oder Abgabe händischer Signale erforderlich	-
<b>GSM-R</b>	Erforderlich, Priorisierung des GSM-R Anrufs Die Datenverbindung muss im Hintergrund aufrecht erhalten bleiben	Priorisierung des GSM-R Anrufs – die gleichzeitige Betrachtung des Displays ist möglich Datenverbindung muss im Hintergrund aufrecht erhalten bleiben, Die Eingaben in Bildschirmeingabemasken müssen im Hintergrund erhalten bleiben	Priorisierung des GSM-R Anrufs	-	-
<b>Öffentlicher Mobilfunk (2G, 3G, 4G)</b>	Erforderlich	Gespräch bleibt in Betrieb – mit Headset ist gleichzeitige Betrachtung des Displays möglich	-	-	-
<b>MoTis</b>	-	-	-	-	-

**Tabelle 13: Überblick der gleichzeitigen Verwendbarkeit mehrerer Betriebsmodi**

Drei verschiedene Anforderungsniveaus bezüglich Handbedienung wurden identifiziert: bloße Hände, einfache Arbeitshandschuhe (oder Winterhandschuhe), und massive Verschubhandschuhe. Diese korrelieren sehr stark mit unterschiedlichen Nutzergruppen (VerschubleiterIn, VerschieberIn, VerschubleiterIn mit Triebfahrzeugbedienung, WagenmeisterIn, usw.), denen spezifische Aufgabentypen obliegen.

Aufgrund der Tatsache, dass sicherheitsrelevante Entwicklungen von der Zustimmung der Arbeitssicherheit und -medizin stark abhängig sind, wurde beschlossen die zuständigen Akteure – insbesondere die Sicherheitsfachkräfte – frühzeitig einzubinden.

Auf Grundlage eines durchgeführten Anforderungsvergleichs wurde entschieden, welche Gerätekombination im Projekt verfolgt wird. Diese Entscheidung wurde hauptsächlich anhand von Analysen der gesammelten Unterlagen (Lastenhefte, Bedienungsanleitungen) zu den im Projekt PASOS betrachteten Geräten sowie aus Diskussionen mit sogenannten „Super-UserInnen“<sup>1</sup> getroffen. Dabei wurde einerseits berücksichtigt, welche Kombination das beste Kosten-Nutzen-Verhältnis verspricht, andererseits welcher Projektaufwand beziehungsweise Leistungsumfang für den Auftragnehmer – im Ausmaß der Kombination der im Anbot vorgesehenen vier Geräte – besteht. Die ÖBB beurteilen die „Methodik, Inhalte, und Ergebnis der Vergleichsmatrix [...] als aussagekräftig und zutreffend“ und stimmen dem Ausscheiden der Funktionen PWG (persönliches Warngerät), Vershublokomotiven-Funkfernsteuerung, sowie TIM (TriebfahrzeugführerInnen Information Management System) zu, wobei PASOS den Notbetrieb des TIM abdeckt.

Im Projekt wurde von der Bietergemeinschaft sowie von dem Auftraggeber frühzeitig erkannt, dass die Erstellung von den im Antrag beschriebenen FRS (Functional Requirement Specification) nicht zielführend ist und, dass die Definition des grundsätzlichen Funktionsumfangs von PASOS durch die Basisanforderungen kombiniert mit der Anforderungsmatrix, vollständig abdeckt. Diese Basisanforderungen könnten für die ÖBB als Basis für eine zukünftige Ausschreibung dienen. Auf Wunsch der Auftraggeber und als Herausforderung für die Bietergemeinschaft wurde abgestimmt, dass keine positiven Eigenschaften der aktuellen Geräte verloren gehen dürfen.<sup>2</sup>

Es wurden die folgenden fünf Hauptfunktionalitäten des Demonstrators festgelegt, die in einem Menü vorgestellt werden und selektierbar sind:

1. elektronische Vershubstraßenanforderung (EVA)
2. mobiles Transportinformationssystem (MoTis)

---

<sup>1</sup> Super-UserInnen sind jene MitarbeiterInnen, die Rückmeldungen aus den Regionen kanalisieren, selbst an Gleisen tätig sind und auch die Hintergründe seitens deren Beschaffung, usw. kennen. Super-User werden für den Erfahrungsaustausch und Anregungen für das Projekt herangezogen und sind zudem primäre PartnerInnen für die Erhebung von benutzerfreundlichkeitsbezogenen Daten und Informationen.

<sup>2</sup> Zum Beispiel ist bei den neuen MoTis-Geräten der Akkutauch ohne Werkzeug möglich und wird dank interner Pufferbatterie sogar ohne Neustart betrieben. Diese Funktion wird weiter übernommen.

3. Telefonieren über das öffentliche Mobilfunknetz
4. Telefonieren über GSM-R
5. Kamera
6. Taschenlampe / Verschlusslampe

Eine Ortung durch Navigationssatellitensysteme könnte genutzt werden, um Eingaben zu vereinfachen, indem bei manchen Auswahlmenüs nur jene Merkmale angeboten werden, die zum aktuellen Gerätestandort passen oder um eine Aktivierung des Geräts in einem anderen Bahnhof als vorgesehen ausschließen zu können. Geotagging von aufgenommenen Bildern ist eine weitere angedachte mögliche Anwendung.

#### **4.4 Gestaltung**

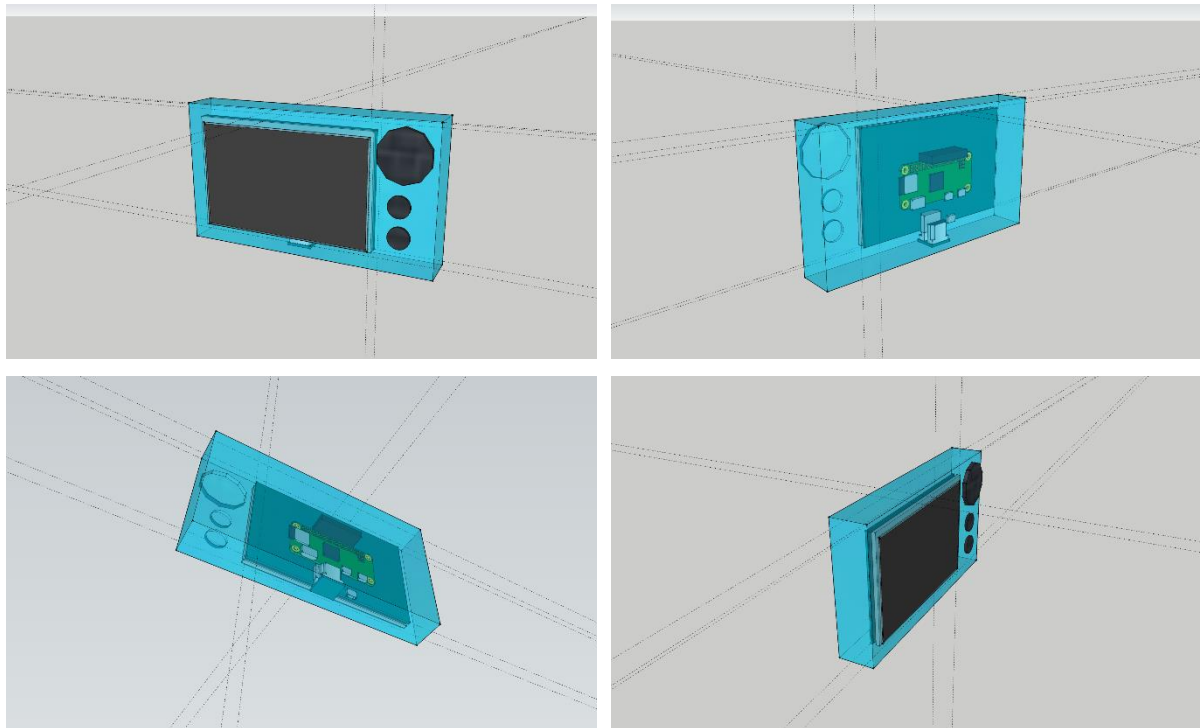
Bei der Auswahl der Bedienelemente des Geräts und deren Positionen wurde besonders auf folgende drei Schwerpunkte geachtet:

- gleichwertige rechts- und linkshändige Bedienungsfreundlichkeit, dafür wurden LinkshänderInnen in der Entwicklung stark involviert;
- die mögliche Benutzung des Geräts mit intensiv verschmutzten Schutzhandschuhen;<sup>3</sup>
- die Effizienz der Dateneingabe; die 4-Tasten-Bedienung beim aktuellen EVA-Gerät hat auf größeren Bahnhöfen (z.B.: Bruck an der Mur) zu inadäquatem Zeitaufwand beim Durchklicken geführt, sodass auf konventionellen Betrieb über FahrdienstleiterInnen zurückgegriffen werden musste.

Ein innovatives Drehrad mit guter Haptik, diskreten Winkelpositionen und starker Einrastfunktion wäre auch mit Verschlusshandschuhen sehr gut greifbar und abtastbar. Das Drehrad ermöglicht eine deutlich kürzere Eingabedauer bei der Anwendung, da insgesamt weniger Aktionen benötigt werden und diese auch mit berechneten Szenarien bewiesen wurde. Dazu werden ein bis zwei Tasten – groß genug, um eindeutig mit Handschuhen erkennbar zu sein – weitere Funktionalitäten ermöglichen.

---

<sup>3</sup> Bei Handschuhen in Rindslederausführung zeigt sich, dass Nähte an den Fingerspitzen Distanz zwischen Haut und Objekt schaffen und so die haptische Wahrnehmung verringert wird. Durch den Handschuh wird auch die Fläche der Hand deutlich größer (es kommt zu größeren Abdeckungen des Bildschirms bei normaler Benutzung).



**Abbildung 8: Initiales 3D-Modell möglicher Demonstrator Variante.**

Für die Entscheidung der Demonstrator-variante wurden den ÖBB vier unterschiedliche Anschauungsmodelle vorgestellt. Darunter wurden zwei Favoriten identifiziert: bei einem Modell überzeugte die handliche Größe, und beim Zweiten die haptische Wahrnehmung. Vorteile der beiden Varianten werden im nächsten Paket zusammengefasst.

Zusätzlich, da die derzeit im Verschub eingesetzte Multifunktionsweste nicht mehr produziert wird, wurde ein Vierpunkt-Tragegeschirr der Firma Deuter Sport GmbH vorgestellt. Diese verfügt über mögliche Befestigungsmöglichkeiten für das PASOS-Gerät sowie weitere Geräte und Objekte, die im Verschub eingesetzt werden und nicht in PASOS integriert werden können. Das Tragegeschirr ist flexibel aufgebaut und kann optimal an die Anforderungen der BenutzerInnen angepasst werden. Hierbei werden außerdem ergonomische Aspekte, zum Beispiel zur optimalen Verteilung des Gewichts, berücksichtigt.

Die grundlegenden Funktionen, die in dem Projekt mit dem PASOS-Demonstrator im nächsten Arbeitspaket nachgestellt werden, wurden innerhalb des Systemkonzepts generisch beschrieben.

## **4.5 Design-Prinzipien**

Die wichtigsten erarbeiteten Design-Prinzipien sind im Anhang C dargestellt.



## 4.6 UX Erhebung

Um das Navigationskonzept zu erstellen, wurde in zahlreichen Sessions mit ÖBB Experten die Funktion von MoTis und EVA verstanden, analysiert und die Screens von Grunde auf neu entworfen. Ohne der eigentlichen PASOS Hardware wurde per Clickdummy<sup>4</sup> die Bedienszenarien mit potentiellen End-Benutzern durchgespielt und das Feedback dokumentiert.

### 4.6.1 Zusammenfassung

Bei den Tests wurde das grundlegende User Interface und das Interaktionskonzept bestätigt. Die Benutzer interagierten sehr natürlich und ohne Erläuterungen mit dem Click Dummy. Es ist zu erwarten, dass der Schulungsaufwand minimal sein wird.

Beim Thema Drehrad ist eine Polarisierung zu erwarten: 2 der interviewten Benutzer waren dem Drehrad positiv eingestellt, 2 ablehnend, 2 weitere neutral. Hier werden definitiv Gewöhnungseffekte eine Rolle spielen und die Zuverlässigkeit des Touch-Screens.

### 4.6.2 Identifikation von Usability Problemen

Es wurde durch die Ux Evaluierung erreicht, zahlreiche Nennungen von potentiellen Verbesserungen als Probleme zu identifizieren. Tabelle 14

Kategorie	Anzahl
Usability	87
Akzeptanzkriterien	14
Use Cases	27
<b>Probleme gesamt</b>	<b>128</b>

Tabelle 14: Zusammenfassung Ux Probleme

### 4.6.3 Bewertung Schweregrad

Tabelle 15 zeigt die Zusammenfassung der Bewertung der identifizierten Probleme.

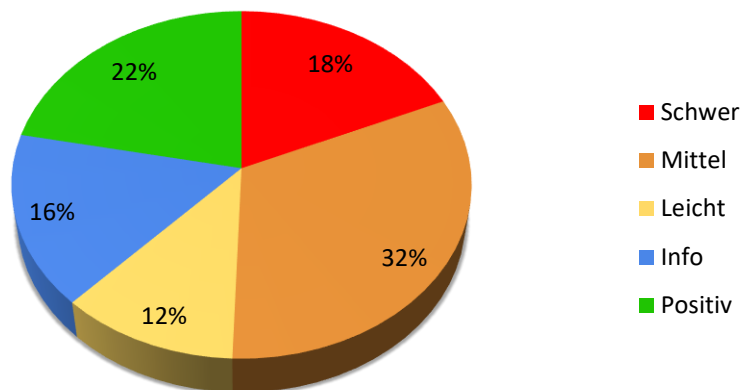
Schweregrad	Anzahl
Schwer	16
Mittel	28
Leicht	10
Info	14

<sup>4</sup> Ein **Clickdummy** ist ein interaktiver [Prototyp](#) des anvisierten Endproduktes in Form einer [Website](#), eines [Onlineshops](#) oder einer App. Der Clickdummy ist vielseitig einsetzbar und umso wertvoller wenn dieser frühzeitig als klickbarer Prototyp dem zukünftigen Anwender präsentiert wird.

Positiv	19
---------	----

**Tabelle 15: Schweregrad der Probleme**

Abbildung 9 zeigt die Gesamt-Erhebung (Probleme, Info und Positives Feedback).



**Abbildung 9: Usability-Probleme nach Anzahl Nennungen**

#### 4.6.4 Usability Probleme nach Anzahl Nennungen

Nachstehende Tabelle zeigt die Zusammenfassung der genannten Probleme inklusive der Anzahl der Nennungen.

Nr.	Wo?	Kategorie	Beschreibung	Schweregrad	Lösung	Nennungen
1	Allgemein	Erwartungen	Versteht die grundlegenden Interaktionsmechanismen zur Dateneingabe ohne Erklärung: Ziffernblock, Formularfelder, Listen von Eingabefeldern, Auswahllisten mit Vorschlägen, Zurück-Taste	Positiv		6
51	Fahrzeugliste Bhf	Nutzen	Will vom Bahnhof aus der Liste der freien Fahrzeuge auf einem Gleis nach der Datenübertragung auch gern eine Druckoption haben, wie das beim Fahrvershub ist. Tatsächlich ist das ein Workaround, da bei der	Schwer		4

Nr	Wo?	Kategorie	Beschreibung	Schwergrad	Lösung	Nennungen
			<p>Synchronisation von mehreren Endgeräten immer das letzte 'gewinnt' und Daten überschrieben werden können.</p> <p>Nach Fertigstellen der Züge werden Daten übertragen. Dabei fehlen die Optionen zum Ausdrucken der Zugliste.</p> <p>Würde gern die Wagenliste auch im Menü Bahnhof ausdrucken können, wie im Fahrvershub.</p>			
2	Allgemein	Sichtbarkeit	Finden die Schrift zu klein	Mittel	[Click Dummy / Wireframes] Schriftgröße in den Wireframes größer; nochmal prüfen.	3
8	Verschub	Systemfeedback	<p>Erkennt den Unterschied zwischen Ziffernblock und Vorschlagsliste bei den Eingaben von Zügen nicht.</p> <p>Will weitere Stellen eintippen, erwischt jedoch irrtümlich einen Eintrag der Vorschlagsliste. Nicht klar, dass die Vorschlagsliste aufgetaucht ist.</p>	Schwer	[Click Dummy / Wireframes] Beim Laden der Vorschlagsliste ist ein Wartezustand nötig. Overlay über Ziffernblock	3
10	Verschub	Systemfeedback	<p>Vermisst beim Abstoßen einen Screen, der den Fortschritt der Aktion anzeigt. Ansonsten nicht klar, ob das Kommando funktioniert hat oder nicht, und wie viele Waggons schon durch sind. Zahlreiche Fehlläufe in der Vergangenheit</p>	Schwer	[Click Dummy / Wireframes] Screen mit allen Zielgleisen und Statusanzeige dazu. Will sehen, auf welchem Zielgleis grade die Waggons 'weglaufen'.	3

Nr.	Wo?	Kategorie	Beschreibung	Schwergrad	Lösung	Nennungen
					Erst wenn das System meldet, dass ein Waggon im Gleis ist, kann der nächste Waggon geschickt werden. Dieser Vorgang wird nicht unterbrochen, bis er komplett abgeschlossen ist.	
19	Verschub	Nutzen	<p>Wünschen sich die Möglichkeit, Verschiebe im voraus einzugeben - wie eine Auftragsliste, die man dann der Reihe nach schickt.</p> <p>Bei Nr. #5 war die Meinung, dass ein Vorab-Planen sehr fehleranfällig ist, da sich die Verschiebe laufend ändern können.</p> <p>Nr. #6 unterstützte diese Ansicht.</p>	Mittel		3
76	Triebfahrzeugliste	Erwartungen	Glaubt, dass er mit dem Edit-Button ein Tfz hinzufügen kann. Kann danach aber sofort das Plus als richtigen Button definieren	Leicht	[Click Dummy / Wireframes] Button Bremsberechnung irritiert daher. Eventuell ausblenden, erst anbieten, wenn möglich. Oder disabled-State deutlicher darstellen.	3
80	Triebfahrzeugdetails	Erwartungen	Die Tfz-Maske arbeitet nicht wie erwartet: Nach Eingabe eines Teils der Tfz-Nummer müssen die restlichen Daten automatisch befüllt werden	Schwer	[Click Dummy / Wireframes]	3

Nr	Wo?	Kategorie	Beschreibung	Schwer egrad	Lösung	Nennun gen
<b>Akzeptanzkriterien nach Anzahl Nennungen</b>						
Nr	Wo?	Kategorie	Beschreibung	Schwer egrad	Lösung	Ne nn un ge n
100	Gehäuse	Akzeptanz	<p>Bedenken bezüglich Lesbarkeit des Displays: Sonneneinstrahlung beeinträchtigt die Lesbarkeit des aktuellen Displays stark. Idee eines Users: Vorsehen einer Blende, die einen Schatten auf das Display wirft. Müsste ev aus Silikon und/oder abnehmbar sein.</p> <p>Ein anderer User schlägt vor, Schwarz-Weiß-Displays (e-ink) zu verwenden, um die Lesbarkeit zu erhöhen.</p>	Schwer		3
88	MOTIS	Akzeptanz	Touch funktioniert bei Feuchtigkeit nicht	Schwer		2
94	Gehäuse	Akzeptanz	<p>Das Gerät muss einfach mit einer Hand gehalten werden können</p> <p>Einhandbetrieb unbedingt notwendig: zB beim Abstoßen hat der User noch eine Stange zum Aushängen in der anderen Hand und nur eine Hand frei.</p>	Schwer		2
95	Gehäuse	Akzeptanz	User haben Bedenken bezüglich der Größe des Demonstrators. "Recht viel größer sollt's nicht mehr werden [als MOTIS], weil sonst hast du im Verschub keine Chance, dass du es einsteckst."	Schwer	MOTIS wird als die richtige Größe betrachtet. Mit Halterungen ist experimentiert worden, keine ist bis dato von den Usern richtig gut angenommen worden. In der	2

Nr.	Wo?	Kategorie	Beschreibung	Schweregrad	Lösung	Nennungen
					Praxis stecken die Leute das Gerät in die Tasche	
98	Gehäuse	Akzeptanz	Drehrad: Haben Bedenken	Schwer		2
99	Gehäuse	Akzeptanz	Drehrad: Positiv eingestellt	Positiv		2

**Tabelle 16: Kumulierte Darstellung der identifizierten Probleme**

Die vollständigen Ergebnisse der Usability Erhebung des Click-Dummies ist im Anhang E angeführt.

## 5 ENTWICKLUNG DEMONSTRATOR BEDIENPLATTFORM

### 5.1 Clickdummy

Nach Im Rahmen eines Workshops wurden die Funktionen des derzeitigen MoTis-Geräts mit der letzten Softwareversion detailliert vorgestellt. Die aktuelle MoTis-Ausführung ist, nach Beurteilung der ÖBB selbst, für AnfängerInnen schwer zu verstehen, denn die Software wurde aus der umfassenden Desktopversion des Transportinformationssystems entwickelt, mit welcher die BenutzerInnen nicht in Kontakt kommen; viele Parameter und Funktionalitäten wurden eins zu eins übernommen. Des Weiteren besteht keine automatische Prüfung der Eingaben. Man kann daher als AnfängerIn unabsichtlich einige Funktionen falsch einstellen und/oder falsch bedienen. Der Menüaufbau wird im Rahmen weiterer Workshops von Grund auf neu erstellt, funktions-, und benutzeroptimiert.

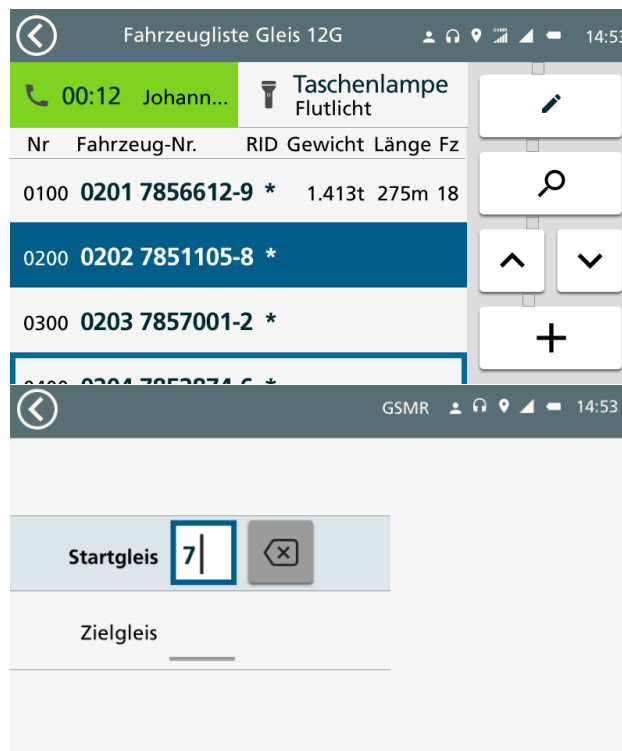


Abbildung 10: Erste Entwürfe zur Benutzeroberfläche (MoTis, EVA Funkt.)

Die erste Version der Benutzeroberfläche wurde fertig erstellt. Grundlegende Design-Elemente wurden festgelegt, unter anderem ein Gestaltungsraster, der erforderliche Mindestgrößen für Touch-Interaktion berücksichtigt und gleichzeitig große Flexibilität bei der Gestaltung unterschiedlicher Screens gestattet. Ebenso wurden Schriftart, Schriftgröße, und eine Farbpalette definiert, die die optimale Lesbarkeit und Kontrastverhältnisse gewährleisten. Die gewählten Größen und Kontrastverhältnisse basieren auf empirischen Erkenntnissen,

Richtlinien für Barrierefreiheit und industriellen Normen und Standards (ISO 9241, MIL-Std 1472). Die Menüführung wurde, im Vergleich zu den bestehenden Geräten, neu konzipiert und stark vereinfacht, die Masken lesbarer und benutzerfreundlicher gestaltet.

Tests der „Hardware-Dummies“ und ein parallel entstehender „Click-Dummy“, der ausgewählte Software-Funktionen simuliert, sollen an Beispielbahnhöfen erfolgen, allerdings nicht im Gleisbereich, sondern in der Verschieberunterkunft. Praktikabel im Sinne des Projektumfangs erscheint die Erprobung an zwei bis drei Bahnhöfen mit möglichst unterschiedlicher Charakteristik. Ein aus der Vergangenheit bewährter Bahnhof mit engagierten Super-Usern wäre Bruck an der Leitha.

## 5.2 Hardware Gehäuse

Basierend auf den Hardware-Dummies wurde für den Raspberry Pie und die Zusatzmodulen ein Gehäuse konstruiert welche primär auch den Bedienbarkeitsanforderungen gerecht werden soll.

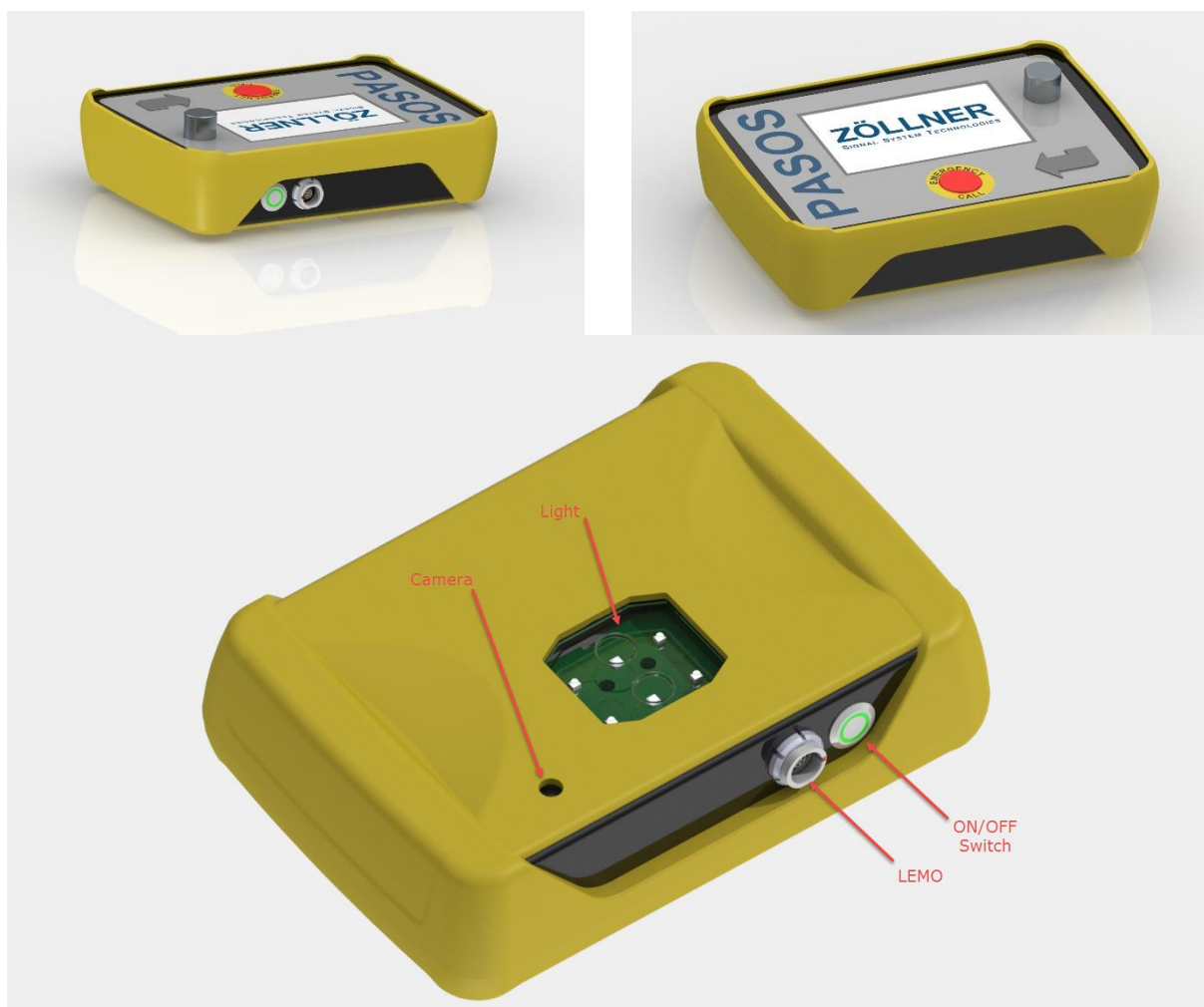




Abbildung 11: Kompilation verschiedener Ansichten im Entwurf

	Motis (Trimble Nomad)	Demonstrator		
		Größe S (nur Raspberry, ohne Peripheriemod.)	Größe M (ohne GSM-R)	Größe L (mit GSM-R)
höhe [mm]	176	200	215	285
breite [mm]	100	105	150	198
tiefe [mm]	50	34	46	46
VOLUMEN (cm <sup>3</sup> )	880	714	1484	2596
Verhältnis zu MOTIS	1	0.8	1.7	2.9

Tabelle 17: Übersicht Gehäusegrößen des Demonstrators (Maße in mm)



Abbildung 12: Oben Gesamtgerät L - Unten Gesamtgerät S und Headphone

### 5.3 Hardware Elektronik

Die Basis der Hardware bildet ein Raspberry Pie in der Version Pi 3 Model B Rev 1. Der Rechner enthält ein Ein-Chip-System (SoC) von Broadcom mit einer ARM-CPU. Daran sind die folgenden Module geschaltet:

RS232:

- GSM-R Modul

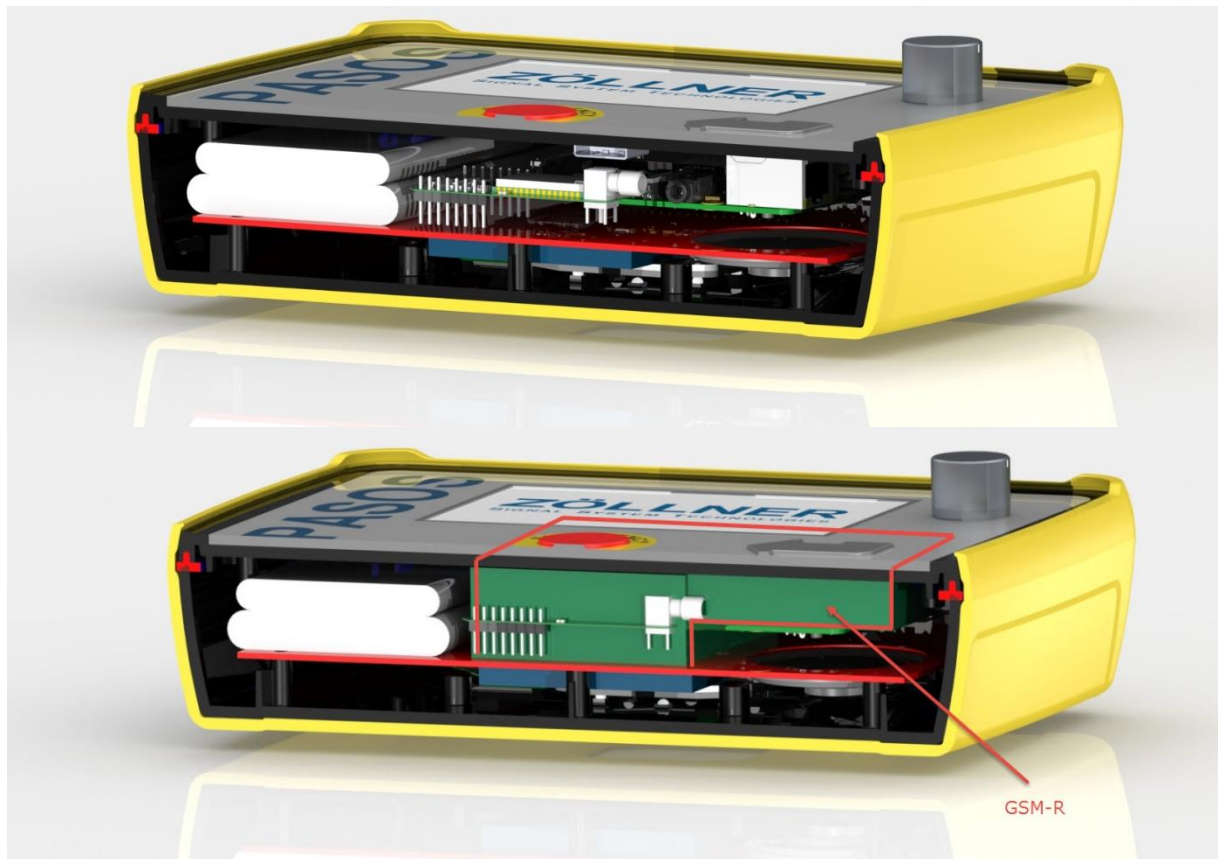
USB:

- Drehrad
- Tasten
- Externe Buchse (Headset, Laden)
- Lampe
- Kamera

Bluetooth:

- Headset

Ein Display mit einer Auflösung von 1280x1048 und integriertem resistivem Touchpad bildet die primäre Benutzerschnittstelle im HMI. Die Energieversorgung erfolgt via USB Anschluss bzw. über den integrierten Li-Ion Akku (PASOS S: 6'700 mAh / PASOS L: 27'000 mAh). Maximaler Ladestrom bei 5 V sind ca. 2'000 mA.



**Abbildung 13: Kompilation verschiedener Ansichten im Entwurf**

Das verbaute GSM-R Modul ist das Siemens TC35i. Das verwendete GSM-Modul ist das SARA U201.

## 5.4 Peripheriegeräte

Es wurden mehrere Peripheriegeräte konzipiert und technisch umgesetzt. Der kabelgebundene Anschluss an das Gerät erfolgt per Bajonett-Verschluss (LEMO FGG 1K), um eine entsprechende Schutzklasse des Gehäuses (IP68) zu ermöglichen.



Abbildung 14: LEMO Stecker / Buchse (FGG 1K): IP68

### 5.4.1 Kabel Headset

Es wurde wie auch in Abbildung 12 dargestellt ein Headset umgesetzt. Es dient als Peripheriegerät für das Telefonieren.

### 5.4.2 Kabellos Headset

Es wurde eine Bluetooth Schnittstelle zu beliebigen Bluetooth - Headsets umgesetzt. Für das Testing wurde ein Sennheiser EZX 60 evaluiert.



Abbildung 15: Sennheiser EZX-60 als Headset für PASOS

### 5.4.3 Ladevorrichtung

Das Laden des Verbauten Li-Ion Akkus erfolgt mit einem beliebigen USB-Ladegerät und mit dem speziell konfektionierten Ladekabel (USB zu LEMO Stecker).

## 5.5 Software und Applikationen

Die PASOS - Software am Rasperry Pie startet automatisch beim Hochfahren. Nach dem Login erscheint ein Startscreen, welcher den Aufruf aller Applikationen ermöglicht. Auch die Einstellungen können aufgerufen werden.

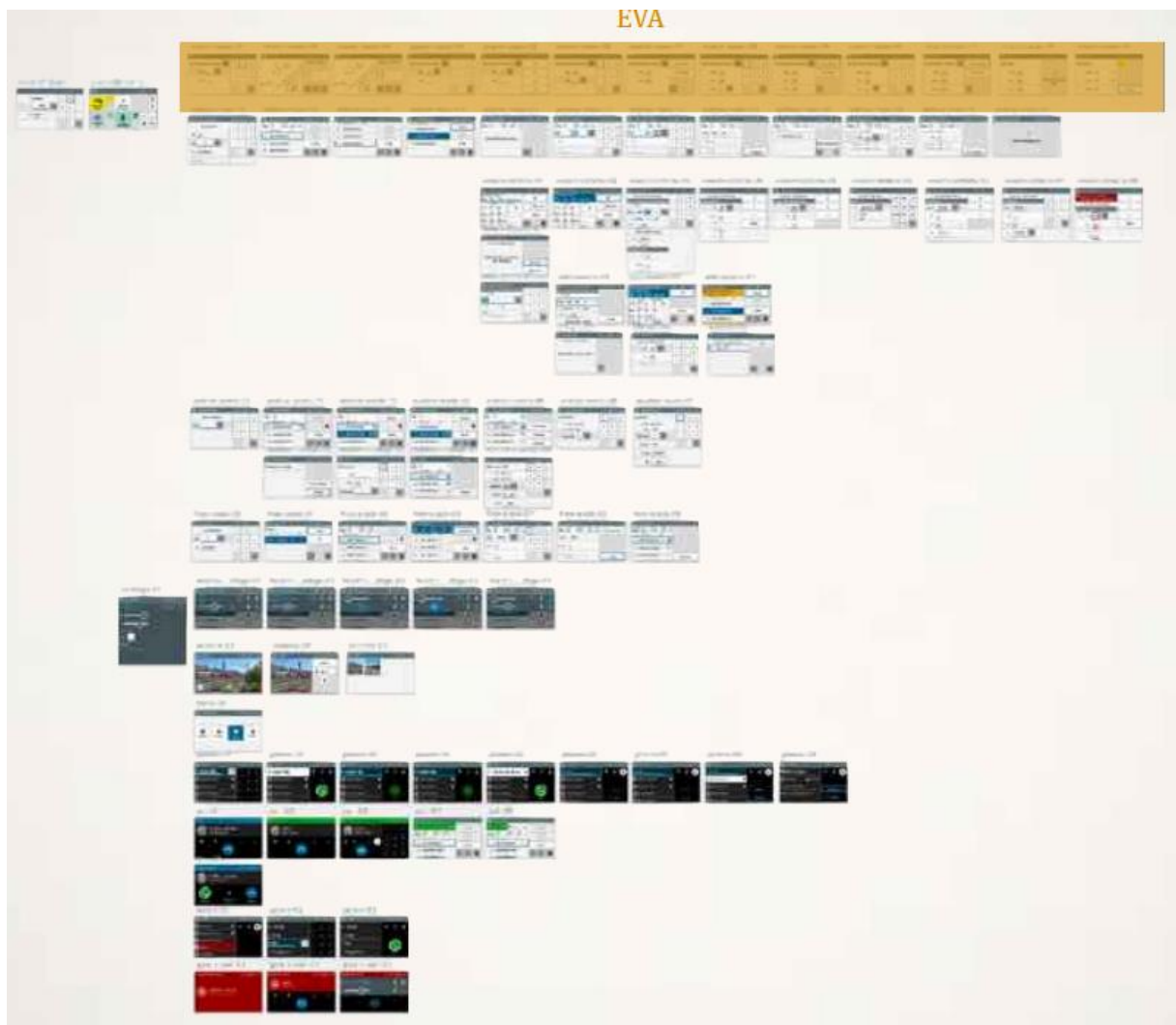


Abbildung 16: Übersicht Navigationskonzept

## 5.5.1 EVA

Die Struktur und die Details der Menüs wurde im Rahmen eines neuen Navigationskonzepts und Layouts gemeinsam mit der ÖBB erarbeitet. Nachfolgend sind Anforderungen der Umsetzung angeführt.

### 5.5.1.1 Allgemeine EVA-Funktionen

- Der Aufruf des EVA-Betriebsmodus kann durch eine gesonderte Authentifizierung (z.B. Bedienstetennummer + PIN) erfolgen.
- Die Bedienung des EVA-Betriebsmodus ist bei handlich-platzsparend am Körper getragenen Gerät möglich
- Ein Konzept, das hinsichtlich der Bedienung einfacher oder gleichwertig der 4 Tasten ist wurde umgesetzt
- Bedienung darf nur im zugewiesenen Bahnhof möglich sein.

### 5.5.1.2 Auswählen von Befehlen

Dem Anwender müssen verschiedene Befehle zur Verfügung stehen, die er durch „Vor- und Rückwärtsblättern“ anzeigen und aktivieren kann.

Wird bereits ein Befehl angezeigt, ist dies durch eine Text hervorhebung erkennbar. Wurde ein Befehl ausgewählt, werden danach die einzelnen Parameter abgefragt. Der Eingabefokus liegt nicht mehr auf dem Befehlsnamen.

### 5.5.1.3 Abbrechen eines Befehls

Der aktuelle Befehl muss abgebrochen werden können – es wird zum Anfang der aktuellen Befehlseingabe im Menü zurückgekehrt. Die Parameter werden gelöscht und wieder in den Ursprungszustand gesetzt. Einen Schritt rückwärts im Menü darf nicht alles abbrechen.

### 5.5.1.4 Eingeben von Einzelwerten (Ziffern, Buchstaben)

Einzelne Stellen eines Parameters werden durch Auswählen aus vorgegebenen Werten ausgewählt.

Das Human Machine Interface (HMI) muss eine Eingabe der erforderlichen Parameter ermöglichen, welche effizienter als die derzeitige Lösung sein sollte. Derzeitige Lösung: *Mehrere Stellen ergeben einen Gesamtwert. Durch den Druck auf die Taste „Auf- oder Abwärts“ wird das nächste verfügbare Element an der aktuellen Maskenposition angezeigt. Wenn eine Ziffer ausgewählt wurde, wird diese durch die Taste „OK“ fixiert und der*

*Eingabefokus wechselt automatisch zur nächsten Stelle nach rechts. Da unter Umständen (für die Auswahl von Alphanumerischen- und Sonderzeichen) mehrmals geblättert werden muss, kann bei langem Tastendruck (2 s) auf die Taste „Auf- oder Abwärts“ ein automatisches Blättern gestartet werden.*

#### 5.5.1.5 Eingeben von Zahlenwerten

Das Human Machine Interface (HMI) muss eine Eingabe der erforderlichen Parameter ermöglichen, welche effizienter als die derzeitige Lösung sein sollte. Die derzeitige Lösung ist: *Ein Zahlenwert besteht aus mehreren Stellen die von links nach rechts eingegeben werden. Die Ziffer einer jeden Stelle muss durch das Auswählen von Einzelwerten eingegeben werden. Es müssen die Ziffern 0–9 und je nach vorhanden sein das Abschlusszeichen (Return) ausgewählt werden können. Dabei wird bei jeder Stelle durch die an dieser Stelle verfügbaren Werte geblättert. An manchen Stellen ist die Anzahl der angebotenen Werte unterschiedlich. Werden weniger Stellen für die Eingabe benötigt als angeboten werden, so muss die Eingabe durch die Auswahl des Abschlusszeichens abgeschlossen werden.*

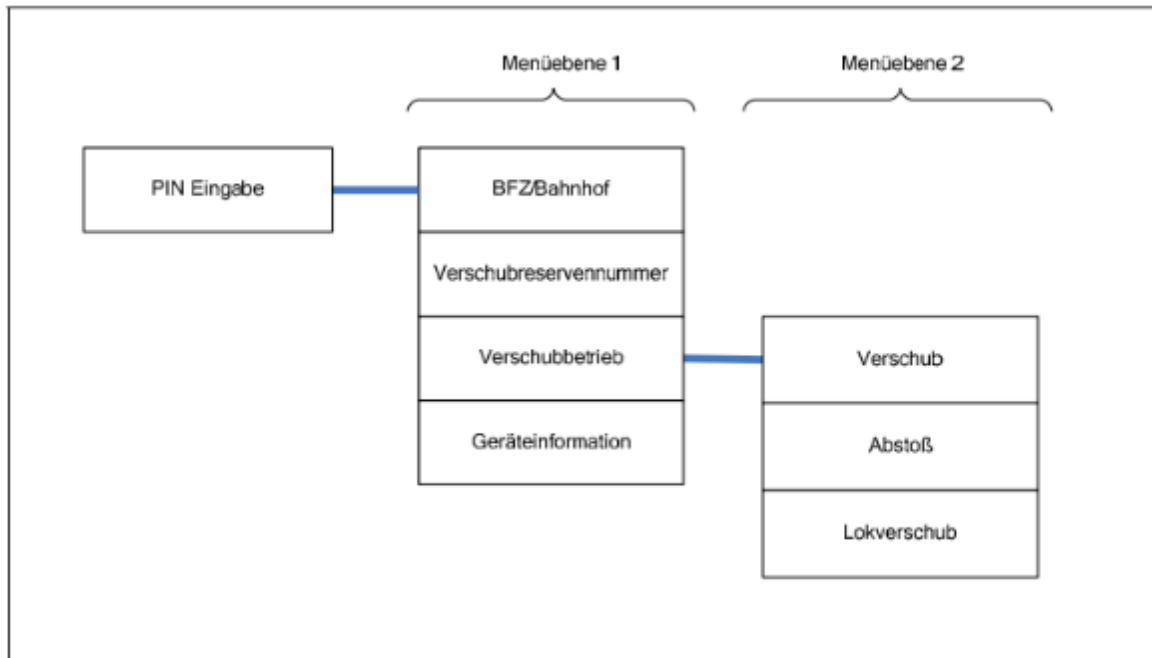
#### 5.5.1.6 Korrigieren

Das Human Machine Interface (HMI) muss Bedienhandlungen zur Korrektur von Eingaben ermöglichen, welche effizienter als die derzeitige Lösung sein sollte. Die derzeitige Lösung ist: *Durch das Drücken der Taste „Abbruch“ muss das aktuell markierte Zeichen gelöscht werden. Der Eingabefokus wird um ein Zeichen nach links versetzt. Auf diese Weise soll Zeichen für Zeichen gelöscht werden. Eine Eingabe eines Bahnhofsbezeichners soll jederzeit durch langen Druck der Taste „Abbruch“ abgebrochen werden. Dabei wird zur BFZ-Eingabe zurückgekehrt. Eine Eingabe eines Gleisbezeichners soll ebenfalls durch langen Druck der Taste „Abbruch“ abgebrochen werden. Dabei wird im Falle einer Abstoßeingabe zur Eingabe des letzten eingegebenen Zielgleises oder bei Verschub/Lokverschub zur Eingabe des Startgleises zurückgekehrt.*

#### 5.5.1.7 Aufbau der Menüführung

Die Funktionalität des Menüs des derzeitigen EVA-Endgeräts wurde erreicht, Usability konnte deutlich verbessert werden.

Abbildung 17 zeigt die Menüführung des derzeitigen EVA-Endgerätes. Davon muss der Demonstrator jede der Funktionen visualisieren (nicht ausführen), ausgenommen der Menüpunkte *Abstoß* und *Lokverschub*.



**Abbildung 17: Menüführung EVA-Gerät**

## 5.5.2 Motis

Die Struktur und die Details der Menüs wurden im Rahmen eines neuen Navigationskonzepts und Layouts gemeinsam mit der ÖBB erarbeitet.

### 5.5.2.1 Allgemeine MoTis-Funktionen

- Zur Betätigung des MoTis-Betriebsmodus muss eine gesonderte Authentifizierung (z.B. Bedienstetennummer + PIN) erfolgen.
- Authentifizierung muss die Freischaltung der Funktionen je nach Qualifikation / Autorisierung vorgeben.
- Die Bedienelemente müssen zur raschen Eingabe längerer alphanumerischer Zeichenketten geeignet sein.
- Die Bedienung muss über eine Fixtastatur als auch durch eine ein-/ausblendbare Touchtastatur erfolgen können

### 5.5.2.2 Allgemeines zur Dateneingabe

Das Human Machine Interface (HMI) muss eine Eingabe der erforderlichen Parameter ermöglichen, welche effizienter als die derzeitige Lösung sein sollte. Derzeitige Lösung für Dateneingabe:

*Eingabefelder: sind Felder, in denen mithilfe der Hardware-Tasten/Touch-Tastatur Daten eingegeben werden. Wenn ein Eingabefeld ausgewählt ist, so ist standardmäßig der bereits vorhandene Text markiert*

*Dropdown-Listen: sind Felder, die nur eine bestimmte Auswahl von Eingaben erlauben. Eine Eingabe (z.B. über Zifferntasten) ist nicht möglich. Wenn eine Dropdown-Liste ausgewählt wird, dann klappt sie auf und zeigt alle Möglichkeiten an, wobei die Auswahl hervorgehoben wird*

*Kontextuelle Tastaturen: abhängig vom Feld und vom Datentyp der Eingabe werden angepasste Tastaturen angeboten, also etwa für numerische Felder nur eine numerische Tastatur. Für alphanumerische Eingaben ist eine vollwertige Tastatur nötig, die allerdings durch ein intelligentes Wörterbuch mit Vorschlagsfunktion ergänzt werden sollte. Für spezifische Eingabefelder, in die immer wieder die gleichen Ausdrücke eingegeben werden, sollte dieses spezifische Vokabular ins Wörterbuch aufgenommen werden.*

### 5.5.2.3 Funktionen

Die nachstehenden Screens muss der Demonstrator ermöglichen bzw. in dessen Menü erreichbar sein:

1. Hauptauswahl
  - a. Bahnhofskennung
  - b. Abbruch
2. MoTis Hauptmenü **Bahnhof**
  - a. Reihung Zug/Gleis
    - i. Eingabemaske "Zug-/Gleis Anforderung"
    - ii. *Eingabemaske "Zug nicht vorhanden"*
    - iii. Eingabemaske "Alle freien Fahrzeuge anfordern?"
    - iv. Eingabemaske "Fahrzeugliste"
    - v. Eingabemaske "Fahrzeugdetails"
    - vi. Eingabemaske "Gefahrgutdetails"
    - vii. *Eingabemaske "Fahrzeug nicht bekannt"*
    - viii. Eingabemaske "Zug-/Gleis Anforderung – Zugtyp"
    - ix. Eingabemaske "Fahrzeugdetails - Stammdaten"
    - x. Eingabemaske "Bremsberechnung durchführen"
    - xi. Eingabemaske "Triebfahrzeuge"
    - xii. *Eingabemaske "Triebfahrzeug nicht bekannt"*
    - xiii. Eingabemaske "Triebfahrzeug - Stammdaten"
    - xiv. Eingabemaske "Bremsberechnung"
    - xv. Eingabemaske "Datenübertragung"



- xvi. Eingabemaske "Datenübertragung erfolgreich"
- xvii. *Eingabemaske "Zug bereits abgefahren"*
- xviii. Eingabemaske "Datenübertragung läuft"
- b. Fahrvershub
  - i. Hauptmenü Fahrvershub
  - ii. Eingabemaske "Zug- Anforderung"
  - iii. *Eingabemaske "Fahrverschubbereich anfordern"*
  - iv. *Eingabemaske "Zugliste - Züge bearbeiten"*
  - v. Eingabemaske "Fahrzeugliste FV"
  - vi. Eingabemaske "FZ-Details Fahrvershub"
  - vii. Eingabemaske "Zug bearbeiten"
  - viii. Eingabemaske "Zugliste - Tzfdaten/Zugsummen"
  - ix. Eingabemaske "Triebfahrzeuge"
  - x. Eingabemaske "Zugsumme"
  - xi. *Eingabemaske "Zugliste - Züge übertragen"*
  - xii. *Eingabemaske "Datenübertragung"*
  - xiii. *Eingabemaske "Datenübertragung erfolgreich"*

### 5.5.3 Telefonie (GSM / GSM-R)

- Auch bei hoher Umgebungslautstärke und Gruppenrufen muss das Gerät aus akustischer Sicht tauglich und mit einer Hand haltbar sein
- Aufbau und Trennen einer Verbindung zu einer voreingestellten Rufnummer müssen einhändig möglich sein, auch die einhändige Bedienung mehrerer Kurzwahltasten ist möglich
- Es sollte auch ein Rufaufbau zu einer voreingestellten Nummer oder mit mehreren Kurzwahltasten ohne Hinzusehen ertastet und auch mit Schutzhandschuhen bedient werden können
- Die Bedienung der Sprachkommunikationsfunktionen ist bei handlich-platzsparend am Körper getragenen Gerät möglich
- Eine Freisprecheinrichtung per Kabel und per Funk muss vorgesehen und verfügbar sein.

### 5.5.4 Verschublampe

Es wurde die bei der ÖBB eingesetzten Lampen der Firma Gifas ins Gerät integriert um den folgenden Anforderungen zu entsprechen:

- Die Lampe muss geeignet sein, mit ihr die für die Abgabe händischer Signale erforderlichen Armbewegungen auszuführen.
- Ein- und Ausschalten sowie die Wahl der Farbe zwischen weiß und rot muss mit Schutzhandschuhen möglich sein.
- Die Lampe sollte auf der Rückseite (Gegenüber dem Display) angebracht sein.
- Die Beleuchtungsstärke muss die Mindestanforderungen von aktuell benutzten Verschublampen entsprechen und hoch genug sein um es als Scheinwerfer für die Kamera benutzt zu werden.

### 5.5.5 Bremsprobeständer

Die Funktion des Bremsprobständers wurde im Demonstrator implementiert. Dabei wird über das GSM-R Modul entsprechende SMS geschickt und empfangen.

Ausgehende Befehle	Eingehende Meldungen
Dichtheit	Angemeldet
Anlegen	BPG Frei
Lösen	BPG Belegt
MG-Bremse	Füllen läuft
Angleichen	Gefüllt
Anmelden	Dichtheitsprüfung läuft
Abmelden	HL Dicht
HL-Druckabfrage	HL Undicht X,XX
Status BPG	Anlegen läuft
Status Funk	Angelegt
Abmelden ohne SMS	Lösen läuft
Alle Abmelden ohne SMS	Gelöst
	Angleichen läuft
	Angeglichen
	MG-Bremse läuft
	MG eingebremst
	HL-Druck X,XX
	V-Druck < 5,4 bar
	NOTAUS !!!
	Absperrhahn ZU
	Fehler Druckr.
	Abgemeldet

**Tabelle 18: Befehle und Meldungen des Bremsprobständers**

Der Inhalt des SMS geben den Befehl vor. Die Nummer adressiert den entsprechenden Bremsprobeständer.

## 5.5.6 Kamera

Das Gerät kann ein Vorschaubild in Farbe anzeigen, das geeignet ist, den gewünschten Bildausschnitt zu überprüfen.

- Kamera wird nur zur Dokumentation verwendet, z.B. von Schadensfällen, direkte Versandmöglichkeit via Mobilfunk (E-Mail oder ähnliches) sollte vorgesehen werden.
- Nachtbilder mit der Benutzung von der Lampe als Blitzgerät ist möglich.
- GNSS-Tagging ist eine Empfehlung, wurde nicht umgesetzt.
- Die Kamera ist wie gefordert auf der Rückseite angebracht.
- Menüfunktionen

Die nachstehenden Funktionen muss der Demonstrator ermöglichen / in dessen Menü erreichbar sein:

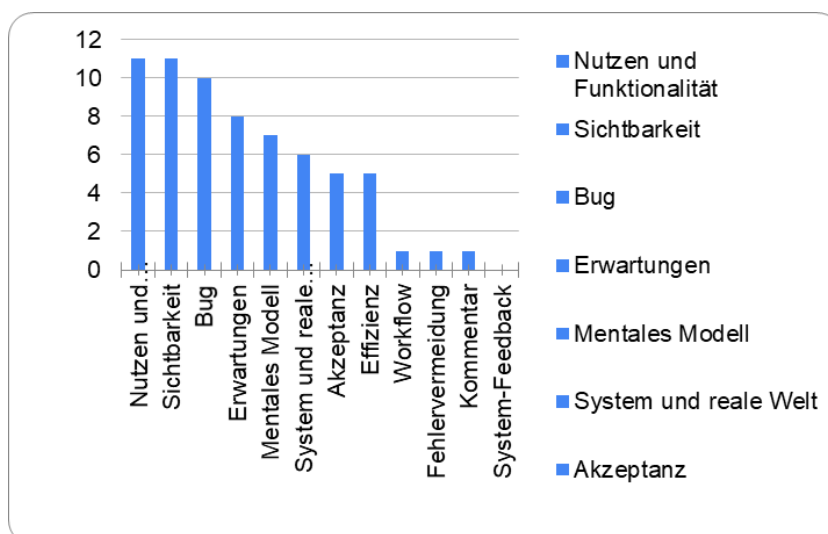
1. Bild aufnehmen
2. Galerie
3. Parameter einstellen
4. Bilder versenden (per Mail)

## 6 EVALUIERUNG

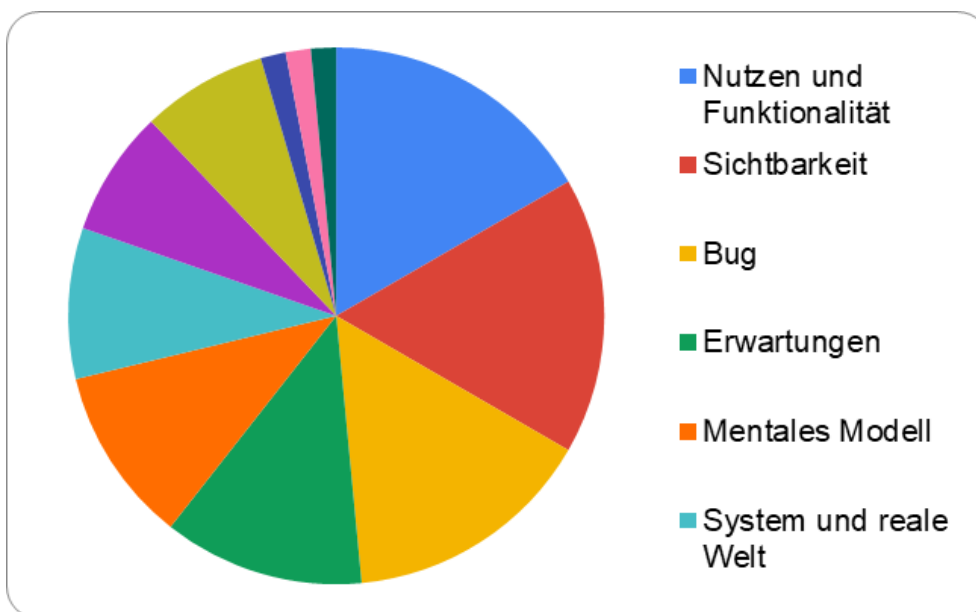
Eine Liste von Bewertungskriterien wurde erstellt. Ein wesentliches Merkmal bleibt die Effizienz und die gefühlte Benutzerfreundlichkeit der BenutzerInnen, welche erst mit dem fertigen Demonstrator evaluiert wird.

Nach Kategorien	Anzahl Nennungen
Nutzen und Funktionalität	11
Sichtbarkeit	11
Bug	10
Erwartungen	8
Mentales Modell	7
System und reale Welt	6
Akzeptanz	5
Effizienz	5
Workflow	1
Fehlervermeidung	1
Kommentar	1
System-Feedback	0
Nach Schweregrad	
Schwer	26
Mittel	27
Leicht	5
Info	6
Positiv	16

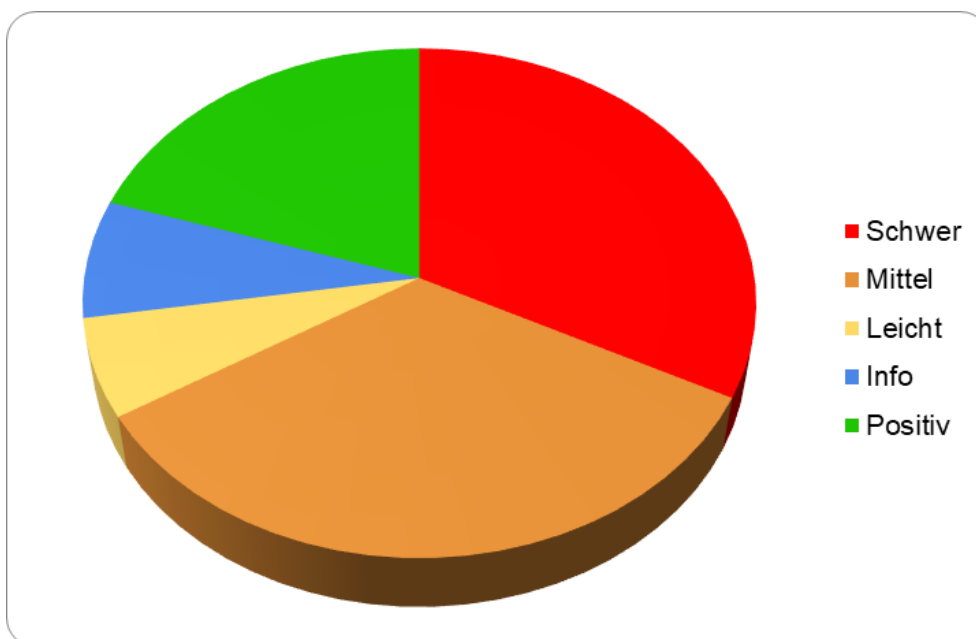
**Tabelle 19: Beobachtungen der finalen Evaluierung**



**Abbildung 18: Kategorien und Nennungen der finalen Evaluierung**



**Abbildung 19: Kategorien und Verteilung der finalen Evaluierung**



**Abbildung 20: Schweregrad der der finalen Evaluierung**

Das Interaktionskonzept wurde erneut bestätigt; die Interaktion mit den Prozessen war sehr natürlich und ohne Verständnisschwierigkeiten möglich. Zahlreiche Kommentare bezogen sich auf fehlende oder gewünschte Funktionalitäten, die im Demonstrator nicht abgebildet wurden.

Die Bedienabläufe des Demonstrators basieren auf dem heutigen MOTIS und INFRA-TIS – hier birgt sich großes Potenzial für die Zukunft: durch die Neumodellierung von INFRA-TIS können Prozesse schon auf Seite der IT-Infrastruktur optimiert und die technischen

Voraussetzungen für besser Bedienbarkeit geschaffen werden. Als Beispiel ist das gegenseitige Überschreiben von Daten durch gleichzeitige Arbeit mehrerer Benutzer an denselben Aufgaben.

Die getroffene Hardware-Entscheidung für ein individuell gebautes Gerät ist definitiv zu hinterfragen. Es ist unwahrscheinlich, dass eine Eigenentwicklung in geringer Stückzahl jemals dieselbe hohe Integration der Hardware-Komponenten eines off-the-shelf-Produktes erreichen kann.

Der im Demonstrator verbaute Touchscreen ist untauglich für den geplanten Einsatz (Blickwinkel, Leuchtkraft, Touch-Technologie). Es ist zu evaluieren, ob eine kapazitive Technologie sich generell besser eignet. Die technischen Fortschritte erlauben inzwischen auch eine Bedienung in nasser Umgebung. Durch die Anschaffung von Spezialhandschuhen ist auch eine Bedienung im Winter gewährleistet. Damit kann auch möglicherweise auf ein Drehrad verzichtet werden.

## 7 UMSETZUNGSEMPFEHLUNGEN

### 7.1 User Experience

Die Hardware und das Bedienkonzept für die Software wurden in einem iterativen, benutzerzentrierten Design-Prozess schrittweise entwickelt und verfeinert. Durch die hohe Komplexität der Prozesse im Verschub konnte das nur durch die Integration der Endnutzer erreicht werden.

Für eine zukünftige Entwicklung ist ein iterativer, nutzerzentrierter Design-Prozess mit interdisziplinären Teams aus Soft- und Hardware-Entwicklung, Produktmanagement und User Experience unbedingt zu empfehlen.

UX bedeutet “Nutzererlebnis” und bezieht sich nicht nur auf Software: ein gutes Erlebnis in der Interaktion mit einem Gerät baut auf der Hardware-Plattform und deren technischen Möglichkeiten auf.

#### 7.1.1 Nutzerakzeptanz

Im sensiblen Bereich Verschub hängt der Erfolg eines neuen Endgeräts von der Akzeptanz der Benutzer ab. Folgende Faktoren spielen dabei eine Rolle:

- Mehrwert (Utility) für die Mitarbeiter
- Formfaktor, Ergonomie
- Bedienbarkeit der Software

#### 7.1.2 Mehrwert

Wenn es ÖBB nicht gelingen sollte, den zusätzlichen Nutzen eines neuen Endgeräts klar zu vermitteln, ist großer Widerstand der Nutzerbasis zu erwarten. Im Projekt PASOS wurde deutlich, welche Basis-Funktionalitäten ein solches Endgerät haben soll und welche nicht integriert werden sollten.

Es ist zu empfehlen, dass über das Projekt PASOS hinausgehend weitere Use Cases betrachtet werden. Die Kommunikation der Verschub-Mitarbeiter untereinander und mit anderen Kollegen kann stark vereinfacht werden – so könnte der Beginn oder Abschluss von Arbeiten mit einem Tastendruck an Fahrdienstleiter und andere Kollegen bestätigt werden. Die manuelle Übermittlung von “Langmacherlisten” könnte ebenfalls entfallen und effizienter auf einem mobilen Gerät angezeigt werden.

Auf diese Art und Weise können weitere analoge Prozesse auf Papier Schritt für Schritt digitalisiert werden.

### **7.1.3 Zusammenspiel von Hard- und Software**

Ein neues mobiles Endgerät für den ÖBB-Verschub müsste eine optimale Integration von Hard- und Software aufweisen. Läuft die Software auf unterdimensionierter, instabiler Hardware, zerstört das die User Experience.

PASOS als Hardware-Eigenentwicklung zeigt deutlich die Risiken eines solchen Vorhabens auf:

- mangelnde Miniaturisierbarkeit
- schlechte Performance (CPU/GPU, Speicher)
- unvorhersehbares Verhalten von Hardware-Modulen (GSM-R, Bluetooth)
- hohes Eigengewicht
- Wasserdichte
- mangelnde Qualität des Touchscreens
- deutliche Mehrkosten (siehe Kapitel 7.14)

Die Entwicklung von mobilen Consumer-Devices hat in den letzten 15 Jahren rasante Fortschritte gemacht. Seitdem hat die Industrie die Leistungsfähigkeit, Robustheit, Performance und User Experience konsequent verbessert.

Wie bereits in Kapitel 6 erwähnt, könnte eine Eigenentwicklung nur unter massivem Zeit- und Kosten-Aufwand und mit profundem Know-How im Bereich der Hardware-Entwicklung ein ähnliches Niveau erreichen.

Wir empfehlen daher, Geräte aus dem Consumer-Bereich zu evaluieren und eine Auswahl zu treffen. Ein Verpacken eines Consumer-Geräts in ein passendes Außengehäuse ist ebenfalls vorstellbar.

### **7.1.4 UI-Design, Bedienkonzept und Interaktion**

Die gewählte Hardware mit ihren Möglichkeiten und Limitationen bestimmt den Interaktionsstil.



### 7.1.5 Interaktion mit dem Gerät

Der für PASOS gewählte Ansatz aus Bedienung via Touchscreen und Drehrad adressiert die Notwendigkeit von Einhand-Bedienung und die Bedienung mit Handschuhen. Während Bedienung mittels Touch Standard ist, stellt das Drehrad eine wesentliche Erweiterung und Modifikation des Interaktionskonzepts dar.

Bei der Evaluierung mit den Benutzern wurde klar, dass das Rad nicht nur als Ersatz, sondern als Ergänzung zum Touchscreen fungieren kann. Die Benutzer waren prinzipiell offen für diese Neuerung, wie auch aus den Evaluierungsergebnissen deutlich wird.

- Die Umsetzung im Demonstrator weist jedoch Schwächen auf:
- Das Drehrad steht weit aus dem Gehäuse heraus. Eine zukünftige Implementierung müsste das Rad besser versenken und dabei IP68 garantieren.
- Das gewählte Rad ist zu hoch und hat vertikale Kanten; besser wäre ein flacheres Rad mit abgeschrägten Kanten
- Irrtümliche Interaktionen mit dem Drehrad müssen in einer zukünftigen Umsetzung verhindert werden
- Das Drehrad stört bei rechtshändiger Interaktion mit dem Touch Screen

Entschließt man sich für eine zukünftige Entwicklung ohne Drehrad, hätte das folgende Auswirkungen:

- Geringere Kosten für Hard- und Software
- Verzicht auf einhändige Bedienung
- Auswahl einer Touchscreen-Technologie, die Bedienung mit Handschuhen erlaubt

### 7.1.6 Bedienkonzept

Die Nutzer verstanden das implementierte Bedienkonzept von PASOS sofort und konnten ohne Einschulung sofort damit arbeiten.

Die Menüführung wurde gegenüber EVA und MOTIS deutlich vereinfacht und Bedienwege verkürzt. Eine Gegenüberstellung von PASOS und MOTIS zeigte am Beispiel Bremsberechnung, dass eine Bremsberechnung bei PASOS mit 32% weniger Bedienhandlungen und 40% schneller durchgeführt werden kann. Umgelegt auf die Anzahl der Nutzer in ganz Österreich entspricht das einer Ersparnis von 255 Stunden – allein für dieses Szenario.

Es sind sogar noch mehr Optimierungspotenzial vorhanden: PASOS hat die Funktionalitäten von MOTIS übernommen und optimiert, nicht jedoch die dahinterliegenden Konzepte von INFRA-TIS.

Wenn man hier ansetzt und die Prozesse und Schnittstellen von Grund auf optimiert, lassen sich die Bedienabläufe sehr wahrscheinlich noch weiter straffen.

Auffällig war in den Evaluierungen auch, dass die Mitarbeiter die Bedeutung mancher Datenfelder von MOTIS nicht kennen. Bei einer Neugestaltung, wie sie im Projekt PORTHOS geschieht, wird die Notwendigkeit mancher Felder hinterfragt werden.

Eine zukünftige Implementierung muss vorhandene Prozesse nachweisbar beschleunigen. Eine Steigerung der Anzahl von Bedienhandlungen für bestehende Bedienabläufe ist nicht akzeptabel.

### **7.1.7 UI-Design**

Bei der grafischen Gestaltung der künftigen Benutzerschnittstelle sind wieder die Umweltbedingungen besonders zu beachten.

PASOS hat sich an zahlreichen Standards für die Gestaltung sicherheitskritischer Systeme orientiert, wie z.B. den MIL-1472g, der Mindestgrößen für Touch-Bereiche definiert, und an Forschungsergebnisse zu Schriftgröße und Lesbarkeit.

Die gewählte Schriftgröße bei PASOS wurde von Nutzern als zu klein bezeichnet – ein klarer Hinweis für eine zukünftige Implementierung. Eine Mindestgröße von 4-5 mm sollte hier in Betracht gezogen werden. Die gewählte Schriftart (Frutiger) wird von ÖBB als Konzernstandard verwendet, ist wegen ihres relativ zierlichen Schriftschnitts nicht unbedingt für die Einsatzbedingungen im Verschub geeignet.

Obwohl die empfohlenen Kontraste gemäß den Empfehlungen der WCAG eingehalten und sogar überschritten wurden, waren manche Elemente zu schlecht erkennbar. Eine große Rolle spielt auch der verwendete Touchscreen, was Leuchtkraft, Betrachtungswinkel und Umgebungslicht betrifft.

Für die Bedienung in der Dunkelheit empfehlen wir, ein Dark Theme für das gesamte UI zu entwerfen. Ein heller Bildschirm-Hintergrund im Dunkeln erschwert die Anpassung der Augen an die Lichtsituation.

Wir empfehlen, einen konzernweiten Standard für das UI-Design von mobilen und Desktop-Applikationen anzustreben, die für Mitarbeiter (und nicht für die Unternehmenskommunikation nach außen gedacht sind).

## **7.2 Hardware**

Aufgrund der für die ÖBB in Frage kommenden (~500-2000 Stk.) ist das Ziel einer separaten Hardware Entwicklung analog zum Demonstrator PASOS nicht zu empfehlen.

Components of the Shelf (COTS) als Grundkomponente der Bedienplattform sind zu empfehlen. Für bestimmte Benutzergruppen scheint eine Art Adapter empfehlenswert um auch Handschuhbedienung zu ermöglichen.

Die Verwendung von COTS und einer der üblichen Betriebssysteme reduzieren auch die Entwicklungskosten für weitere Applikationen in Zukunft. Als sinnvolle Basis ist ein kleineres industrietaugliches (IP66 / IP67) Table mit Schutzgehäuse zu empfehlen.

Seitens der technischen Datenschnittstellen sind sowohl GSM als auch GSM-R zur Umsetzung zu empfehlen.

Die Integration der Lampe ist nicht zu empfehlen, die Resonanz dafür ist relativ gering. Sinnvoll erscheint jedoch eine Art „Blitz“ bzw. Beleuchtungsmöglichkeit bei der Kamera.

Die Einstellungen gemäß den Basisanforderungen werden auch nach der Evaluierung als sinnvoll erachtet.

Hinsichtlich der audio-Schnittstelle ist die Evaluierung von Freisprecheinrichtungen zu empfehlen. Die over-ear Lösung ist schlecht mit dem Helm kombinierbar. Die in-ear Lösung scheint geeigneter, Das Pairing muss jedoch ausreichend stabil sein, simple sein und in verschiedenen Umgebungsbedingungen getestet werden.

## **7.3 Navigationskonzept (Software)**

Nach den Evaluierungen und nach allen stattgefundenen Präsentationen des Demonstrators und des Clickdummies kann das Navigationskonzept unter Berücksichtigung der identifizierten Verbesserungen empfohlen werden.

## **7.4 Applikationen**

Von den umgesetzten Applikationen scheint die Kamera nicht ausreichenden Mehrwert aufzuweisen.

Neben den im Demonstrator umgesetzten Applikationen sind ggf. um weitere Optionen zu bereichern, darunter fallen:

- OCR von Wagennummern
- RFID Einlesen (derzeit 1200 Wagen der RCA in Umrüstung)
- Wagen Behandlungsliste (falls Wagenmeister zu Infra kommt)
- ÖBB Kundenlogistik (Knotenlogistik – Knolo)
- Sichern von Wagen

## **7.5 Sicherheit**

Im Vergleich zu den Bestehenden Endgeräten zeichnen sich keine besonderen neu zu erwartenden Gefährdungen und Risiken durch den Einsatz und Betrieb einer neuen Bedienplattform ab. Die Durchführung der betreiberseitigen Risikobetrachtung gemäß CSM Vorgaben ist dennoch erforderlich.

Werden Prozesse zunehmend digitalisiert ist jedoch der Aspekt der IT-Security zunehmend bedeutender. Hier sind in Abstimmung mit den entsprechenden Stellen und der ÖBB IT-Sicherheitsrichtlinie die Zugangsbeschränkungen und die technischen Daten ausreichend zu schützen.

## **7.6 Konzeption**

Bereits bei der Konzeption und Umsetzung des Demonstrators war das Involvieren von Superusern und Usern essentiell. User-zentrierte Prozesse scheinen der sinnvolle Weg zu sein, um etwaige Beschaffungen von Hardware und Software zu spezifizieren.

## **7.7 Kostenschätzung**

Auf Grundlage der gewonnenen Erkenntnisse aus der Entwicklung des PASOS-Demonstrators lassen sich zwei grundlegende Konzepte für eine Serienentwicklung ableiten. Die hier zu erwartenden Kosten sind in den folgenden Tabellen aufgeführt und sind als herstellerseitige Kosten zu sehen – nicht als Einkaufspreis für die ÖBB. Diese Schätzungen basieren auf Erfahrungen des Herstellers Zöllner im Bereich von Enduser-Geräten, technischer Schnittstellen und Software. Die Unschärfe ist dennoch groß und die Zahlen lediglich als Richtwert zu interpretieren. Da die Stückzahlen eine unbekannte Größe ist, werden hier als Annahme 500 und 2000 Stück in die Rechnung einfließen.

### 7.7.1 Neuentwicklung Gesamtgerät

Die Einmalkosten beinhalten bei einem neu zu entwickelnden Gesamtgerät:

- Konzeptionierung
- Serienentwicklung Hardware,
- Software Plattform und
- Software Apps (+ Schnittstelle, Funktionalitäten Motis / EVA, Testing, ...)

Tabelle 20 zeigt die Abschätzung der Kosten.

Position	Kostenabschätzung
Einmalkosten Entwicklung	450'000€
Gerätstückkosten bei Abnahme von 500 Stück	2'700€
Gerätstückkosten bei Abnahme von 2000 Stück	2'000€

**Tabelle 20: Kostenschätzung Gesamtgerät (analog zum Demonstrator)**

### 7.7.2 Realisierung Hardware-Plugins Apps für COTS Tablet

Ein zusätzliches Hardware-Plugin, das an das COTS Gerät angeschlossen wird, ist aufgrund der GSM-R Anbindung sehr wahrscheinlich notwendig; das bedingt neben der Hardware-Entwicklung auch einen konstruktiven Aufwand. Die Einmalkosten beinhalten bei Verwendung eines COTS Tablets:

- Konzeptionierung
- Serienentwicklung Hardware-Plugin,
- Software Apps (+ Schnittstelle, Funktionalitäten Motis/EVA, Testing, ...)

Tabelle 21 zeigt die Abschätzung der Kosten für die Zusatzkosten bei Entwicklung auf Basis eines COTS-Tablets

Position	Kostenabschätzung
Einmalkosten Entwicklung	290'000€
Gerätstückkosten bei Abnahme von 500 Stück	2'200€

Gerätstückkosten bei Abnahme von 2000 Stück	1'900€
---	--------

**Tabelle 21: Kostenschätzung Hardware-Plugins und Apps für COTS Tablet**

### 7.7.3 Abschätzung im Life Cycle

Die zwei Abschnitte davor zeigen, dass die Verwendung von COTS primär der Reduktion der Entwicklungskosten hilft.

Im Folgenden wird noch die Annahme von 10 % Wartungskosten pro Jahr getroffen (Software- und Hardware) um die Kosten im Lebenszyklus der Produkte abschätzen zu können.

Position	Kostenabschätzung Position	Szenario 500 Stk in 10 Jahren	Szenario 2000 Stk in 10 Jahren
Einmalkosten Entwicklung	€ 450'000	€ 450'000	€ 450'000
Gerätstückkosten bei Abnahme von 500 Stk	€ 2'700	€ 1'350'000	€ -
Gerätstückkosten bei Abnahme von 2000 Stk	€ 2'000	€ -	€ 4'000'000
Annahme 10 % Software-Wartungskosten	€ 45'000	€ 450'000	€ 4'500'000
<b>SUMME im Lebenszyklus 10 Jahre</b>	-	<b>€ 2'250'000</b>	<b>€ 8'950'000</b>
<b>Anteil der SUMME pro Endgerät im Lebenszyklus 10 Jahre</b>	-	<b>€ 4'500</b>	<b>€ 4'475</b>

**Tabelle 22: LCC Schätzung Gesamtgerät (analog zum Demonstrator)**

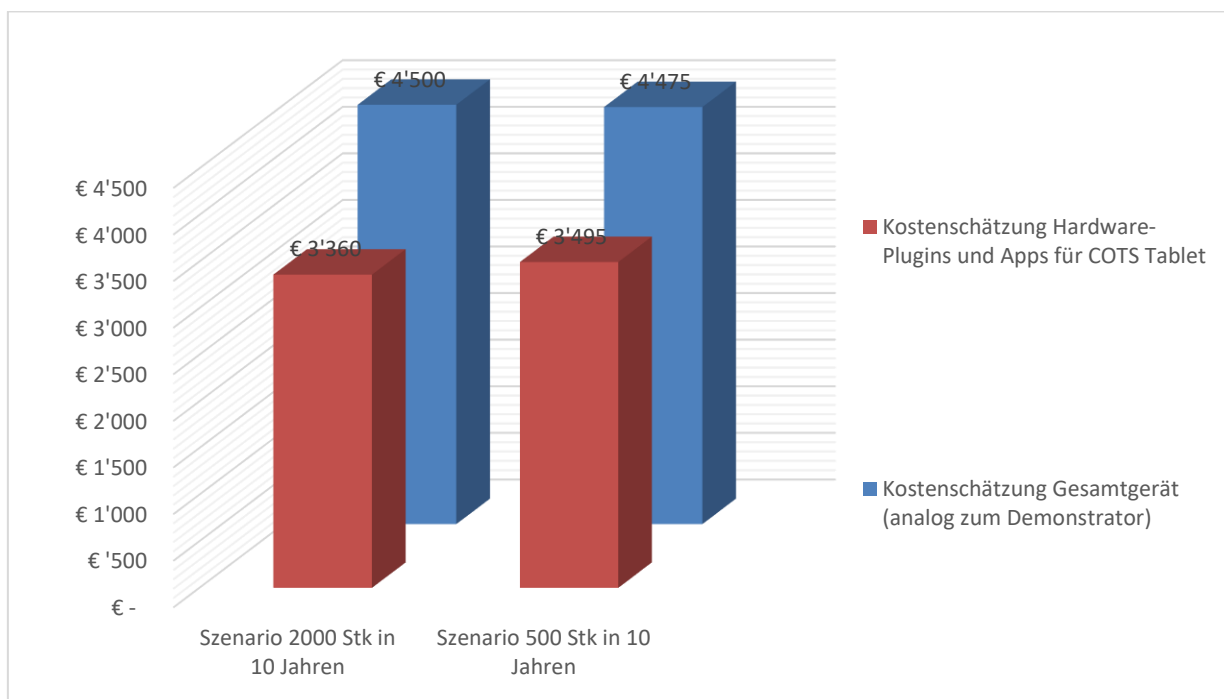
In der letzten Zeilen in Tabelle 22 und Tabelle 23 werden noch die Kosten in den beiden Szenarien (500 und 2'000 Stück) auf Einzelgeräte umgelegt. Im günstigsten Fall sind Kosten von 3'495 € zu erwarten.

Position	Kostenabschätzung Position	Szenario 500 Stk in 10 Jahren	Szenario 2000 Stk in 10 Jahren
Einmalkosten Entwicklung	€ 290'000	€ 290'000	€ 290'000
GeräteStkkosten bei Abnahme von 500 Stk	€ 2'200	€ 1'100'000	€ -
GeräteStkkosten bei Abnahme von 2000 Stk	€ 1'900	€ -	€ 3'800'000
Annahme 10 % Software-Wartungskosten	€ 29'000	€ 290'000	€ 2'900'000

<b>SUMME im Lebenszyklus 10 Jahre</b>	-	€ 1'680'000	€ 6'990'000
<b>Anteil der SUMME pro Endgerät im Lebenszyklus 10 Jahre</b>	-	€ 3'360	€ 3'495

**Tabelle 23: LCC Schätzung Hardware-Plugins und Apps für COTS Tablet**

Abbildung 21 visualisiert zusammenfassend die Schätzungen zu den auf einzelne Geräte aufgelegten Entwicklungs- und Herstellungskosten.



**Abbildung 21: Vergleich der LCC Schätzungen**

## ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS

Abkürzung	Bezeichnung
AG	Arbeitsgeber
App	Applikation
ARTIS/INFRA-TIS	Austrian Rail Transport Information System / Infrastruktur Transport- Informations-System
Bfh	Bahnhof
BFZ	Betriebsführungszentrale
BWD	Betrieblicher Wagendienst
CENELEC	Das Europäische Komitee für elektrotechnische Normung, französisch: Comité Européen de Normalisation Électrotechnique (CENELEC)
COTS	Components of the Shelf
CSM	Common Safety Methods
EDV	Elektronische Datenverarbeitung
EVA	Elektronische Versubstraßenanforderung
Fdl	FahrdienstleiterIn
FRS	Functional Requirement Specification
FUNK	Funktion
GNSS	Ein globales Navigationssatellitensystem (englisch Global Navigation Satellite System)
GPRS	General Packet Radio Service
GSM-P	Global System for Mobile Communications-Public
GSM-R	Global System for Mobile Communications – Rail(way)
mAZE	Mobile Anlagen Zustand Erfassung
MMI	Man-Maschine-Interface
MoTis	Mobiles Transport- Informations-System
PASOS	Platform for Shunting Operations
PWG	Persönliches Warngerät
RCA	Rail Cargo Austria
RFID	Radio Frequency Identification
RID	Regulation concerning the International Carriage of Dangerous Goods by Rail
SMS	Short Message Service



Stk.	Stück
STW	Stellwerk
Tfzf	TriebfahrzeugführerInnen
TIM	TriebfahrzeugführerInnen Information Management System
WgM	WagenmeisterIn
WLAN	Wireless Local Area Network

## ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abbildung 1: Systemübersicht für die im Projekt relevanten Geräte im Verschub.....	11
Abbildung 2: Links: EVA, Rechts: MoTis .....	12
Abbildung 3: Links: Funkgerät, Rechts: GSM-R Mobiltelefon.....	13
Abbildung 4: Mobile Steuereinheit von Höft & Wessel (heute Metric) .....	14
Abbildung 5: Übersicht methodischer Ansatz und Work-Flow .....	16
Abbildung 6: Systemumgebung Bedienplattform PASOS. ....	17
Abbildung 7: Layer-basierte Systemarchitektur des Konzepts PASOS .....	18
Abbildung 8: Initiales 3D-Modell möglicher Demonstrator Variante.....	32
Abbildung 9: Usability-Probleme nach Anzahl Nennungen .....	34
Abbildung 10: Erste Entwürfe zur Benutzeroberfläche (MoTis, EVA Funkt.) .....	39
Abbildung 11: Kompilation verschiedener Ansichten im Entwurf.....	41
Abbildung 12: Oben Gesamtgerät L - Unten Gesamtgerät S und Headphone .....	41
Abbildung 13: Kompilation verschiedener Ansichten im Entwurf.....	42
Abbildung 14: LEMO Stecker / Buchse (FGG 1K): IP68 .....	43
Abbildung 15: Sennheiser EZX-60 als Headset für PASOS .....	43
Abbildung 16: Übersicht Navigationskonzept .....	44
Abbildung 17: Menüführung EVA-Gerät.....	47
Abbildung 18: Kategorien und Nennungen der finalen Evaluierung .....	52
Abbildung 19: Kategorien und Verteilung der finalen Evaluierung.....	53
Abbildung 20: Schweregrad der der finalen Evaluierung.....	53
Abbildung 21: Vergleich der LCC Schätzungen .....	63
Abbildung 22: Layout und Grid .....	85
Abbildung 23: Vertikales Grid.....	85
Abbildung 24: Beispiel: MIL Standard bezüglich Tastatur .....	86
Abbildung 25: Beispiel von der ÖBB-Website .....	86
Abbildung 26: Schriftgrößen .....	87
Abbildung 27: Schriftgrößen und Lesbarkeit .....	87
Abbildung 28: Story01 Taschenlampe.....	88
Abbildung 29: Story02 Telefon Anruf (1/4) .....	88
Abbildung 30: Story02 Telefon Anruf (2/4) .....	89
Abbildung 31: Story02 Telefon Anruf (3/4) .....	89
Abbildung 32: Story02 Telefon Anruf (4/4) .....	90
Abbildung 33: Story03 Telefon GSM-R (1/2).....	90
Abbildung 34: Story03 Telefon GSM-R (2/2).....	91
Abbildung 35: Story04 Verschubstraße (1/4).....	91
Abbildung 36: Story04 Verschubstraße (2/4).....	92
Abbildung 37: Story04 Verschubstraße (3/4).....	92
Abbildung 38: Story04 Verschubstraße (4/4).....	93
Abbildung 39: Story05 Kamera.....	93
Abbildung 40: Story06 Settings (1/3).....	94
Abbildung 41: Story06 Settings (2/3).....	94
Abbildung 42: Story06 Settings (3/3).....	94
Abbildung 43: Story07 Bhf Zug anfordern (1/4) .....	94
Abbildung 44: Story07 Bhf Zug anfordern (2/4) .....	95
Abbildung 45: Story07 Bhf Zug anfordern (3/4) .....	95

Abbildung 46: Story07 Bhf Zug anfordern (4/4) .....	96
Abbildung 47: Story08 Bhf Fahrzeug Details (1/3) .....	96
Abbildung 48: Story08 Bhf Fahrzeug Details (2/3) .....	96
Abbildung 49: Story08 Bhf Fahrzeug Details (3/3) .....	97
Abbildung 50: Story09 Bhf Fahrzeug liste abstellen .....	97
Abbildung 51: Story10 Bhf neues Fahrzeug RID (1/2) .....	97
Abbildung 52: Story10 Bhf neues Fahrzeug RID (2/2) .....	98
Abbildung 53: Story11 Bhf Gleis abholen (1/2).....	98
Abbildung 54: Story11 Bhf Gleis abholen (2/2).....	99
Abbildung 55: Story12 Bhf Gleis Standort .....	99
Abbildung 56: Story13 Bhf Gleis beistellen (1/2) .....	100
Abbildung 57: Story13 Bhf Gleis beistellen (2/2) .....	100
Abbildung 58: Story14 Bhf Gleis Aufzug .....	101
Abbildung 59: Story15 Fahrvershub Zug anfordern (1/4) .....	101
Abbildung 60: Story15 Fahrvershub Zug anfordern (2/4) .....	102
Abbildung 61: Story15 Fahrvershub Zug anfordern (3/4) .....	102
Abbildung 62: Story15 Fahrvershub Zug anfordern (4/4) .....	103
Abbildung 63: Story16 SMS (1/2) .....	103
Abbildung 64: Story16 SMS (2/2) .....	104
Abbildung 65: Story17 Bremsprobe (1/3) .....	104
Abbildung 66: Story17 Bremsprobe (2/3) .....	105
Abbildung 67: Story17 Bremsprobe (3/3) .....	105
Abbildung 68: Vorderansicht Gesamtgerät (Ausführung L) .....	142
Abbildung 69: Rückansicht Gesamtgerät (Ausführung L).....	143
Abbildung 70: Ausführung „Home“-Screen.....	143
Abbildung 71: Ausführung EVA Historie .....	144
Abbildung 72: Ausführung Settings .....	144
Abbildung 73: Ausführung Zug anfordern.....	145
Abbildung 74: Ausführung Fahrzeugliste Gleis.....	145
Abbildung 75: Ausführung Details in Fahrzeugliste Gleis .....	146
Abbildung 76: Ausführung Beistellen in Fahrzeugliste Gleis .....	146
Abbildung 77: Ausführung Vershublampen .....	147
Abbildung 78: Ausführung Kamerafunktion .....	147
Abbildung 79: Ausführung GSM-R Notruf .....	148
Abbildung 80: Ausführung Nummernpad Telefon (GSM) .....	148
Abbildung 81: Ausführung Telefon (GSM).....	149
Abbildung 82: Ausführung Bremsprobeständer (via GSM-R) .....	149
Abbildung 83: Beispielhafte Bedienung mit Handschuhen am Display .....	150
Abbildung 84: Beispielhafte Bedienung mit Handschuhen am Drehrad .....	150
Abbildung 85: Untenansicht Vershublampe.....	151

## TABELLENVERZEICHNIS

Tabelle 1: Mitarbeitergruppen-Matrix.....	22
Tabelle 2: Tätigkeiten .....	22
Tabelle 3: Gegenüberstellung Anforderungen versus Endgeräte.....	23
Tabelle 4: Komplexität von Eingaben und Anzeigen .....	23
Tabelle 5: Sicherheitsanforderungen, Netzabdeckung, GNSS.....	24
Tabelle 6: Der Mitarbeiter-Gruppen, die das Gerät verwenden.....	24
Tabelle 7: Der Tätigkeiten, bei denen die Geräte verwendet werden.....	25
Tabelle 8: Anforderungen .....	25
Tabelle 9: Eingaben und Anzeigen Matrix.....	26
Tabelle 10: Sicherheitsanforderungen.....	27
Tabelle 11: Anforderungen an Kommunikationsverbindung u. GNSS-Erfordernisse	27
Tabelle 12: Paarweiser Vergleich Geräte (Komplexität Eingaben und Anzeigen) .....	28
Tabelle 13: Überblick der gleichzeitigen Verwendbarkeit mehrerer Betriebsmodi.....	29
Tabelle 14: Zusammenfassung Ux Probleme.....	33
Tabelle 15: Schweregrad der Probleme .....	34
Tabelle 16: Kumulierte Darstellung der identifizierten Probleme .....	38
Tabelle 17: Übersicht Gehäusegrößen des Demonstrators (Maße in mm) .....	41
Tabelle 18: Befehle und Meldungen des Bremsprobendänders .....	50
Tabelle 19: Beobachtungen der finalen Evaluierung .....	52
Tabelle 20: Kostenschätzung Gesamtgerät (analog zum Demonstrator) .....	61
Tabelle 21: Kostenschätzung Hardware-Plugins und Apps für COTS Tablet.....	62
Tabelle 22: LCC Schätzung Gesamtgerät (analog zum Demonstrator) .....	62
Tabelle 23: LCC Schätzung Hardware-Plugins und Apps für COTS Tablet.....	63
Tabelle 24: Feedback UX Erhebung mit Clickdummy .....	128
Tabelle 25: Akzeptanzkriterien finale Erhebung .....	132
Tabelle 26: Erhebung Use-Cases .....	141
Tabelle 27: Finale Erhebung Kaiserebersdorf .....	163

## LITERATURVERZEICHNIS

Kuntner, R. (2014): Arbeitnehmerschutz im Eisenbahnbereich – Aktuelle Entwicklungen. Bundesministerium für Arbeit, Soziales und Konsumentenschutz. Verkehrs-Arbeitsinspektorat. Vortrag Breitenstein, 29.Oktober 2014.

ÖBB (2004): Betriebsvorschrift V3 Ausgabe 1997; Abschnitt II: Verschubdienst, Juni 2004.

Levy, J. und Pashler, H.(2008): Task Prioritisation in Multitasking during Driving: Opportunity to Abort a Concurrent Task Does Not Insulate Braking Responses from Dual-Task Slowing, In: Appl. Cognit. Psychol. 22: 507–525, Juli 2007.

Zahler, T. (2010): A Usability Engineering Lifecycle For Applications In Safety-Related Environments, Dissertation. Institute of Design and Assessment of Technology, Vienna University of Technology, 2010.

Pingel, T. J. und Clarke, K. C. (2005): Assessing the Usability of a Wearable Computer System For Outdoor Pedestrian Navigation. Department of Geography University of California.

Metric (2010): Höft & Wessel liefert mobile Kommunikation für die SBB, [www.bahnonline.ch](http://www.bahnonline.ch), 2010.

Nielsen, Jakob (1993): Jakob Nielsen; Usability Engineering; Verlag: Academic Press; Adresse: London; ISBN: 0125184069; 1993; Quellengüte: 5

ISO (2016): ISO 9241 Ergonomics of human-system interaction - Part 210: Human-centred design for interactive systems (ISO 9241-210:2016).

## 8 ANHANG A: BASISANFORDERUNGEN

- Anforderungen an den Akku des Geräts:
  - Bei der ungünstigsten realistischen Inanspruchnahme der einzelnen Funktionen (teilweise auch gleichzeitig) muss die im Akku speicherbare Energie für mindestens 8 Stunden ausreichen. Die technische Machbarkeit für mindestens 12 Stunden muss der Demonstrator in Ausblick stellen.
  - Der Akku muss ohne Werkzeug getauscht werden können;
  - Ein zusätzlicher interner Überbrückungsspeicher, um den Akku tauschen zu können, ohne das Gerät auszuschalten kann integriert sein.
- Anforderungen an das Display:
  - Gute Lesbarkeit bei allen Lichtverhältnissen muss gegeben sein;
  - Gute Lesbarkeit auch bei Regen muss gegeben sein: kein versenktes Display sollte umgesetzt werden, über dem sich Wasser ansammeln könnte;
  - Anpassung von Helligkeit und Kontrast an die Lichtverhältnisse muss gegeben sein;
  - Zusätzliche individuelle Anpassungsmöglichkeit von Helligkeit, Kontrast und Darstellungsmodus muss möglich sein.
  - Drehen des Displays (horizontal und vertikal) muss möglich sein
- Anforderungen an die Bedienelemente:
  - Zwei-Tasten-Bedienungen muss vermieden werden (zwei gleichzeitig zu drückenden Tasten, Doppelbelegung mit vorhergehend zu drückender 2<sup>nd</sup>-Function-Taste nur für seltene Anwendungen);
  - Im Rahmen unterschiedlicher Funktionen müssen für gleiche oder ähnliche Zwecke die gleichen Tasten verwendet werden;
  - Die Bedienelemente müssen auch bei leichter Verschmutzung funktionsfähig bleiben;
  - Gleich gute Bedienbarkeit für Rechts- und LinkshänderInnen muss gegeben sein.
  - Die Bedienung des Geräts innerhalb der Basisfunktionalität soll kürzer dauern als jene der bisherigen Kombination der Endgeräte.
  - Einhandbedienung soll möglich sein

- Die Bedienung soll bei MoTis mit Wärmehandschuhen möglich sein.
- Die Bedienung soll bei EVA mit Verschieberhandschuhen möglich sein.
- Umgebungsbedingungen und Widerstandsfähigkeit des Demonstrators muss so ausgelegt sein, dass die vorgesehenen Evaluierungen durchgeführt werden können.
- Umgebungsbedingungen und Widerstandsfähigkeit, dessen Machbarkeit sollte der Demonstrator in Ausblick stellen, erforderliche Schritte zu deren Erreichung aufzeigen und etwaige Probleme aufzeigen:
  - Schutzart muss mindestens IP67 (gemäß EN 60529) entsprechen
  - Normalbetrieb muss bei Temperaturen von  $-20\text{ °C}$  bis  $+55\text{ °C}$  möglich sein; und muss von  $-30$  bis  $+60\text{ °C}$  (MoTis derzeit) verwendbar sein
  - Automatische Abschaltung muss bei Temperaturen über  $+60\text{ °C}$  erfolgen
  - Gerät muss längere Zeit bei  $-40$  bis  $+70\text{ °C}$  gelagert werden können (MoTis derzeit)
  - Gerät muss Aufprall auf festen Boden aus 1 m Höhe überstehen
  - Laden des Akkus: 0 bis  $+40\text{ °C}$
  - Das Gerät muss mit einem GNSS-Empfänger ausgestattet sein. Die Genauigkeit muss bahnhofgenau sein und kann gleisgenau sein. Es muss mindestens ein GNSS-Dienst von GPS oder GLONASS oder Galileo eingesetzt werden, optional ist eine Kombination zweier oder mehrerer Systeme und Unterstützung von Referenzdiensten.
- Vermeidung irrtümlicher Eingaben: nur bei manchen Funktionen benötigte Bedienelemente, insbesondere feinere Bedienelemente zur Ermöglichung komplexer Eingaben in begrenzter Zeit, müssen bei der Bedienung anderer Funktionen deaktiviert werden, um unerwünschte Folgen unbeabsichtigter Bedienung zu verhindern.
- Es muss die meiste Zeit (optional: permanent) eine visuelle Bestätigung geben, dass eine GSM-R Verbindung und ein öffentlicher Mobilfunk (2G, 3G, 4G) Verbindung vorhanden sind und genutzt werden können oder genutzt werden.
- Anforderungen an die Form des Gerätes: Das Volumen des Gehäuses muss unter jenem von MoTis liegen.

## 8.1 Schnittstellen

Es müssen die folgenden Schnittstellen umgesetzt werden:

- USB (ab 3.0)
- Funk zur Anbindung abgesetzter Geräte (z.B. Bluetooth)
- GSM-R
- Öffentlicher Mobilfunk (2G, 3G, 4G)
- 3,5 mm Klinke (4 Polig, für Audio)

## 8.2 Gleichzeitigkeit und Aufruf der Betriebsmodi

Unter Betriebsmodi werden jene Funktionen bezeichnet, welche im Demonstrator den bisher genutzten Einzelgeräten entsprechen. Die folgenden 5 Betriebsmodi müssen umgesetzt werden:

1. EVA
2. MoTis
3. Öffentlicher Mobilfunk (2G, 3G, 4G)
4. GSM-R
5. Kamera
6. Lampe

Grundsätzlich müssen sämtliche „handelsübliche“ Betriebsmodi, welche für ein mobiles Endgerät durch entsprechende Software technisch machbar sind, als Erweiterung möglich sein (z.B.: PDF-Reader, einfache Office-Anwendungen, Internet-Browser...).

Über die in Tabelle 13: Überblick der gleichzeitigen Verwendbarkeit mehrerer Betriebsmodi

dargestellten Gleichwertigkeiten wird folgendes gefordert:

- *Der GSM-R-Notruf hat höchste Priorität und unterbricht öffentlicher Mobilfunk / GSM-R;*
- Öffentlicher Mobilfunk – Anwendungen haben die geringste Priorität, sie müssen durch GSM-R unterbrochen werden
- Es muss eine technische Machbarkeit aufgezeigt werden, dass Anrufe im *öffentlichen Mobilfunk* – auf bestimmte Rufnummern oder eine bestimmte Gesprächsdauer (sowohl pro Anruf, als auch als Tageszeitsumme) beschränkt werden können;



- *GSM-R-Notruftaste darf von keinen anderen Funktionen benützt werden.*

### **8.3 Aufruf von Funktionen**

Nach dem Einschalten des Demonstrators muss der Benutzer zur Eingabe der Authentifizierung aufgefordert werden. Nach der Authentifizierung muss der Demonstrator die Zugriffsrechte des Benutzers erkennen. Danach muss ein Basismenü erscheinen, welches durch Touch-Bedienung als auch durch geeignete Tastenwahl den Aufruf der Betriebsmodi ermöglicht. Es muss ein Konzept aufgezeigt werden, wie die User müssen zentral durch dem Geschäftsbereich Betrieb (ÖBB) je nach Funktion berechtigt werden können.

Im Falle von Mitarbeiterablöse, Schichtwechsel, Dienstbeendigung oder Beendigung der Tätigkeit mit dem Gerät muss durch einen einfachen Mechanismus die Authentifizierung widerrufbar sein bzw. eine neue Authentifizierung ermöglicht werden.

Findet innerhalb von  $x$  Minuten in keinen der aufgerufenen Betriebsmodi eine Bedienung (oder Gespräch bei Telefonie) statt, muss wieder das Basismenü erscheinen (die aufrechten Datenverbindungen dürfen jedoch nicht unterbrochen werden)

Findet keine Bedienung in einem Zeitraum von  $y$  Minuten statt, muss das Display ausgeschaltet werden oder die Helligkeit auf Minimum geschaltet werden. Eine Nichtbedienung von  $z$  Minuten führt zur neuerlichen Eingabeaufforderung.

Die Tastensperre bzw. Ruhemodus muss auch manuell aktivierbar sein.

## **9 ANHANG B: USABILITY**

### **9.1 Grundlagen**

#### **9.1.1 Usability nach Jakob Nielsen (1993)**

- Erlernbarkeit: Arbeiten sich neue BenutzerInnen schnell ein?
- Effizienz: Wie produktiv sind eingearbeitete BenutzerInnen?
- Einprägsamkeit: Finden sich BenutzerInnen bei erneuter Verwendung einfach wieder zurecht?
- Fehlertoleranz: Wie niedrig ist die Fehlerrate und auf welche Weise erholt sich das System von Fehlern?
- Zufriedenheit: Sind BenutzerInnen zufrieden?

#### **9.1.2 Usability nach ISO 9241-210**

Gebrauchstauglichkeit: „Das Ausmaß, in dem ein Produkt durch bestimmte BenutzerInnen in einem bestimmten Verwendungskontext genutzt werden kann, um bestimmte Ziele effektiv, effizient, und zufriedenstellend zu erreichen.“

- Effektivität: „Genauigkeit und Vollständigkeit, mit dem/der BenutzerIn ein bestimmtes Ziel erreichen“
- Effizienz: „Im Verhältnis zur Genauigkeit und Vollständigkeit eingesetzter Aufwand, mit dem Benutzer ein bestimmtes Ziel erreichen“
- Zufriedenstellung: „Ausschluss von Beeinträchtigungen und positive Einstellungen gegenüber der Nutzung des Produkts“

#### **9.1.3 User Experience nach ISO 9241-210**

Benutzererlebnis: „Wahrnehmungen und Reaktionen einer Person, die aus der tatsächlichen und/oder der erwarteten Benutzung eines Produkts, eines Systems oder einer Dienstleistung resultieren“

- Emotionen
- Vorstellungen
- Vorlieben

- Verhaltensweisen
- Leistungen
- Physiologische und psychologische Reaktionen

Drei Faktoren:

- System (Markenbild, Darstellung, Funktionalität, Leistung, Unterstützung)
- BenutzerIn (Erfahrungen, Einstellungen, Fähigkeiten, Persönlichkeit)
- Nutzungskontext

Methoden der Usability dienen auch User Experience.

### **9.1.4 User Centered Design nach ISO 9241-210**

„Ansatz zur Entwicklung interaktiver Systeme, der darauf abzielt, Systeme gebrauchstauglich und zweckdienlich zu machen, indem er sich auf die Benutzer, deren Erfordernisse und Anforderungen konzentriert sowie Kenntnisse und Techniken der Arbeitswissenschaft/Ergonomie auf dem Gebiet der Gebrauchstauglichkeit anwendet.“

## **9.2 Richtlinien**

### **9.2.1 Arten von Richtlinien**

- Verpflichtende Gesetze (Rechte und Pflichten von BetreiberInnen)
- Standards von Normungsinstituten (Normen für die Gestaltung von Schnittstellen und Systemen)
- Richtlinien von ExpertInnen (Allgemeine Richtlinien und Leitsätze zur Interface-Gestaltung)
- Plattformspezifische Richtlinien (Spezielle Gestaltungsrichtlinien für bestimmte Plattformen)
- Unternehmensinterne Richtlinien (Konkrete Interface-Vorgaben für alle Produkte)

### **9.2.2 Verpflichtende Gesetze**

- Regeln Rechte und Pflichten von Betreiberinnen
- Arbeitnehmerschutzgesetz
- Domain-, Urheber-, Marken-, und Medienrecht

- Telekommunikationsgesetz
- Datenschutz
- E-Commerce
- Bundes-Behindertengleichstellungsgesetz (Barrierefreiheit)

### 9.2.3 Standards von Normungsinstituten

- Normen für die Gestaltung von Schnittstellen und Systemen
- Empfehlungen von Standardisierungsorganisationen
- W3C-Spezifikationen
- ISO 9241: Softwareergonomische Gestaltung
- ISO 14915: Software-Ergonomie für Multimedia-Benutzungsschnittstellen
- ISO/TR 16982: Ergonomie der Mensch-System-Interaktion

### 9.2.4 Richtlinien von Expertinnen

- Allgemeine Richtlinien und Leitsätze zur Interface-Gestaltung
- Basieren auf Erkenntnissen der menschlichen Wahrnehmung

#### 9.2.4.1 8 Goldene Regeln des Interface Designs nach Ben Shneiderman

##### 1. Konsistenz anstreben

Verwandte Funktionen, wie z.B. Löschen, Weiter oder Zurück, sollten Systemübergreifend immer vorhanden sein, gleich heißen und gleich funktionieren.

##### 2. Abkürzungen (Shortcuts) für erfahrene Benutzer bereitstellen

Erfahrene Nutzer sollten den Interaktionsprozess mit Shortcuts verkürzen können, um schneller arbeiten zu können. Abkürzungen, Funktionstaten, versteckte Befehle und Makro-Fähigkeit können hier ebenso sehr hilfreich sein.

##### 3. Informatives Feedback anbieten

Zu jeder Systemeingabe des Benutzers sollte auch eine Systemrückmeldung erfolgen und den derzeitigen Status verständlich erläutern. Bei häufigen Systemeingaben kann die Rückmeldung eher moderat ausfallen, seltene Eingaben sollten besser erklärt werden.

##### 4. Design von Dialogen zur Verdeutlichung der Abgeschlossenheit

Aktionssequenzen sollten in Gruppen organisiert werden, die einen Anfang, einen Mittelteil und ein Ende aufweisen. Das informative Feedback nach einer abgeschlossenen Aktionssequenz gibt dem Benutzer ein Gefühl des ordnungsgemäßen Abschlusses der Aktion und somit ein Gefühl der Entlastung, welches den Weg frei macht für die nächste folgende Aktion.

#### 5. Einfache Fehlerbehandlung anbieten

Das System sollte nach Möglichkeit so gestaltet sein, dass es dem/der BenutzerIn keine Fehler ermöglicht. Im Falle eines Eingabefehlers, sollte es für den/die BenutzerIn eine einfache Funktion geben den Fehler zu beheben.

#### 6. Möglichkeit zur Stornierung anbieten

Diese Möglichkeit nimmt dem/der BenutzerIn die Angst einen Fehler zu begehen, und bestärkt ihn gleichzeitig in der Erforschung neuer Menüpunkte. Diese „Undos“ können für einzelne Aktionen, für Dateneinträge oder ganze Menügruppen gelten.

#### 7. Benutzerkontrolle

Erfahrene Anwender schätzen es, das Gefühl der Macht über das System zu haben sowie die Gehorsamkeit des Systems auf ihre Eingaben. Das System sollte daher dem Anwender das Gefühl des „Anordnenden“ und nicht das des „Durchführenden“ vermitteln.

#### 8. Kurzzeitgedächtnis entlasten

Die Begrenzung der menschlichen Informationsverarbeitung innerhalb des Kurzzeitgedächtnisses erfordert eine erheblich reduzierte und einfache Anzeige von Bedienelementen. Die gleichzeitige Darstellung mehrerer Seiten oder Fenster sollte vermieden werden. Die Fensterbewegungsfrequenz sollte verringert werden, und die Zeit, die zum Erlernen von Aktionssequenzen benötigt wird, sollte ausreichend zu Verfügung gestellt werden.

### 9.2.4.2 Usability Slogans nach Jakob Nielsen

#### 1. Ihre beste Schätzung ist nicht gut genug

Tests mit Benutzerinnen sind unbedingt notwendig.

#### 2. BenutzerInnen hat immer Recht

Wenn Fehler immer wieder an derselben Stelle gemacht werden, ist nicht die Unfähigkeit der BenutzerInnen der Grund, sondern, weil das System an dieser Stelle nicht ausreichend an die BenutzerInnen angepasst ist.

#### 3. BenutzerInnen sind nicht immer richtig

Nicht ohne Überlegungen sollen alle Wünsche der BenutzerInnen verwirklicht werden.

4. BenutzerInnen sind keine DesignerInnen

Sehr viele Einstellmöglichkeiten sind nicht unbedingt ein Vorteil, sondern können die BenutzerInnen auch verwirren.

5. DesignerInnen sind keine BenutzerInnen

DesignerInnen verfügen über ein viel größeres Background-Wissen und für BenutzerInnen ist nicht alles so leicht erlernbar wie für DesignerInnen.

6. EntscheidungsträgerInnen sind keine BenutzerInnen

EntscheidungsträgerInnen verfügen über ein Wissen, das BenutzerInnen nicht haben; sie aber dennoch nicht einfach in ein Interface eingreifen können.

7. Weniger ist mehr

Zu viele Funktionen überfordern BenutzerInnen.

8. Feinheiten sind wichtig

Die Problematik besteht oft in kleinen Details.

9. Hilfe nicht

Hilfefunktionen und Dokumentationen helfen oft nicht wirklich. Darüber hinaus wird ein System sogar als schlecht empfunden, wenn es nicht selbsterklärend ist.

10. Usability Engineering ist Prozess

Usability muss von Anfang an in ein System integriert werden, also schon in den Entwicklungsprozess.

#### 9.2.4.3 Gesetze zur Usability nach Steve Krug

1. Zwing mich nicht zum Nachdenken! (Don't make me think!)
2. Es ist egal, wie oft ich klicken muss, solange jeder Klick eine gedankenlose, unzweideutige Auswahl ist.
3. Entfernen Sie die Hälfte aller Wörter auf jeder Seite, und vom Rest noch einmal die Hälfte.

Diese Gesetze werden von folgenden Feststellungen ergänzt:

- Wir lesen keine Seiten, wir überfliegen sie.
- Wir treffen keine optimale Auswahl.
- Wir befassen uns nicht damit, wie etwas funktioniert, sondern wursteln uns durch.

## 9.2.5 Plattformspezifische Richtlinien

Spezielle Gestaltungsrichtlinien für bestimmte Plattformen, insbesondere für Desktop- und Mobile-Anwendungen

- Microsoft Windows: <https://developer.microsoft.com/de-de/windows/apps/design>
- Apple macOS:  
<https://developer.apple.com/library/content/documentation/UserExperience/Conceptual/OSXHIGuidelines/>
- Apple iOS: <https://developer.apple.com/ios/human-interface-guidelines/overview/design-principles/>
- Google Android:  
[https://developer.android.com/guide/practices/ui\\_guidelines/index.html](https://developer.android.com/guide/practices/ui_guidelines/index.html)
- Java Swing: <https://docs.oracle.com/javase/tutorial/uiswing/index.html>

## 9.2.6 Unternehmensinterne Richtlinien

- Konkrete Interface-Vorgaben für alle Produkte
- Beachten im Idealfall Standards und Plattform-Guidelines
- Reduzieren Entwicklungskosten
- Ermöglichen Konzentration auf das Wesentliche
- Förderlich für Konsistenz und Ästhetik
- Wiedererkennungswert (Corporate Identity)

Probleme:

- Aufwand für die Erstellung der Guidelines
- Oft keine Anpassungen bei technischen Neuerungen
- Weniger Flexibilität, EntwicklerInnen fühlen sich eingeschränkt

## 9.2.7 Gestaltprinzipien nach Max Wertheimer

Wertheimer formulierte 1923 sechs wesentliche Faktoren für die Zusammenhangsbildung in der Wahrnehmung. Diese Gestaltfaktoren werden seither oft als Gestaltgesetze bezeichnet.

1. Gesetz der Nähe

Elemente mit geringen Abständen zueinander werden als zusammengehörig wahrgenommen.

2. Gesetz der Ähnlichkeit

Einander ähnliche Elemente werden eher als zusammengehörig erlebt als einander unähnliche.

3. Gesetz der guten Gestalt (oder Einfachheit bzw. Prägnanz)

Es werden bevorzugt Gestalten wahrgenommen, die in einer einprägsamen (Prägnanztendenz) und einfachen Struktur (= „Gute Gestalt“) resultieren.

4. Gesetz der guten Fortsetzung (oder der durchgehenden Linie)

Linien werden immer so gesehen, als folgten sie dem einfachsten Weg. Kreuzen sich zwei Linien, so gehen wir nicht davon aus, dass der Verlauf der Linien an dieser Stelle einen Knick macht, sondern wir sehen zwei gerade durchgehende Linien.

5. Gesetz der Geschlossenheit

Es werden bevorzugt Strukturen wahrgenommen, die eher geschlossen als offen wirken.

6. Gesetz des gemeinsamen Schicksals

Zwei oder mehrere sich gleichzeitig in eine Richtung bewegende Elemente werden als eine Einheit oder Gestalt wahrgenommen.

Zusätzlich zu diesen von Wertheimer formulierten Gesetzen fand Stephen Palmer in den 1990er Jahren drei weitere Gestaltgesetze:

1. Gesetz der gemeinsamen Region

Elemente in abgegrenzten Gebieten werden als zusammengehörig empfunden.

2. Gesetz der Gleichzeitigkeit

Elemente, die sich gleichzeitig verändern, werden als zusammengehörig empfunden.

3. Gesetz der verbundenen Elemente

Verbundene Elemente werden als ein Objekt empfunden.

Bislang wurden über 100 Gestaltprinzipien formuliert, die sich teilweise überschneiden

### **9.3 Die 10 Usability-Heuristiken nach Jakob Nielsen**

1. Sichtbarkeit des Systemzustandes

Ein System sollte den Benutzer jederzeit angemessen darüber informieren, was passiert.



## 2. Übereinstimmung zwischen System und der Wirklichkeit

Ein System sollte die Sprache des Benutzers sprechen, in einer Form, mit der der Benutzer vertraut ist, und nicht mit systemorientierten Begriffen. Informationen sollten in natürlicher und logischer Reihenfolge dargestellt werden.

## 3. Benutzerkontrolle und Zufriedenheit

Benutzer wählen Systemfunktionen oft versehentlich und benötigen somit einen klar gekennzeichneten „Notausgang“, um den ungewünschten Zustand ohne langen Dialog verlassen zu können. Die Funktionen „Rückgängig“ und „Wiederholen“ sollten unterstützt werden.

## 4. Konsistenz und Standards

Benutzer sollten sich nicht fragen müssen, ob verschiedene Wörter, Situationen oder Aktionen dasselbe meinen. Plattformkonventionen sollten befolgt werden.

## 5. Fehlervorbeugung

Ein sorgfältiges Design, das das Auftreten von Problemen verhindert, ist noch besser als gute Fehlermeldungen.

## 6. Erkennen anstatt Erinnern

Objekte, Aktionen und Optionen sollten sichtbar sein. Der Benutzer sollte sich Informationen nicht von einem Abschnitt des Dialogs bis zu einem anderen merken müssen. Instruktionen für den Systemgebrauch sollten leicht auffindbar sein.

## 7. Flexibilität und Effizienz

Akzeleratoren („Programmzeitverkürzer“) können – von Laien unbemerkt – die Interaktion für Experten so beschleunigen, so dass ein System sowohl von Anfängern als auch erfahrenen Benutzern bedient werden kann. Benutzern sollte ermöglicht werden, häufige Aktionen auf sie zuzuschneiden.

## 8. Ästhetisches und minimalistisches Design

Dialoge sollten keine Informationen beinhalten, die irrelevant sind oder selten benötigt werden. Jede zusätzliche Informationseinheit in einem Dialog konkurriert mit den relevanten Informationen.

## 9. Benutzern sollte geholfen werden, Fehler zu erkennen, zu diagnostizieren, und sich von diesen wieder zu „erholen“

Fehlermeldungen sollten in einfacher Sprache formuliert sein, das Problem exakt beschreiben und eine konstruktive Lösung vorschlagen.

#### 10. Hilfe und Dokumentation

Obwohl es besser ist, wenn ein System ohne Dokumentation verwendet werden kann, mag es notwendig sein, Hilfe und Dokumentation bereitzustellen. Diese Informationen sollten leicht zu durchsuchen und auf die Aufgabe des Benutzers fokussiert sein; zudem sollten sie konkrete Schritte, die vorgenommen werden müssen, aufzählen und dabei nicht zu umfangreich sein.

### 9.4 Dos and Don'ts

- Checkboxes:
  - keine Verneinungen oder unklaren Bedeutungen
  - unabhängige An/Aus-Einstellungen
- Tabs: dienen nur der Navigation (nicht zur Auswahl)
- Eingabefelder:
  - nur für tatsächliche editierbare Eigenschaften
  - nur für unstrukturierte Daten ohne Beschränkung
- Standardwerte: sinnvolle Default-Werte wenn möglich (sonst leer lassen)
- Navigation:
  - aktuelle Seite anzeigen und hervorheben
  - Seitentitel entspricht dem Link
- Sprache:
  - dieselbe Schreibweise für denselben Begriff
  - keine Synonyme (zB Suche/Finden)
  - saubere Sprache

### 9.5 Usability-Methoden

#### 9.5.1 Expertenmethoden (ohne ProbandInnen)

- Anforderungsanalyse

- Task Analysis
- Use Cases
- Cognitive Walkthrough
- Heuristische Evaluation
  - Auswahl geeigneter Richtlinien
  - Systematische Inspektion der Benutzer-Oberfläche durch ExpertInnen
  - Resultate zusammenführen, Verbesserungsvorschläge
- Personas
  - Fiktive Personen detailliert vorgestellt als potentielle AnwenderInnen
  - Emotionale Bezugsgruppe, Herstellung von Empathie („könnte Stefan damit umgehen?“, usw.)
  - Kategorien: Primäre Personas (Schnittstelle optimiert für deren Bedürfnisse), sekundäre Personas (Schnittstelle kann deren Bedürfnisse berücksichtigen) und Non-Persona (Bedürfnisse werden ignoriert, Nicht-Zielgruppe)
- Richtlinien

## 9.5.2 Probandenmethoden

- Fokusgruppen
- Umfragen
- Interviews
- Szenarien
- Card Sorting
  - Menüstruktur und -aufbau sowie Wording durch BenutzerInnen
    - Schlagworte, Elemente, Aufgaben auf je eine Karte schreiben
    - BenutzerInnen strukturieren und gruppieren (Kategorien vorgegeben oder von den BenutzerInnen bestimmt)
    - BenutzerInnen zuhören und Fragen stellen
- Prototyping

- Sketching (grobes Skizzieren von Ideen)
- Wireframe (statische Visualisierung von Struktur, Inhalt und Controls)
- Prototyp (funktionierendes und vereinfachtes Modell eines Systems; Testen des Systemverhaltens)
- Mockup (Attrappe einer Schnittstelle, die Echtdateen simuliert, um Anforderungen erfahrbar zu machen)
- Vertikales Prototyping (ausgewählte Funktionen detailliert abgebildet) / Horizontales Prototyping (alle Funktionen oberflächlich vorhanden)
- Usability Testing

## 9.6 User Experience Metriken

- Leistung (erfolgreiche Anwendung, Dauer der Anwendung, Effizienz)
- Probleme, basierend auf beobachtetem Verhalten von Testpersonen und Interpretation
- Selbstbewertung (ProbandInnen direkt fragen ihre Wahrnehmung fragen / Likert-Skala)
- Verhalten / Biofeedback (Lachen, Lächeln, Seufzen, Grummeln, Stress, Aufregung, Freude, Frustration, usw. / Eye-tracking)

### 9.6.1 Messung von Usability

1. Definition relevanter, eindeutig messbarer Metriken
2. Erhebung der aktuellen Zahlen
3. Anwendung der Usability-Methoden
4. Erstellung und Evaluation des neuen Designs, Veröffentlichung
5. Erneute Erhebung und Gegenüberstellung (sobald sinnvoll)

## 10 ANHANG C: DESIGN-PRINZIPIEN

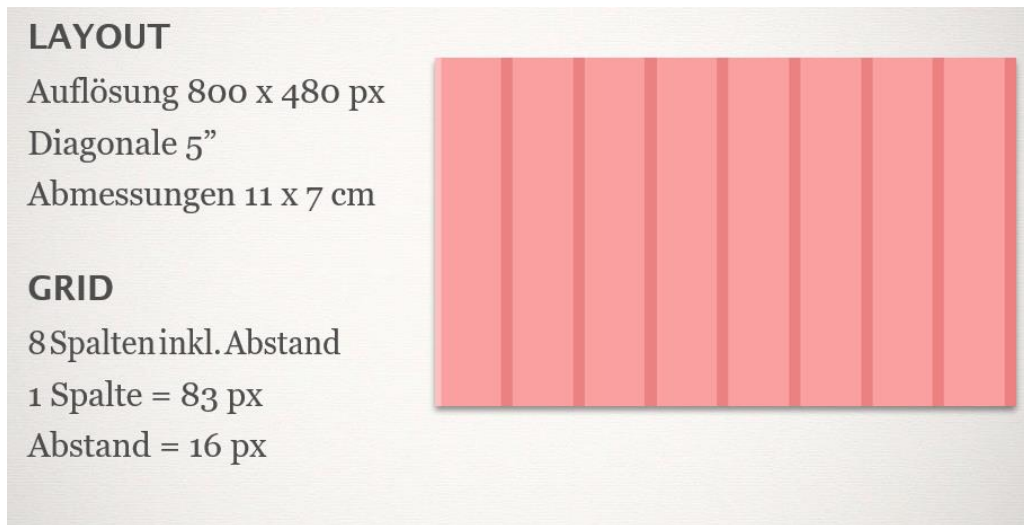


Abbildung 22: Layout und Grid



Abbildung 23: Vertikales Grid

## STANDARDS

zB MIL-1472G

TABLE VII. Keyboards.

	Dimensions (Square)			Resistance		
	Bare hand	Arctic mittens <sup>1/</sup>	<sup>2/</sup>	Numeric	Alphanumeric	Dual function
<b>Minimum</b>	10 mm (0.4 in)	19 mm (0.75 in)	15 mm (0.6 in)	1.0 N (3.5 oz)	0.25 N (0.9 oz)	0.25 N (0.9 oz)
<b>Preferred</b>	13 mm (0.5 in)	19 mm (0.75 in)	18 mm (0.7 in)	--	0.5 – 0.6 N (1.8 – 2.2 oz)	--
<b>Maximum</b>	19 mm (0.75 in)	--	--	4.0 N (14.0 oz)	1.5 N (5.3 oz)	1.5 N (5.3 oz)
Displacement <sup>3/</sup>				Separation (between adjacent key tops)		
	Numeric	Alphanumeric	Dual function			
<b>Minimum</b>	3.8 mm (0.03 in)	1.3 mm (0.05 in)	0.8 mm (0.03 in)	6.4 mm (0.25 in)		
<b>Preferred</b>	--	--	--	6.4 mm (0.25 in)		
<b>Maximum</b>	4.8 mm (0.19 in)	6.3 mm (0.25 in)	4.8 mm (0.19 in)	--		
Vehicle Applications						
	Dimensions		Resistance	Separation		
	Bare hand	Gloved hand	Numeric Input			
<b>Minimum</b>	10 mm (0.4 in)	19 mm (0.75 in)	2.8 N (9.9 oz)	--		
<b>Preferred</b>	--	--	--	13 mm (0.5 in)		
<b>Maximum</b>	25 mm (1.0 in)	25 mm (1.0 in)	6.7 N (22.7 oz)	--		

NOTES:  
<sup>1/</sup> Trigger finger type; other parameters are unchanged from those of bare-handed operation.  
<sup>2/</sup> Standard cotton flame resistant anti-flash gloves (i.e., Navy flash gloves (as defined in MIL-G-2874E)).  
<sup>3/</sup> For membrane keys, preferred displacement is 0.7 mm (0.03 in) and resistance shall be not less than 2.0 N (7.2 oz). Membrane keys shall also incorporate positive tactile feedback (e.g., "snap" action).

Abbildung 24: Beispiel: MIL Standard bezüglich Tastatur

## SCHRIFTART

Lesbar, sans-serif

ÖBB-Font: Frutiger

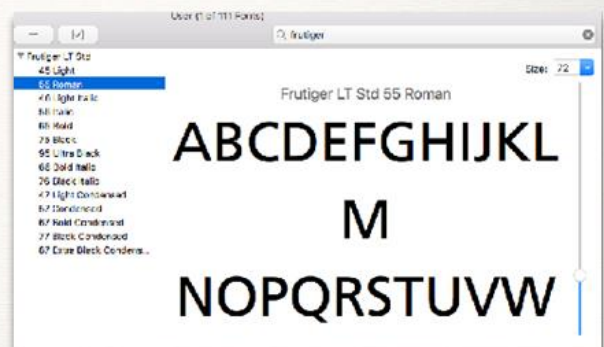


Abbildung 25: Beispiel von der ÖBB-Website



Abbildung 26: Schriftgrößen

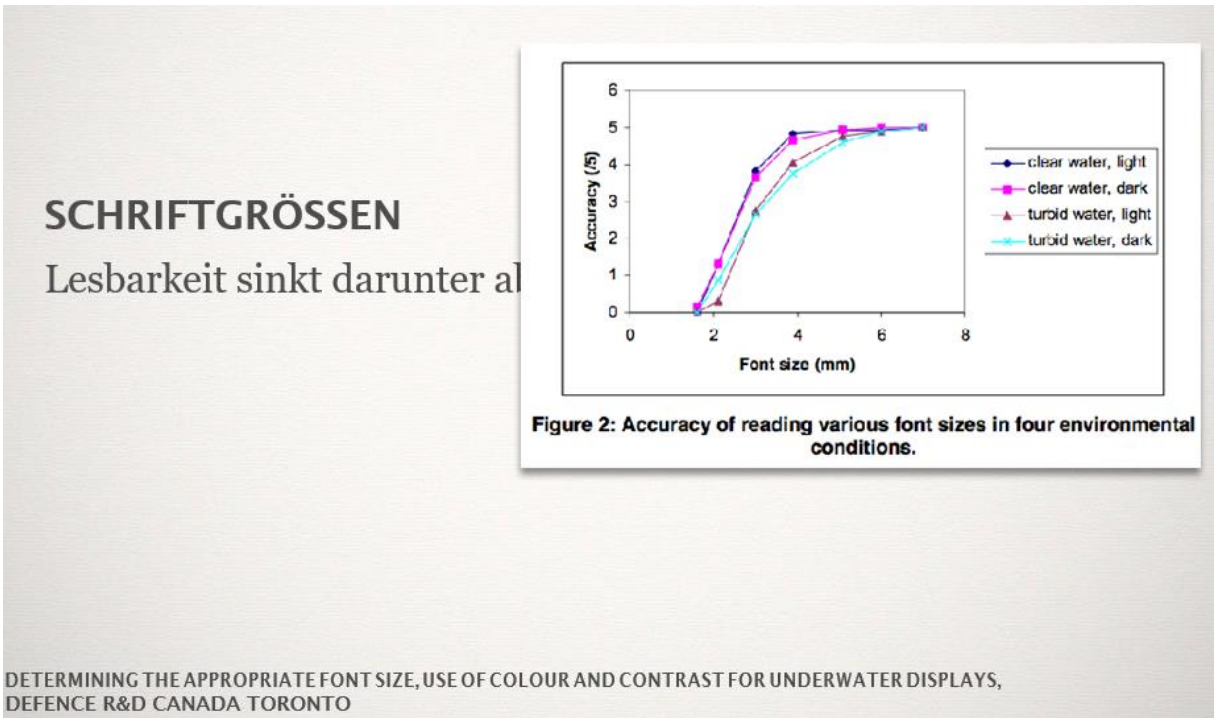


Abbildung 27: Schriftgrößen und Lesbarkeit

11 ANHANG D: STORIES

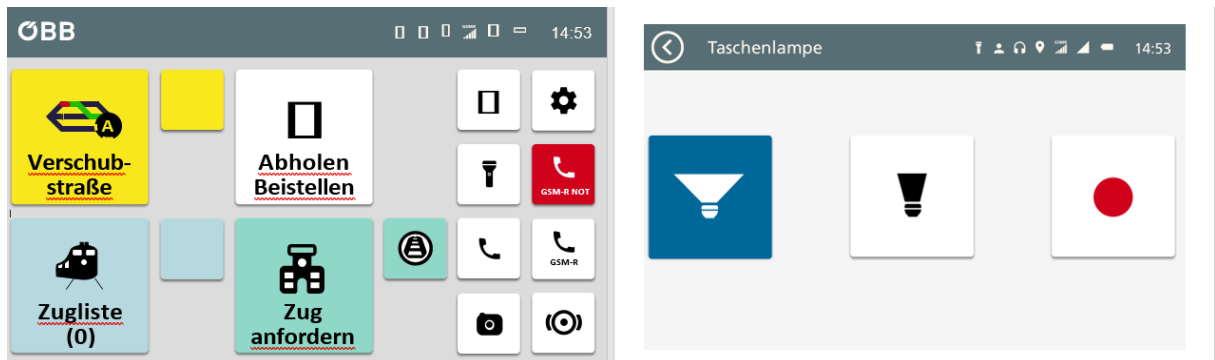


Abbildung 28: Story01 Taschenlampe

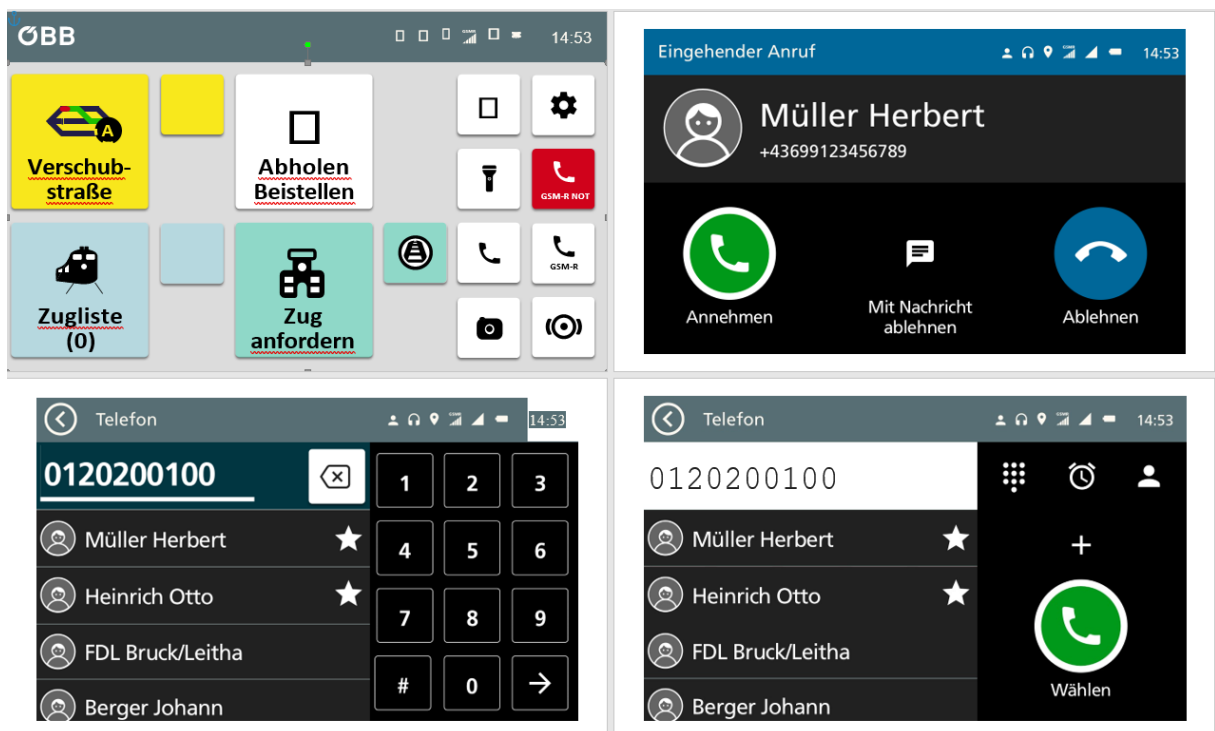
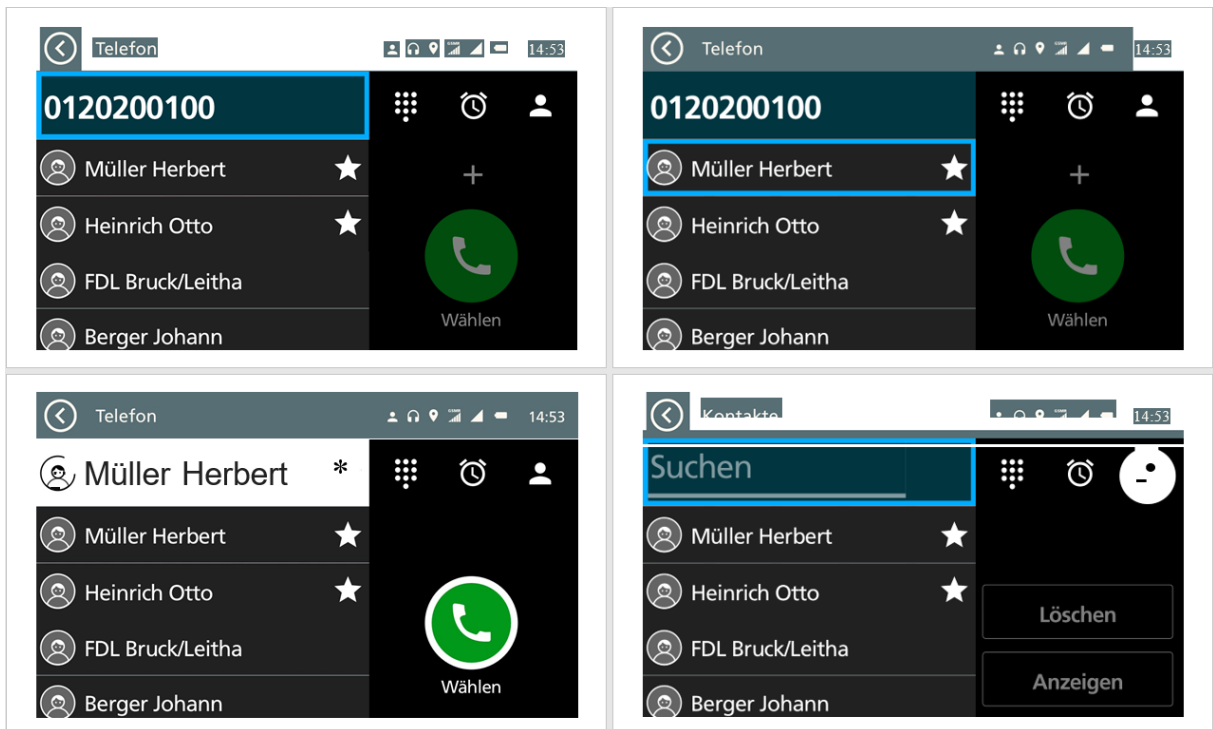
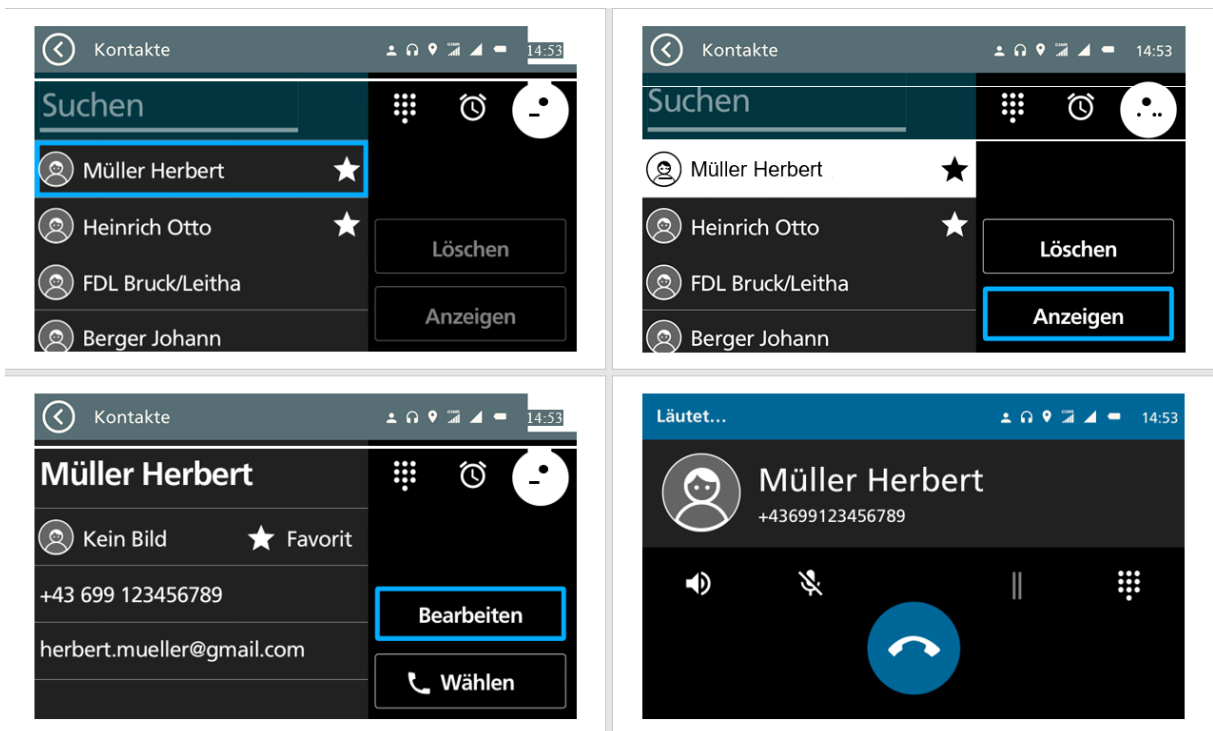


Abbildung 29: Story02 Telefon Anruf (1/4)





**Abbildung 30: Story02 Telefon Anruf (2/4)**



**Abbildung 31: Story02 Telefon Anruf (3/4)**

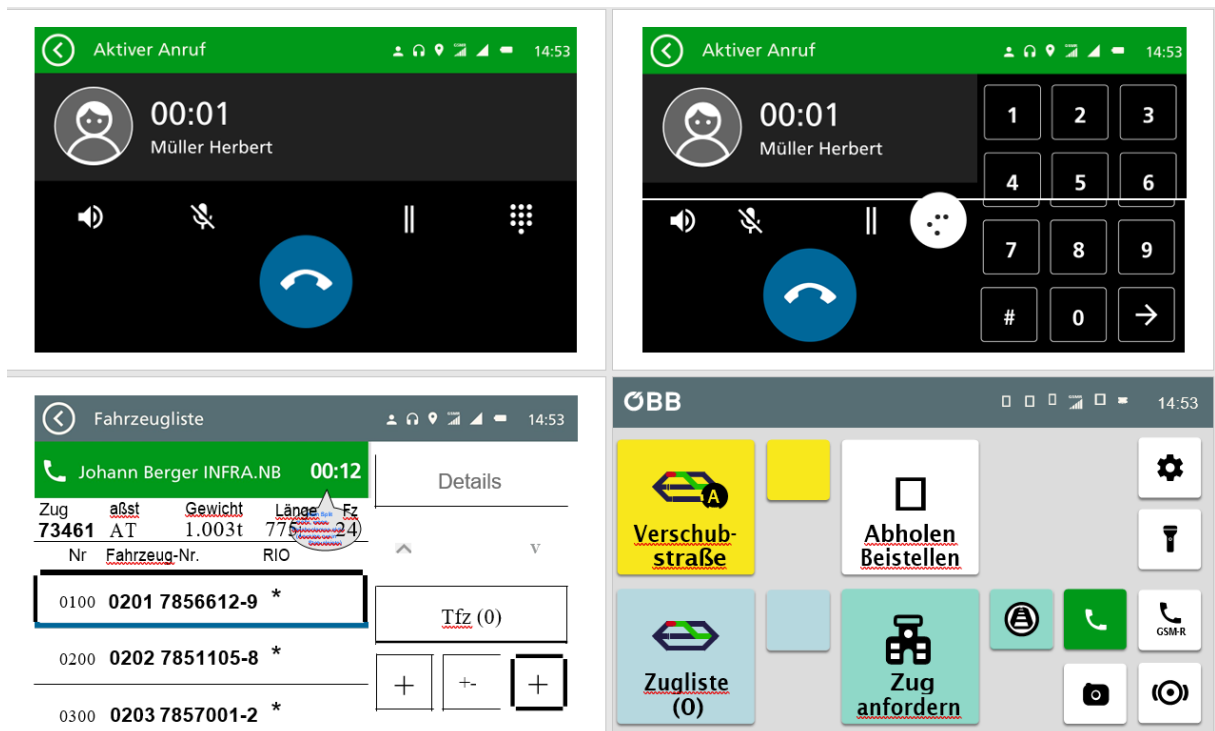


Abbildung 32: Story02 Telefon Anruf (4/4)

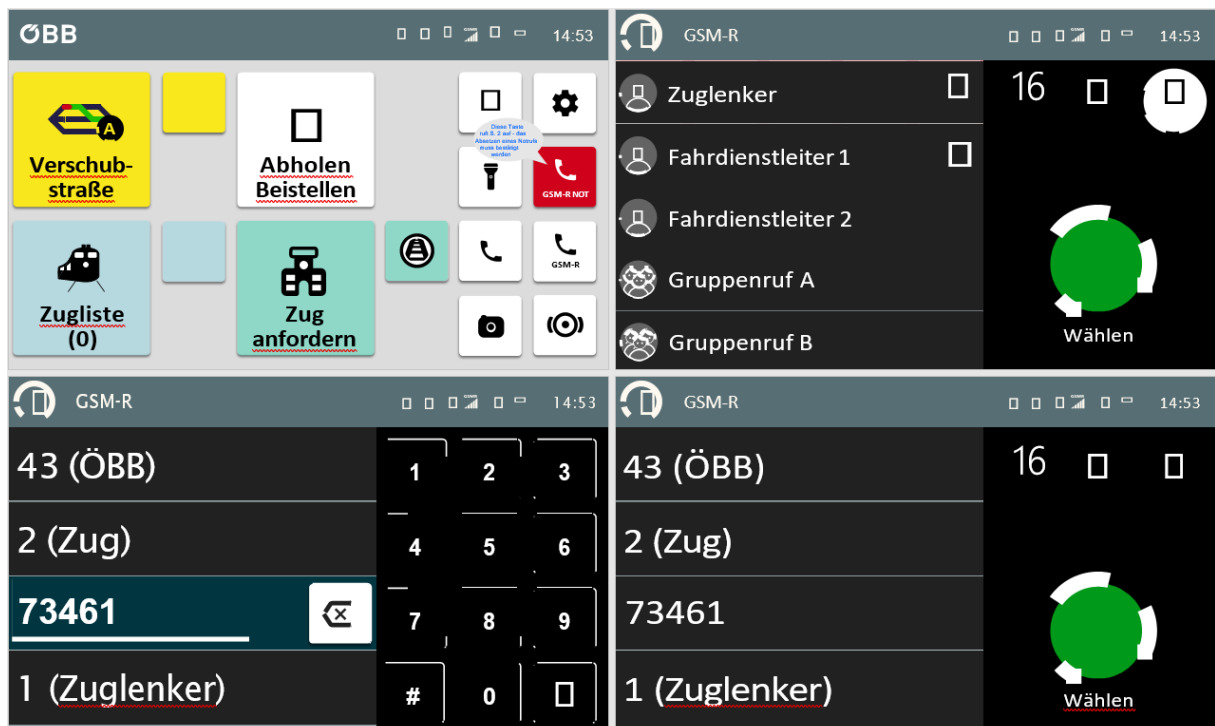


Abbildung 33: Story03 Telefon GSM-R (1/2)

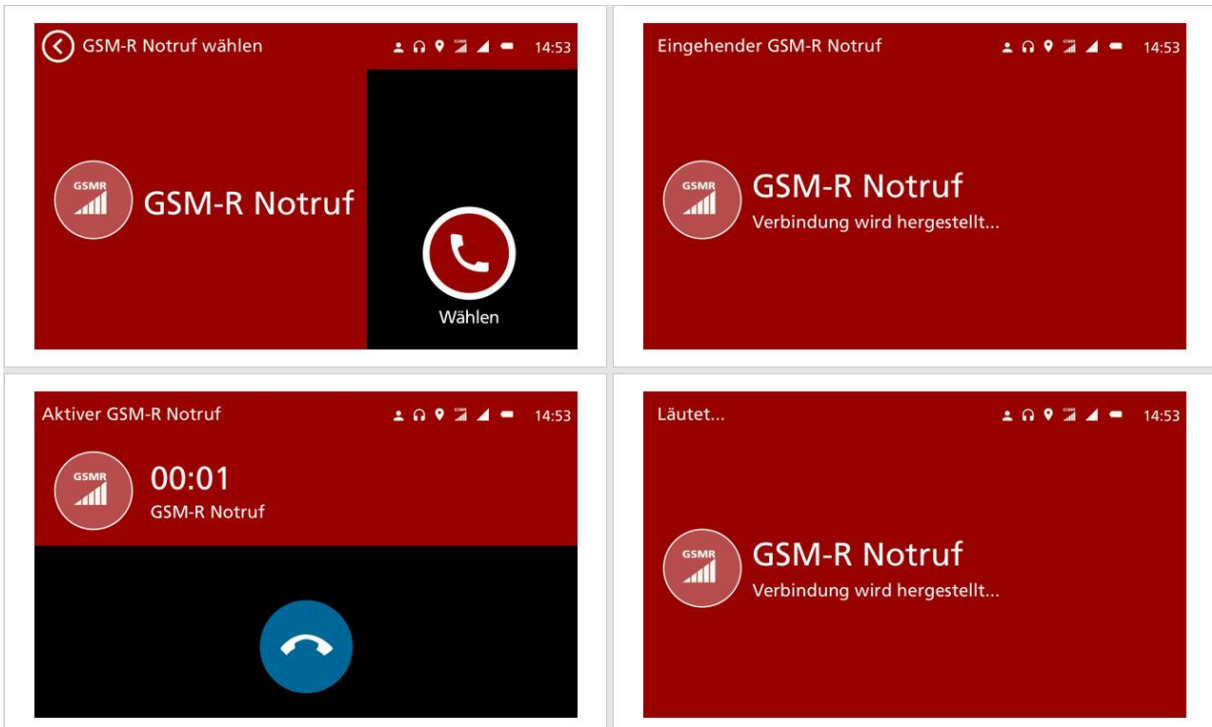


Abbildung 34: Story03 Telefon GSM-R (2/2)

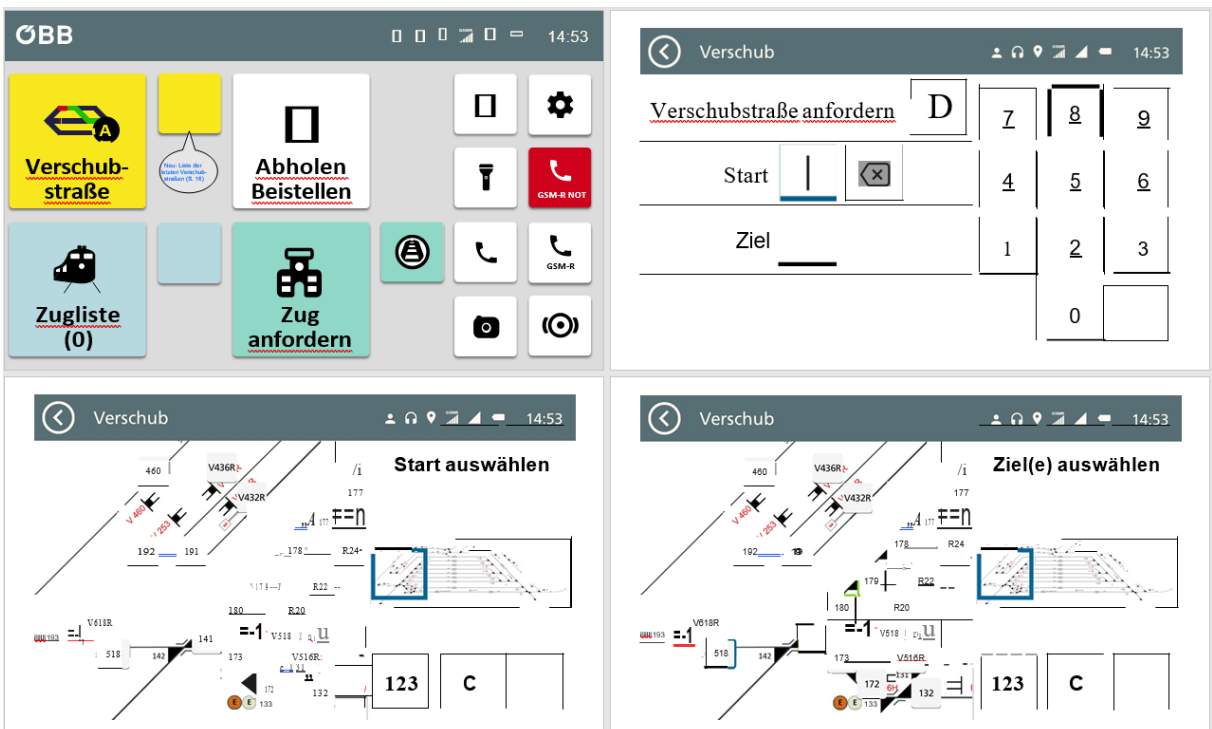


Abbildung 35: Story04 Verschubstraße (1/4)



**Abbildung 36: Story04 Vershubstraße (2/4)**



**Abbildung 37: Story04 Vershubstraße (3/4)**

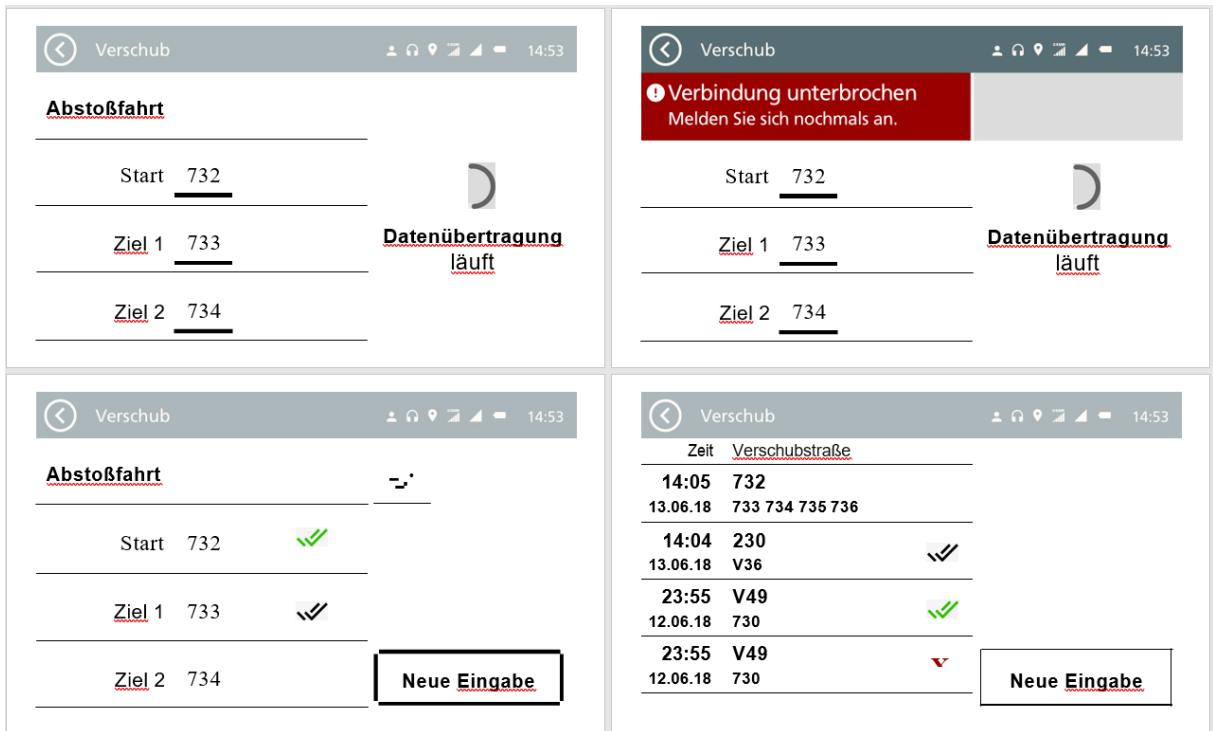


Abbildung 38: Story04 Verschubstraße (4/4)

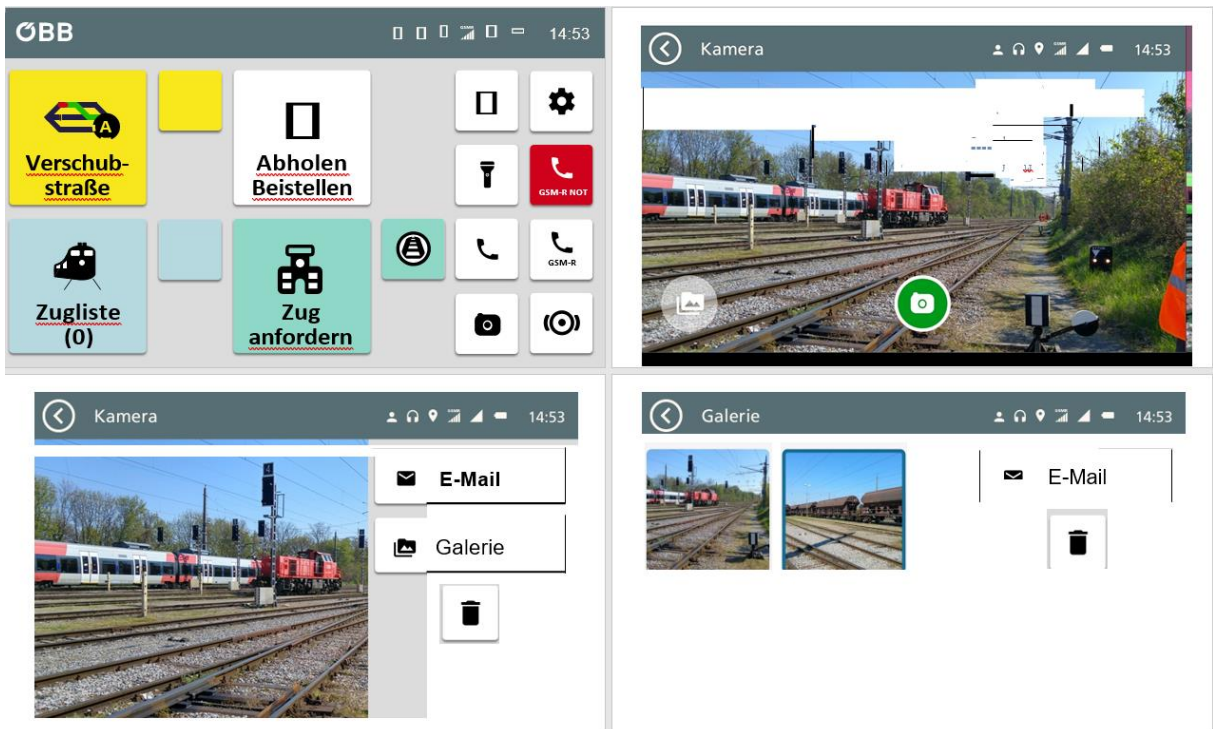


Abbildung 39: Story05 Kamera

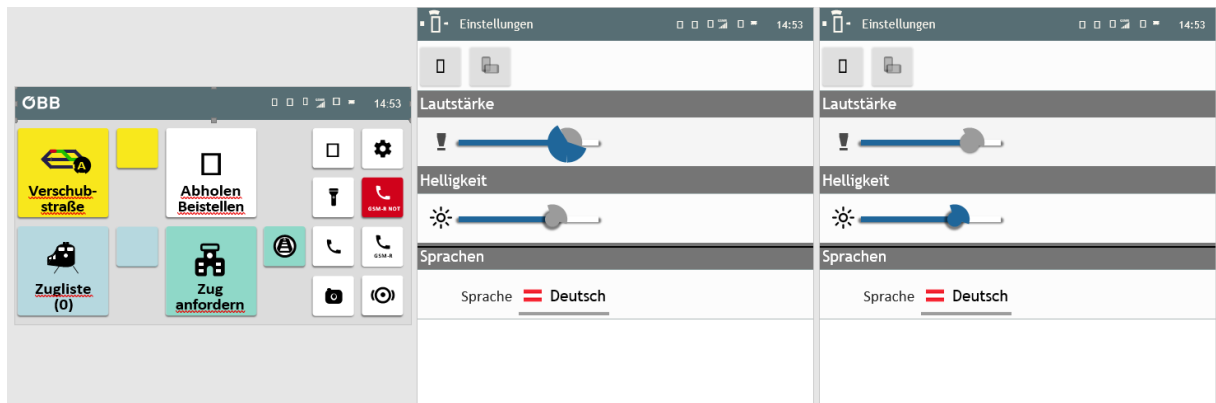


Abbildung 40: Story06 Settings (1/3)

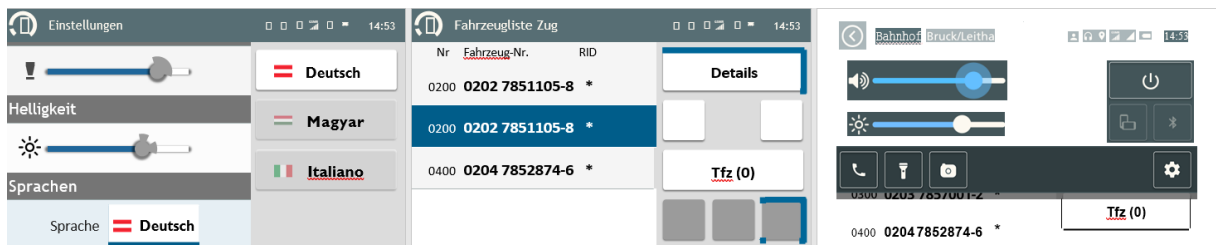


Abbildung 41: Story06 Settings (2/3)



Abbildung 42: Story06 Settings (3/3)

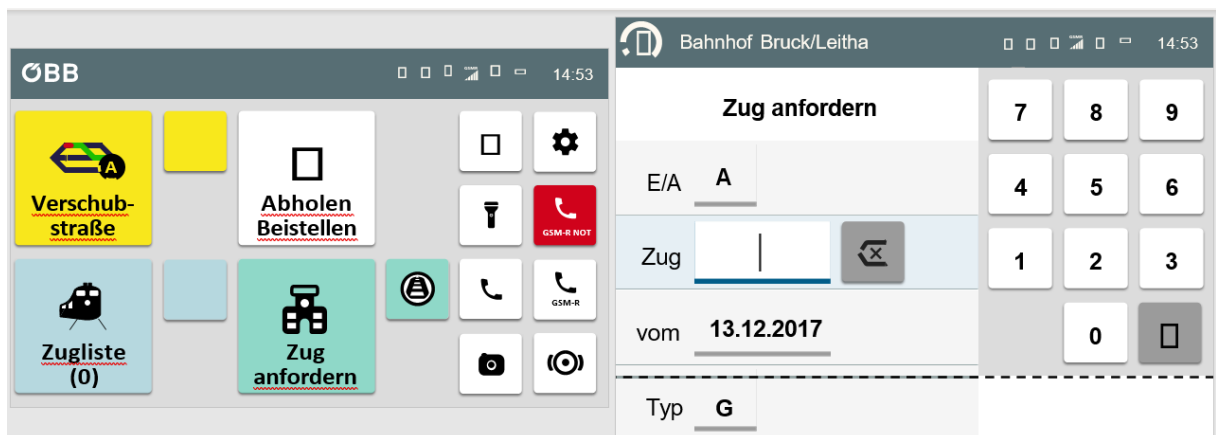


Abbildung 43: Story07 Bhf Zug anfordern (1/4)

The image shows four screenshots from the Story07 application. The top-left and top-right screenshots are titled 'Fahrzeugliste Zug' and show a table of vehicles. The bottom-left screenshot is also titled 'Fahrzeugliste Zug' but shows a different view with a 'Details' button. The bottom-right screenshot is titled 'Triebfahrzeuge' and shows a message 'Kein Triebfahrzeug erfasst.' and a 'Bremsberechnung' button.

Abbildung 44: Story07 Bhf Zug anfordern (2/4)

The image shows four screenshots from the Story07 application. The top-left and top-right screenshots are titled 'Neues Triebfahrzeug' and show a numeric keypad for entering vehicle numbers. The bottom-left screenshot is also titled 'Neues Triebfahrzeug' but shows a different view with a 'Tfz anlegen' button. The bottom-right screenshot is titled 'Triebfahrzeuge' and shows the entered vehicle number '9181 1016 001 6' and a 'Bremsberechnung' button.

Abbildung 45: Story07 Bhf Zug anfordern (3/4)

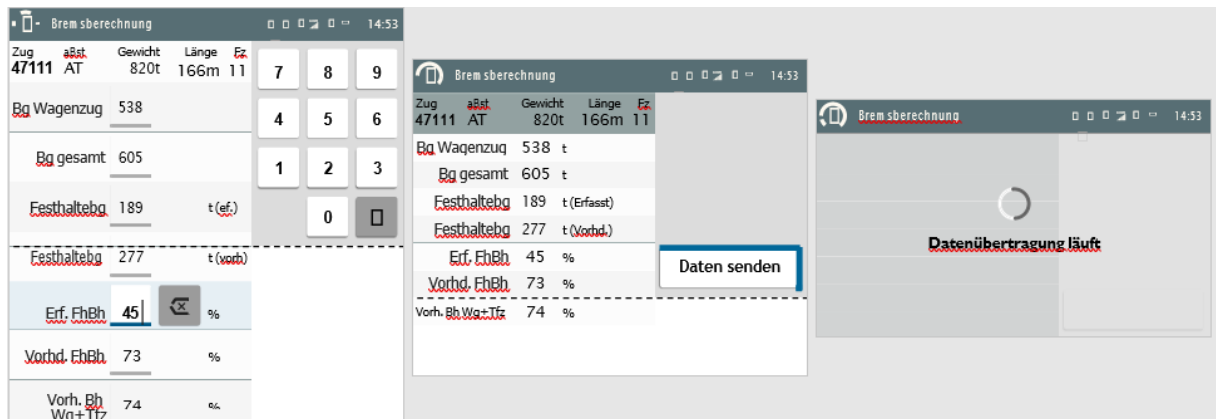


Abbildung 46: Story07 Bhf Zug anfordern (4/4)

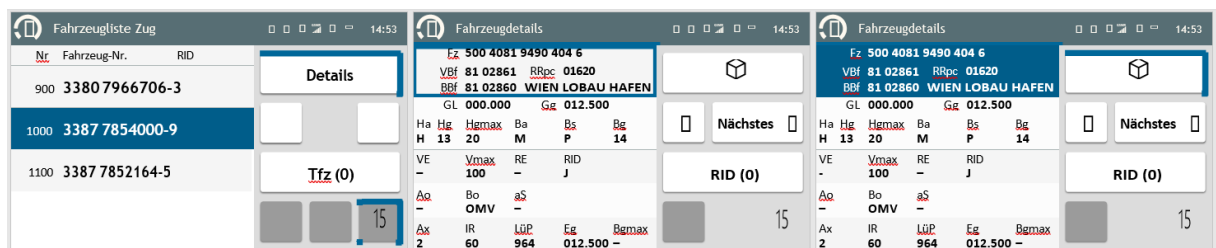


Abbildung 47: Story08 Bhf Fahrzeug Details (1/3)

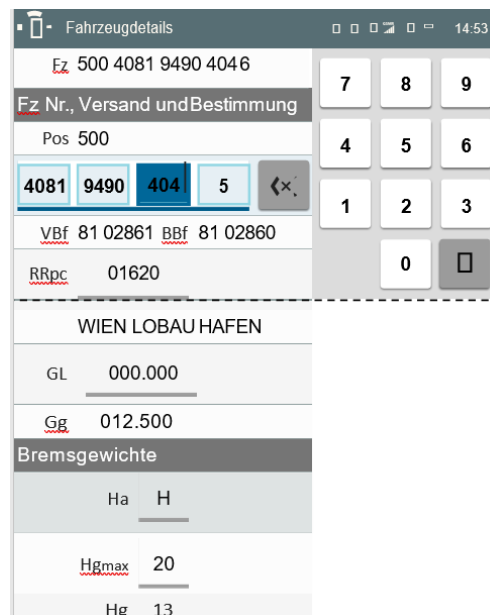


Abbildung 48: Story08 Bhf Fahrzeug Details (2/3)



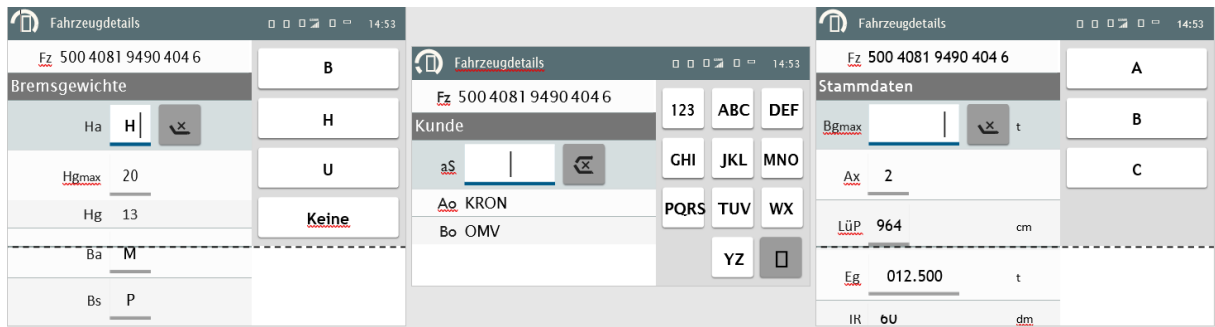


Abbildung 49: Story08 Bhf Fahrzeug Details (3/3)

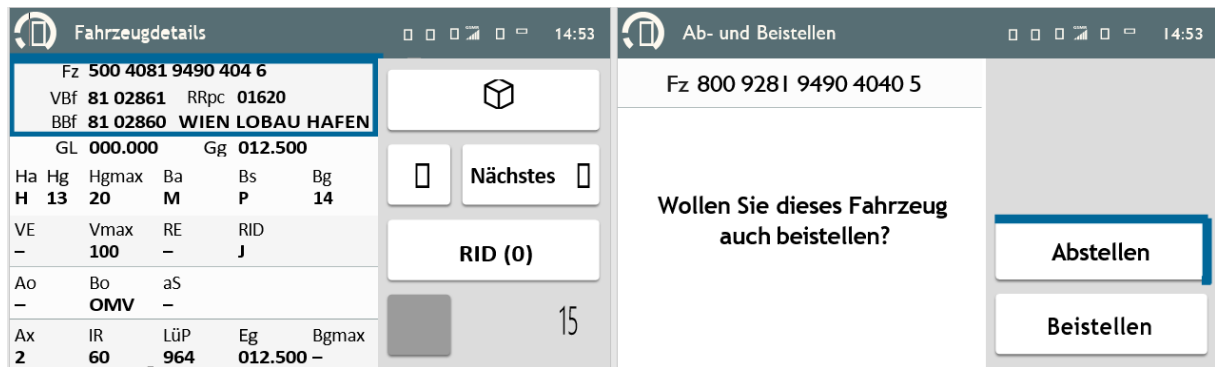


Abbildung 50: Story09 Bhf Fahrzeug liste abstellen

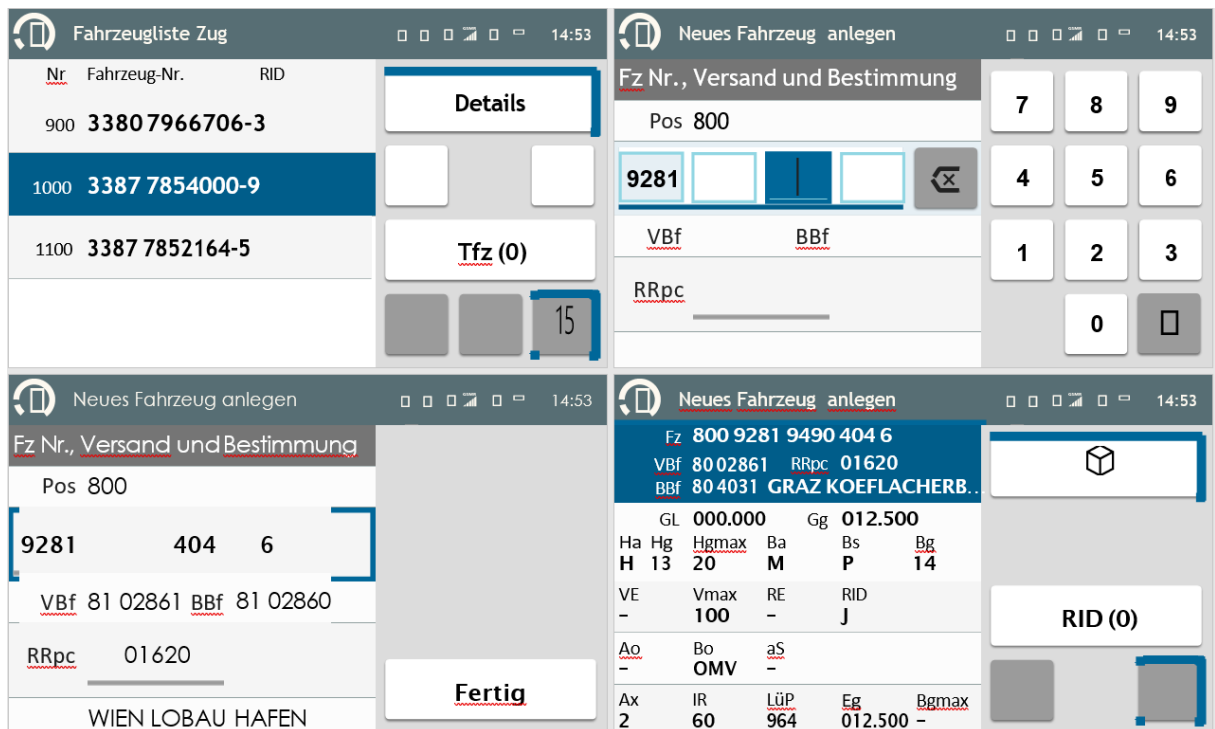


Abbildung 51: Story10 Bhf neues Fahrzeug RID (1/2)

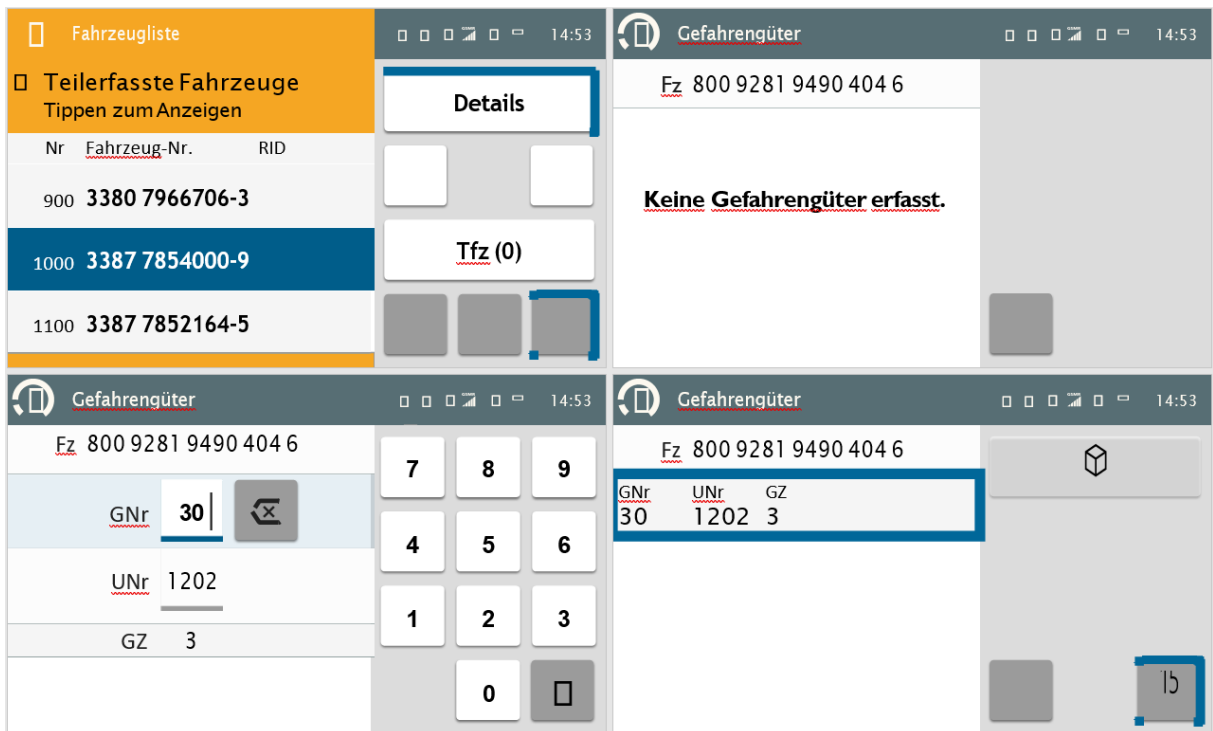


Abbildung 52: Story10 Bhf neues Fahrzeug RID (2/2)



Abbildung 53: Story11 Bhf Gleis abholen (1/2)

**Abholen** 14:53

Abholen von: 123 ABC DEF

Zug: \_\_\_\_\_

Gleis: 12G

WN-Kunde: \_\_\_\_\_

Kunde: **OMV** 18

Nr	Fahrzeug-Nr.	RID
100	2181 4361126-5	
200	2181 4768005-2 *	
300	2181 7857001-2 *	

**Abholen**

**Abholen** 14:53

**Abholen von OMV**

Fz 2181 4361126-5

Fz 2181 4768005-2

Zielgleis: 12G

Datum: 13.12.2017

Zeit: 14:05

Abbildung 54: Story11 Bf Gleis abholen (2/2)

**Fahrzeugliste Gleis** 14:53

Gleis	Fz	Gewicht	Länge
12G	11	732t	147m

**Details**

Nr	Fahrzeug-Nr.	RID
100	3185 4777453-5	14m 72t
200	3156 4768063-8	
300	3185 4777127-5 *	

**Fahrzeugliste Gleis** 14:53

**Standort ändern**

Fz 3185 4777453-5

Von Gleis: 12G

auf Gleis: \_\_\_\_\_

**Standort ändern**

Fz 3185 4777453-5

Von Gleis: 12G

auf Gleis: 10A

**Standort ändern**

**Beistellen**

**Bremsberechnung**

Abbildung 55: Story12 Bf Gleis Standort

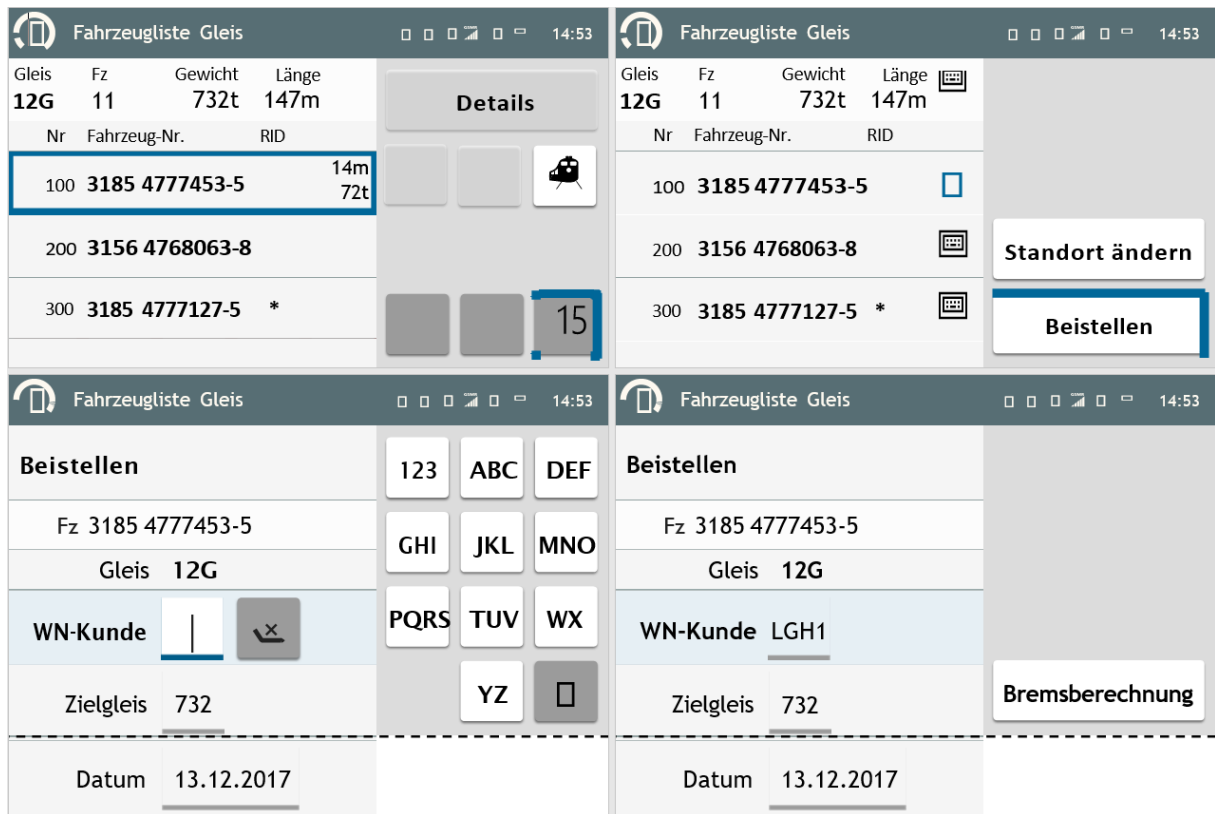


Abbildung 56: Story13 Bhf Gleis beistellen (1/2)

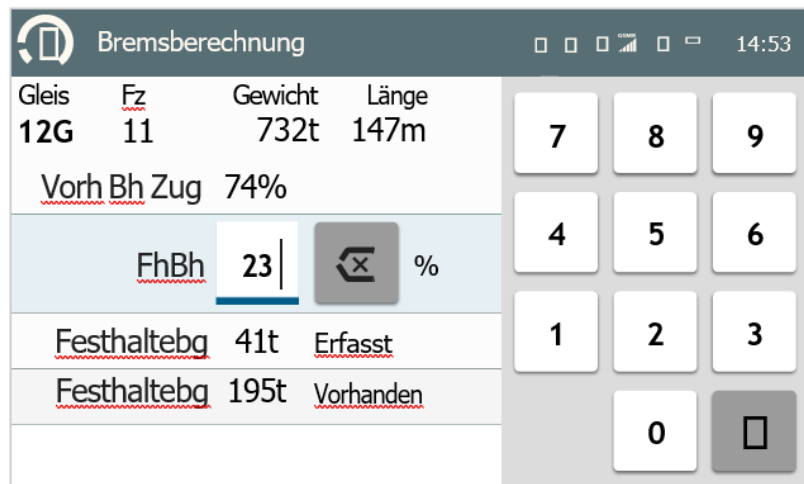


Abbildung 57: Story13 Bhf Gleis beistellen (2/2)

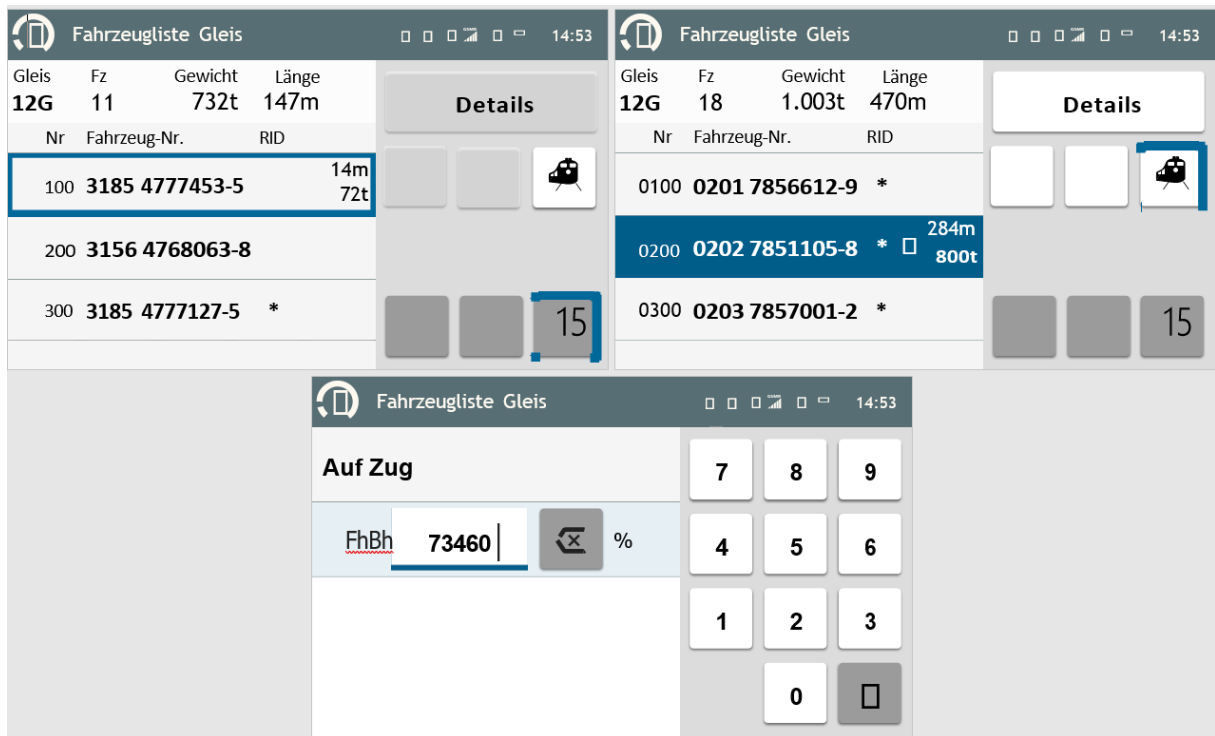


Abbildung 58: Story14 Bhf Gleis Aufzug

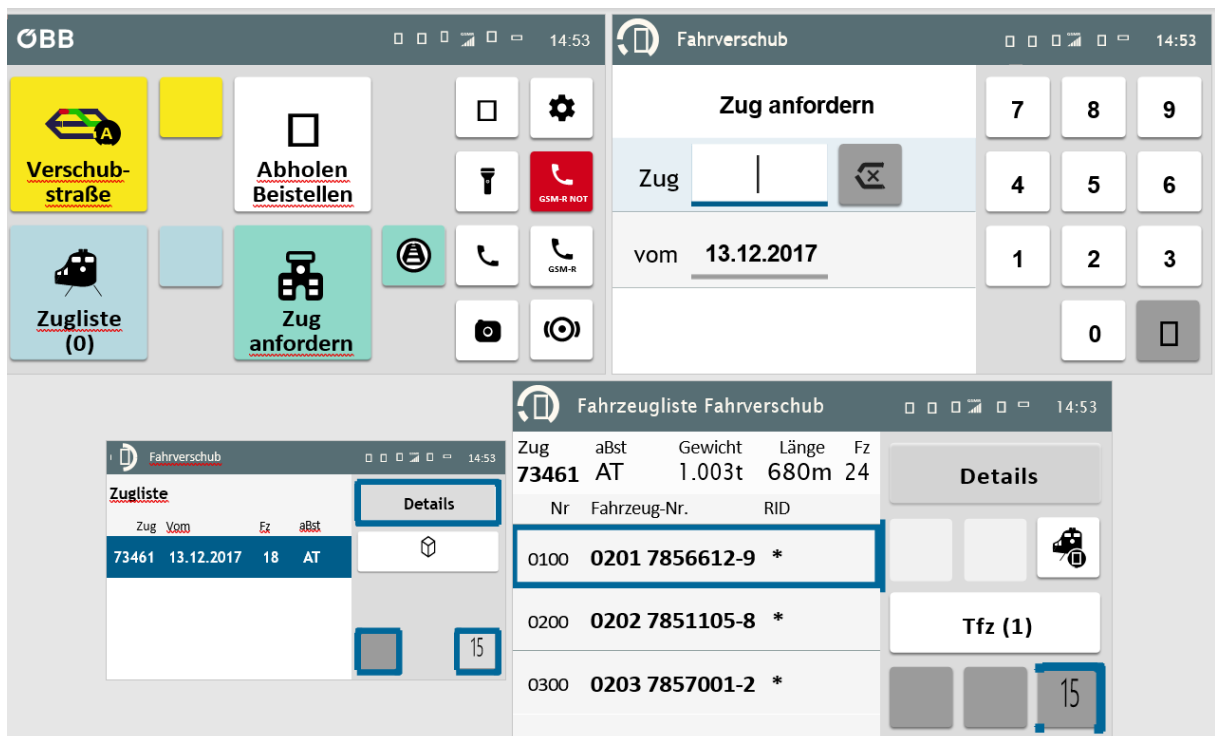


Abbildung 59: Story15 Fahrvershub Zug anfordern (1/4)

**Fahrzeugliste Fahrvershub** 14:53

Zug	aBst	Gewicht	Länge	Fz
73461	AT	1.003t	680m	24

**Zug bearbeiten** 14:53

Zug	aBst	Gewicht	Länge	Fz
73461	AT	1.003t	680m	24

**Zug bearbeiten** 14:53

Von Zug	auf Zug	Gewicht	Länge	Fz
73461	73462	1.003t	680m	24

Abbildung 60: Story15 Fahrvershub Zug anfordern (2/4)

**Fahrzeugliste Fahrvershub** 14:53

Zug	aBst	Gewicht	Länge	Fz
73461	AT	1.003t	680m	24

**Fahrzeugliste Fahrvershub** 14:53

Zug	aBst	Gewicht	Länge	Fz
73461	AT	1.003t	680m	24

**Beistellen Fahrvershub** 14:53

Fz 0201 7856612-9

WN-Kunde L

Datum 13.02.18

Zeit 14:55

Fz 0202 7851105-8

Abbildung 61: Story15 Fahrvershub Zug anfordern (3/4)



Abbildung 62: Story15 Fahrvershub Zug anfordern (4/4)

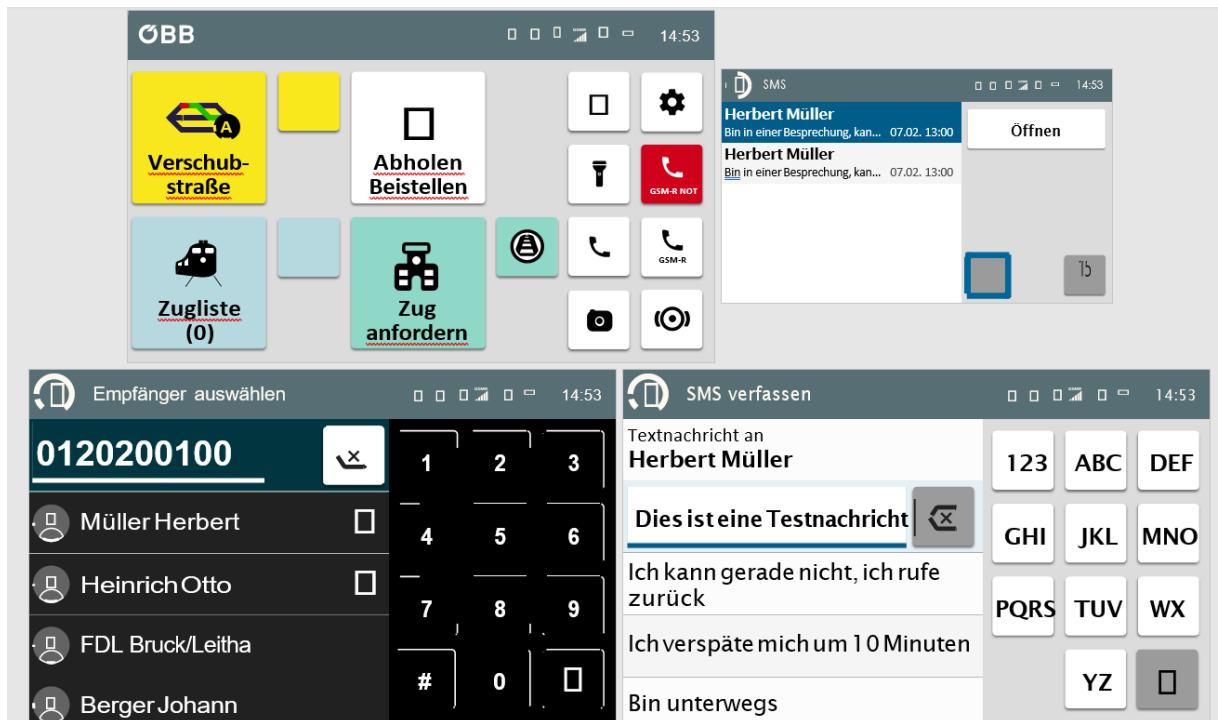


Abbildung 63: Story16 SMS (1/2)



Abbildung 64: Story16 SMS (2/2)

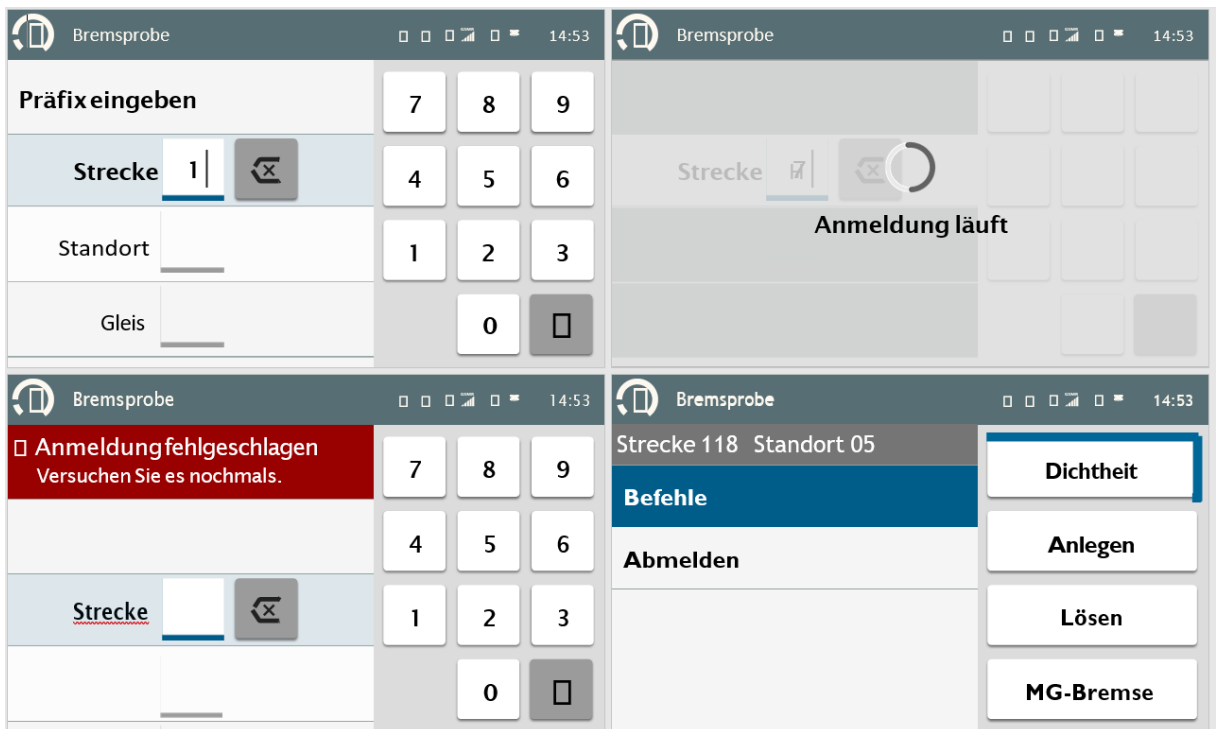


Abbildung 65: Story17 Bremsprobe (1/3)



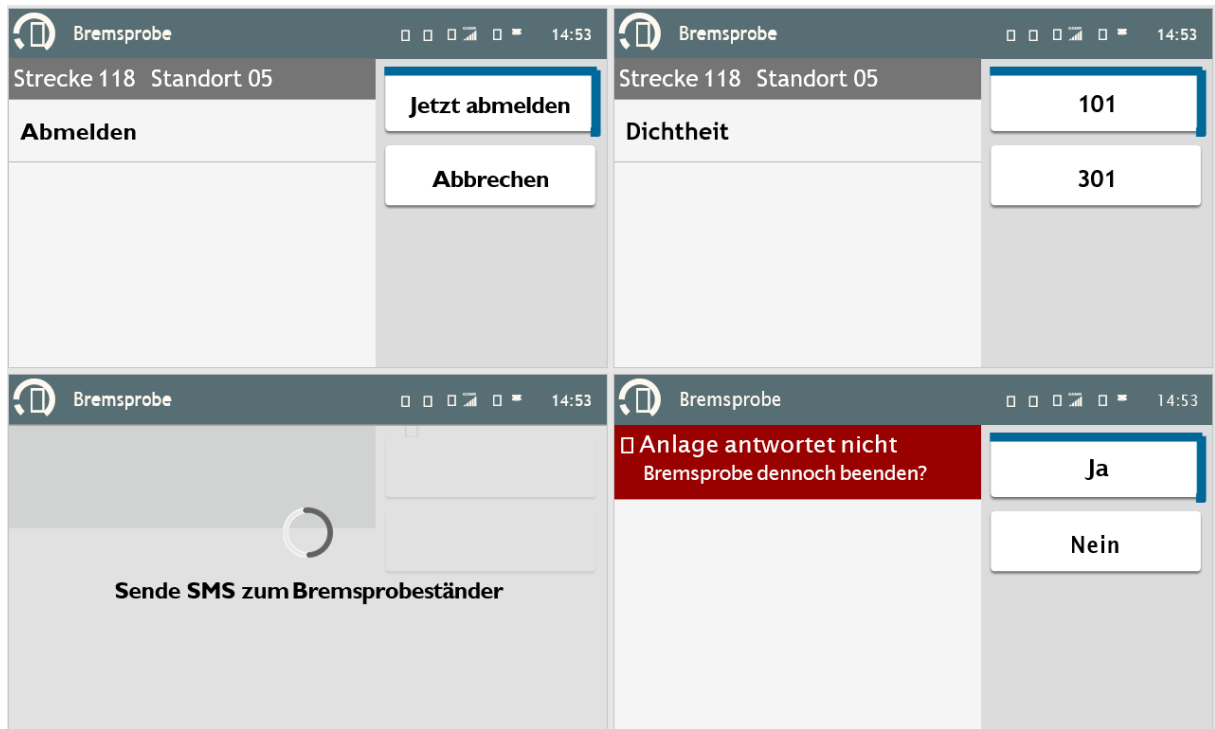


Abbildung 66: Story17 Bremsprobe (2/3)

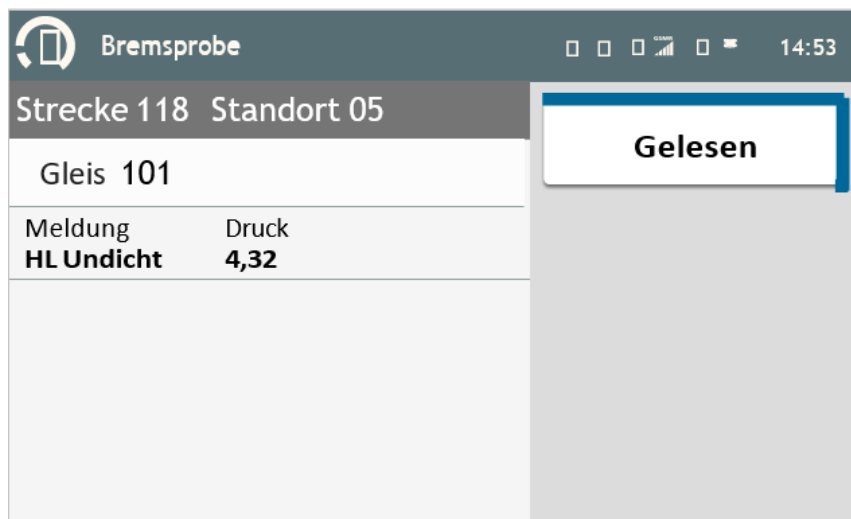


Abbildung 67: Story17 Bremsprobe (3/3)

## 12 ANHANG E: USABILITY ERHEBUNG CLICK DUMMY

### 12.1 Usability

Nachstehende Tabelle zeigt die Nennungen von Feedbacks zur Usability im Jahr 2017 auf Basis des Clickdummies mit 6 End-Usern.

Nr.	Wo?	Kategorie	Beschreibung	Schweregrad	Lösung	Nennungen	# 1	# 2	# 3	# 4	# 5	# 6
1	Allgemein	Erwartungen	Versteht die grundlegenden Interaktionsmechanismen zur Dateneingabe ohne Erklärung: Ziffernblock, Formularfelder, Listen von Eingabefeldern, Auswahllisten mit Vorschlägen, Zurück-Taste	Positiv		6	x	x	x	x	x	x
2	Allgemein	Sichtbarkeit	Finden die Schrift zu klein	Mittel	[Click Dummy / Wireframes] Schriftgröße in den Wireframes größer; nochmal prüfen.	3				x	x	x
3	Allgemein	Hardware	EVA hat eine A1-SIM, die nicht priorisiert wird. Dadurch fällt EVA aus, wenn ein Personenzug einfährt. Die Priorisierung liegt allerdings bei A1.	Info		1						x
4	Gleis	Mentales Modell	Sucht man nach allen Fahrzeugen auf einem Gleis, wird eine Zugliste angezeigt. Tatsächlich muss eine Liste	Schwer	[Click Dummy / Wireframes]	2	x					x

N r.	Wo?	Kategorie	Beschreibung	Schweregrad	Lösung	Nennungen	# 1	# 2	# 3	# 4	# 5	# 6
			an Fahrzeugen auf diesem Gleis angezeigt werden.									
5	Gleis	Effizienz	Beantwortet die Frage 'Alle freien Fz anfordern?' immer mit Ja	Schwer	Abkürzen und die Liste der Fz im Speicher behalten. und ggf aktualisieren	1	x					
6	Verschub	Erwartungen	Erkennt den Button 'Verschub' nicht; erwartet hinter 'Gleis' die EVA-Funktionalität	Mittel	Wording anpassen bzw zur Diskussion stellen. Button gelb einfärben	2	x			x		
7	Verschub	Sichtbarkeit	Erkennt Verschub als Einstieg in EVA	Positiv		1						x
8	Verschub	Systemfeedback	Erkennt den Unterschied zwischen Ziffernblock und Vorschlagsliste bei der Eingaben von Zügen nicht.  Will weitere Stellen eintippen, erwischt jedoch irrtümlich einen Eintrag der Vorschlagsliste. Nicht klar, dass die Vorschlagsliste aufgetaucht ist.	Schwer	[Click Dummy / Wireframes] Beim Laden der Vorschlagsliste ist ein Wartezustand nötig. Overlay über Ziffernblock	3	x		x	x		
9	Verschub	Erwartungen	Erkennt, dass er mit '+' mehrere Zielgleise für Abstoßen eingeben kann.	Positiv		1	x					

N r.	Wo?	Kategorie	Beschreibung	Schweregrad	Lösung	Nennungen	# 1	# 2	# 3	# 4	# 5	# 6
10	Verschub	Systemfeedback	Vermisst beim Abstoßen einen Screen, der den Fortschritt der Aktion anzeigt. Ansonsten nicht klar, ob das Kommando funktioniert hat oder nicht, und wie viele Waggons schon durch sind. Zahlreiche Fehlläufe in der Vergangenheit	Schwer	[Click Dummy / Wireframes] Screen mit allen Zielgleisen und Statusanzeige dazu. Will sehen, auf welchem Zielgleis gerade die Waggons 'weglaufen'. Erst wenn das System meldet, dass ein Waggon im Gleis ist, kann der nächste Waggon geschickt werden. Dieser Vorgang wird nicht unterbrochen, bis er abgeschlossen ist.	3	x				x	x
11	Verschub	Nutzen	Größter Kritikpunkt an EVA ist, dass man nicht sehen kann, was man eingestellt hat. Der Mitarbeiter qualifiziert das als Sicherheitsrisiko, da man sich derzeit aus dem Gefahrenbereich bringen muss, um mit EVA zu arbeiten.	Info		1						x

Nr.	Wo?	Kategorie	Beschreibung	Schweregrad	Lösung	Nennungen	# 1	# 2	# 3	# 4	# 5	# 6
12	Verschub	Nutzen	Wünschen sich einen Ersatz für den 'Rollzettel', auf dem sonst die Aufträge aufgeschrieben werden. Die Verschubstraßen sollten neben den Zielgleisen den Status anzeigen, ob sie gesendet bzw. abgearbeitet wurden. Diese Ansicht kann uU auch weggeklappt werden. Verschubmitarbeiter muss wissen, wann er den nächsten Wagen abstoßen kann. Der Rechner müsste rückmelden, sobald das Signal 'fällt'.	Mittel	[Click Dummy / Wireframes] nachziehen	1						x
13	Verschub	Nutzen	EVA kennt keine Historie von Verschubrouten, zeigt nur den letzten Fehler an.	Info	[Click Dummy / Wireframes] nachziehen	1	x					
14	Verschub	Nutzen	EVA zeigt noch das letzte Zielgleis angezeigt, nachdem gesendet wurde. Das fehlt hier.	Mittel	[Click Dummy / Wireframes] nachziehen	1						x
15	Verschub	Fehlervermeidung	Geschieht beim Eingaben von Verschubstraßen ein Fehler,	Mittel	[Click Dummy / Wireframes]	1				x		

Nr.	Wo?	Kategorie	Beschreibung	Schweregrad	Lösung	Nennungen	# 1	# 2	# 3	# 4	# 5	# 6
			ist der schwer festzustellen. Daher wünschen sie sich eine Liste der letzten Verschubstraßen.									
16	Verschub	Nutzen	Wünschen sich eine Auftragsliste der letzten x (~5) Aufträge, die zB 24 h sichtbar bleiben. Denkt dabei als Beleg für die eigene Arbeit. Artis hält Daten 72 h vor.	Mittel		2				x		x
17	Verschub	Nutzen	Es wäre allerdings gefährlich und fehleranfällig, einen vergangenen Auftrag nochmals bearbeiten und senden zu können.	Info		1				x		
18	Verschub	Systemfeedback	Vermisst beim Abstoßen einen Screen, der den Fortschritt der Aktion anzeigt. Ansonsten nicht klar, ob das Kommando funktioniert hat oder nicht, und wie viele Waggons schon durch sind. Zahlreiche Fehlläufe in der Vergangenheit	Schwer	[Click Dummy / Wireframes] Screen mit allen Zielgleisen und Statusanzeigen dazu. Will sehen, auf welchem Zielgleis gerade die Waggons 'weglaufen'. Erst wenn das System meldet, dass ein Waggon im Gleis ist, kann der	1						x

Nr.	Wo?	Kategorie	Beschreibung	Schweregrad	Lösung	Nennungen	# 1	# 2	# 3	# 4	# 5	# 6	
					<p>nächste Waggon geschickt werden. Dieser Vorgang wird nicht unterbrochen, bis er komplett abgeschlossen ist.</p> <p>Bei EVA wird dzt das zuletzt gesendete Zielgleis angezeigt (check mit Manual)</p> <p>Es braucht eine Zeile mit Startgleis, Zielgleis(en), Typ (Verschub/Abstoß), gesendet, erhalten, quittiert, Signal gefallen</p>								
19	Verschub	Nutzen	<p>Wünschen sich die Möglichkeit, Verschiebe im voraus einzugeben - wie eine Auftragsliste, die man dann der Reihe nach schickt.</p> <p>Bei Nr. #5 war die Meinung, dass ein Vorab-Planen sehr fehleranfällig ist, da sich die Verschiebe laufend ändern</p>	Mittel		3				x	x	x	

Nr.	Wo?	Kategorie	Beschreibung	Schweregrad	Lösung	Nennungen	# 1	# 2	# 3	# 4	# 5	# 6
			können.  Nr. #6 unterstützte diese Ansicht.									
20	Verschub	Nutzen	Findet die Möglichkeit, mehrere Zwischenstopps angeben zu können, praktisch. Ist im derzeitigen EVA nicht möglich, dort muss jedes Routen-Segment einzeln angefordert werden. Vermutet, dass die Funktion 'Wenden' nicht mehr benötigt wird.	Positiv		1	x					
21	Verschub	Nutzen	Maximal 10 Zielgleise bei EVA (derzeit) möglich	Info		1	x					
22	Verschub	Systemfeedback	Geht man zurück, bleiben die Felder ausgefüllt	Mittel	Ist eine Verschubroute angefordert, sollte zwar die Route noch am Bildschirm stehen, und nur mehr einen Aktionsbutton 'Zurück zum Start' haben. Bei mehreren Zielgleisen soll ebenfalls der Fortschritt vom Verschubrechner	1	x					



N r.	Wo?	Kategorie	Beschreibung	Schweregrad	Lösung	Nennungen	# 1	# 2	# 3	# 4	# 5	# 6
					angezeigt werden.							
23	Verschub	Fehlervermeidung	User würden lieber das gesamte Gleis über Ziffernblock eingeben. Liegt allerdings daran, dass sie sehr viele Gleise haben, der Click Dummy jedoch von einem sehr kleinen Bahnhof ausgeht. Bei ihnen müsste man zwei Stellen eingeben. User wollen auch unbekannte Gleise eingeben können. Sie glauben, dass eine Eingabe der Gleise schneller ist als die Vorschlagsliste. Erkennen im Lauf der Diskussion aber den Vorteil der Fehlervermeidung bei der Eingabe.	Mittel		2				x	x	
24	Verschub	Effizienz	Die Backspace-Taste soll gleich das ganze Feld löschen. Das spart bei der Eingabe Klicks.	Mittel	[Click Dummy / Wireframes] Backspace-Funktion erhalten, jedoch erweitern um einen langen Druck, der	2				x	x	

N r.	Wo?	Kategorie	Beschreibung	Schweregrad	Lösung	Nennungen	# 1	# 2	# 3	# 4	# 5	# 6
					das ganze Feld löscht.							
25	Verschub	Fehlervermeidung	<p>Wünschen sich auch die Möglichkeit, bereits abgeschickte Verschiebestrassenanforderungen am Stellwerkrechner direkt zu stornieren bzw. zu ändern. Derzeit muss man den FDL anrufen und die Straße stornieren. In einem autarken Bereich sollte eigentlich volle Kontrolle durch den Verschieber möglich sein. Muss der FDL einen Verschieber in einem abgeschickten Auftrag einfügen, muss er selbst alle Aufträge löschen und neu eingeben.</p>	Leicht	<p>Ist mit den Anforderungen der Sicherungstechnik vermutlich nicht umsetzbar. Andere Lösungen können das Problem aber ebenfalls abmildern, ohne den Leitcomputer anpassen zu müssen.</p>	1				x		
26	Verschub	Workflow	<p>Fahrdienstleiter können ganze Verschiebereiche völlig ("autark") freigeben, wo die Mitarbeiter frei arbeiten können. Im Gegensatz dazu verlangt der "Quittierbetrieb", dass jede Verschiebestrassenanforderung vom Fahrdienstleiter</p>	Info		2				x	x	

N r.	Wo?	Kategorie	Beschreibung	Schweregrad	Lösung	Nennungen	# 1	# 2	# 3	# 4	# 5	# 6
			freigegeben wird. Die Betriebsart wird von EVA nicht angezeigt.									
27	Verschub	Nutzen	Als Zielgleis sind auch Signale, nicht nur Gleise möglich. Beispiel Enns: Signal mit Kennung V14. Das Gerät muss die Eingabe unterstützen	Mittel		2				x	x	
28	Verschub	Workflow	Typisches Verschubszenario: auf einem Gleisbaum wird eine Garnitur auf ein "Auszugsgleis" gefahren, und von dort ein Abstoßmanöver von Waggons auf mehrere Zielgleise gefahren. Am UI sind zwei Schritte nötig: eine normale Verschubfahrt von Start zu Ziel (Auszugsgleis). Dieses wird zum neuen Startgleis, danach gibt man die Zielgleise ein und führt ein Abstoßmanöver durch.	Info		1				x		

Nr.	Wo?	Kategorie	Beschreibung	Schweregrad	Lösung	Nennungen	# 1	# 2	# 3	# 4	# 5	# 6
29	Verschub	Workflow	Man muss die Topologie des Bahnhofs kennen: Will man über ein bestimmtes Gleis verschieben, muss man alle Streckenabschnitte kennen. Beispiel: will man von 307 nach 101 will, muss man den Zwischenabschnitt 203 eingeben. In die andere Richtung ist das nicht nötig - Grund möglicherweise in der Konfiguration der Sicherungsanlage.	Info		1				x		
30	Verschub	Nutzen	Idee: Gleise schematisch / topologisch darstellen mit grafischer Auswahl. Das würde das Problem mit unterschiedlichen Routen zum Ziel ("via"-Fahrstraßen) lösen.	Mittel	[Click Dummy / Wireframes] Mit Beispiel von H Hessenberger vom Layout vom Bhf Attnang  Nur Vershubbereichen verwenden; Wechseln zwischen numerischer und topologischer Eingabe	1						x
31	Verschub	Workflow	Die Verbindungsqualität von EVA wird als sehr instabil	Schwer		1				x		

Nr.	Wo?	Kategorie	Beschreibung	Schweregrad	Lösung	Nennungen	# 1	# 2	# 3	# 4	# 5	# 6
			wahrgenommen.									
32	Verschub	Mapping System / reale Welt	Abstoßen kann man nicht nur mit mehreren Zielen, sondern auch nur mit einem. Der Unterschied ist, ob man mit einer Lok fährt (Verschubfahrt) oder ohne (Abstoßen)	Mittel	[Click Dummy / Wireframes] nachziehen	1						x
33	Verschub	Sichtbarkeit	Erkennt nicht, dass man zum Abstoßen weitere Zielgleise anlegen kann. Die Abstoß-Funktion sollte aber gleich sichtbar sein, da man bereits mit einem Ziel abstoßen kann.	Schwer	[Click Dummy / Wireframes] nachziehen	1						x
34	Verschub	Nutzen	Findet Abstoß-Funktion mit mehreren Zielgleisen gut	Positiv		1						x
35	Verschub	Nutzen	Man kann eine Verschubfahrt nicht mit einer darauffolgenden Abstoßfahrt kombinieren: Besser wäre es, wenn man im Screen bleibt und das alte Zielgleis als neues Startgleis vorgeschlagen wird.	Mittel	[Click Dummy / Wireframes] nachziehen	1						x
36	Zug suchen	Erwartungen	Versteht, dass sich die MOTIS-Funktionalitäten unter Zug suchen befinden	Positiv		1	x					

Nr.	Wo?	Kategorie	Beschreibung	Schweregrad	Lösung	Nennungen	# 1	# 2	# 3	# 4	# 5	# 6
37	Zug suchen	Erwartungen	Glaubt, dass er nach der Auswahl von 'Zug suchen' im Fahrverschiebungsbereich ist.	Mittel		1	x					
38	Zug suchen	Feedback	Will weitere Stellen eintippen, erwischt jedoch irrtümlich einen Eintrag der Vorschlagsliste. Nicht klar, dass die Vorschlagsliste aufgetaucht ist.	Schwer	[Click Dummy / Wireframes] Zwischenzustand mit einem Spinner, um den Wechsel zu verdeutlichen. Vorschlagsliste selbst zu diskutieren.	1			x			
39	Zug suchen	Erwartungen	Meint, dass man 'Reihung Zug/Gleis' gleich am Dashboard abbilden könnte, und dass 'Zug suchen' den Fahrverschiebungsbereich abbildet.	Info		1	x					
40	Zug suchen	Nutzen	Bei Zug suchen fehlt das Feld Gleis. Das gibt es nur im Bereich Bahnhof	Schwer		1	x					
41	Zug suchen	Effizienz	Findet die Option "Zug suchen" gut. Würde damit einen "Zug aufnehmen", also einen Zug mit einer kompletten Wagenliste erstellen wollen.	Positiv		1				x		
42	Bahnhof vs Fahrverschiebung	Fehlervermeidung	Eigentlich dürfen nur Zugnummern vergeben	Leicht	[Click Dummy / Wireframes] Bei					x		

N r.	Wo?	Kategorie	Beschreibung	Schweregrad	Lösung	Nennungen	# 1	# 2	# 3	# 4	# 5	# 6
			werden, die existieren - das ist der Regelfall. Ausnahme sind die Fahrten zu und von Kunden		unbekannter Zugnummer Warnung anzeigen, aber trotzdem zulassen.							
43	Zug anlegen / anfordern	Zug / Gleisanforderung	Das Menü "Reihung Zug / Gleis" heißt deswegen so, weil man sowohl Zugnummern als auch Gleisnummern eingeben kann.	Leicht	[Click Dummy / Wireframes] Eventuell trennen und beide Funktionen auf Dashboard.	1						x
44	Zugliste	Sichtbarkeit	Hätte gerne die Positions-Information aus ARAMIS, wo sich der Zug gerade befindet, beim Suchergebnis dabei. Die Lokführer haben diese Info auf ihren Tablets. In ARAMIS heißt das Feld "aBst", aktuelle Betriebsstelle und enthält das Bahnhofskürzel (AT = Attnang, I = Innsbruck, leer = unbekannt, etc)	Mittel	Bei der Zugliste als Spalte anführen.	1				x		
45	Zugliste	Freiheit und Kontrolle	Ist irritiert von der Zugliste nach Eingabe der Suche, da andere Nummern angezeigt werden als zuvor eingegeben. Sind der Ansicht, dass	Schwer	[Click Dummy / Wireframes] nachziehen	2				x		x

N r.	Wo?	Kategorie	Beschreibung	Schweregrad	Lösung	Nennungen	# 1	# 2	# 3	# 4	# 5	# 6
			Mitarbeiter die Zugnummern ohnehin kennen müssen.									
46	Zugliste	Freiheit und Kontrolle	<p>Es ist übrigens auch gestattet, nicht existierende Zugnummern einzugeben. Das ist für Fahrten zu / von Kunden nötig.</p> <p>Grund ist, dass im Fahrvershub eine andere Bremsberechnung gibt. Im Bahnhof kommt die Berechnung von INFRA-TIS, im Fahrvershub muss der Mitarbeiter die Berechnung bei jeder Änderung durchführen.</p>	Info		2				x		x
47	Fahrzeugliste	Erwartungen	Erkennt das Trash-Icon als Funktion Beistellen.	Positiv		1	x					
48	Fahrzeugliste	Erwartungen	Erkennt das Plus-Icon als die Funktion Abholen	Positiv		1	x					
49	Fahrzeugliste	Workflow	Die abgebildete Fahrzeugliste ist aus dem Bereich Bahnhof, weil ich dort ein Tzf hinzufügen kann. Diese Option gibt es nicht im Fahrvershub,	Info		1	x					



Nr.	Wo?	Kategorie	Beschreibung	Schweregrad	Lösung	Nennungen	# 1	# 2	# 3	# 4	# 5	# 6
			weil die Züge dort schon ein Tfz haben.									
50	Fahrzeu gliste	Sichtbar keit	Findet Fahrzeu gliste übersichtlich	Positiv		1		x				
51	Fahrzeu gliste Bhf	Nutzen	<p>Will vom Bahnhof aus der Liste der freien Fahrzeuge auf einem Gleis nach der Datenübertragung auch gerne eine Druckoption haben, wie das beim Fahrverschiebung ist. Tatsächlich ist das ein Workaround, da bei der Synchronisation von mehreren Endgeräten immer das letzte 'gewinnt' und Daten überschrieben werden können.</p> <p>Nach Fertigstellen der Züge werden Daten übertragen. Dabei fehlen die Optionen zum Ausdrucken der Zugliste.</p> <p>Würde gern die Wagenliste auch im Menü Bahnhof ausdrucken</p>	Schwe r		4	x	x	x	x		

N r.	Wo?	Kategorie	Beschreibung	Schweregrad	Lösung	Nennungen	# 1	# 2	# 3	# 4	# 5	# 6
			können, wie im Fahrvershub.									
52	Fahrzeu- gliste	Erwartungen	Wird eine Zugnummer eingegeben, die es nicht gibt, muss man den Zug anlegen können. Wird ein neuer Zug zusammengestellt, ist zu Beginn die Fahrzeugliste leer.	Schwer		2	x					x
53	Fahrzeu- gliste	Sichtbarkeit	Erkennt das Icon für Zug stürzen	Positiv		1		x				
54	Fahrzeu- gliste	Sichtbarkeit	Erkennt das Icon für Abstellen (Papierkorb)	Positiv		1		x				
55	Fahrzeu- gliste	Nutzen	Es gibt keine Möglichkeit, alle Wagen ab dem ausgewählten ab-/beizustellen. Es muss außerdem eine Möglichkeit zum 'Beistellen' geben.	Mittel	[Click Dummy / Wireframes] Vermutlich zusätzlicher Screen nötig mit den Zusatzoptionen	1		x				
56	Fahrzeu- gliste	Sichtbarkeit	Erkennt die Pfeile zum Ändern der Position eines Fahrzeugs	Positiv		1		x				

N r.	Wo?	Kategorie	Beschreibung	Schweregrad	Lösung	Nennungen	# 1	# 2	# 3	# 4	# 5	# 6
57	Fahrzeu- gliste	Konsistenz	Die erste Position '000' muss 100 lauten.	Leicht	[Click Dummy / Wireframes]	1			x			
58	Fahrzeu- gliste Bhf	Sichtbarkeit	Erkennt, dass man zum Bremsen ein Triebfahrzeug eingeben muss	Positiv		1			x			
59	Fahrzeu- gliste	Sichtbarkeit	Weiß nicht auf Anhieb, wie er einen neuen Wagen hinzufügen kann, identifiziert dann aber gleich den Plus-Button.	Leicht		1				x		
60	Fahrzeu- gliste Bhf	Fehlervermeidung	Es gibt keine Warnung, wenn man die Maximalwerte für Länge und Gewicht überschreitet. Das wäre hilfreich	Mittel		1						x
61	Fahrzeu- gliste	Effizienz	Es genügt, die letzten vier Nummern der Fz-Nr einzugeben - die restlichen Waggon-Daten werden automatisch aus den geladenen INFRA-TIS-Daten ergänzt	Mittel		2				x		x
62	Fahrzeug- details	Sichtbarkeit	Findet Fahrzeugdetails übersichtlich	Positiv		1		x				
63	Fahrzeug- details	Nutzen	Muss öfter Handbremsgewicht ändern, auch Eigengewicht, Bremsart	Info		1		x				
64	Fahrzeug- details	Erwartung	Erkennt sofort, wie man Hg	Positiv		1		x				

N r.	Wo?	Kategorie	Beschreibung	Schweregrad	Lösung	Nennungen	# 1	# 2	# 3	# 4	# 5	# 6
			max ändern kann									
65	Fahrzeug details	Erwartung	Glaubt, dass er Änderungen an den Details eigens bestätigen muss.	Mittel		1		x				
66	Fahrzeug details	Sichtbarkeit	Erkennt nicht, wie man zwischen den Waggons blättern kann	Schwer	[Click Dummy / Wireframes] Besser den '>' Button größer zu machen und mit 'Nächster' zusätzlich zu beschriften. Zurück-Button kann bleiben.	1		x				
67	Fahrzeug details	Nutzen	Wird in MOTIS gespeichert, springt es automatisch zum nächsten Wagen. Vermisst diese Funktion	Mittel		1		x				
68	Fahrzeug details	Nutzen	Findet die Ansicht Fz-Details gut	Positiv		1			x			
69	Fahrzeug details	Sichtbarkeit	Erkennt die Pfeil-rechts-Taste des Ziffernblocks als Enter	Positiv		1			x			
70	Fahrzeug details	Effizienz	Am häufigsten müssen Handbremsge wicht Hg und Handbremse Ha geändert werden	Info		1			x			
71	Fahrzeug details	Sichtbarkeit	Erkennt, wie man die Sektionen bearbeitet (Auswahl / Details-Button)	Positiv		1			x			

N r.	Wo?	Kategorie	Beschreibung	Schweregrad	Lösung	Nennungen	# 1	# 2	# 3	# 4	# 5	# 6
7 2	Fahrzeug details	Effizienz	Will man mehrere Sektionen bearbeiten, muss man immer wieder raus springen und die nächste auswählen.	Mittel	[Click Dummy / Wireframes] Überlegen, ob nicht alle Felder aller Sektionen in einer Liste untereinander angeboten werden sollen. Klickt man auf eine Sektion in der Übersicht, springt man direkt zur richtigen Sektion in der Liste. Zusätzlich mit Zwischenüberschriften über den Feldern.	1			x			
7 3	Fahrzeug details	Konsistenz	Findet die Fz-Details im Querformat nicht gut, ist MOTIS-Darstellung gewöhnt (obwohl Anordnung genau gleich ist)	Leicht	Braucht Umgewöhnung, wie der User sagt. Wichtig ist, dass die User das Gerät neben die Wageninfos halten und vergleichen (und unter Umständen beleuchten). Also nicht in einer Halterung	1				x		
7 4	Fahrzeug details	Mapping System / reale Welt	Kennt die Nummern der Bahnhöfe auswendig. Gibt 96400 unter VBf ein, das Kürzel für Attnang	Info		1						x

Nr.	Wo?	Kategorie	Beschreibung	Schweregrad	Lösung	Nennungen	# 1	# 2	# 3	# 4	# 5	# 6
75	Fahrzeug details	Effizienz	Klickt sofort auf Bearbeiten, ohne etwas auszuwählen. Dann sollte man ebenfalls zum Editiermodus kommen. Wählt der User etwas aus, sollte im Editiermodus gleich zur richtigen Sektion gesprungen werden.	Mittel	[Click Dummy / Wireframes] Editiermodus um Sektions-Überschriften ergänzen, die sich deutlich abheben und als Sprung-Anker fungieren. Beim Scrollen sollten sie auch sticky hängen bleiben, bis die nächste Überschrift in den sichtbaren Bereich kommt.	1						x
76	Triebfahrzeugliste	Erwartungen	Glaubt, dass er mit dem Edit-Button ein Tfz hinzufügen kann. Kann danach aber sofort das Plus als richtigen Button definieren	Leicht	[Click Dummy / Wireframes] Button Bremsberechnung irritiert da eher. Eventuell ausblenden, erst anbieten, wenn möglich. Oder disabled-State deutlicher darstellen.	3	x		x	x		
77	Triebfahrzeugliste	Erwartungen	Glaubt, dass er mit dem Edit-Button ein Tfz hinzufügen kann. Kann danach aber sofort das Plus als richtigen Button definieren	Leicht		1			x			
78	Triebfahrzeugliste	Sichtbarkeit	Kann nicht erkennen,	Mittel		1						x

Nr.	Wo?	Kategorie	Beschreibung	Schweregrad	Lösung	Nennungen	# 1	# 2	# 3	# 4	# 5	# 6
			warum Bremsberechnung deaktiviert ist, klickt trotzdem drauf									
79	Triebfahrzeugliste	Sichtbarkeit	Erkennt nicht, dass man mit dem Plus-Button ein neues Tfz anlegen muss, bevor man die Bremsberechnung durchführen kann.	Mittel		1						x
80	Triebfahrzeugdetails	Erwartungen	Die Tfz-Maske arbeitet nicht wie erwartet: Nach Eingabe eines Teils der Tfz-Nummer müssen die restlichen Daten automatisch befüllt werden	Schwer	[Click Dummy / Wireframes]	3			x	x	x	
81	Triebfahrzeugdetails	Mapping System / reale Welt	Bei Bs (Bremsstellung) sind die falschen Auswahlwerte in der Liste. Richtig wäre: B, G, U.	Leicht	[Click Dummy / Wireframes] Check mit Manual	1						x
82	Triebfahrzeugdetails	Mapping System / reale Welt	Tfz-Nr hat die Länderkennung als ersten Vierer-Block schon vorausgefüllt. Ist 9181	Leicht	[Click Dummy / Wireframes] Check mit Manual	1						x
83	Bremsberechnung	Nutzen	Der Screen vor der Datenübertragung (Zug-Zusammenfassung) ist rechtlich relevant: er wird dem Lokführer gezeigt, und er	Schwer	[Click Dummy / Wireframes]	1			x			

Nr.	Wo?	Kategorie	Beschreibung	Schweregrad	Lösung	Nennungen	# 1	# 2	# 3	# 4	# 5	# 6
			muss bestätigen, dass die Daten richtig sind.									
84	Bremsberechnung	Erwartungen	Anzeige der Grunddaten des Zuges fehlen nach Abschluss der Bremsberechnung. Werden dem Lokführer gezeigt, der muss bestätigen, dass sie korrekt sind.	Schwer	[Click Dummy / Wireframes]	1	x					
85	RID	Nutzen	Gemisch fehlt	Mittel	[Click Dummy / Wireframes]	1		x				
86	RID	Erwartung	Bei Eingabe von Gefahrennummern wird eine Vorschlagsliste erwartet. INFRA-TIS liefert Vorschläge, MOTIS nicht.	Mittel		1			x			
87	RID	Erwartung	Eingabe von Gefahrennummer und S-Nr (Stoffnummer) nötig. Beide Ziffern müssen eingegeben werden.	Mittel		1			x			

**Tabelle 24: Feedback UX Erhebung mit Clickdummy**



## 12.2 Akzeptanzkriterien

Nr.	Wo?	Kategorie	Beschreibung	Typ	Schweregrad	Lösung	Nennungen	# 1	# 2	# 3	# 4	# 5	# 6
88	MOTIS	Akzeptanz	Touch funktioniert bei Feuchtigkeit nicht	Hardware	Schwer		2				x		x
89	MOTIS	Akzeptanz	Finden die Basis-Funktionalität und die Handlichkeit des Geräts gut	Hardware	Positiv		1						x
90	MOTIS	Fehlervermeidung	Meldet sich ein anderer User auf MOTIS an, sind die Daten des vorigen Users verloren. Das wird als sehr mühsam wahrgenommen, da die Geräte im Team geteilt werden.	Info	Schwer	Daten sollten persistiert werden	1				x		
91	Gehäuse	Akzeptanz	Diskussion über Halterung: findet die Idee nicht gut, dass das Gerät nicht fixierbar ist.	Hardware	Info	Dadurch, dass man den Status bei EVA über längere Zeit angezeigt braucht, sollte das Gerät fixierbar sein.	1	x					
92	Gehäuse	Akzeptanz	MOTIS hat Mikro-USB zum Laden; der Anschluss	Hardware	Mittel		1				x		

N r.	Wo?	Kategorie	Beschreibung	Typ	Schwer egrad	Lösung	Nennu ngen	# 1	# 2	# 3	# 4	# 5	# 6
			leiert rasch aus. Ladestation für Batterien bevorzugt.										
9 3	Geh äuse	Akzeptanz	Findet Halterung nicht praktikabel, erwähnt, dass eine Montage vor dem Bauch behindern würde, wenn man unter den Waggon klettern muss	Hard ware	Schwer		1						x
9 4	Geh äuse	Akzeptanz	Das Gerät muss einfach mit einer Hand gehalten werden können  Einhandbetrieb unbedingt notwendig: zB beim Abstoßen hat der User noch eine Stange zum Aushängen in der anderen Hand und nur eine Hand frei.	Hard ware	Schwer		2				x		x
9 5	Geh äuse	Akzeptanz	User haben Bedenken bezüglich der Größe des Demonstrators. "Recht	Hard ware	Schwer	MOTIS wird als die richtige Größe betrachtet. Mit	2				x		x

N r.	Wo?	Kategorie	Beschreibung	Typ	Schwer egrad	Lösung	Nennu ngen	# 1	# 2	# 3	# 4	# 5	# 6
			viel größer sollt's nicht mehr werden [als MOTIS], weil sonst hast du im Verschub keine Chance, dass du es einsteckst."			Halterungen ist experimentiert worden, keine ist bis dato von den Usern richtig gut angenommen worden. In der Praxis stecken die Leute das Gerät in die Tasche							
96	Gehäuse	Akzeptanz	Bedenken bezüglich Stoßfestigkeit. Beispiel: Geräte können zB aus Taschen fallen	Hardware	Schwer		1				x		
97	Gehäuse	Akzeptanz	Bedenken bezüglich Rutschfestigkeit	Hardware	Schwer		1				x		
98	Gehäuse	Akzeptanz	Drehrad: Haben Bedenken	Hardware	Schwer		2				x	x	
99	Gehäuse	Akzeptanz	Drehrad: Positiv eingestellt	Hardware	Positiv		2	x					x
100	Gehäuse	Akzeptanz	Bedenken bezüglich Lesbarkeit des Displays: Sonneneinstrahlung beeinträchtigt die Lesbarkeit des	Hardware	Schwer		3				x	x	x

Nr.	Wo?	Kategorie	Beschreibung	Typ	Schwergrad	Lösung	Nennungen	# 1	# 2	# 3	# 4	# 5	# 6
			<p>aktuellen Displays stark. Idee eines Users: Vorsehen einer Blende, die einen Schatten auf das Display wirft. Müsste ev aus Silikon und/oder abnehmbar sein.</p> <p>Ein anderer User schlägt vor, Schwarz-Weiß-Displays (e-ink) zu verwenden, um die Lesbarkeit zu erhöhen.</p>										
101	Gehäuse	Akzeptanz	<p>Hinweis zu Klettverschlüssen: durch Verfettung und Verschmutzung verlieren Klettverschlüsse ihre Haltbarkeit (gezeigtes Modell war 4 Jahre alt)</p>	Hardware	Mittel		1				x		

**Tabelle 25: Akzeptanzkriterien finale Erhebung**

## 12.3 Use Cases

Wo?	Kategorie	Beschreibung	Schweregrad	Lösung	# 1	# 2	# 3	# 4	# 5	# 6
Bahnhof vs Fahrversc hub	Workflow	Im Bahnhof wird vermehrt mit INFRA-TIS gearbeitet, im Fahrversc hub mit MOTIS	Info					x		
Bahnhof vs Fahrversc hub	Workflow	Kollege bereitet Zug im Bahnhof auf INFRA-TIS oder auf MOTIS vor, der andere Kollege fordert den Zug im Fahrversc hub an und fährt damit los.  Für die Zugvorbereitung im Bahnhof verwendet dieser Kollege (als einziger!) Touch.	Info							x
Bahnhof vs Fahrversc hub	Workflow	Will man einen Fahrversc hub durchführen, fordert man trotzdem im Menü Bahnhof einen Ausgangs-Zug von INFRA-TIS an. Das ist sinnvoll, da man schon die Daten der Lok mit dabei hat. Auch der Mannschaftswagen ist schon dabei, den man sonst manuell erfassen müsste.	Info					x		
Bahnhof vs Fahrversc hub	Mentales Modell	Arbeitsweise im FV: - Zug anfordern (Nummer eingeben) - Wagen hinzufügen (Eingeben der letzten 3 Stellen der Fz-Nummern)	Info		x					

Wo?	Kategorie	Beschreibung	Schwegeg rad	Lösung	# 1	# 2	# 3	# 4	# 5	# 6
		- Tfz hinzufügen und Bremsberechnun g durchführen								
Bahnhof vs Fahrversc hub	Workflow	Beim Anfordern von Zügen ist der normale Vorgang über Zug anfordern, und dann die Wagennummern der Reihe nach eingeben.  Die Funktion Zug auf Gleis unter Gleis anfordern ist nur für Knoten implimentiert worden, wird sonst von niemandem verwendet	Info							x
Bahnhof vs Fahrversc hub	Workflow	Bei der Funktion Gleis anfordern (Gleisreihung) kann bei jedem Waggon die Zwischensumme über Länge und Gewicht angezeigt werden. Man kann ein Tfz dann bei genau diesem Teilzug anlegen, da sonst das Maximalgewicht / Maximallänge überschritten würden. Man die Garnitur am Gleis sozusagen "teilen".  Macht man keinen Zug draus, sondern prüft zB nur die Reihenfolge, kann man die Liste direkt	Info							x

Wo?	Kategorie	Beschreibung	Schweregrad	Lösung	# 1	# 2	# 3	# 4	# 5	# 6
		übertragen (ohne Tfz)								
Bahnhof vs Fahrversc hub	Workflow	<p>Will man mit einem Zug vom Bahnhof in den Fahrvershubber eich fahren, beginnt man nicht im Menü Bahnhof, sondern gleich im Menü Fahrvershub.</p> <p>Fährt er zB in Bischofshofen weg, forder man eine logische Zugnummer an. Trifft er in Zell ein und muss zur Firma Hagleitner in die offene Strecke fahren, erhält er vom FDL eine freie Zugnummer. Diese Art der Zugnummer nennt sich 'Bedienfahrnummer'. Mit dieser Nummer wird ein neuer Zug erstellt, und alle Wagen für die betreffende Firma wird an diesen neuen Zug angehängt. Der Ausgangszug wartet unterdessen in Zell und wird nicht verändert. Für die Rückfahrt</p>	Info							x

Wo?	Kategorie	Beschreibung	Schwegeg rad	Lösung	# 1	# 2	# 3	# 4	# 5	# 6
		<p>hat der Mitarbeiter bereits eine zweite Bedienfahrtnummer erhalten, die er dann eingibt, wenn er von der Firma wieder zurück nach Zell fährt.</p> <p>Dort baut man sich mit den übernommenen Wagen und dem wartenden Ausgangszug dann einen dritten (Ausgangs-)Zug, mit dem man wieder nach Bischofshofen fährt. Er besteht wieder aus einer neuen Zugnummer, zu der die wartenden und die neuen Wagen hinzugefügt werden.</p>								
Bahnhof vs Fahrverschub	Workflow	Nach Eingabe der Zugnummer wählt man Menü 2, Fahrverschub. Damit holt man alle im Fahrverschubber ein (zB bei Kunden) frei verfügbare Waggons mitsamt ihren Daten.	Info					x		
Bahnhof vs Fahrverschub	Workflow	Im Bahnhofsbereich werden teilweise die Wagenstände und die Wagendaten	Info				x			



Wo?	Kategorie	Beschreibung	Schwergrad	Lösung	# 1	# 2	# 3	# 4	# 5	# 6
		kontrolliert und gegebenenfalls geändert und danach übertragen.								
Bahnhof vs Fahrverschub	Workflow	Im Bahnhofsbereich werden Züge zusammengestellt, indem die Gleis-Info der betreffenden Wagen geändert wird. In der Praxis wird im Bahnhofsbereich nur mit EVA gearbeitet; die Daten werden dann am INFRA-TIS geändert.	Info					x		
Bahnhof vs Fahrverschub	Workflow	Im Bahnhofsbereich werden die Züge vorbereitet, dann kann man mit ihnen in den Fahrverschubsbereich fahren	Info					x		
Bahnhof vs Fahrverschub	Workflow	Fährt man mit einem Zug wieder zurück, ändert man die Zugnummer	Info					x		
Bahnhof vs Fahrverschub	Workflow	Die beiden Kollegen haben eine individuelle Arbeitsweise, da sie über zwei Fahrverschubbecken hinweg fahren, die von unterschiedlichen INFRA-TIS-Rechnern gesteuert werden:  Der Zugvorbereiter im Bahnhof legt im voraus schon Zuglisten für jede Teilstrecke an,	Info							x

Wo?	Kategorie	Beschreibung	Schweregrad	Lösung	# 1	# 2	# 3	# 4	# 5	# 6
		<p>da er genau weiß, was wo beigestellt wird. Bei der Hinfahrt stellt der Fahrvershub-Kollege nur bei, abgeholt wird dann ausschließlich bei der Rückfahrt.</p> <p>Er ruft dann beim Zugvorbereiter an und gibt die abzuholenden Wagen durch, die der Vorbereiter in INFRA-TIS eingibt und einen Eingangszug erstellt. Diese Liste geht per Mail an den FDL.</p>								
Bahnhof vs Fahrvershub	Workflow	<p>Der Zugvorbereiter muss im Bahnhofsbereich den Zug erstellen, dann senden, und zusätzlich löschen — sonst kann man diesen Zug im Fahrvershub nicht verwenden.</p>	Mittel	Sollte gleich automatisch verschwinden						x
Bahnhof vs Fahrvershub	Workflow	<p>Man kann mehrere Züge hintereinander bearbeiten (zusammenstellen, bei-/abstellen, abholen, etc). Danach werden alle Züge mit dem Punkt Datenübertragung geschickt.</p>	Info	<p>[Click Dummy / Wireframes] Man braucht wahrscheinlich auch eine Möglichkeit bei der Zugliste, die Daten zu übertragen.</p>		x				

Wo?	Kategorie	Beschreibung	Schwergrad	Lösung	# 1	# 2	# 3	# 4	# 5	# 6
Bahnhof vs Fahrversc hub	Workflow	Mit 'Fahrverschubber eich' werden alle freien (nicht beigestellten) Fahrzeuge aus dem Fahrverschubber eich geladen. Zusätzlich lässt sich eine Bereichsnummer als Einschränkung angeben, das wird in der Praxis allerdings nicht benutzt.	Info				x			
Bahnhof vs Fahrversc hub	Workflow	Züge werden im Bereich Bahnhof angelegt. Die für einen Zug nötigen Waggons werden nacheinander auf ein Gleis geschoben.	Info				x			
Bahnhof vs Fahrversc hub	Workflow	Bei Zug anlegen kann jede beliebige Zugsnummer vergeben werden, obwohl in der Praxis nur bestehende Nummern verwendet werden. Das ist offenbar gewollt so.	Info				x			
Bahnhof vs Fahrversc hub	Workflow	Fügt man Waggons zu einem Zug hinzu, reicht die Eingabe der dreistelligen Nummer plus der Prüfziffer. Die restlichen Daten müssen nur dann eingegeben werden, wenn der Waggon	Info				x			

Wo?	Kategorie	Beschreibung	Schwe­reg­rad	Lösung	# 1	# 2	# 3	# 4	# 5	# 6
		nicht gefunden wird. Eher selten der Fall.								
Bahnhof vs Fahrversc hub	Workflow	Im Fahrvershuber wird von Kunde zu Kunde gefahren und überall Waggon ab-/beigestellt bzw. abgeholt. Nach jeder Änderung muss eine neue Bremsberechnung durchgeführt werden.	Info				x			
Bahnhof vs Fahrversc hub	Workflow	Ist eine Fahrt von Bahnhof zu Kunden abgeschlossen, wird der Zug gewendet und erhält dann eine neue Zugnummer.	Info				x			
Bahnhof vs Fahrversc hub	Workflow	"Wagen abziehen" = Waggon vom Kunden abholen	Info					x		
Abholen / Beistellen	Workflow	Ab-/Beistellen ist das Gegenteil von abholen	Info					x		
Abholen / Beistellen	Workflow	Es ist möglich, einen Waggon in einem Arbeitsschritt von einer Firma abzuholen und bei einer anderen Firma beizustellen.	Info					x		
Zug anlegen / anfordern	Workflow	Züge werden auch am INFRA-TIS angelegt, obwohl MOTIS verwendet werden soll(te)	Info					x		
Zug anlegen / anfordern	Workflow	Man kann mehrere Züge anfordern, ohne sie an INFRA-TIS zu senden	Info					x		

Wo?	Kategorie	Beschreibung	Schweregrad	Lösung	# 1	# 2	# 3	# 4	# 5	# 6
Zug anlegen / anfordern	Workflow	Züge anlegen ist die Hauptarbeit (Bhf)	Info					x		

**Tabelle 26: Erhebung Use-Cases**

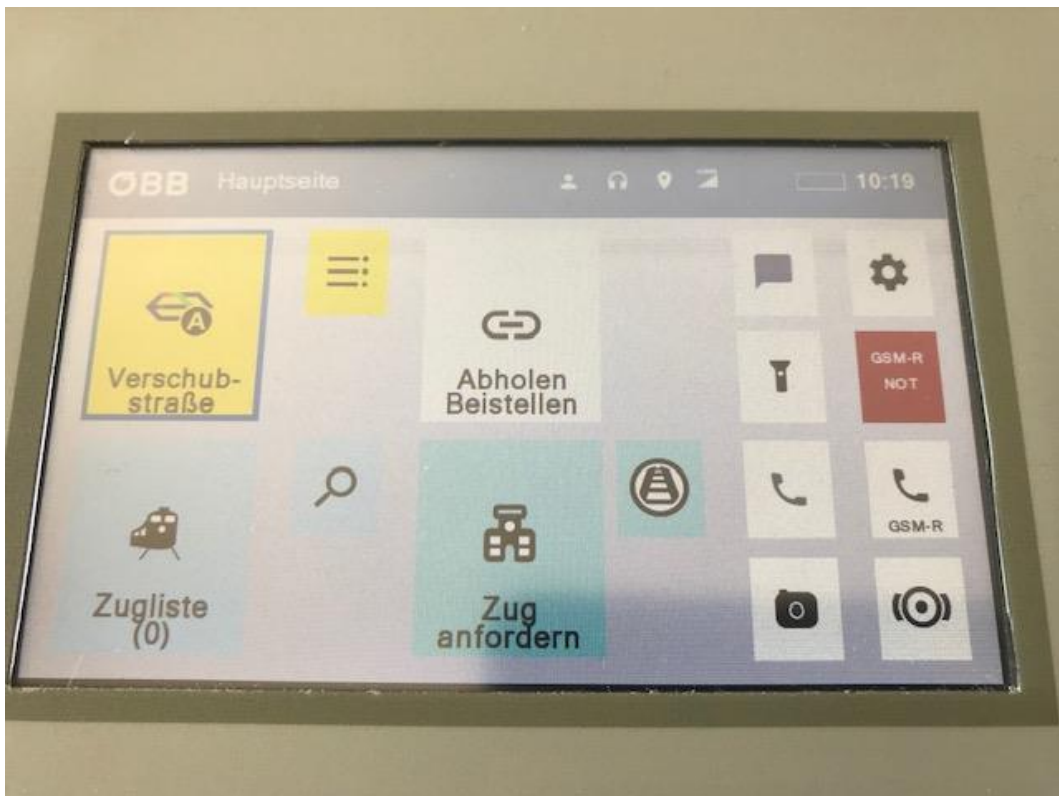
## 13 ANHANG F: FOTOS UMSETZUNG



Abbildung 68: Vorderansicht Gesamtgerät (Ausführung L)



**Abbildung 69: Rückansicht Gesamtgerät (Ausführung L)**



**Abbildung 70: Ausführung „Home“-Screen**

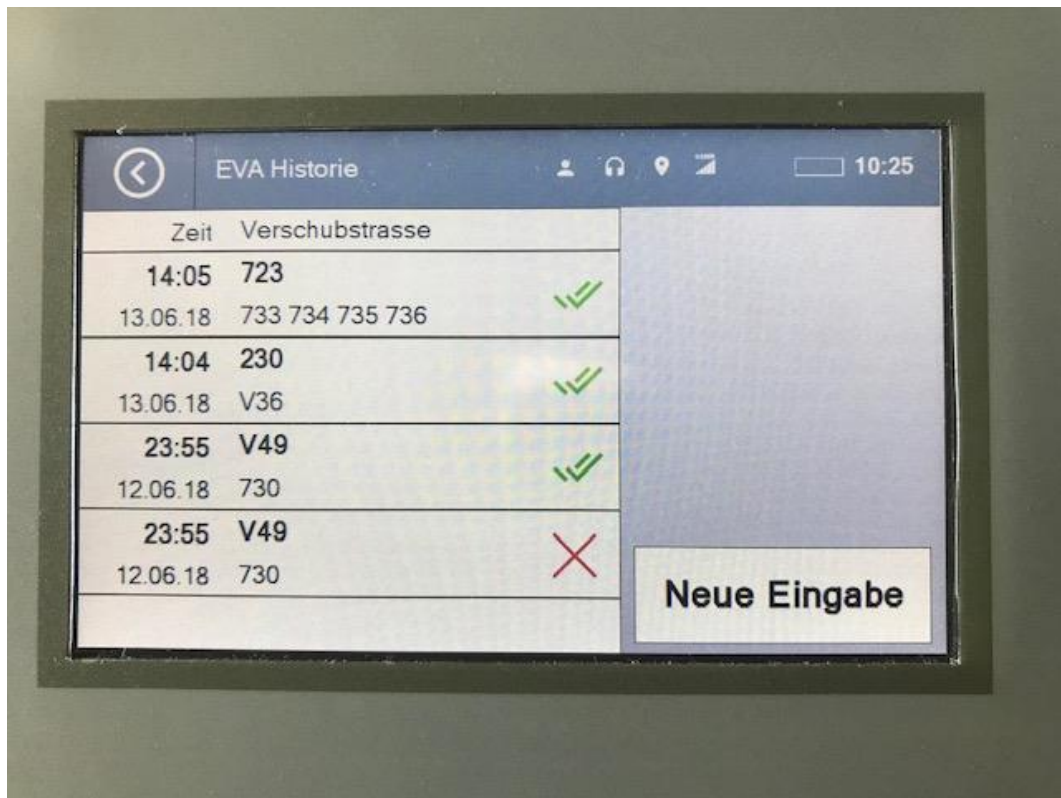


Abbildung 71: Ausführung EVA Historie

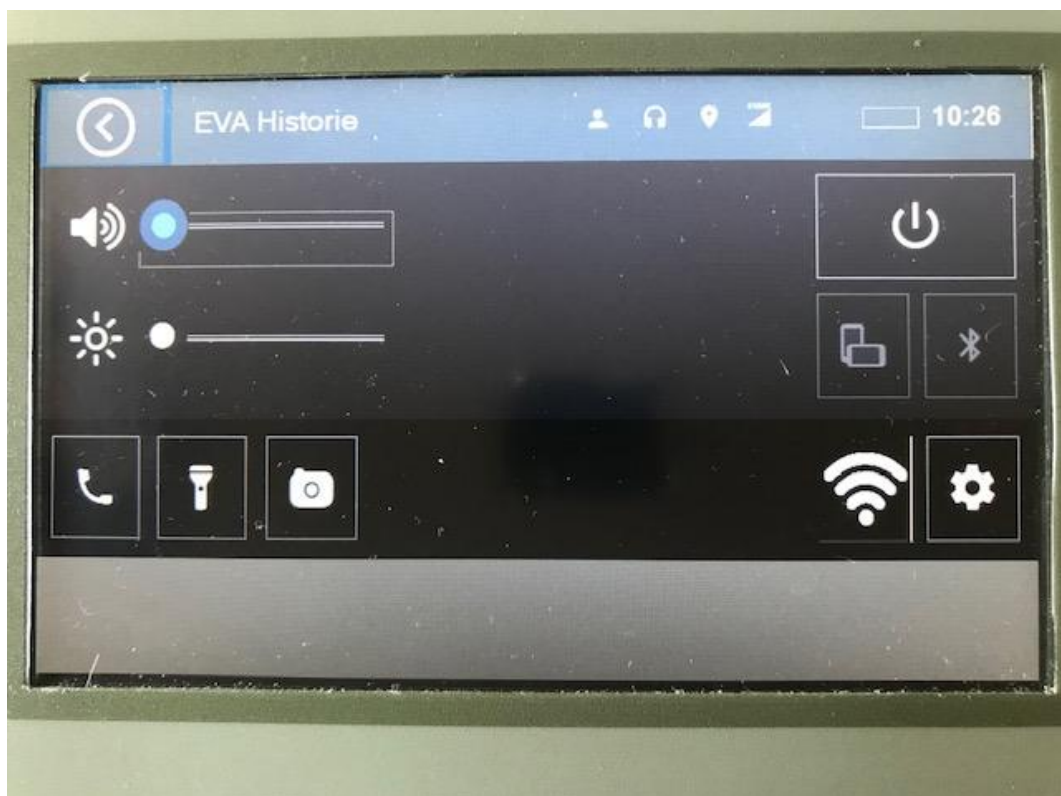


Abbildung 72: Ausführung Settings





Abbildung 73: Ausführung Zug anfordern



Abbildung 74: Ausführung Fahrzeugliste Gleis

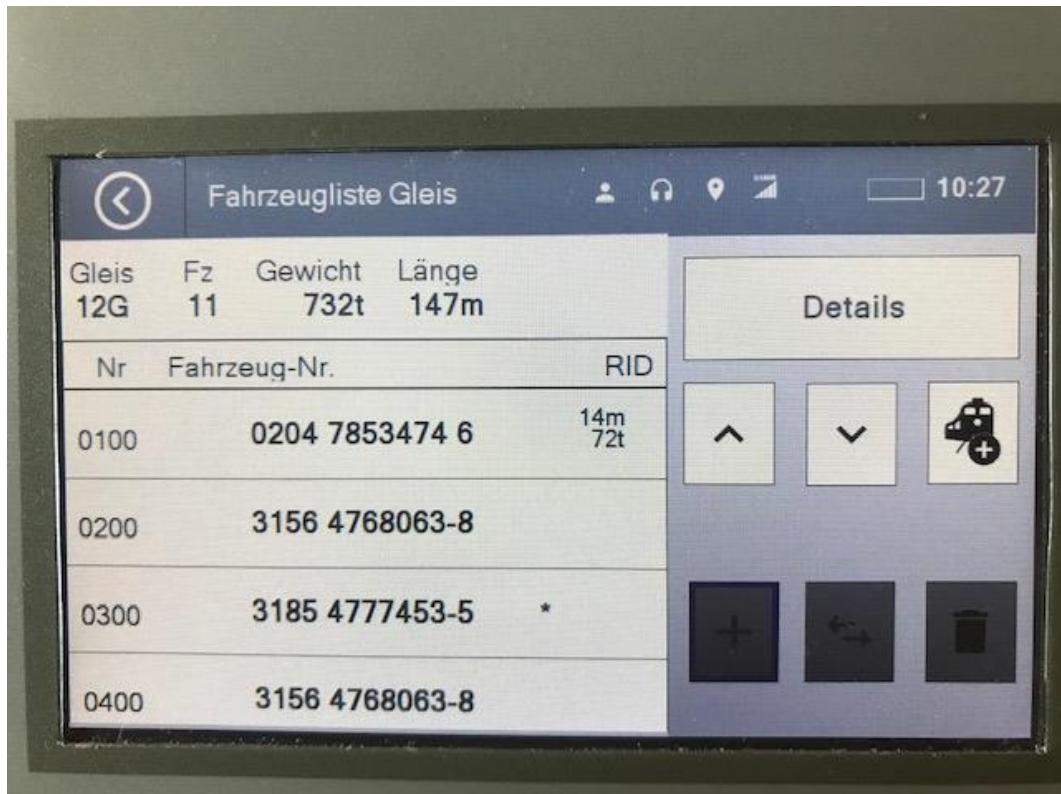


Abbildung 75: Ausführung Details in Fahrzeugliste Gleis

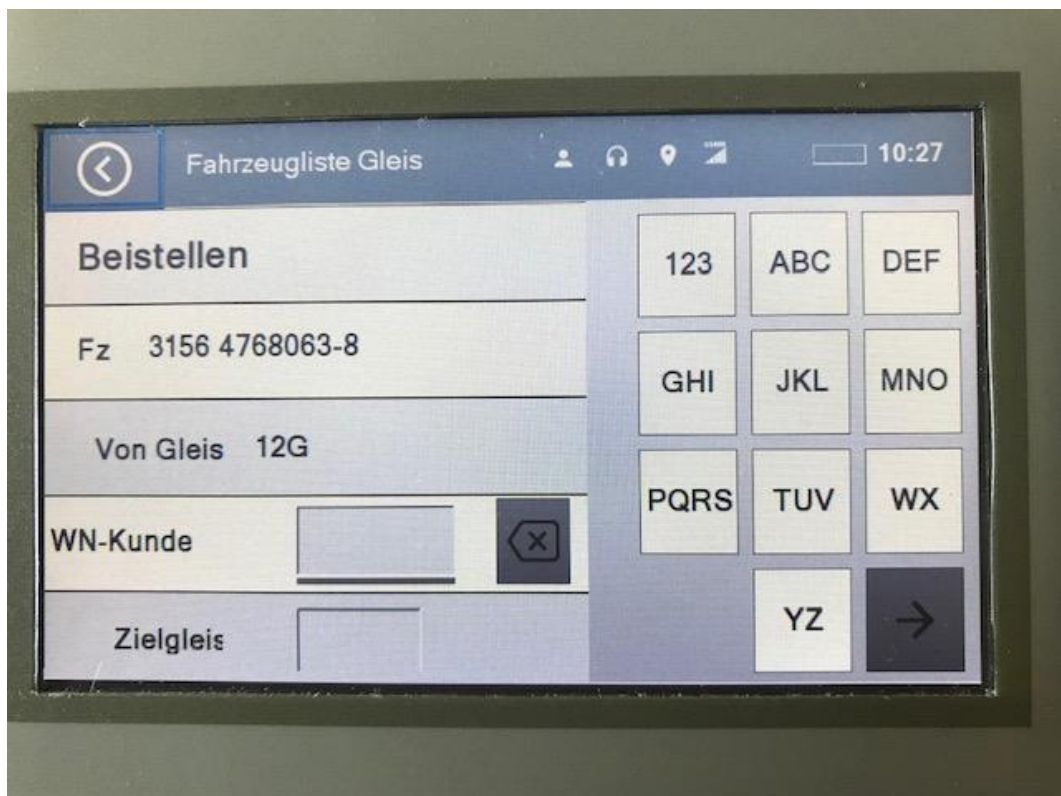
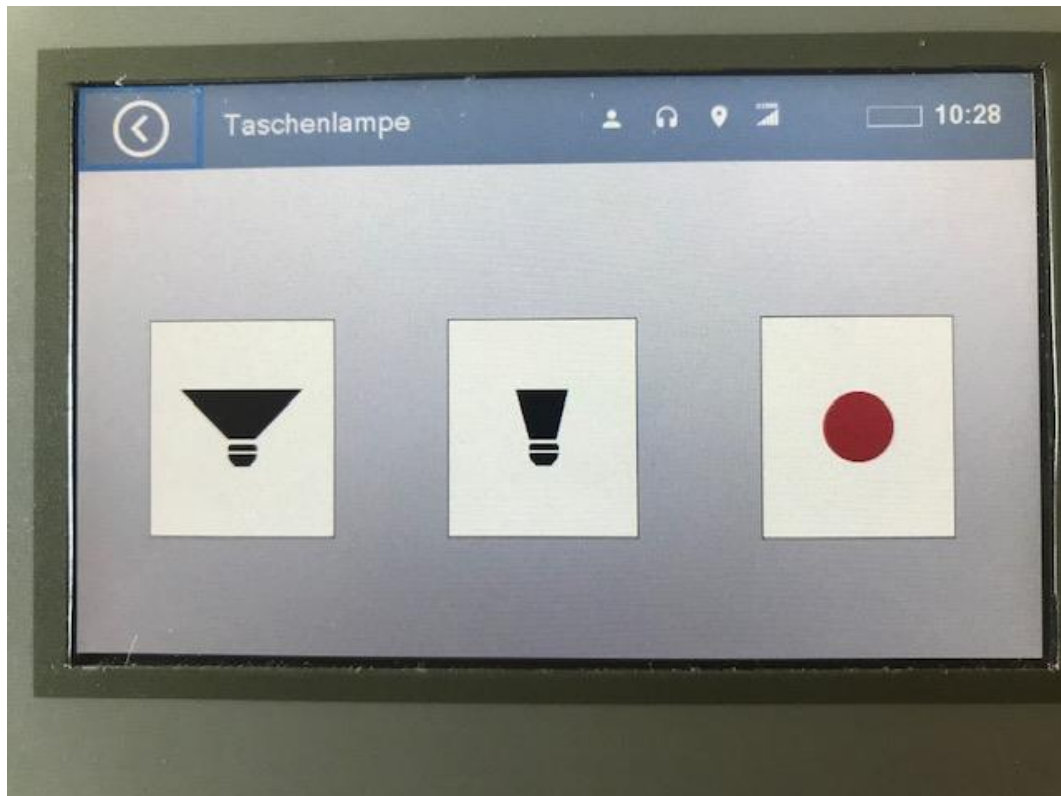


Abbildung 76: Ausführung Beistellen in Fahrzeugliste Gleis



**Abbildung 77: Ausführung Verschlusslampen**



**Abbildung 78: Ausführung Kamerafunktion**



Abbildung 79: Ausführung GSM-R Notruf

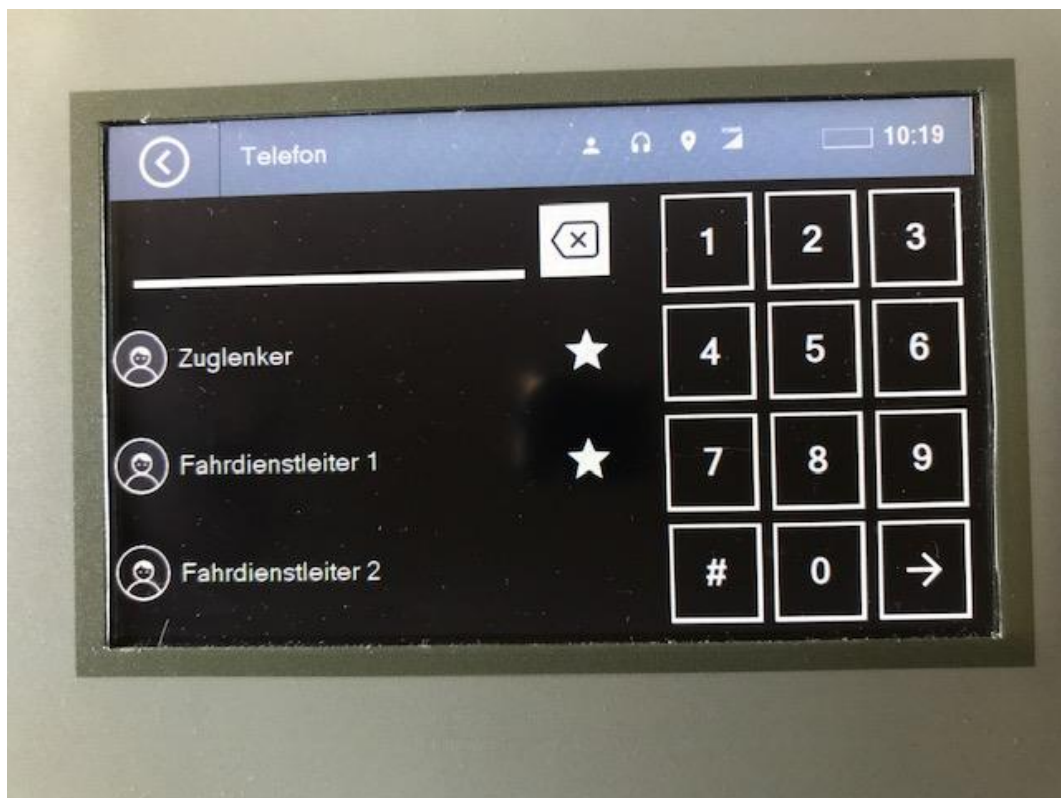


Abbildung 80: Ausführung Nummernpad Telefon (GSM)



Abbildung 81: Ausführung Telefon (GSM)



Abbildung 82: Ausführung Bremsprobekörper (via GSM-R)



**Abbildung 83: Beispielhafte Bedienung mit Handschuhen am Display**



**Abbildung 84: Beispielhafte Bedienung mit Handschuhen am Drehrad**



**Abbildung 85: Untenansicht Verschublampe**

## 14 ANHANG G: FINALE ERHEBUNG (KAISERBERSDORF)

Nr.	Wo?	Kategorie	Beschreibung	Schweregrad	Lösung
1	Startseite	Erwartungen	Kachel-Konzept auf Startseite wird verstanden	Positiv	
2	Drehrad	Erwartungen	Will Drehrad instinktiv benutzen, um den Cursor zu platzieren	Positiv	
3	EVA	Bug	Cursor ist initial nicht korrekt im Feld platziert; probiert zuerst das Drehrad aus, setzt dann den Cursor per Fingerdruck.	Schwer	Das korrekte Fokusverhalten ist für die Bedienung und die Benutzerakzeptanz kritisch.
4	EVA	Erwartungen	Erkennt die Liste der Vorschläge für die Gleiseingabe	Positiv	
5	Gerät	Nutzen und Funktionalität	Erwartet, das Gerät im Hochformat einhändig bedienen zu können.	Schwer	Eine Hochformat-Darstellung wurde im Rahmen des PASOS-Forschungsprojekts bewusst ausgeschlossen und muss für eine Umsetzung angedacht werden.
6	Gerät	Akzeptanz	Die Größe des kleinen Demonstrators ist gerade noch akzeptabel; Kommentar bei der großen Version: "Und wo is des?".	Schwer	Als ideale Größe wird das derzeitige MOTIS (Nautiz-Gerät) empfunden.
7	Gerät	Akzeptanz	Die Größe des im Demonstrator verbauten Drehrads behindert die Bedienung des Touchscreens massiv.	Schwer	Im Hardware-Konzept wurde ein versenktes, flaches Drehrad vorgeschlagen, jedoch nicht umgesetzt.
8	EVA	Sichtbarkeit	Erkennt nicht, dass man für Abstoßfahrten mehrere Ziele eingeben kann. Der graue Plus-Button ist zu wenig sichtbar.	Mittel	Kontraste bei manchen Elementen zu gering. Weiters muss das Konzept, Elemente zu einer Liste hinzuzufügen, überarbeitet werden.



Nr.	Wo?	Kategorie	Beschreibung	Schweregrad	Lösung
9	Navigation	Sichtbarkeit	Erkennt den Zurück-Button sofort als solchen	Positiv	
10	EVA	Mentales Modell	Erwartet die Entscheidung zwischen Verschub- und Abstoßfahrt vor Eingabe von Start und Ziel.	Mittel	Die Entscheidung ist eher als Auswahl von zwei Optionen zu sehen, daher müssten die Buttons dementsprechend umgestaltet werden. Das Durchführen der Aktion sollte dann als einziger Button mit der Beschriftung "Senden" umgesetzt werden.
11	EVA	Bug	Darstellung ausgewählter Zeilen ist falsch umgesetzt – Textfarbe ist nicht invertiert	Schwer	
12	EVA	Bug	Löschen des zweiten Zielgleises funktioniert nicht korrekt	Schwer	
13	Gerät	Akzeptanz	Der Touchscreen reagiert nur unzulänglich auf den Fingerdruck. Das Display zeigt Schlieren bei Fingerdruck.	Schwer	Die Responsivität der verwendeten Touch-Technologie ist kritisch für die Benutzerakzeptanz. Moderne resistive Touch-Screens sind auch nass bedienbar und sollten ernsthaft für das Gerät in Betracht gezogen werden.
14	EVA	Bug	Fokus-Verhalten nicht korrekt implementiert – bei erfolgter Eingabe eines Gleises springt der Fokus nicht automatisch weiter und erfordert dadurch eine weitere Benutzerinteraktion	Schwer	Die Benutzerakzeptanz entscheidet sich unter anderem an der Effizienz bei Benutzereingaben – eine schlechtere Performance als bei bisher verwendeten Devices ist kritisch und nicht akzeptabel.
15	EVA	Mentales Modell	Bei Auswahl einer Verschubfahrt kann es nur ein Ziel geben.	Mittel	Der Plus-Button kann somit entfallen.  Ergänzung: bei

Nr.	Wo?	Kategorie	Beschreibung	Schweregrad	Lösung
					Eingabe einer "über"-Route ist der Plus-Button trotzdem nötig.
16	EVA	Nutzen und Funktionalität	Bei einer Verschiebung wird die Funktion "Wende" nicht unterstützt. Wende wird sehr häufig verwendet.	Mittel	Wende ist eine zusätzliche Option, die nicht vorselektiert sein darf. Nach Durchführen eines Wende-Verschiebungs muss das Zielgleis in das Feld Start übernommen werden. Die Funktion löst ein anderes Verhalten am Stellwerk aus: der benötigte Teil der Fahrstraße wird automatisch aufgelöst; ohne "Wende" muss der FdL manuell eingreifen.
17	EVA	Effizienz	Bei Verschiebung soll automatisch das Ziel der letzten Verschiebung in das Feld Start übernommen werden.	Mittel	Bei Abstoßfahrten soll das Ziel der letzten Verschiebung übernommen werden. Nach einer Abstoßfahrt soll aber nicht das Zielgleis zum nächsten Startgleis werden.
18	EVA	Sichtbarkeit	Der Plus-Button wird nicht erkannt.	Schwer	Die Funktion zum Hinzufügen einer zusätzlichen Zeile muss überdacht werden (Farben, Kontraste, Platzierung).
19	EVA	Mentales Modell	Info: Eine Abstoßfahrt mit einem Ziel entspricht genau einer Verschiebung.	Info	
20	EVA	Nutzen und Funktionalität	Lokverschiebung wird nie verwendet	Info	
21	EVA	Sichtbarkeit	Kann History-Symbol auf Startseite nicht erkennen	Mittel	
22	EVA	Nutzen und Funktionalität	Findet History-Funktion gut	Positiv	

Nr.	Wo?	Kategorie	Beschreibung	Schweregrad	Lösung
23	EVA	Erwartungen	History-Funktion ist seiner Meinung nach falsch platziert	Mittel	History sollte mit EVA in einem Interface integriert werden.
24	EVA	Mentales Modell	Erwartet, dass die Zusammenfassung der Fahrt vor dem Senden nochmal angezeigt wird.		Entspricht dem aktuellen Ablauf bei EVA. Gegenstimme im Meeting: will nicht zusätzlichen Schritt einführen. Schluss: Die Anzeige der eingegebenen Start-/Ziel-Gleise erfüllt diese Funktion bereits. Eine Zusammenfassung ist daher nicht nötig. Besser überlegen, wie sich die History in das EVA-Bedienoberfläche integrieren lässt.
25	Drehrad	Effizienz	Findet Drehrad gewöhnungsbedürftig; "nicht schlecht, kann man bedienen"	Mittel	Wenn das Drehrad umgesetzt werden soll, muss es besser in das Gehäuse integriert werden. Ebenso muss das Fokusverhalten der Bedienoberfläche eindeutig und konsistent funktionieren.
26	EVA	Nutzen und Funktionalität	Findet Kartenansicht gut für junge Kollegen, die die Abschnitte noch nicht gut kennen	Positiv	
27	EVA	Workflow	Äußert große Bedenken bei automatischer Erstellung der Verschubaufträge (ZEAT = Zerlegungsauftrag)	Mittel	Betrifft Sonderfälle und manuelles Eingreifen, wenn zB Wagen "verrecken", schleifender Bremsen, hängen bleiben, usf
28	EVA	Nutzen und Funktionalität	Unterstützt nicht die Eingabe von Start "über" Gleis "nach" Gleis	Mittel	Auch bei Verschub müssen mehrere Ziele möglich sein; Zwischenschritte sind "über" Gleise. Hauptvorteil für FdL
29	Top-Leiste	Fehlervermeidung	Aktiviert irrtümlich das Pulldown-	Leicht	

Nr.	Wo?	Kategorie	Beschreibung	Schweregrad	Lösung
			Menü, als er den Zurück-Button drücken will		
30	EVA	Bug	Bei Hinzufügen eines zweiten Ziels werden beide Zeilen als selektiert dargestellt, wodurch Fokus nicht klar ist.	Schwer	Fokusverhalten über die gesamte Applikation nicht korrekt implementiert.
31	EVA	Mentales Modell	Verschub- und Abstoßen sind zwei Call 2 Actions, sollten aber als Auswahl vor Eingabe von Start/Ziel gestaltet sein	Mittel	Auf eindeutige Call 2 Actions achten
32	GSM-R / Bremsprobe	Kommentar	"Soll des des komische Telefon, was ma ham, ersetzen?" (meint das GSM-R-Telefon)	Info	Sagt, dass er das GSM-R-Telefon nicht verwendet
33	GSM-R / Bremsprobe	Sichtbarkeit	Kann mit Icon nichts anfangen	Leicht	
34	GSM-R	Nutzen und Funktionalität	Findet die Notruf-Funktion gut		Dürfte die einzige GSM-R-Funktion sein, die bekannt ist und auch eingesetzt wird
35	Kamera	Nutzen und Funktionalität	Würde gerne Fotos verschicken können, und zwar an vordefinierte Empfänger mit der Möglichkeit, eigene Adressen zu vergeben.	Mittel	Die Kamerafunktionalität hat großes Potenzial, wenn etwa Wagennummern mittels OCR automatisch eingelesen werden können.
36	Headset, Earset / Bluetooth	Nutzen und Funktionalität	"Vergiss das beides". Mit Helm kein Headset möglich; Earsets könnten verloren werden und dämpfen die Umgebungsgläusche. sagt, dass er keine Ohrstecker trägt	Schwer	Freisprech-Funktion würde die Anforderungen komplett abdecken, da die meisten Gespräche sehr kurz und formalisiert sind.
37	Taschenlampe	Nutzen und Funktionalität	Findet TL gut	Positiv	

Nr.	Wo?	Kategorie	Beschreibung	Schweregrad	Lösung
38	Telefon	Nutzen und Funktionalität	"Etwas unhandlich, aber bitte"	Mittel	
39	SMS	Nutzen und Funktionalität	"Ja, seh ich auch ein"	Mittel	
40	Zug suchen	Sichtbarkeit	Kann mit dem Lupen-Icon nichts anfangen	Mittel	Zugsuche besser in das restliche Interface integrieren; eigene (globale?) Suchfunktion anbieten ist eine andere Alternative.
41	Zugliste	System und reale Welt	Ist verwirrt, dass nur drei Einträge sichtbar sind, aber laut laufender Nummern dort 10 Einträge sein müssten. Würde gerne scrollen, um den Rest zu sehen.	Leicht	Liegt an den fehlerhaften Beispieldaten.
42	Zugliste	System-Feedback	Erkennt den Zusammenhang zwischen ausgewähltem Eintrag und der Details-Funktion	Positiv	
43	Zugliste / Details	Bug	Die Zurück-Funktion geht nicht einen Schritt zurück, sondern springt auf die Startseite. Dadurch kommt man nie mehr zur Zugliste zurück.	Schwer	Die Funktion muss sich konsistent und vorhersagbar verhalten - also immer einen Schritt zurückgehen.
44	Zugliste / Details	Bug	Die Eingabe der Wagennummer funktioniert nicht; Interface springt dann irgendwann weiter und zeigt den "Fertig"-Button an.	Schwer	Die Qualität der Implementierung beeinflusst das Nutzererlebnis massiv und macht die MOTIS-Funktionalitäten unbrauchbar, sodass sie nicht getestet werden können.
45	Zugliste / Details	Bug	Durch einen falschen Software-Stand werden keine Button-Beschriftungen oder Icons angezeigt, wodurch auf dem kleinen Demonstrator nicht	Schwer	Die Frage der Aktualisierung der Software-Stände wird sich für ein Produktiv-Gerät in der Zukunft ebenfalls stellen und muss gelöst werden.

Nr.	Wo?	Kategorie	Beschreibung	Schweregrad	Lösung
			weitergearbeitet werden kann.		
46	Neues Fz anlegen	Sichtbarkeit	Unklar, ob gescrollt werden kann. Dadurch ist der User unsicher, ob es noch mehrere Datenfelder in der Liste gibt	Mittel	Generelles Konzept zur Anzeige der Länge von scrollbaren Listen und deren Unterscheidbarkeit von nicht scrollbaren Containern.
47	Fz Details	System und reale Welt	Für ihn sind nur die ersten beiden Sektionen relevant. Kennt nicht alle Datenfelder aus den Sektionen darunter.	Mittel	Im Zuge der Überarbeitung von INFRA-TIS sollte eingehend geprüft werden, welche Datenfelder überhaupt für die Vershieb-Prozesse relevant sind und wie sie am Interface kommuniziert werden.
48	Fz Details	Mentales Modell	Versteht das Konzept der klickbaren Sektionen; ist im Prototyp allerdings nicht implementiert	Positiv	
49	Fz Details	Effizienz	Würde sich erwarten, den Bearbeitungs-Screen sofort bei Antippen zu öffnen.	Mittel	
50	RID	Nutzen und Funktionalität	Findet den Shortcut zu RID / Gefahrgütern praktisch	Positiv	
51	Fz Details bearbeiten	Sichtbarkeit	Nicht klar, wie man hier vorgenommene Änderungen speichert. Erkennt den Button "->" neben der numerischen Tastatur nicht.	Mittel	Klareren Call 2 Action für Bearbeitungsmodus von Listen einführen. Möglicherweise ähnliches Thema wie beim "Plus"-Button durch die graue Farbe.
52	Neues Fz anlegen	Effizienz	Fokus sitzt nicht im ersten Fz-Nummernfeld, obwohl so angezeigt. Muss	Schwer	Fokusverhalten muss konsistent und vorhersagbar funktionieren und darf keine unnötigen

Nr.	Wo?	Kategorie	Beschreibung	Schweregrad	Lösung
			Fokus manuell setzen.		Bearbeitungsschritte beinhalten.
53	Neues Fz anlegen	Mentales Modell	Versteht die Eingabe der mehrteiligen Fz-Nr	Positiv	
54	Neuen RID anlegen	Mentales Modell	Würde auf die leere Liste tippen, um ein neues RID anzulegen	Mittel	Methode zur Anlage neuer Elemente in Liste überdenken – möglicherweise als Teil der Liste selbst.
55	Neuen RID anlegen	Nutzen und Funktionalität	Es wird eine neue RID-Maske geben	Mittel	Entsprechend den neuen Anforderungen aktualisieren
56	Zugliste	Mentales Modell	Im derzeitigen MOTIS ist ein Hinzufügen eines Tfz erst gestattet, wenn der Cursor auf der letzten Zeile der Liste ist. Dadurch will man die Benutzer auffordern, jede Position einzeln zu prüfen.	Mittel	Methode zur Anlage neuer Elemente in Liste überdenken – hier könnte man die Funktion am Ende der Liste integrieren; etwa als leeren Eintrag. Es muss sichergestellt werden, dass der Benutzer alle Wagen zuerst kontrolliert, bevor ein Tfz eingefügt werden kann.
57	Zugliste / Bremsberechnung	System und reale Welt	Eine Bremsberechnung ist erst nach Hinzufügen eines Tfz möglich; im derzeitigen Prozess müssen erst alle Schritte zum Hinzufügen eines Tfz durchlaufen werden, bevor die Bremsberechnung durchgeführt werden kann.	Schwer	Diesen Prozess stark vereinfachen – die Tfz-Daten stehen oft schon zur Verfügung und müssen nicht gesondert eingegeben werden.
58	Zugliste	Erwartungen	Erkennt das Stürzen-Icon	Positiv	
59	Zugliste	Erwartungen	Erkennt das Mülleimer-Icon als Funktion Abstellen	Positiv	
60	Zug anfordern	System und reale Welt	Erkennt Button Zug anfordern als Funktion Fahrvershub	Positiv	

Nr.	Wo?	Kategorie	Beschreibung	Schweregrad	Lösung
61	Zug anfordern	Erwartungen	Zahlreiche Funktionen (Zeilenauswahl, Aufruf zentraler Funktionen) nicht implementiert, dadurch Frustration	Schwer	Um bei einer Neuentwicklung von INFRA-TIS vorhandene Prozesse neu modellieren und verlässlich abtesten zu können, müssen diese Arbeitsabläufe komplett interaktiv durchgespielt werden können.
62	Tfz anlegen	Sichtbarkeit	Feld mit Fokus ist nicht deutlich genug erkennbar	Schwer	Klarere Unterscheidung nötig
63	Tfz anlegen	Erwartungen	Tfz-Erfassung ist viel zu kompliziert – das Tfz ist schon vorhanden. Nur mehr die Nummer muss eingegeben werden, die restlichen Daten werden vorbefüllt.	Mittel	
64	Bremsberechnung	Erwartungen	Die Felder mit den Werten müssen bereits vollständig befüllt sein	Mittel	Felder sind nicht mehr bearbeitbar (Ausnahmen? tbd)
65	Bremsberechnung	Bug	Scrollen funktioniert nicht, lässt sich nicht nach unten scrollen	Schwer	
66	Bremsberechnung	Erwartungen	Bei Durchführen der Bremsberechnung müssen zwei Resultate ausgegeben werden: einmal mit Tfz und einmal ohne.	Mittel	
67	Bremsberechnung	Erwartungen	Die Betriebsstelle muss automatisch vorgeschlagen werden, da jetzt bereits die Schnittstelle zu ARAMIS existiert.	Mittel	
68	Bremsberechnung	Bug	Bremsberechnung kann nicht durchgeführt werden, da durch den Scroll-Bug nicht alle Felder	Schwer	



Nr.	Wo?	Kategorie	Beschreibung	Schweregrad	Lösung
			erreicht werden können.		
69	Bremsberechnung	Erwartungen	Bei der Bremsberechnung gibt es zahlreiche Hinweise und Warnungen (zu wenig/zu viel Bremsbremsleistung, usw), deren Logik noch nicht analysiert und im Demonstrator daher nicht abgebildet wurden.	Schwer	Die Logik muss analysiert und eine Methode vorgesehen werden, wie die Warnungen den Benutzern angezeigt werden sollen.
70	Zugliste / Zuganfordern	Erwartungen	Unterschied der beiden Funktionen ist klar – Zugliste dient zum Zusammenstellen von Zügen, Fahrverschiebung dient zum Fahren, Abholen und Beistellen von Wagen	Positiv	
71	Abholen	Erwartungen	Nicht implementiert	Schwer	
72	Gleisreihung	Sichtbarkeit	Icon für Gleisreihung nicht klar	Schwer	
73	Gleisreihung	Akzeptanz	Gleisreihung wird nicht verwendet, da das System mit gleichzeitigen Zugriffen nicht zurechtkommt. Beispiel: Kollege ändert am Computer die Gleisreihung, während der Verschiebung ebenfalls Änderungen vornimmt.	Schwer	Das Konzept gleichzeitiger Zugriffe und das Auflösen von Konflikten ist ein zentraler Punkt bei der Neukonzeption von INFRA-TIS.
74	Gleisreihung	System und reale Welt	Die Änderungen werden auf den Geräten derzeit lokal vorgenommen und dann erst per User-Aktion gesendet / übertragen.	Info	S.o., Synchronisationskonzept, Auflösen von Konflikten, Offline-Konzept

Nr.	Wo?	Kategorie	Beschreibung	Schweregrad	Lösung
75	Gleisreihung	System und reale Welt	Wünscht sich eine Funktion, die bei jeder Datenübertragung die gesendete Gleisreihung ausdrückt. Damit wären die Verschubmitarbeiter abgesichert, die richtige Änderungen vorgenommen zu haben.	Schwer	Ausdrucken und Vergleichen der Listen draußen und im Büro kann nur ein Workaround sein; muss mit dem Offline-/Online-/Synchronisationskonzept gelöst werden.
76	Gleisreihung	System und reale Welt	Die Verschubmitarbeiter gehen in der Frühaus (wöchentlich), um eine Inventur der vorhandenen Wagen auf den Gleisen vorzunehmen. Diese schicken sie dann ins Büro (wo die Kollegen möglicherweise ihrerseits Änderungen vorgenommen haben). Die Änderungen der Verschubmitarbeiter bilden somit die wahre Situation draußen ab.	Info	Es scheint, dass die Verschub-Mitarbeiter draußen und die Kollegen im Büro unterschiedliche Aufgaben durchführen. Das sollte möglich sein, ohne die Daten des jeweils anderen zu überschreiben. Zu klären, welche Aufgaben von den Kollegen im Büro durchgeführt werden, die die Wagenreihung am Gleis betrifft.  Edit: Die Kollegen im Büro erfassen die eingehenden Wagen und teilen ihnen eine beliebige Position zu, die aber nicht der realen Position entspricht – dadurch entsteht diese Kollision.
77	Gleisreihung	Effizienz	Zum Einfügen eines neuen Wagens würde er sich erwarten, die Zeile anzutippen und dann mit dem Plus-Button einen neuen Eintrag in der Zeile darunter einfügen zu können. Würde der	Schwer	Grenzfall: Will man einen Wagen an der ersten Stelle einfügen, soll man den ersten Eintrag selektieren können, und nach Drücken des Plus die Option erhalten, den Wagen an der ersten Stelle einzufügen.

Nr.	Wo?	Kategorie	Beschreibung	Schweregrad	Lösung
			Eintrag immer am Ende eingefügt, müsste er ihn erst manuell an die richtige Stelle schieben.		
78	Gleisreihung	Sichtbarkeit	Verschieben eines einzelnen Wagens: erkennt die Auf/Ab-Pfeile nicht sofort als die richtige Funktion.	Leicht	
79	Gleisreihung	Sichtbarkeit	Versteht, wie er einen Wagen selektiert und dann in der Liste verschieben kann	Positiv	
80	Gleisreihung	Sichtbarkeit	Erkennt das Tzf-Icon nicht sofort, interpretiert es aber dann richtig ("Gleis auf Zug")	Leicht	
81	Gleisreihung	Nutzen und Funktionalität	Vermisst die Funktion zum Senden des aktuellen Gleis. Wünscht sich auch dort eine Drucken-Funktionalität als Arbeitsreport und Absicherung.	Mittel	
82	Allgemein	Akzeptanz	Die Kollegen sind der Meinung, dass analoge Arbeitsabläufe auf Papier sehr wohl digitalisiert werden können, wenn die digitale Umsetzung einfach genug ist.	Info	In der Praxis scheitert die Akzeptanz digitaler Prozesse und Applikationen an unzulänglicher Software-Umsetzung, Geräte-Entscheidungen, schlechter Bedienbarkeit, um nur einige Faktoren zu nennen.

**Tabelle 27: Finale Erhebung Kaiserebersdorf**

- Ende Dokument -