

Dynamisches und reaktives Informations- und Leitsystem für den Bahnhof der Zukunft DIRIGENT

Ein Projekt finanziert im Rahmen der
Verkehrsinfrastrukturforschung 2017
(VIF 2017)

September 2021/v2



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
Praterstern 3
1020 Wien

 **ÖBB**
INFRA

Für den Inhalt verantwortlich:

AIT Austrian Institute of Technology
Giefinggasse 4
1210 Wien

 **AIT**
AUSTRIAN INSTITUTE
OF TECHNOLOGY

Programmmanagement:

Österreichische Forschungsförderungsgesellschaft mbH
Thematische Programme
Sensengasse 1
1090 Wien

 **FFG**
Forschung wirkt.

Dynamisches und reaktives Informations- und Leitsystem für den Bahnhof der Zukunft DIRIGENT

Ein Projekt finanziert im Rahmen der
Verkehrsinfrastrukturforschung
(VIF2017)

AutorInnen:

**Christian KOGLER
Helmut SCHROM-FEIERTAG
Tanja TOMIC
Harry HINNEBERG
Horst KRIEG**

Auftraggeber:

Bundesministerium für Klimaschutz
ÖBB-Infrastruktur AG

Auftragnehmer:

AIT Austrian Institute of Technology
indicate.digital.design.vision e.U.
Impact Design GmbH

INHALTSVERZEICHNISS

Management Summary	5
Einleitung	7
Der Bahnhof als Drehscheibe der Mobilität	7
Information für Alle	8
Arbeitspakete und Projektstruktur.....	10
AP1: Projektmanagement	12
AP2: Anforderungsanalyse.....	13
Szenarien und Use Cases.....	20
AP3: Visionäre Konzepte für Infopoint und Wegeleitsystem	37
Visionäre Konzepte für Wegeleitsysteme in Bahnhöfen	37
Dynamisch reaktives Wegeleitsystem	37
Entwicklung des Infopoint Family Konzepts.....	52
Designprozess Infopoint 4.0	58
Das modulare Designsystem als „Familie“	70
Interaktionskonzept Conversational Interface und Screenflow.....	73
Passenger Journeys.....	78
AP4: User Centred Protoypentwicklung	84
AP5: Evaluierung	87
Ergebnisse der Evaluierung	90
Weitere Ergebnisse aus den Interviews und Kommentaren (Fragestellung im Anhang) ...	94
Zusammenfassung und Empfehlungen	96
Anhang	100
Abbildungsverzeichnis.....	102
Referenzen	106

MANAGEMENT SUMMARY

Der Bahnhof der Zukunft, als zentrales Element der Mobilität, muss die Informationsbedürfnisse und Anforderungen unterschiedlichster Benutzer:innengruppen (Pendler:in, Tourist:in, Urlauber:innen, Kinder, mobilitätseingeschränkte Personen, ...) gleichermaßen in ihren unterschiedlichen Ausprägungen befriedigen. Das Fahrgastinformationssystem 4.0 im und am Bahnhof muss in die Umgebung integriert sein und Reisende direkt aus ihrer multimodalen Reisekette (Bus, U-Bahn, MIV, ...) übernehmen bzw. ihn auf deren Weiterreise nahtlos übergeben.

Generell benötigen komplexe Raumsysteme, wie wir sie in großen Verkehrsbauten finden, klare und gut verständliche Wegeleitungssysteme, die nach klaren grafischen Vorgaben gestaltet sind, sodass eine Einheitlichkeit und Systematik im Sinne des CI eines Unternehmens, und unter Wahrung des Mehr-Sinne-Prinzips, gegeben ist. Störfälle im Bahnbetrieb stellen im Vergleich zum Regelbetrieb zwar die Ausnahme dar, machen jedoch Maßnahmen erforderlich, die in den Bahnstationen kommuniziert werden müssen. Dynamische Leitsystemelemente, die im Einklang mit ihren statischen Pendanten agieren tragen sowohl im Regelbetrieb als auch während Störfällen erhebliche Verbesserung der Kommunikation von Ereignissen bei. Grundsätzlich stellt die konzeptionierte Real-Time-Bar ein visuelles Pendant zur akustischen Durchsage dar und soll diese visuell unterstützen.

Als Ergänzung zum Wegeleitsystem hat DIRIGENT den Einsatz eines neuen und flexiblen Infopoints mit der Anwendung von Conversational-Design-Prinzipien für die Informationsbereitstellung konzipiert. Je nach zeitlichem und räumlichem Bedarf (Rushhour, Ankunft von Fernreisezügen) können diese Systeme zeitlich begrenzt an Orte mit hoher Nachfrage gebracht werden, sowie ansonsten in den Hintergrund treten, um den Personenfluss nicht zu behindern.

Im Rahmen einer Evaluierung konnten sich Testpersonen mit den entwickelten Informationssystemen auseinandersetzen, und durch Virtual Reality, den Bahnhof realitätsnah erleben und begehen. Für die Bewertung des Gesamtsystems zeigt sich, dass sowohl das Wegeleitsystem als auch Infopoint sehr positiv bewertet wurden und im Speziellen das konzipierte Zusammenspiel sowie der Informationsfluss gut und leicht verständlich umgesetzt wurden.

EINLEITUNG

Durch die aktuelle Diskussion um den Klimawandel und CO₂ Emissionen, gewinnt der Bahnhof als Drehscheibe für nachhaltige und ökologische Mobilität wieder einen Stellenwert zurück, den er zu Beginn des Eisenbahnzeitalters bereits innehatte. Bahnhöfe gehören seit jeher zu den einflussreichsten städtebaulichen Entwicklungsfaktoren und prägen nicht nur die Umgebung, sondern auch maßgeblich den ersten Eindruck, den Reisende von einer Stadt oder einem Ort erhalten.

Er ist Ankunfts- und Abfahrtsort, ein Ort, der am täglichen Arbeitsweg passiert wird, ein Ort der Kommunikation, und zunehmend ein Ort, der immer multifunktionaler genutzt wird. Neben dem primären Aspekt der Mobilität werden hier auch die Bedürfnisse des täglichen Bedarfs und des Konsums abgedeckt. Durch diese multifunktionale Nutzung kommt es aber auch immer wieder zu Reibungspunkten bei den unterschiedlichen Zielsetzungen in der Gestaltung – wollen Verkehrsbetreiber einen möglichst effizienten und sicheren Personenfluss garantieren, so steht dies im Gegensatz zum Ziel der Geschäfte und Lokale die Leute möglichst zum Verweilen, und in weiterer Folge zum Kauf, anzuregen.

Der Bahnhof der Zukunft soll jedoch alle diese Bedürfnisse und Ansprüche abdecken, alle Benutzer:innengruppen gleichermaßen abholen, deren Anforderungen entsprechen und keinerlei Gruppen und Interessensvertretungen außen vorlassen. Das Ziel dieses Projektes war die nutzer:innenorientierte Konzeption und prototypische Entwicklung von Informationsmedien am Bahnhof. Die konzeptionelle Aufgabe bei der Entwicklung eines „Wegeleitsystems 4.0“ in Kombination mit einem „Infopoint 4.0“ bestand darin, ein gesamtheitliches „Fahrgastinformationssystem 4.0“ zu kreieren.

Der Bahnhof als Drehscheibe der Mobilität

In DIRIGENT fanden – basierend auf einem durchgeführten Workshop mit allen beteiligten Stakeholdern, des Projektteams und der ÖBB, sowie Literatur und Technologierecherchen – besonders die folgenden drei Hauptaspekte Beachtung:

- Wegeleitsystem 4.0
- Infopoint 4.0

- Informations- und Interaktionskonzept

All diese Komponenten sind integrativer Bestandteil eines Fahrgastinformationssystems 4.0 und sollen alle Nutzer:innen und Passagiere des Bahnhofs gleichermaßen mit den für sie notwendigen Informationen versorgen und deren Bedürfnisse optimal zufriedenstellen. Des Weiteren sollen die hier aufgeführten Konzepte und Ideen nicht nur für die zentralen Hauptbahnhöfe und großen Umsteigeknoten gelten, sondern im Besonderen auch für kleinere und vorgelagerte Stationen dienen, da diese ebenso ein essentieller Teil in den täglichen Wegekettens der Passagiere darstellen.

Es ist zu beachten, dass die hier genannten drei Hauptaspekte keineswegs alleinstehend sind, sondern gemeinsam und in ihrer integrativen Gestaltung die Informationsbedürfnisse der Passagiere bestmöglich bedienen sollen. Des Weiteren gilt, dass für alle Informationsquellen und Informationsdarstellungen immer entsprechende Rückfallebenen anzudenken sind. Dies wurde gemäß dem Prinzip Interaktiv – Dynamisch – Statisch umgesetzt.

Information für Alle

Der Bahnhof der Zukunft soll die Informationsbedürfnisse aller unterschiedlichen Benutzergruppen (Pendler:in, Touristen, Urlauber:innen, Kinder, mobilitätseingeschränkte Personen, ...) gleichermaßen in ihren unterschiedlichen Ausprägungen befriedigen. So benötigt der:die Pendler:in, der sich täglich durch die ihm gut bekannte Infrastruktur bewegt im Normalfall keinerlei Wegeleitinformationen sondern nur Bestätigung über seine Abfahrtszeit und den üblichen Abfahrtsort – wohingegen Personen die sich zum ersten Mal in einer neuen Infrastruktur befinden obendrein stark auf Leitsysteminformationen angewiesen sind. In Ausnahmesituationen und bei Zwischenfällen, wie im Falle von Schienenersatzverkehr, sind ortskundige Passagiere ebenfalls auf ein funktionierendes Wegeleitsystem angewiesen.

Der Bahnhof der Zukunft soll in seine Umgebung integriert sein und den Nutzer:innen direkt aus seiner multimodalen Reisekette (Bus, U-Bahn, MIV, ...) übernehmen bzw. ihn auf seiner Weiterreise nahtlos übergeben. Er dient als Schnittstelle zur Umgebung und den angebundenen Verkehrssystemen und soll einen nahtlosen Übergang in und aus diesen Systemen gewährleisten. Angebote im näheren Umfeld sowie Anschluss an andere Mobilitäts-

bzw. Tourismussysteme werden schon im Bahnhof über Infopoints und das Wegeleitsystem kommuniziert.

Der Bahnhof soll ein Ort der Begegnung sein und den Fahrgästen aktiv ein sicheres Gefühl geben. Dies soll für alle Bereiche des Bahnhofs gelten und sowohl für kleinere unbesetzte Bahnhöfe, wie auch zu jeder Tageszeit für große Knotenpunkte im Verkehrssystem.

Der Bahnhof soll zu einem integrativen Bestandteil der gesamten Reisekette werden und einen möglichst nahtlosen Übergang aus bzw. in andere Mobilitätssysteme gewährleisten. Hierzu ist es essentiell, dass die Nutzer:innen aus den existierenden Schnittstellen abgeholt und übernommen werden, und sich dadurch keine neuen Barrieren aufbauen.

In DIRIGENT wurde eine nutzer:innenorientierte Konzeption und prototypische Entwicklung von Informationsmedien am Bahnhof aufgezeigt. Die Aufgabe bei der Entwicklung eines „Wegeleitsystems 4.0“ in Kombination mit „Infopoints 4.0“ bestand darin, ein gesamtheitliches „Fahrgastinformationssystem 4.0“ zu kreieren. Dabei wurde in Betracht gezogen, dass das Gesamtkonzept auch dann seine Gültigkeit behält, wenn neue oder hier noch nicht betrachtete Wiedergabekanäle für den Bahnhof in Zukunft dazukommen.

Die Ergebnisse der durchgeführten Arbeiten werden in diesem Ergebnisbericht strukturiert nach den jeweiligen Arbeitspaketen dargestellt. In Abbildung 1 ist die Struktur der Arbeitspakete und deren Zusammenhänge dargestellt.

Arbeitspakete und Projektstruktur

Arbeitspakete																					
Projektphasen	Anforderungen	Konzeption & Entwicklung																		Integrative Evaluierung	
1 Projektmanagement																					
2 Anforderungsanalyse																					
3 Visionäre Konzepte																					
4 User Centered Prototypenentwicklung																					
5 Evaluierung																					

Abbildung 1: Arbeitspaketstruktur

AP1: Projektmanagement

Durch gezielte Zeit- und Organisationsplanung, konsequente Erfolgskontrolle, effektive Teamarbeit und Kommunikation wurde sichergestellt, dass die definierten Projektziele mit den zur Verfügung stehenden Ressourcen erfolgreich in der angestrebten Qualität und in der geplanten Zeit erreicht wurden.

AP2: Anforderungsanalyse

In diesem Arbeitspaket wurden die Anforderungen in den unterschiedlichen, für das Projekt relevanten Bereichen (Informationsbedürfnis, Wegketten, Versorgungsbedürfnisse, etc.) im Kontext Bahnhof analysiert und dokumentiert. Zur nutzer:innenorientierten Konzeption und Entwicklung von Informationsmedien am Bahnhof war es wichtig die Informationsbedürfnisse der Kunden und Kundinnen für die gesamte Customer Journey genau zu kennen (1). Wichtige Elemente des Leitsystems sind Schilder, Anzeigetafeln, Piktogramme die universell verstanden werden und einem europäischen Standard entsprechen, wie zum Beispiel Pfeile oder das Toilettenzeichen sowie Bodenindikatoren aus Platten, mit einer Oberflächenstruktur aus Rippen, Rillen oder Noppen. Gerade für Menschen mit Behinderung, wie bspw. sehbehinderte und blinde Menschen, ist dieser Wiedererkennungseffekt durch Gewöhnung an ein Leitsystem entscheidend und kann durch das Maß der Einheitlichkeit positiv wie negativ beeinflusst werden (2).

Insbesondere wurden Lücken identifiziert, die durch Innovationen im Projekt zu schließen sind. Die Ergebnisse bildeten die Basis für die visionären Konzept in AP3 und die Entwicklungen in AP4.

AP3: Visionäre Konzepte für Infobox und Wegeleitsystem

In AP2 wurde das Kunden- und Kundinnenverhalten, der Informationsbedarf und die Lücken in bestehenden Informations- und Leitsystemen ermittelt. Aufbauend auf den Erkenntnissen aus AP2 wurden in AP3 repräsentative Gruppen definiert und visionäre Konzepte ausgearbeitet, um die Lücken im Wegeleitsystem zu schließen und durch Infopoints zu ergänzen. In einem ersten Schritt wurden möglichen Zukunftsvisionen definiert und im zweiten Schritt daraus die erfolgversprechendsten Zukunftsvisionen abgeleitet. Die vielversprechendsten Konzepte wurden für Usability Tests prototypisch umgesetzt.

AP4: User Centred Prototypentwicklung

In diesem Arbeitspaket wurden Informations- und Interaktionsmechanismen für ein Fahrgastinformationssystem 4.0 ausgearbeitet und prototypisch umgesetzt. Es wurde ein modulares und skalierbares Konzept ausgearbeitet und exemplarisch für unterschiedliche Bahnhofskategorien ausgeführt.

AP5: Evaluierung

In diesem Arbeitspaket wurden die Planung der Evaluation in virtueller Umgebung, die Rekrutierung von Evaluationsteilnehmer:innen sowie die Durchführung und Auswertung getätigt. Ebenso umfasst dieses AP weitere Tätigkeiten, die für die korrekte Durchführung der Evaluationen notwendig sind., bspw. Aufbau der Versuchs-Hardware und Integration der in AP4 entwickelten Prototypen und Konzepte.

AP1: PROJEKTMANAGEMENT

AP1 umfasst das Projektmanagement. In diesem Arbeitspaket wurde die Koordination zwischen den einzelnen Projektpartnern durchgeführt und die Kommunikation und Abstimmung mit den Auftraggebern bearbeitet. Es wurden mehrere Meetings organisiert (Projektstartmeeting, mehrere Zwischenmeetings), Protokolle verfasst und ausgesendet sowie die formale Abstimmung mit der FFG durchgeführt, z.B. im Rahmen der Projektverlängerungen.

AP1 ist übergreifend über alle anderen Arbeitspakete angelegt und hat keine direkten inhaltlichen Ergebnisse. Für die formelle Abwicklung wird auf den offiziellen Endbericht verwiesen, welcher parallel zum vorliegenden Ergebnisbericht erstellt wird.

AP2: ANFORDERUNGSANALYSE

In AP2 wurde an der Analyse der Passenger Journeys sowie den Anforderungen an das Leitsystem 4.0 und den Infopoint 4.0 – sowohl aus technischer als auch im Kontext Bahnhof – gearbeitet. Hierzu wurden in einem ersten Schritt die Erkenntnisse zu den unterschiedlichen Personengruppen aus dem VIF Projekt MultimoOpt basierend auf den pro:motion-Typologien herangezogen (1). Ein Matching der verschiedenen Typologien findet sich in Abbildung 2.

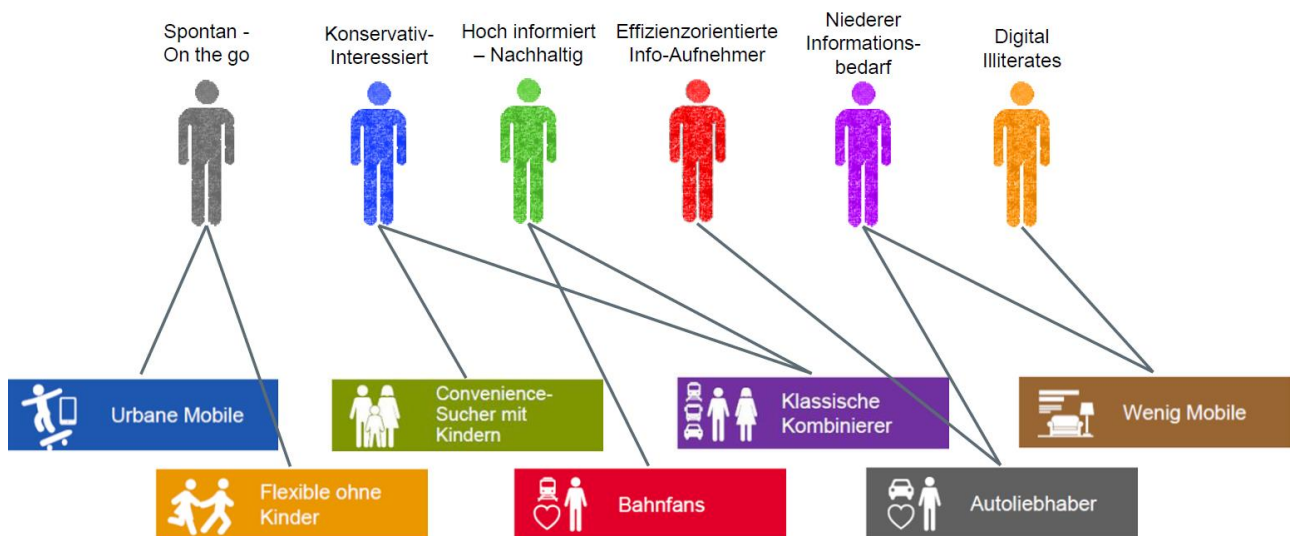


Abbildung 2: Matching der pro:motion-Typologien (oben) mit den ÖBB-Personas (unten)

Im Anschluss wurden die verschiedenen Nutzer:innentypen und Reisezwecke im Detail betrachtet (siehe Tabelle 3):

Tabelle 3: Prototypische Wegeketten unterschiedlicher Nutzertypen und zugrundeliegende Einschränkungen und Reisezwecke

Nutzer:innentyp	Reisezweck/Einschränkung
Pendler:in	Arbeit
	Schule/Kindergarten
	Einkäufe des täglichen Bedarfs
Freizeit	Shopping mit/ohne Einschränkung
	Wege mit Gepäck
	Wege mit Sportausrüstung

Reisende	Als Gruppe (z.B. Familie)
	Mit/Ohne Gepäck
	Mit/Ohne Mobilitätseinschränkung (Kinderwagen, Rollstuhl, Sehbehinderung)

Zusammen mit möglichen Aktivitäten die während einer Reise notwendig werden (Ticket kaufen, Informationen einholen, Einkaufen, Gepäck verstauen, Weiterfahrt planen, Umsteigen, Essen kaufen, Toilette besuchen, Warteraum suchen, Bahnsteig finden, Sitzplatz im Zug finden, Barrierefreies Navigieren ...) wurde daraus eine Matrix aus Wegeketten definiert (siehe Abbildung 3) und zwei prototypische Wegeketten (Routinetrip ohne Mobilitätseinschränkungen, nicht Routinetrips mit Einschränkungen) die eine Vielzahl an Anwendungsfällen abdeckt ausgewählt.

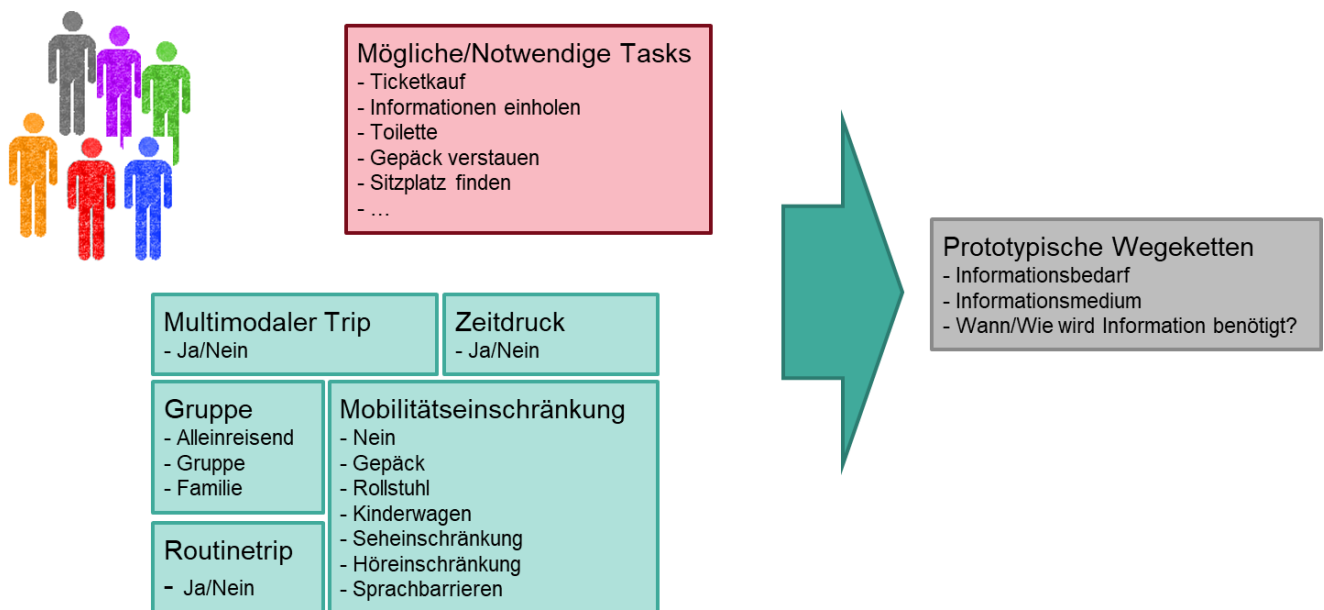


Abbildung 3: Prototypische Wegeketten

Bei der Auswahl der beiden Wegeketten wurde darauf Acht gegeben den alltäglichen Fall des Pendlers bzw. der Pendlerin, der:die im Regelfall keinerlei Informationen zur reinen Navigation benötigt sondern eher auf Störungen und Verzögerungen hingewiesen werden möchte, sowie auf nicht Routinereisen bei denen man sich auf unbekannten Routen bewegt abzudecken (siehe Abbildung 4 und Abbildung 5) .

	Startpunkt	Anreise zum Bahnhof	Vor Start Bahnhof	Im Start Bahnhof	Bahnsteig Start	Zug	Bahnsteig Ziel	Im Ziel Bahnhof	Vor Ziel Bahnhof	Weiterreise zum Ziel
Informationsbedarf	Stau bei Anreise, Betriebsstörungen, Verspätungen, Shopping Bedarf	Verkehrslage	Parkplatz	Verspätungen, Bahnsteig, Schienenersatzverkehr, Störungsmeldungen	Zeit bis zum Zug, Auslastung	Verspätung, Nächste Haltestelle	Anschluss für Weiterfahrt Umsteigen	Anschluss für Weiterfahrt	Anschluss für Weiterfahrt	
Informationsmedium	ÖV App, Verkehrsmeldung	ÖV App, Navi, Verkehrslage	Beschilderung	Monitore, Durchsagen, Infopoint	Monitor, Durchsagen, Fullstandsanzeige, Infopoint	Monitor, Durchsage, App	Monitor, Durchsage, Infopoint	Monitor, Durchsage, Infopoint	Monitor, Aushang	
Bedienung				Touchdisplay	Touchdisplay		Touchdisplay	Touchdisplay		
Angesprochene Sinne										
Information neben aktuellem Bahnhof auch verfügbar für ... (Zielbahnhof, Zug, ...)				Zielbahnhof, Ersatzverkehr	Zielbahnhof, Ersatzverkehr	Zielbahnhof, Ersatzverkehr	Ersatzverkehr	Ersatzverkehr		
Tasks				Toilette, Snack				Einkäufe	Einkäufe	Einkäufe

Abbildung 4: Routine Trip inkl. Berührungspunkte im Leitsystem und notwendigen Informationsbedarf (s. Deliverables)

	Startpunkt	Anreise Bahnhof	Vor Start Bahnhof	Im Start Bahnhof	Bahnsteig Start	Zug	Bahnsteig Ziel	Im Ziel Bahnhof	Vor Ziel Bahnhof	Weiterreise
Informationsbedarf	Wegeplanung, Verkehrsmittel, Reisedauer, Ausstattung der Züge (Kinderwagen Stellplätze), Preise, Stau, Verspätungen		Parkplatz, Eingang zum Bahnhof	Bahnsteig, Verspätungen, Toilette, Wickelraum, Warteraum, Ticketautomat, Infoschalter, Einkaufsmöglichkeiten, Aufzüge, Ersatzverkehr	Bahnsteig korrekt, Zeit bis zum Zug, Abteil im Zug und Halteposition am Bahnsteig, Auslastung im Zug, Zugteilungen, Ersatzverkehr	Sitzplatz, Gepäckbereich, Kinderwagen Stellplatz, Toilette, Nächster Halt	Ausgänge, Anschlussmöglichkeiten, Umsteigen, Ersatzverkehr	Anschluss für Weiterfahrt, Gepäckfächer, Ersatzverkehr	Anschluss für Weiterfahrt	
Informationsmedium	Online, Reisebüro, Info Hotline, Buchungs-hotline, Offline Fahrpläne, ÖV App, Verkehrsmeldungen, Radio		Beschilderung, Umgebungsplan, Taktiles Leitsystem	Monitore, Beschilderung, Personal, Lageplan, Durchsagen, Taktiles Leitsystem, Infoterminal, Ticketautomat, Kundencenter	Monitor, Zugaufteilung, Durchsagen, Infopoint, Taktiles Leitsystem	Sitzplatz Nummernierung, Beschilderung, Monitore, Durchsagen	Monitor, Beschilderung, Durchsagen, Infopoint, Taktiles Leitsystem	Monitor, Beschilderung, Durchsagen, Infopoint, Taktiles Leitsystem, Informationsschalter, Touristeninformation	Monitor, Aushänge, Umgebungsplan, Personal, Andere Reisende, Taktiles Leitsystem, Touristeninformation	
Bedienung				Touchdisplay des Infopoint	Touchdisplay		Touchdisplay	Touchdisplay		
Angesprochene Sinne										
Information neben aktuellem Bahnhof auch verfügbar für ... (Zielbahnhof, Zug, ...)				Bahnsteig, Zug, Zielbahnhof, Sperren und Ersatzverkehr	Zug, Zielbahnhof, Sperren und Ersatzverkehr	Zielbahnhof, Zielregion, Sperren und Ersatzverkehr		Zielregion		
Tasks	Tickets kaufen, Platz-reservierung, Mietwagen buchen am Zielort		(Parkticket)	Toilette, Einkäufe, Ticketkauf, Reservierung, Umbuchung	Snacks kaufen			Gepäck verstauen, Ticket kaufen, Taxi rufen	Taxi rufen, Hotel rufen, Sammeltaxi, Sammelpunkt, Parkticket entwerfen	

Abbildung 5: Nicht Routine Trips inkl. Berührungspunkte im Leitsystem und notwendigen Informationsbedarf (s. Deliverables)

Zur Evaluierung der Informationskontinuität wurden von IMPACT Design die Customer Journeys mit dem Informationsgehalt und Informationsbedürfnissen im Wegeleitsystem gematched, um Lücken und Informationsdefizite identifizieren zu können (siehe Abbildung 6).

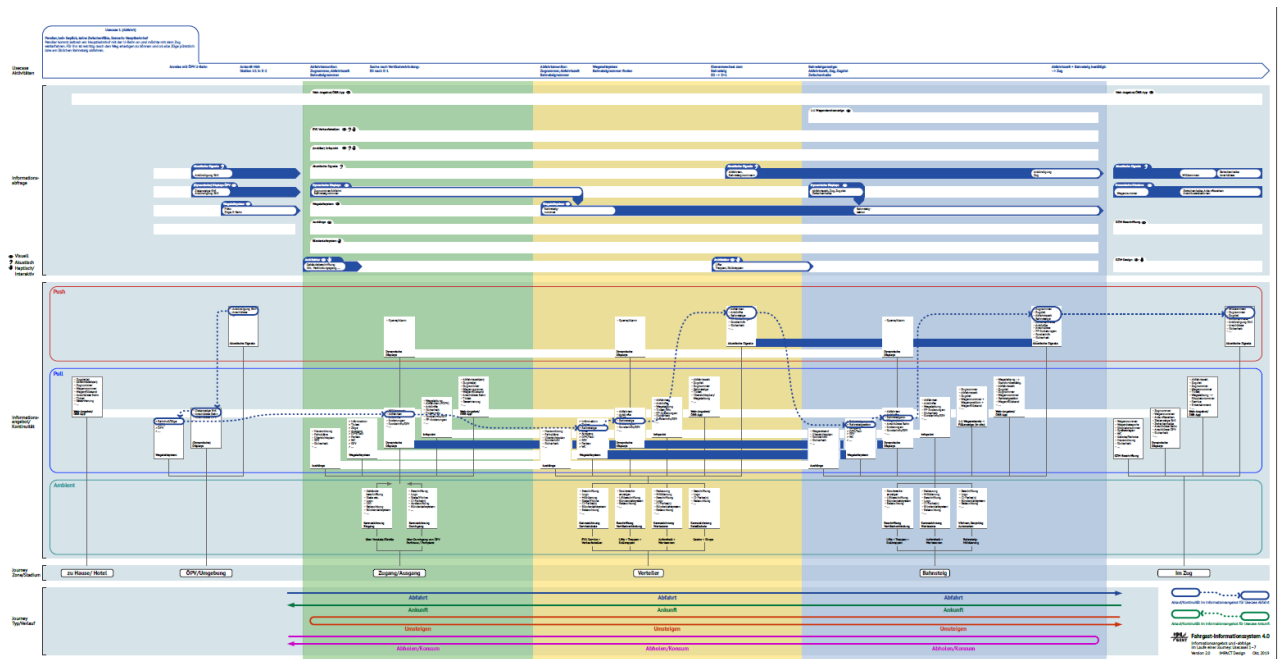


Abbildung 6: Customer Journey inkl. Informationsbedarf und Informationsangebot (s. Deliverables)

Weiters wurden die technischen und nutzerspezifischen Anforderungen an das Leitsystem 4.0 und den Infopoint 4.0 erhoben (siehe eine Zusammenfassung dieser in Abbildung 7 und Abbildung 8).

Infopoint 4.0

- Anbindung (WLAN, Funk, LORAWAN...)
- Modular
- Verfügbarkeit (24/7 – Wartung und Updates außerhalb der Betriebszeiten remote, Zentral bespielt)
- Robust (Vandalismus, Outdoor tauglich)
- Wartungsfrei
- Mobil
- Touchscreen zur Interaktion
- Lautsprecher und Mikrofon
- Kamera (Sicherheit, Interaktion, Scanner)
- Taktile Elemente (Braille, Eingaben, Startknopf etc...)
- Sprachassistent

Wegeleitsystem 4.0

- Anbindung (WLAN, Funk,...)
- Verfügbarkeit
- Farbdarstellung gemäß CI Richtlinien
- Lautsprecher (gerichtet an bestimmten Positionen)
- Beleuchtung/Helligkeit/Farbe (Ambient Information zb. Zeit bis zur Abfahrt eines Zuges)
- Ausgabemedium Display
- Ausgabemedium Projektion
- Modular
- Nahtlos

Allgemeine techn. Anforderungen

- Stromversorgung (Kabel, Akku)
- Langlebig
- Mehr-Sinne Prinzip

Abbildung 7: Technische Anforderungen

Infopoint 4.0

- Bedienbarkeit
- Nutzerfreundlichkeit
- Lesbarkeit (Lichtverhältnisse)/Verständlichkeit
- Barrierefrei (Rückfallebenen)
- Verfügbarkeit (24/7)
- Auffindbar
- Dynamische Inhalte je nach Informationsbedürfnis und Erfahrungsgrad (Lernendes System)
- Sprachausgabe/Text-to-Speech
- Sicherheitsfunktion/Warn- und Notrufsystem

Wegeleitsystem 4.0

- Sichtbarkeit/Lesbarkeit/Verständlichkeit
- Dynamisch
- Rückfallebenen (Interaktiv/Dynamisch/Statisch)
- Farben und Kontrast
- Akustische Informationen
- Durchgängige Information

Allgemeine Anforderungen

- ÖBB CI Entsprechend
- Mehr Sinne Prinzip
- Bedeutungsstrukturiert (Wichtige Informationen werden priorisiert)

Abbildung 8: Nutzerspezifische Anforderungen

Um die Informationsbedürfnisse zeitlich (Ermittlung des Informationsbedarfs, der durch den Fahrplan, die Tageszeit und den Betrieb bedingt ist) während des Aufenthalts der Fahrgäste innerhalb der Bahnhofsinfrastruktur verstehen zu können, wurde die Methode der Erstellung mehrerer möglicher „User-Journeys“ angewandt.

Das prinzipielle „Journey-Mapping“ ist eines der Werkzeuge des Fachbereichs „Service Design Thinking“ und hilft dabei das größere Bild einer Gesamterfahrung des Kunden in einer bestimmten Situation abzubilden.

„Journey maps help us to find gaps in customer experiences and explore potential solutions. They can be used to visualize existing experiences as well as potential future experiences. Just as a movie is structured as a sequence of scenes, a journey map is structured as a sequence of steps (often also referred to as events, moments, experiences, interactions, activities etc.).“

This is Service Design Doing: Applying Service Design Thinking in the Real World - Marc Stickdorn, Markus Hormess, Adam Lawrence, Jakob Schneider

Im Kontext dieses Projekts handelt es sich bei Kunden konkret um Passagiere, die eine zum Teil räumliche und zum Teil virtuell-interaktive „Journey“ (Interaktion mit den Infopoints) im Bereich der Bahnhofsinfrastruktur durchlaufen. Das Ziel des Projekts war es eine optimale „User-Journey“ in der Interaktion mit einem neuartigen Infopoint Konzept zu gestalten. Auch

wenn die architektonischen Parameter durch die existierenden Bahnhofsgebäude vorgegeben waren, gehörte zur Analysephase ebenso die Bestimmung optimaler Verortung der digitalen Inhalte innerhalb und außerhalb dieser Räume. Im Sinne des wichtigsten „User-Experience“ Grundsatzes stets die Gesamterfahrung des Users zu betrachten wurden die „Journeys“ zusätzlich zur textlichen Ausführung und Darstellung in Flussdiagramm-Format ebenso innerhalb einer schematischen Grundrissdarstellung ausgewählter Bahnhöfe visualisiert.

„Experience design: The practice of designing products, processes, services, events, and environments with a focus placed on the quality and enjoyment of the total experience.“

The Design of Everyday Things: Revised and Expanded Edition – Don Norman

Durch diesen angepassten „User-Journey-Mapping“ Ansatz entstanden die vom Projekt als „Action-Zone-Pläne“ bezeichneten Ergebnisse.

Das Ziel dieser Visualisierungsmethode war es, nicht nur statische Informationsbedürfnisse räumlich zu verorten, sondern auch den Bedarf oder die Sinnhaftigkeit eines mobilen Infopoints oder anderer dynamischer mobiler Elemente objektiv zu ermitteln. Zu diesem Zwecke wurden mehrere unterschiedliche „Journeys“ erstellt. Prototypisch wurde dafür einerseits die Architektur des Hauptbahnhofs Wien und andererseits auch die Architektur sowie Außenfläche des Bahnhofs Feldkirch herangezogen. Die visuelle Aufbereitung ermöglichte es iterativ unterschiedliche Dimensionen der Anforderungen oder Einflüsse an das Informationsangebot abzubilden (räumlich, zeitlich, im Journey Kontext, betrieblich). Sie bildete im Kurationsprozess eine Entscheidungsgrundlage für die Größe, Positionierung und Einsatz unterschiedlicher Infopointformate im Raum.

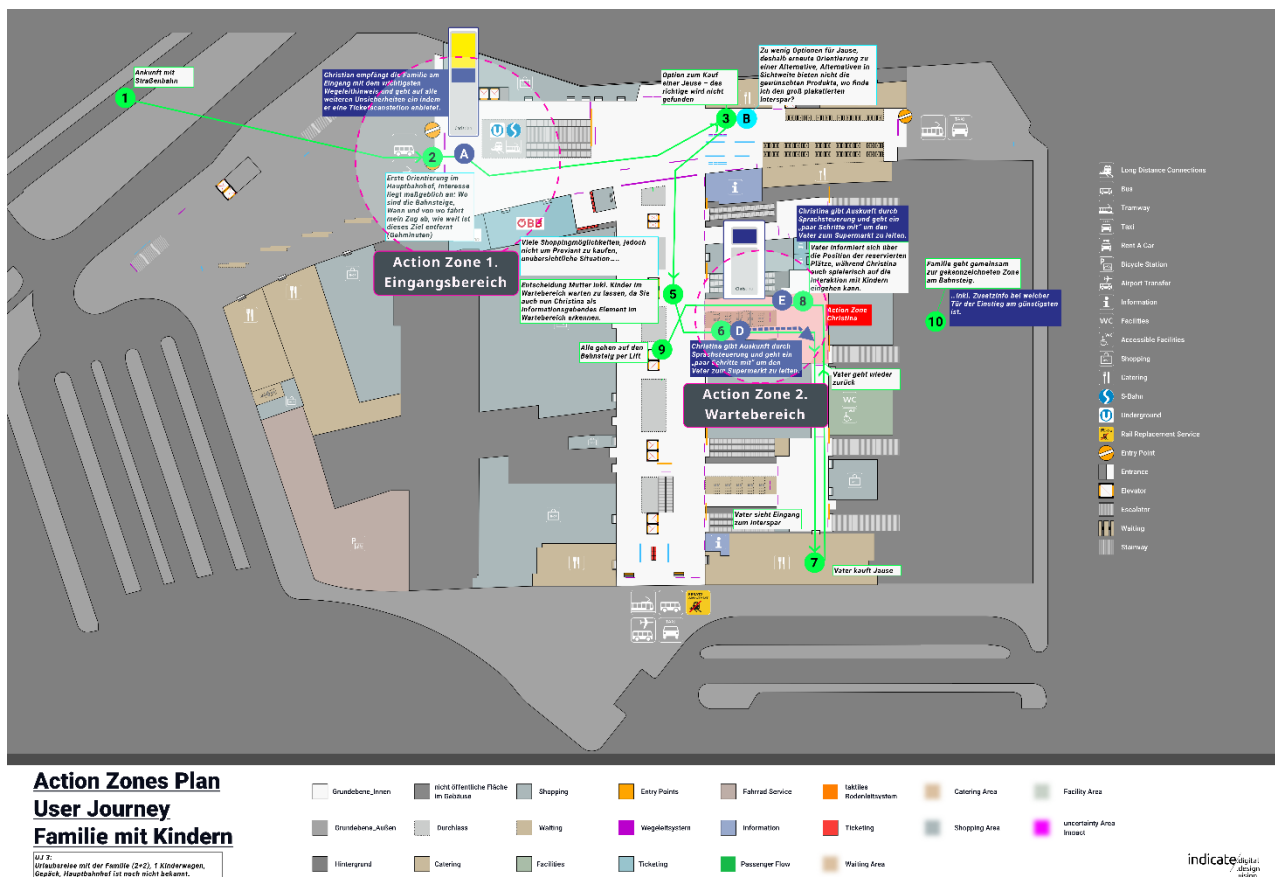


Abbildung 9: Action-Zone-Plan “Hauptbahnhof” Grundlageninformationen (Action-Zones für User Journey – “Urlaubsreise Familie mit Kindern”, Einteilung der Flächen, die unterschiedliche Informationsbedürfnisse erzeugen/bedienen, Kennzeichnung unterschiedlicher Zonen, Zugänge (s. Deliverables)

Aus diesen Action-Zone-Plans im Zusammenspiel mit den Durchgeführten Anforderungsanalysen wurden 9 Szenarien und 17 Use-Cases definiert, die in weitere Folge bei der Entwicklung der Prototypen und Evaluierungen berücksichtigt wurden.

Szenarien und Use Cases

Die definierten Szenarien wurden in Use Cases betreffend des Infopoints und des Wegeleitsystems untergliedert.

Infopoint 4.0:

UC1	Ticket kaufen
UC2	Ticket scannen – Barcode/QR Code des gebuchten Tickets einlesen
UC3	Reisedaten zu Ticket ermitteln – Informationen zur gekauften Reise ermitteln
UC4	Zusatzinformation übernehmen – Informationen an mobiles Gerät weitergeben/ausdrucken
UC5	Sprache umschalten
UC6	Sprachsteuerung aktivieren
UC7	Kontakt zur Zentrale/Helpdesk herstellen – Kontakt zu einer Servicestelle wird eingerichtet

Wegeleitsystem 4.0:

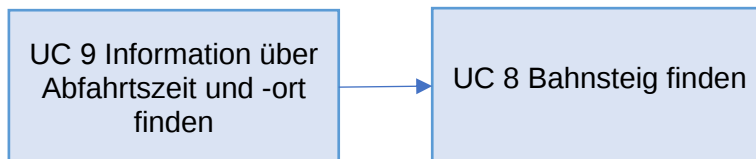
UC8	Bahnsteig finden
UC9	Information über Abfahrtszeit und -ort finden – Bahnsteig und Abfahrtsort über Anzeigen und Monitore ermitteln
UC10	Information über Zwischenfall finden – Informationen über Verspätungen und Zwischenfälle (Schienenersatzverkehr) finden
UC11	Infopoint 4.0 finden
UC12	Lift finden
UC13	Snackshop finden – Einkaufs- und Shoppingmöglichkeiten zur Reiseverpflegung (Spar, ...)
UC14	Abteil am Bahnsteig finden – Richtige Position/Sektor am Bahnsteig finden
UC15	Abfahrtsort Schienenersatzverkehr finden
UC16	Taktils Leitsystem finden
UC17	Haupteingang finden
UC18	Helpdesk finden
UC19	Ausgang finden
UC20	Busstation finden
UC21	Parkplatz finden

Die im folgenden beschriebenen Szenarien gliedern sich in eine Beschreibung der beteiligten Personas, der Ausgangssituation und Zielsetzung sowie des Ablaufs und der darin vorkommenden Unsicherheiten.

Ablauf und Unsicherheiten:

●	Ablauf	●	Informationsbedarf
1	Pendler:in kommt mit U1 an und geht zum Hauptbahnhof		
2	Im Hauptbahnhof angekommen sucht er:sie nach Monitoren zur Kontrolle der Abfahrtszeit und -Bahnsteig		
3	Er:Sie findet einen Monitor in der Bahnhofshalle und erkennt das sich der Bahnsteig geändert hat, nun Bahnsteig XY	1	Information über Abfahrtsort und Abfahrtszeiten am Bahnsteig
4	Er:Sie sucht den neuen Bahnsteig XY und orientiert sich an den Bahnsteigsnummern		
5	Er:Sie folgt den aufsteigenden Bahnsteigsnummern und erreicht den Ausgang zu Bahnsteig XY		
6	Er:Sie fährt die Rolltreppe hoch und kommt am Bahnsteig XY an.	2	Versichert sich das sein Zug wirklich auf diesem Bahnsteig abfährt

Betroffene Use Cases und deren Abfolge:



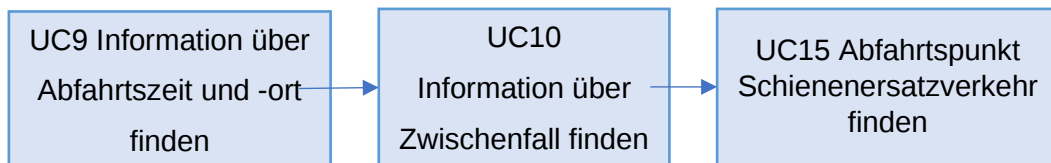
Szenario 2: Pendler:in, kein Gepäck, Schienenersatzverkehr aufgrund von Sturmschäden, Szenario Hauptbahnhof

Ausgangssituation: Pendler:in kommt zeitnah am Hauptbahnhof an (U-Bahn), es gab jedoch Sturmschäden und Probleme mit der Oberleitung, daher fährt die S-Bahn (Bahnsteig 1-2) im Schienenersatzverkehr und der:die Pendler:in muss über die Störung informiert und auf den Vorplatz geleitet werden

Ablauf und Unsicherheiten:

● Ablauf	● Informationsbedarf
1 Ankunft mit U-Bahn, da alleine, flexibel und arbeitet in der Stadt	
2 Geht wie gewohnt auf große Anzeige zu, sieht seine Verbindung gelb markiert und erkennt Schienenersatzverkehr. Will genauere Informationen zum Schienenersatzverkehr	1 Info erhalten, dass es einen Schienenersatzverkehr gibt. Nun sind weitere Informationen nötig um die Reise fortsetzen zu können
3 Sichtbarkeit der Aufsteller, Hörbarkeit der Durchsagen und Entfernungangaben, Abfahrtszeit des Schienenersatzverkehrs, Route zum Schienenersatzverkehr wird gesucht	2 Unsicherheit – da keine weitere Information vorhanden ob auf dem richtigen oder falschen Weg. Info zur Bestätigung notwendig.
4 Bin ich am richtigen Ausgang? Wie geht es nach dem Ausgang weiter?	3 Am Ausgang angekommen. Erneute Orientierung ist gefragt und ob man sich am richtigen Ausgang befindet
5 Wo fährt der Schienenersatzverkehr genau? Behindern andere Busse die Sicht?	4 Erneute Orientierung im Außenbereich notwendig. Wo erhalte ich Informationen zur temporären Bushaltestelle?
6 Wann fährt der Bus genau? Wieviel Verspätung ist zu erwarten?	5 Unsicherheit da es sich nicht um gewohnte Strukturen handelt. Auf welche Informationen ist verlass (App, Webseite, Mitarbeiter, Anzeige)? Wie lange wird es dauern, erwarten mich weitere Probleme auf meiner Reise?

Betroffene Use Cases und deren Abfolge:



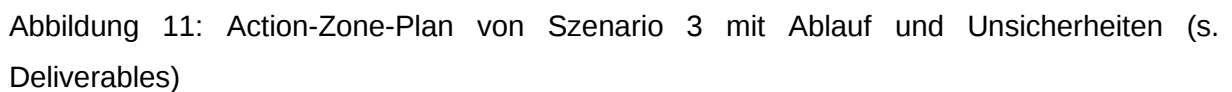
Szenario 3: Urlaubsreise mit der Familie (2 Erwachsene + 2 Kinder), 1 Kinderwagen, Gepäck, Hauptbahnhof ist noch nicht bekannt.

Ausgangssituation: Ankunft am Hauptbahnhof mit dem Bus am Vorplatz und Weiterfahrt nach Salzburg. Tickets wurden schon zuhause gekauft und sind am Handy gespeichert. Für die Fahrt sollen noch kleinere Snacks besorgt werden und man will sich noch über den genauen Standort des Familienabteils im Railjet vorab informieren, Es kommt zu keinen Verzögerungen und zu keinem Schienenersatzverkehr

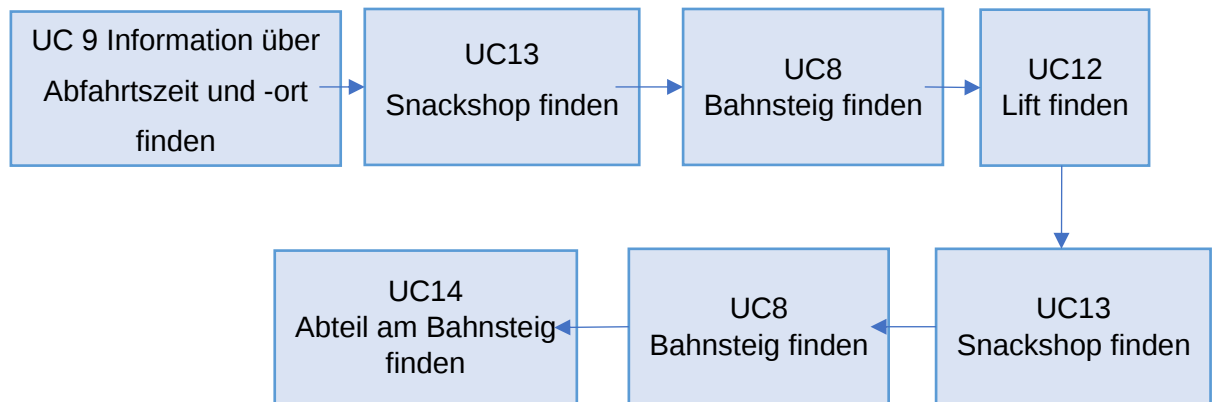
Ablauf und Unsicherheiten:

● Ablauf	● Informationsbedarf
1 Ankunft mit Bus am Vorplatz	
2 Anfängliche Unsicherheit beim Eingang	1 Erste Orientierung im Hauptbahnhof, Interesse liegt maßgeblich an: Wo sind die Bahnsteige, Wann und von wo fährt mein Zug ab, wie weit ist dieses Ziel entfernt (Gehminuten)
3 Orientierung mit großer Anzeige in der Halle – Bahnsteig und Abfahrtszeit	2 Sehr hoher Informationsgehalt, Gliederung der Informationen erst notwendig, nachdem Info erhalten liegt die Priorität nun beim Einkauf der Jause, Schätzung wie lange ist noch Zeit, wie lange brauche ich um alles zu schaffen
4 Option zum Kauf einer Jause – das richtige wird nicht gefunden	3 Zu wenig Optionen für Jause, deshalb erneute Orientierung zu einer Alternative, Alternativen in Sichtweite bieten nicht die gewünschten Produkte, wo finde ich den groß plakatierten Interspar?
5 Entscheidung das Mutter inkl. Kinder schon auf den Bahnsteig gehen. Vater kauft Jause für alle.	4 Viele Shoppingmöglichkeiten, jedoch nicht um Proviant zu kaufen, unübersichtliche Situation, da keine Alternative zu sehen ist, Grundriss mit Übersicht sehr klein, leicht zu übersehen da Fokus auf Schaufenster
6 Alle gehen auf den Bahnsteig per Lift	
7 Vater fährt mit dem Lift wieder runter	
8 Vater findet am Übersichtsplan Info wo sich der Interspar befindet	
9 Vater sieht Eingang zum Interspar	
10 Vater kauft Jause	
11 Vater geht wieder zurück, jedoch in Richtung Treppen da er kein Gepäck und keinen Kinderwagen dabei hat	

- 5 Orientierung am Bahnsteig, eventuell Stresssituation da man sich getrennt hat und nun wiederfinden muss



Betroffene Use Cases und deren Abfolge:



Szenario 4: Urlaubsreise, seheingeschränkte Person (nicht blind), Gepäck, Hauptbahnhof ist durch intensives Vorstudium bekannt.

Ausgangssituation: Ankunft am Hauptbahnhof mit dem Bus am Vorplatz und Weiterfahrt mit dem Zug. Tickets wurden schon zuhause gekauft und sind am Handy gespeichert. Informationen über die aktuelle Reise sollen am Infopoint 4.0 abgeholt werden. Umschaltung auf Sprachsteuerung via Befehl oder über Button. Es kommt zu keinen Verzögerungen und zu keinem Schienenersatzverkehr.

Ablauf und Unsicherheiten:

●	Ablauf	●	Informationsbedarf
1	Ankunft am Vorplatz des Hauptbahnhofs mit dem Bus. Durch das taktile Leitsystem (TBLS) wird der Eingang gefunden	1	Nach Eintritt in den Hauptbahnhof ist Orientierung notwendig
2	Da aktuelle Wegeleit- und Informationsdarstellung für den Grad der Sehbehinderung unzureichend ist, muss sich der Fahrgast auf seine Vorkenntnisse verlassen.	2	Bestätigung über den richtigen Weg wäre gewünscht. Wo finde ich den richtigen Bahnsteig, bin ich auf dem richtigen Weg?
3	Ankunft an einer Abzweigung. Da der Hauptbahnhof stark frequentiert ist der Infopoint schwer auszumachen, wird jedoch gefunden.	3	Unsicherheit beim Auffinden des Infopoints. Aus der Sicht des Fahrgasts wäre eine bessere Kennzeichnung wünschenswert.
4	Der Passagier aktiviert die Sprachsteuerung und erhält Informationen und Wegbeschreibungen zu geplanter Abfahrt am Bahnsteig.	4	Verlässt sich aufs TBLS und die bereits gemerkte Wegbeschreibung.
5	Ankunft an Abzweigung. Unsicherheit, ob er richtig ist. Erstmals gibt es die Möglichkeit sich an niedrig hängenden Monitoren zu informieren.	5	Informationsbedarf wird erst bei der Ankunft direkt vor dem Ziel gedeckt. Auf dem Weg dorthin keine weitere Bestätigung für Fahrgast ersichtlich
6	Ankunft am Bahnsteig	6	Verlässt sich nun auf die Intervalle der Durchsagen. Derweil keine Möglichkeit sich über etwaige Änderungen zu informieren

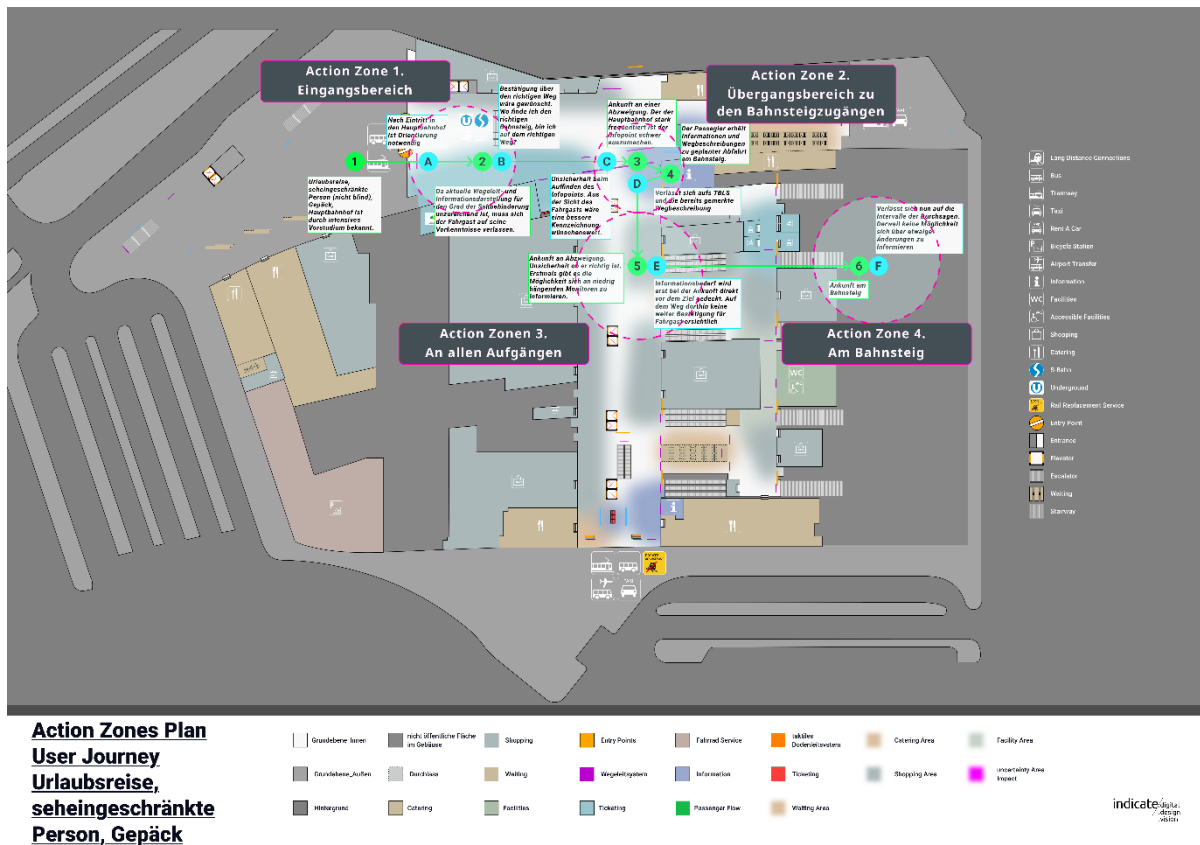
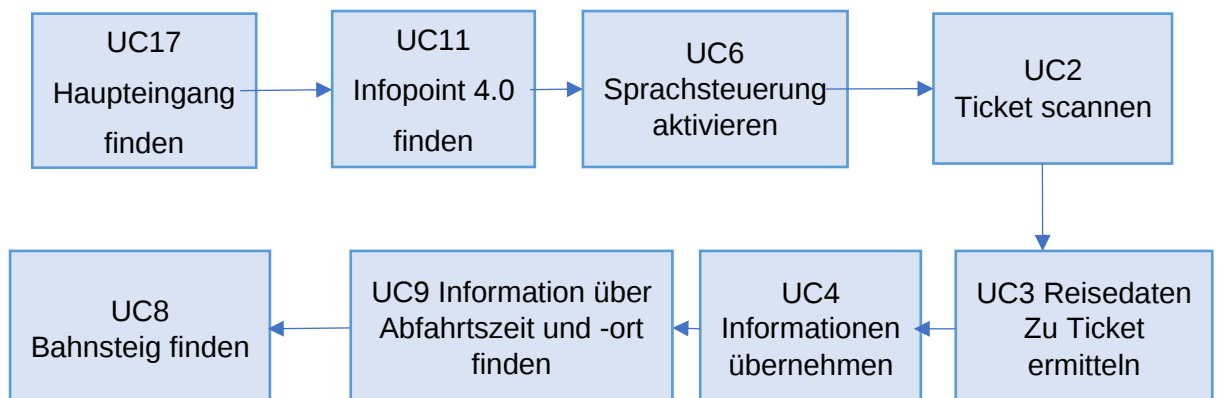


Abbildung 12: Action-Zone-Plan von Szenario 4 inklusive Ablauf und Unsicherheiten (s. Deliverables)

Betroffene Use Cases und deren Abfolge:



Szenario 5: Tagesausflug nach Graz, 2 Touristen bzw. Touristinnen (Pensionisten aus Schweden) mit kleinem Gepäck, Hauptbahnhof ist noch nicht bekannt, sie kommen per U-Bahn an.

Ausgangssituation: Die Tickets werden erst am Bahnhof gekauft. Bei der Fahrt nach Graz kommt es ab Baden zu einem Schienenersatzverkehr wegen Sanierungsarbeiten. Dadurch gibt es schon bei der Abreise 30 Minuten Verspätung. Informationen über den Schienenersatzverkehr sollen bereits beim Kauf weitergegeben werden. Im Bahnhof Baden sollen die Passagiere aussteigen und weitergeleitet werden.

Ablauf und Unsicherheiten:

● Ablauf	● Informationsbedarf
1 Ankunft mit der U-Bahn am Hauptbahnhof.	Da der Schalter stark frequentiert ist, suchen die Touristen nach einer Möglichkeit die Tickets per Automat zu kaufen. Sie suchen diese Information über Piktogramme am Wegeleitsystem.
2 Sie wollen Tickets kaufen um nach Graz zu fahren. Zuvor hatten Sie sich im Hotel über die Zugfahrt informiert.	Information über den Schienenersatzverkehr am Infopoint 4.0. Wegen Unsicherheit möchten Sie jedoch weitere Informationen erhalten und suchen über das Wegeleitsystem nach einem Helpdesk mit Auskunftsperson.
3 Da es zu einem Schienenersatzverkehr wegen Sanierungsarbeiten zwischen Baden und Wiener Neustadt kommt verzögert sich die Reise und auch bereits die Abfahrt um 30 Minuten. Da sie gerne genauere Informationen hätten sehen Sie sich nach weiteren Informationen um.	Trotz Informationen durch Mitarbeiter der ÖBB Unsicherheit, ob die Bahnsteiginformation korrekt ist da diese sich von den Angaben auf dem Ticket unterscheidet.
4 Unsicherheit ob dies der richtige Bahnsteig ist, oder ob sich der Bahnsteig wegen der verspäteten Abreise verzögert hat.	4 Am Monitor sehen Sie ihre Abfahrt und bekommen Bestätigung über ihren Bahnsteig.

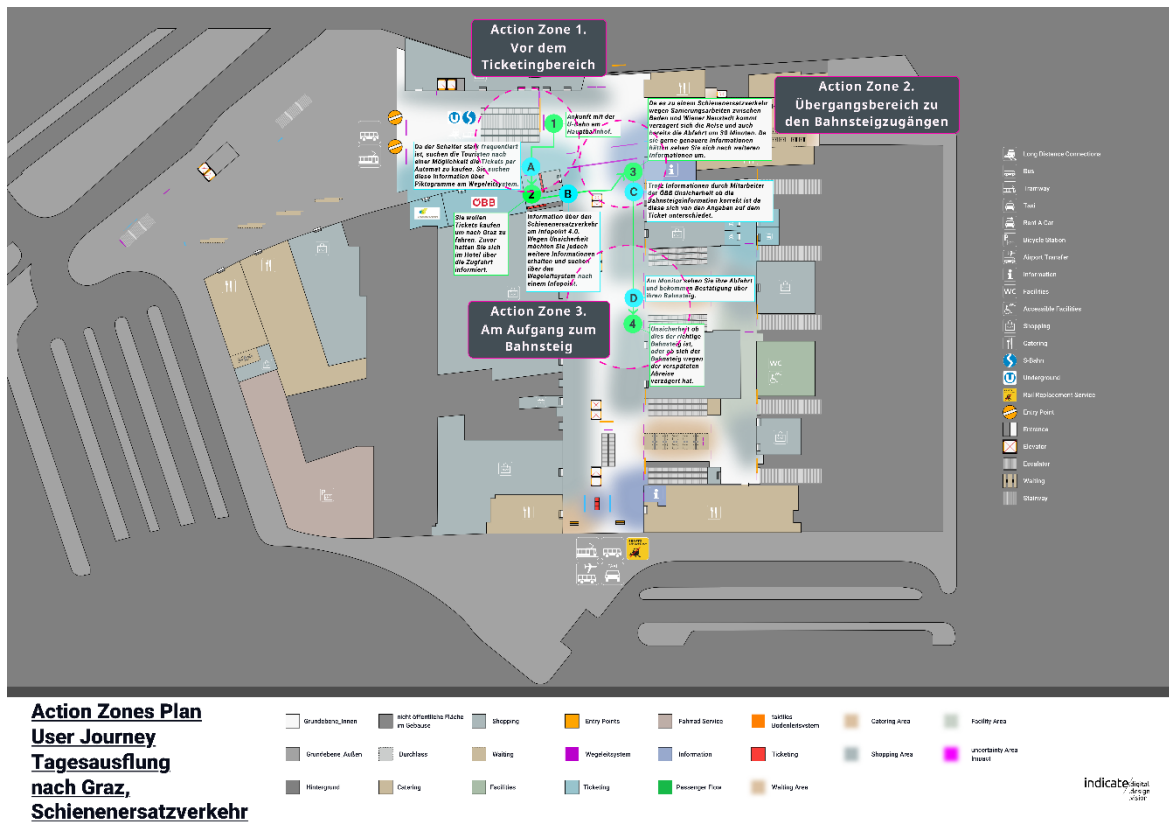
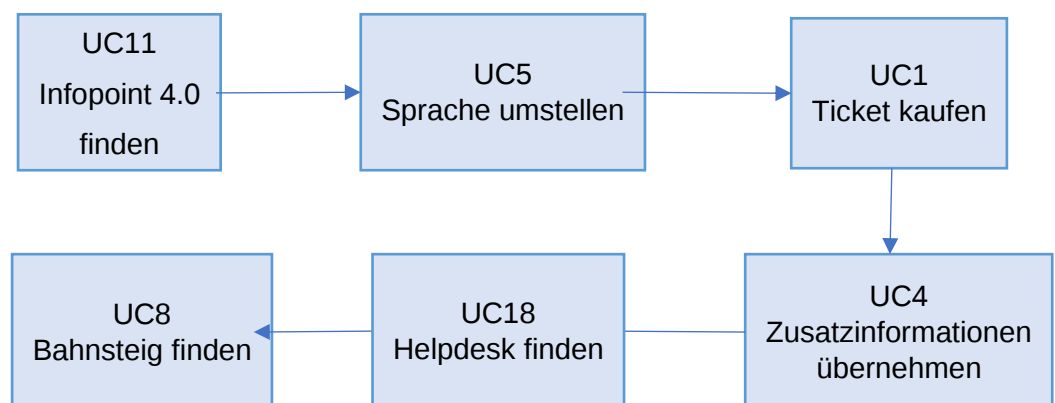


Abbildung 13: Action-Zone-Plan von Szenario 5 inklusive Ablauf und Unsicherheiten (s. Deliverables)

Betroffene Use Cases und deren Abfolge:



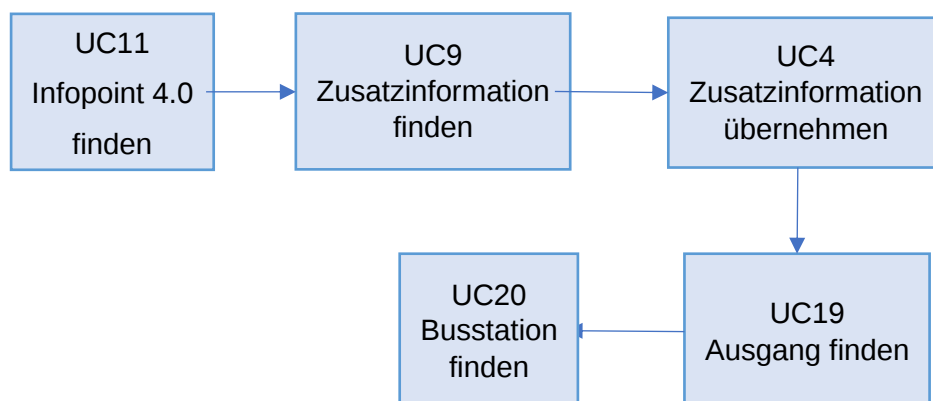
Szenario 6: Tagesausflug, Tourist (Einheimisch), Ankunft am Bahnhof Baden

Ausgangssituation: Die Weiterreise zum Ausflugsziel Burgruine Rauheneck soll per Bus erfolgen. Wann fährt dieser ab, Wo muss man hin?

Ablauf und Unsicherheiten:

Ablauf	Informationsbedarf
1 Ankunft am Bahnsteig im Bahnhof Baden	
2 Den Bahnsteig am richtigen Ende verlassen	1 Welcher Abgang ist der Richtige?
3 Der Tourist sucht einen Umgebungsplan in der Bahnhofshalle	2 Wo finde ich einen Umgebungsplan? Wo gibt es Informationen zu Bussen?
4 Bahnhof verlassen	
5 Busstation finden	3 Ist dies die richtige Busstation
6 Reisezeiten kontrollieren	

Betroffene Use Cases und deren Abfolge:



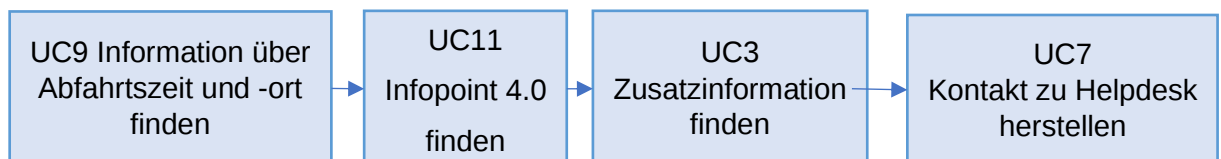
Szenario 7: Pendler:in, kein Gepäck, Abfahrt am Bahnhof Baden

Ausgangssituation: Zug fällt aus, Infobox 4.0 soll Alternativen vorschlagen, zu einer Person weiterleiten, oder andere Möglichkeiten vorschlagen

Ablauf und Unsicherheiten:

Ablauf	Informationsbedarf
1 Pendler:in kommt pünktlich am Bahnhof an und sieht an den Abfahrtsmonitoren die Information das es zu Zugausfällen kommt	1 Weitere Information über Abreisemöglichkeiten wird benötigt? Wie komme ich trotzdem zur Arbeit?
2 Infopoint 4.0 wird aufgesucht	2 Gibt es Alternativen? Wird ein Schienenersatzverkehr angeboten? Wie lange dauert dies?

Betroffene Use Cases und deren Abfolge:



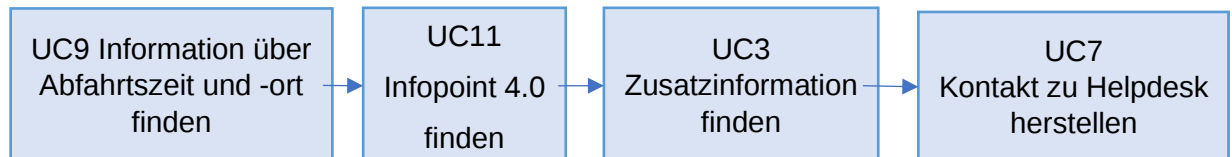
Szenario 8: Ausflug mit Wanderung in einem Tourismusgebiet, kein großes Gepäck, Abfahrt an unbesetzten Mikrobahnhof ohne weitere Infrastruktur in der Nähe,

Ausgangssituation: Zug fällt aus, Infobox 4.0 soll Alternativen vorschlagen, zu einer Person weiterleiten, oder andere Möglichkeiten vorschlagen, Ist mein Ticket überhaupt noch gültig?

Ablauf und Unsicherheiten:

● Ablauf	● Informationsbedarf
1 Kommen am Bahnhof an und sehen an den Abfahrtsmonitoren die Information das es zu Zugausfällen kommt	1 Weitere Information über Abreisemöglichkeiten wird benötigt? Wie komme ich trotzdem nach Hause? Gibt es Alternativen? Wird ein Schienenersatzverkehr angeboten?
2 Infopoint 4.0 wird aufgesucht	2 Wie lange dauert dies? Gilt mein Ticket noch? Was kann ich währenddessen machen? Gibt es einen Nahversorger?

Betroffene Use Cases und deren Abfolge:



Szenario 9: Geschäftsreise, Handgepäck, flexible Mobilität in Vorarlberg/Dreiländereck, Feldkirch

Ausgangssituation:

Sandra reist von Wien nach Feldkirch mit dem Railjet. Sie entscheidet sich kurzfristig für Rail and Drive während der Zugfahrt nach Feldkirch, da ihr Arbeitskollege aus Vorarlberg verhindert ist und sie nicht wie geplant abholen kann. Nach der Ankunft sind zeitnah gleich mehrere Termine außerhalb von Feldkirch geplant. Der Übergang von ÖPV zu Rail and Drive muss deshalb nahtlos funktionieren.

Auf der Rückreise stellt sie ihr Auto wieder am Parkplatz ab. Der Zug hat Verspätung und sie entscheidet sich die Wartezeit im Bahnhof zu verbringen.

Ablauf und Unsicherheiten:

● Ablauf	● Informationsbedarf
1 Entscheidung für Rail & Drive auf der Zugfahrt	1 Ist ein Angebot in Feldkirch vorhanden? Wie sieht der Ablauf von der Buchung bis zum Einstieg in das Mietauto aus?
2 Ankunft am Bahnhof Feldkirch	2 Orientierung am Bahnsteig, Richtung Ausgang zum Bahnhof
3 Ankunft in der Bahnhofshalle	3 Verortung des Rail&Drive Angebots am Bahnhof. Standort der Fahrzeuge
4 Übergang von ÖPV zum Mietautoangebot – Nutzung der vorhandenen Wegeleitung	4 Wegsuche zum Parkplatz
5 Nutzung der des Infopoint 4.0 - Model "Chris" Außenstele	5 Genaue Verortung des Mietautos

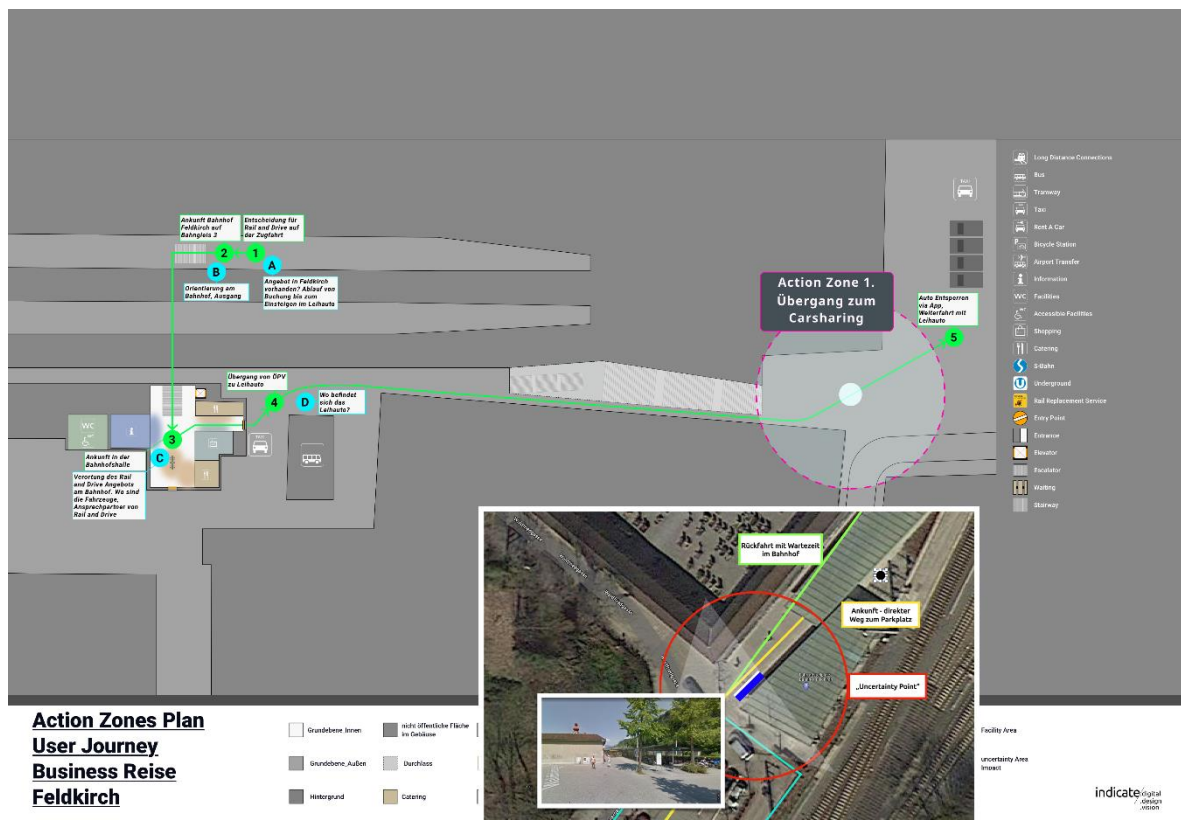
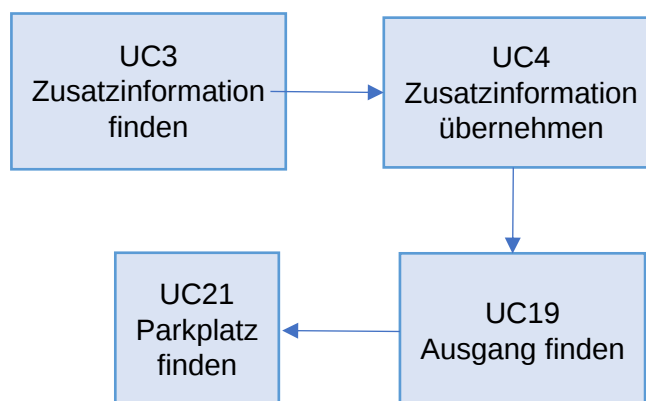


Abbildung 14: Action-Zone-Plan von Szenario 9 inklusive Ablauf und Unsicherheiten (s. Deliverables)

Betroffene Use Cases und deren Abfolge:



AP3: VISIONÄRE KONZEPTE FÜR INFOPOINT UND WEGELEITSYSTEM

Visionäre Konzepte für Wegeleitsysteme in Bahnhöfen

Dynamisch reaktives Wegeleitsystem

Auf Basis der in Abb. 5 und der Anforderungsanalyse (DirigentImpactAnforderungen Ls190904.pptx, in den Deliverables) gezeigten Ergebnisse individueller Informations-bedürfnisse einzelner, exemplarisch definierter Nutzergruppen in baulich komplexen Raumsystemen, wurde von IMPACT zunächst ein stark auf Individualisierung der Weginformation aufbauendes Konzept eines ergänzenden dynamischen LED-Deckenleitsystems (DLDL, s. Deliverables) überlegt. Hierbei würde eine Nutzer:innenanfrage an den Infopoint 4.0 unter Feststellung des aktuellen Standortes in der Erstellung einer individuellen Route resultieren, die durch ein LED-Raster an der Decke des Verkehrsbaues sowie auf einem mobilen Kommunikationsgerät (Smartphone App) kommuniziert wird. Ein solches System würde unter Betrachtung des Gesamtpassagieraufkommens nur einen kleinen Teil der Zielgruppen ansprechen aber einen vergleichbar hohen Aufwand in der Umsetzung erfordern.

Also wurde im Folgenden der Focus auf das statische Wegeleitsystem gelegt, das ja in jedem Fall am Bahnhof präsent ist: Auf Basis einer Vergleichsanalyse des bestehenden statischen Wegeleitsystems (Benchmarking) und der Überlegung, dynamische Elemente in statische Leitsystemelemente zu integrieren (siehe Abbildung 15) wurden Hybrid-Informationsträger konzipiert, deren Vor- und Nachteile ausführlich evaluiert wurden (siehe Abbildung 16).

Abgesehen von den Vorteilen teildynamischer Informationselemente – wie die immer vorhandene Rückfallebene des statischen Schildes bei gleichzeitiger Schaltung von Ad-hoc-Information im Fall von Betriebsstörungen – liegt die Schwierigkeit solcher Hybride darin, angesichts vergleichsweise hoher Kosten im Vorfeld der Planung zu evaluieren, an welchen Wegpunkten diese Elemente sinnvoll eingesetzt werden können. Umso mehr trifft dieses Argument für volldynamische Anzeigen (z.B. in LED-Technik) zu, die möglicherweise dann in der Praxis hauptsächlich statische Information kommunizieren.



Abbildung 15: Teildynamisches Leitsystem-Element: Statische Information kombiniert mit dynamischen Informationsfeld in LED- oder LCD-Technik.

Teildynamische Leitsystemschilder	Vorteile	Nachteile
Flexibilität	Hohe Flexibilität auch durch Umschalten von Information auf ein anderes Element und bei Änderungen. Störfall-Information durch abwechselndes Ein- und Ausblenden für mehrere Sprachen möglich. Richtungen können durch Bewegungsmodi grafisch unterstützt werden.	Eventuell in der Praxis geringe Ausnutzung der Anzeigemöglichkeiten, deshalb nur für ausgewählte Positionen sinnvoll.
Erscheinungsbild, CI	Kombinierbar mit statischen Trägern und deren System- und Sichtfeldvorgaben	Unterschiede in der Hintergrundfarbe- und Leuchtdichte zu statischen Infoträgern schwer behebbar.
Rückfallebene	Statische Teilfläche bleibt als Rückfallebene erhalten.	Stromversorgung für dynamischen Teil muss auch unabhängig vom Netzstrom gewährleistet sein.
Umsetzbarkeit		Hohe Kosten und schwierige Planbarkeit der möglichen Standorte.

Abbildung 16: Vor- und Nachteile teildynamischer Leitsystemschilder

Tatsächlich ergab die Analyse der Art und Häufigkeit von Störfällen im Bahnbetrieb, dass neben kleinen Abweichungen im Ablauf von Abfahrten der Schienenersatzverkehr (SEV) ein logistisch eher aufwändigeres Szenario darstellt. Ist die Lokalisierung des von Bussen durchgeführten Schienenersatzverkehrs festgelegt, können einfache, schon in Erprobung befindliche, zuschaltbare Informationsträger mit statischem Inhalt Abhilfe im Sinne einer friktionsfreien Abwicklung des SEV beitragen.

Das technische Prinzip dahinter ist die „Day and Night“ Folientechnik (Abbildung 17). Im Aufricht erscheint die Folie dunkelgrau, bei Durchlicht weiß oder wie eine vor die weiße Folie gelegte transluzente Farbfolie.

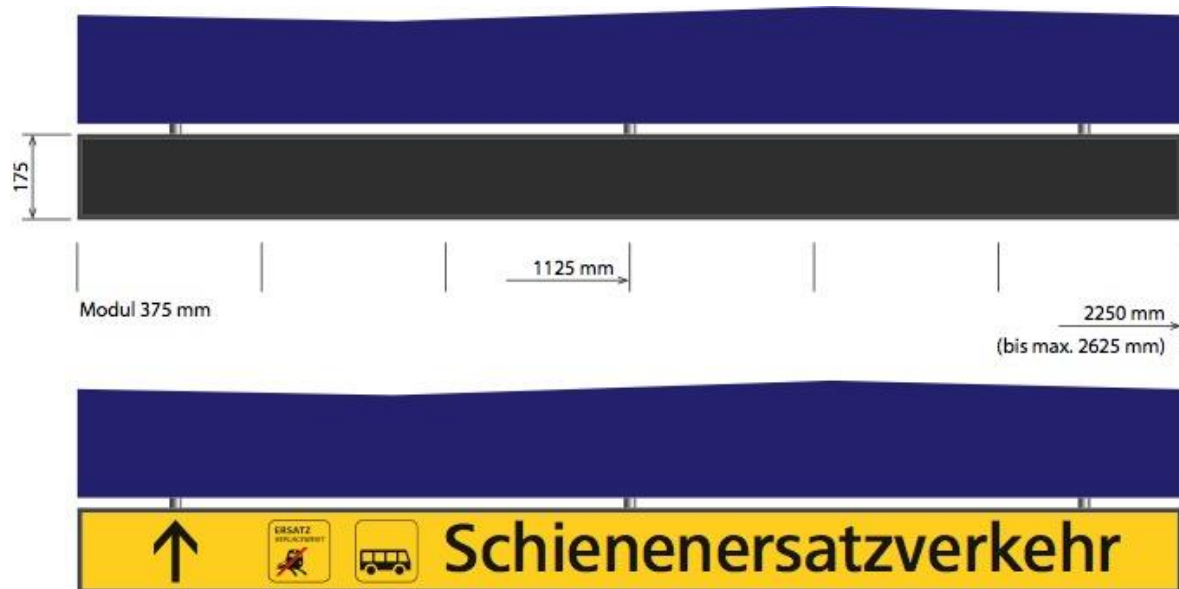


Abbildung 17: Schienenersatzverkehrs-Information als zuschaltbares analoges Ergänzungsschild in Day/Night Folientechnik.

Gab es vor ein paar Jahren noch Probleme mit Farb- und Kontrastintensität ist die letzte Generation der Folien auch für die Darstellung von detaillierten Informationsinhalten geeignet. Der Inhalt solcher zuschaltbarer Leuchtschilder ist unveränderlich und spezifisch auf ein einzelnes Szenario zugeschnitten. Die Anwendung im Wegeleitsystem – für ein bestimmtes Szenario wie SEV – ist an Hauptentscheidungspunkten in einfachen Wegenetzen sinnvoll und dort dynamischen Systemen vorzuziehen.

In Verkehrsstellen mit komplexeren Wegesystemen ist davon auszugehen, dass an wichtigen Entscheidungspunkten Zusatzinformationen aufgrund ganz verschiedener Anlässe zur

Verfügung gestellt werden müssen. Für diesen Zweck eignen sich nur volldynamische Anzeigeelemente.

Um solchen Herausforderungen gewachsen zu sein, konzentrierte sich der Fokus nunmehr auf die modulare Kombination von statischen mit dynamischen Informationselementen, um die Nachteile teildynamischer Leitsystemschilder (s. oben) weitgehend auszu-schalten. Modular bedeutet, dass durch die Anpassung der dynamischen Paneele an die Modulabmessungen des ÖBB Wegeleitsystems auch eine Nachrüstung aller schon in Betrieb befindlichen statischen Leitsystemträger mit dynamischen Elementen möglich wird. Aufgrund der Form des dynamischen Elements und seiner Fähigkeit ad-hoc beziehungsweise „in-time“ Information zur Verfügung zu stellen wurde es fortan mit „RealTime Bar“ (RTB) titulierte (siehe Abbildung 18). Die Kombination des herkömmlichen statischen Leitsystems mit volldynamischen RTBs ermöglicht die Regulierung des Personenflusses „on demand“ und in Echtzeit, gleichwohl im Regelbetrieb, wie auch in Ausnahmefällen. Es ergibt sich daraus das „Wegeleitsystem 4.0“. Die dynamischen Inhalte dieses flexiblen Wegeleitsystems sind bei Bedarf abgestimmt auf die Informationen, die der Infopoint 4.0 zur Verfügung stellt und vice versa.

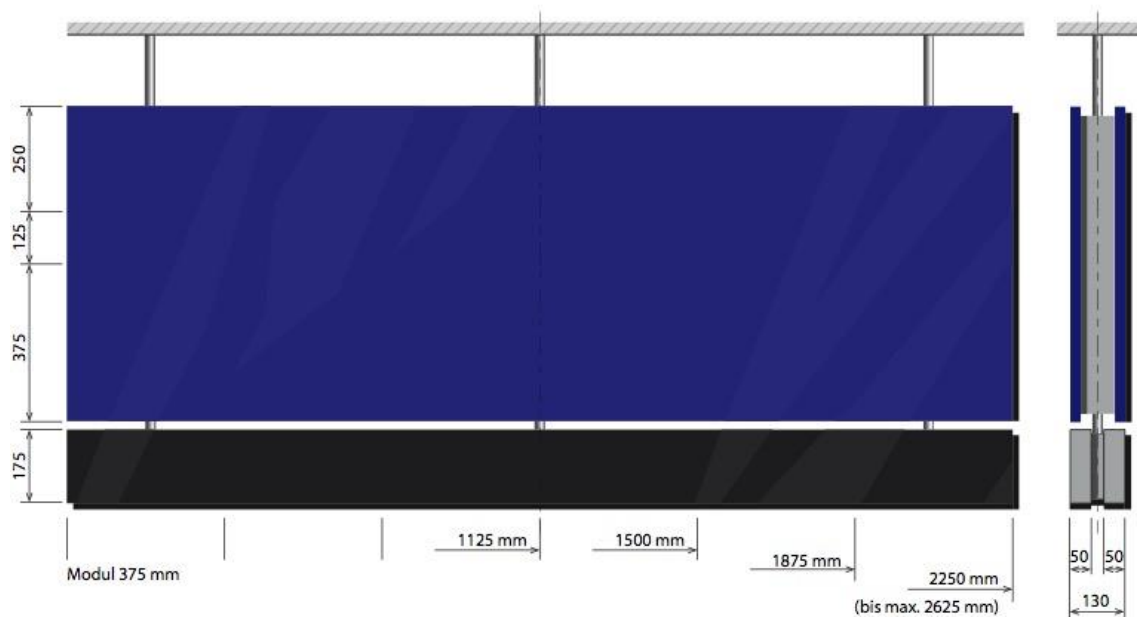


Abbildung 18: RealTime Bar (RTB) als Zusatz-Informationsschild unterhalb eines ÖBB Standard-Wegeleitsystem-Schildes.

Im Weiteren bedurfte es Überlegungen und Konzepte der Umsetzung des RTB in technischer wie auch in logistischer Hinsicht. Grundsätzlich ist der RTB sowohl als dynamisches Erweiterungselement zu statischen Wegeleitschildern, als auch als Solitär angedacht. Dabei

kann er einseitig, doppelseitig als auch kombiniert mit einem Fluchtweganzeige-Balken oder anderen statischen Zusatzelementen ausgeführt sein.

Eine hohe Auflösung und hohe Flexibilität hinsichtlich der modularen Breiten bieten LED-Paneele mit den Abmessungen 160 x 80 mm mit einer Auflösung von 64 x 32 Pixel. Die gewünschte Bauhöhe von 175 mm ist mit diesen Modulen leicht zu bewerkstelligen (RTB 175, siehe Abbildung 19).

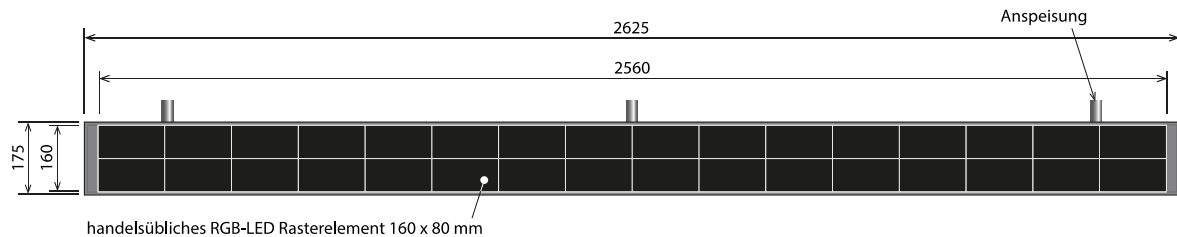


Abbildung 19: Aufbau des RTB 175 aus handelsüblichen LED-Modulen 160 x 80 mm; Auflösung pro Modul: 64 x 32 Pixel, Pixel-Pitch: 2,5 mm

In der Gesamtanordnung kostengünstigere Elemente mit den Abmessungen 250 x 250 mm und einer Auflösung von 84 x 84 Pixel können ebenfalls in einem RTB verbaut werden, wobei die sich ergebende Bauhöhe des Elementes von 265 mm jene maximale Bauhöhe darstellt, die für die Kombination mit statischen Leitsystemschildern sinnvoll und auch bezüglich vorgegebenen Unterkanten von Hängeschildern in Bahnhofsgebäuden möglich ist (RTB 265, siehe Abbildung 20).

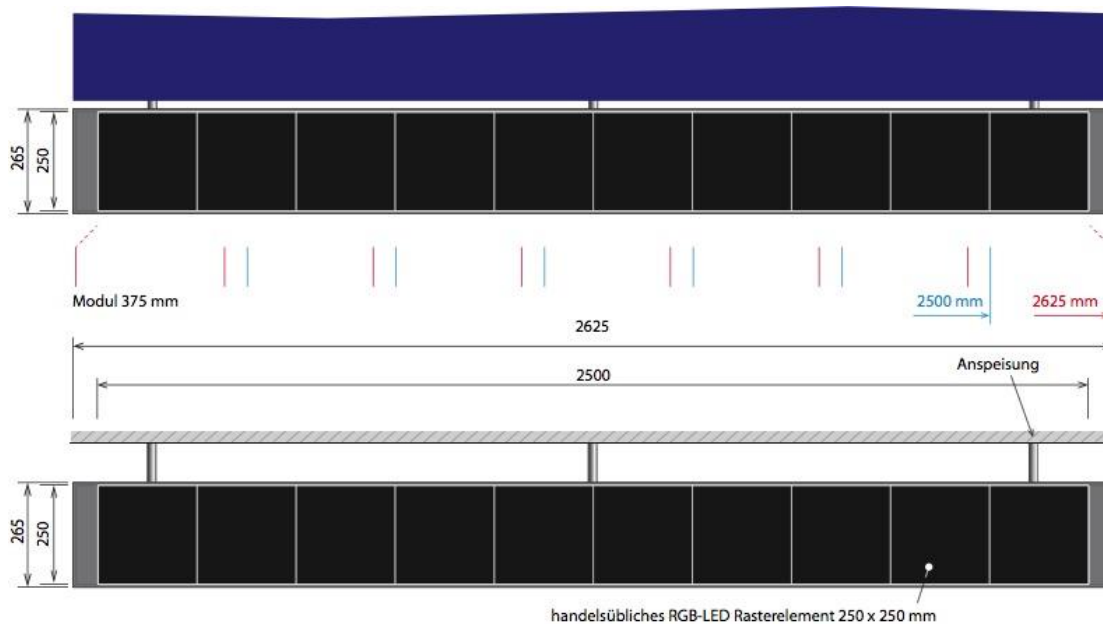


Abbildung 20: Aufbau des RTB 265 aus handelsüblichen LED-Modulen 250 x 250 mm. Auflösung pro Modul: 84 x 84 Pixel, Pixel-Pitch: 2,97 mm. Als Erweiterungselement und als Standalone-Element

Im Weiteren wurden auch Koppelungen der dynamischen Paneelzeilen angedacht und für spezielle Anwendungsfälle – ausschließlich als Standalone-Elemente – für relevant befunden. Ein solcher Anwendungsfall könnte das Bespielen des Infoträgers mit wechselnder Werbung sein, welche aber bei Eintreten einer Situation, die eine vorrangige Nutzung des dynamischen Elementes erfordert (Störfall, wichtige Durchsage, Notfall, Evakuierung etc.), zugunsten der Sonderinformation ausgeblendet wird.

Die Koppelung der RTB 265 mit bis zu drei Paneelzeilen mit den Abmessungen 250 x 250 mm und einer Auflösung von 84 x 84 Pixel ergibt dann Bauhöhen von 515 mm (RTB 515) und 765 mm (RTB 765, siehe Abbildung 21).

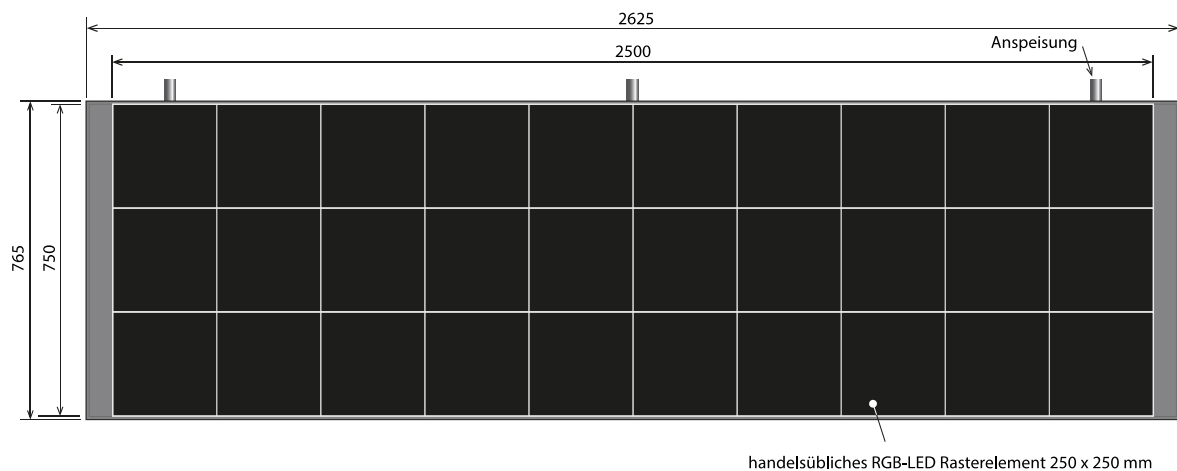


Abbildung 21: Aufbau des RTB 765 aus handelsüblichen LED-Modulen 250 x 250 mm. Auflösung pro Modul: 84 x 84 Pixel, Pixel-Pitch: 2,97 mm

Anders als bei analogen, zuschaltbaren Folienschildern muss bei LED-Rastern die Darstellbarkeit und Leserlichkeit von Text- und Piktogramminformation evaluiert, simuliert und getestet werden. Die detaillierte Darstellung von einzeiligen Texten in für Leitsysteme üblichen Groteskschriften stellt bei 64 Pixel Auflösung in der Höhe kein Problem dar. Wird auf Schriftstile zurückgegriffen, die für digitale Informationen optimiert sind, verbessert sich die Lesbarkeit entsprechend. Anders bei Piktogrammen: Diese enthalten oft für das Verständnis des Bildzeichens wichtige kleinteilige Bestandteile. Daher müssen sie grafisch für LED-Raster optimiert werden (siehe Abbildung 22).



Abbildung 22: Detailansicht Auflösung des RTB 175 mit SEV-Information. Die Piktogramme sind für den Pixelraster optimiert.

Anwendung und Potenzial dynamischer Informationselemente

Generell benötigen komplexe Raumsysteme, wie wir sie in großen Verkehrsbauten finden, klare und gut verständliche Wegeleitungssysteme, die nach klaren grafischen Vorgaben gestaltet sind, sodass eine Einheitlichkeit und Systematik im Sinne des CI eines Unternehmens gegeben ist. Dies ermöglicht die Identifizierbarkeit als User-relevante Information in der Fernwirkung (z.B. Farbgebung, Form, Positionierung), wie auch im Detail (Schrift- und Piktogrammgestaltung).

Im Falle der Addition dynamischer Wegeleitungselemente zu einem vorhandenen statischen Wegeleitsystem müssen jene die funktionalen Anforderungen dieses Systems erfüllen. Aber auch die ökonomische Effektivität stellt ein Kriterium für die Investition, die eine Aufwertung des Wegeleitsystems für Bahnhöfe mit sich bringt, dar. Es ist also zu überprüfen, für welche Situationen und Anwendungen dynamische Zusatzelemente relevant sein könnten. Dies wurde grafisch in Abbildung 23 dargestellt.

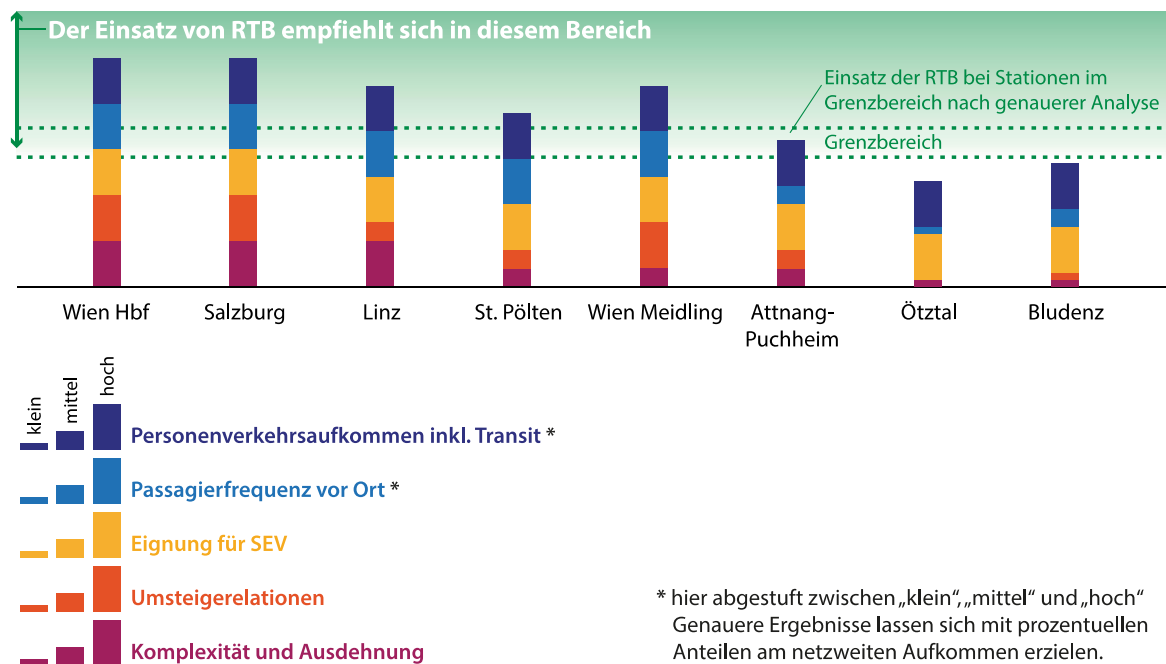


Abbildung 23: Kriterien für den Einsatz der RealTime Bars in Verkehrsstationen der ÖBB: Beispielhafte Aufstellung, in Einzelfällen sind RTB auch in kleineren Stationen sinnvoll.

Bei der Auswahl der in Frage kommenden Bahnstationen ist nicht nur Größe und Passagieraufkommen von Bedeutung, es sind auch örtliche Besonderheiten wie Umsteigerelationen oder die Eignung für Schienenersatzverkehre zu beachten. Moderne architektonische Erschließungskonzepte wie die Gestaltung des Personentunnels als zentrale Aufenthaltszone in mittelgroßen Bahnstationen ermöglicht Echtzeitinformation durch einen einzigen RTB an der richtigen Stelle.



Abbildung 24: Anwendungsbeispiel für den Einsatz des RTB 175 als Zusatz-Element und Standalone-Element (auf der Fotomontage im Hintergrund)

Störfälle im Bahnbetrieb stellen im Vergleich zum Regelbetrieb zwar die Ausnahme dar, es besteht aber die Tendenz zu vermehrten Bahnausfällen hauptsächlich aufgrund extremer Wetterereignisse (3). Auch Pandemien wie die Coronakrise machen Maßnahmen erforderlich, die in den Bahnstationen kommuniziert werden müssen. Dynamische Leitsystemelemente, die im Einklang mit ihren statischen Pendanten agieren tragen sowohl im Regelbetrieb als auch während Störfällen erhebliche Verbesserung der Kommunikation von Ereignissen bei. Als Beispiele dienen die Fotomontagen in Abbildung 24 bis Abbildung 27.

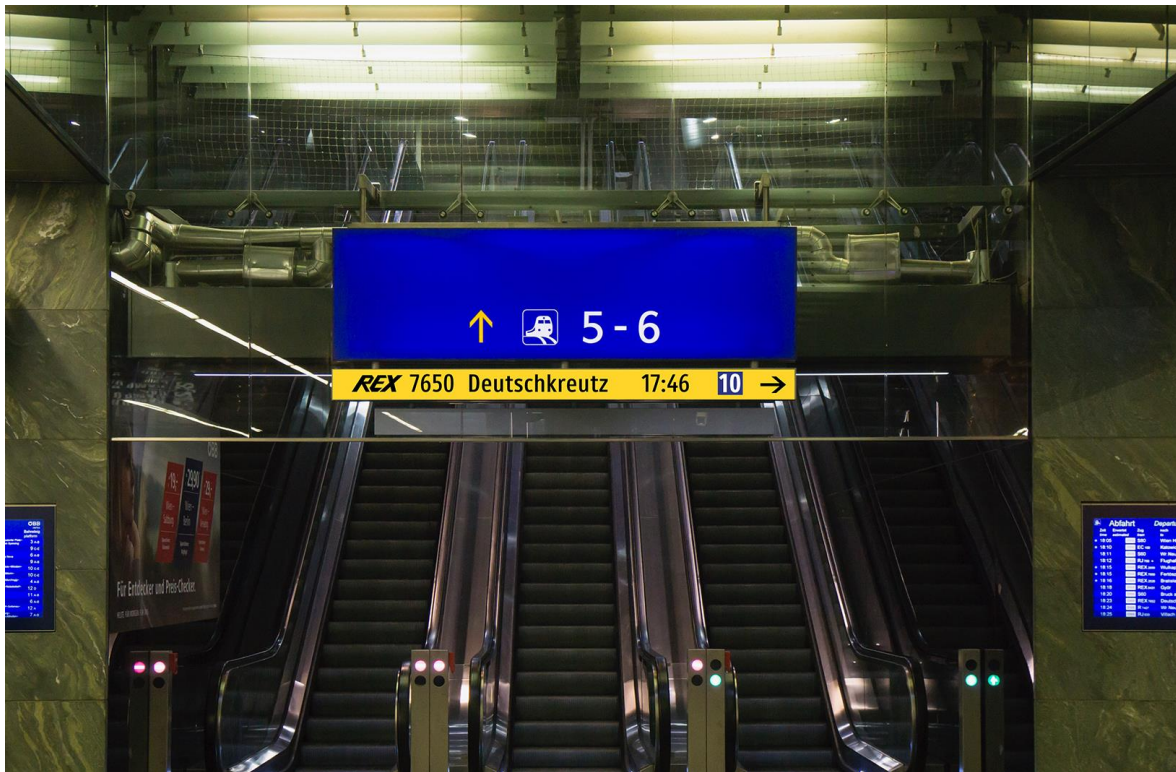


Abbildung 25: Anwendungsbeispiel für den Einsatz des RTB 175 als Zusatz-Element: Ein kurzfristiger Bahnsteigwechsel wird in Echtzeit angezeigt (Fotomontage).

Grundsätzlich stellt der RTB ein visuelles Pendant zur akustischen Durchsage dar und soll diese visuell unterstützen. In diesem Zusammenhang ist auch die Möglichkeit der Darstellung fremdsprachiger Texte von Bedeutung. Dabei stellen auch lange Satzteile kein Problem dar, sie werden von unten nach oben nachgeschoben, wobei sich die Intervalle des Zeilenschubes an den Textlängen orientieren.



Abbildung 26: Anwendungsbeispiel für den Einsatz des RTB 175 als stand-alone-Element: Bahnsteigwechsel (Fotomontage)

Störfälle, obwohl sie aufgrund vielseitiger Vorfälle auftreten können, stellen jedoch nach wie vor Ausnahmefälle im alltäglichen Bahnverkehr dar. So gesehen sind genaue Analysen notwendig, welche Bahnstationen für eine Ausstattung mit dynamischen Elementen in Frage kommen. Der Mehrwert eines RTB errechnet sich auch aus seiner Anwendbarkeit im Regelverkehr. Dabei steht wiederum die visuelle Unterstützung akustischer Informationen im Vordergrund. Vor allem Informationen über aktuelle Zugverbindungen als auch sicherheitsrelevante Durchsagen sind hier zu nennen.

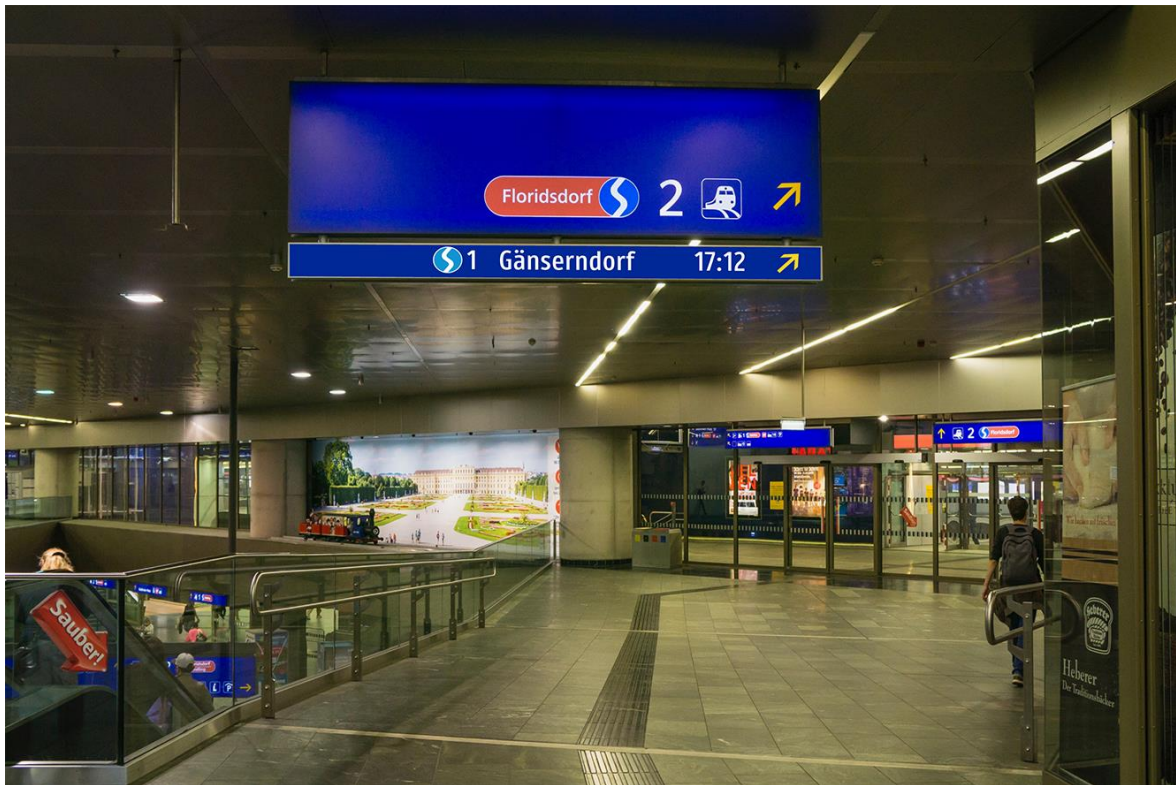


Abbildung 27: Anwendungsbeispiel für den Einsatz des RTB 175 als Zusatz-Element: Nächste Abfahrt in Echtzeit (Fotomontage)

Standalone-RTB der gekoppelten Bauart, insbesondere RTB 765 entspricht einem volldynamischen Display und eignet sich hervorragend zur kombinierten Darstellung von Informationen des Regelbetriebs mit Zusatz- oder Sonderinformationen zu einzelnen Verbindungen. Anders als auf den Monitoren, kann hier der visuelle Bezug des betreffenden Zuglaufes besser und übersichtlicher hergestellt werden, was für Kunden eine enorme Zeitersparnis in der Informationsaufnahme darstellt (siehe Abbildung 28).

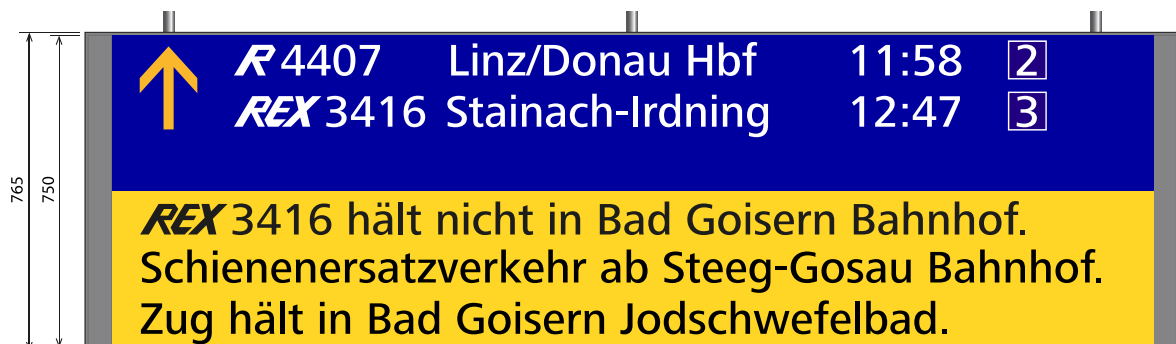


Abbildung 28: RTB 765 mit Information im Kombinationsbetrieb: Die Information des Regelbetriebes wird in Echtzeit mit Sonderinformationen zur übernächsten Abfahrt ergänzt.

Der Betrieb dynamischer Anzeigen erfordert entsprechende Vorbereitungen. Design-Elemente müssen vorgefertigt, Layoutvorlagen hergestellt und alle möglichen Szenarien durchgeplant werden. Dies alles muss im Backend zur Verfügung stehen, damit beim Eintritt eines Ereignisses die entsprechende Information sofort abgerufen und an die dynamische Anzeige übermittelt werden kann. Wie ein beliebiges Ereignis den Einsatz der dynamischen Anzeige anstößt und die passende Information hierzu aufbereitet werden kann, zeigen im Folgenden zwei Diagramme (Abbildung 29 und Abbildung 30) am Beispiel des RealTime Bars.

Informationsfluss zum RealTime Bar:

- Ein Ereignis erfordert den Einsatz des RTB.
- Entscheidend ist, ob das Ereignis automatisch den Einsatz des RTB anstößt (im Backend) und ob die Festlegung der Inhalte, Standorte etc.
 - automatisiert
 - teilautomatisiert oder
 - manuell erfolgt.

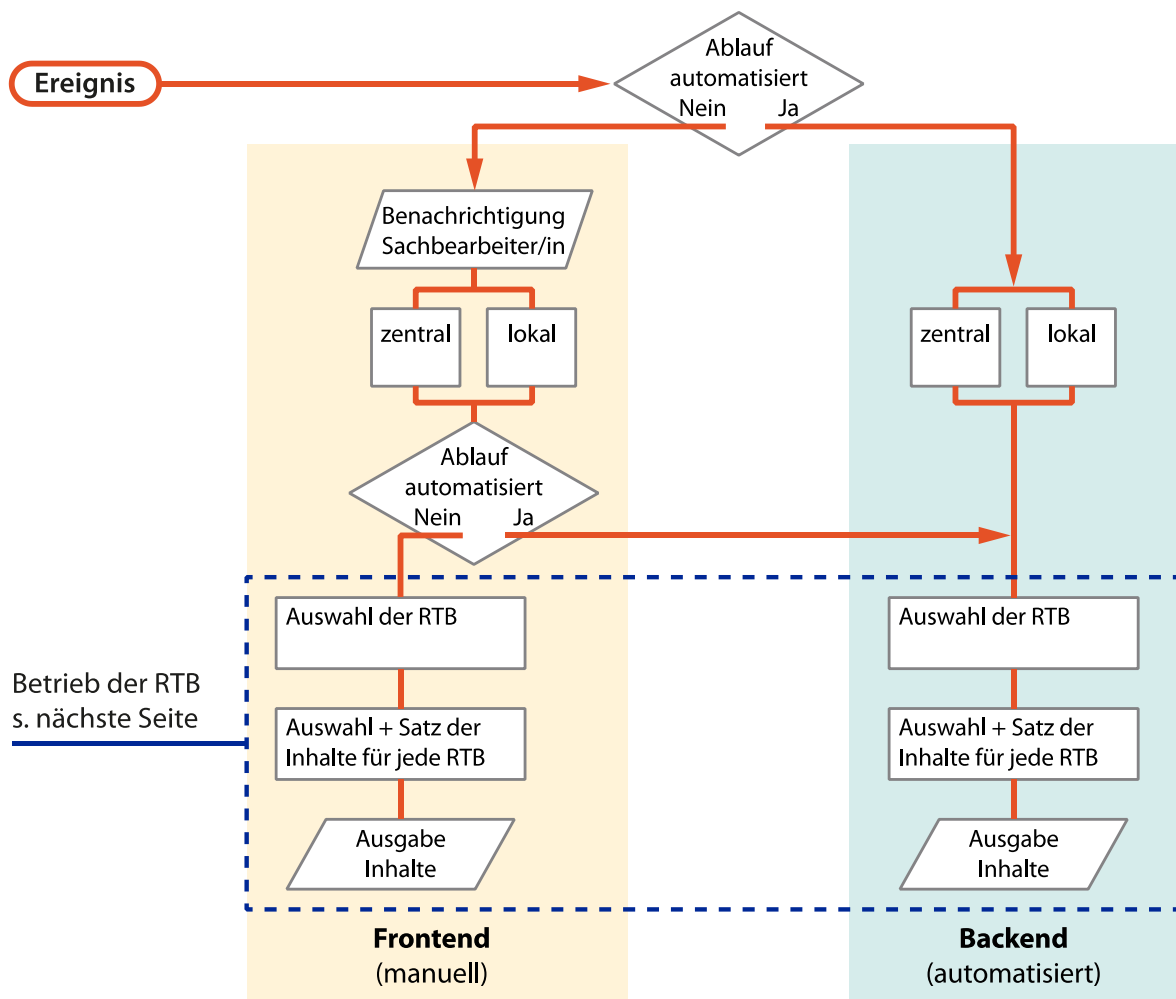


Abbildung 29: Informationsfluss zum RealTime Bar bzw. kombiniert genutzten Werbedisplay

Betrieb des RealTime Bar:

- Ereignis A erfordert den Einsatz des RealTime Bar.
 - Die Inhalte A sind für dieses Ereignis vorgefertigt und werden auf dem RTB angezeigt.
- Zu beachten hierbei:
- Das Ereignis bestimmt, welche RTBs bespielt werden.
 - Der Standort jedes eingesetzten RTB ist zu berücksichtigen.
 - Die einem Ereignis zugeordneten Inhalte müssen ggf. an den RTB-Standort angepasst werden.
-
- Der Ablauf dieses Prozesses muss stets gleich erfolgen, egal ob automatisiert oder manuell.

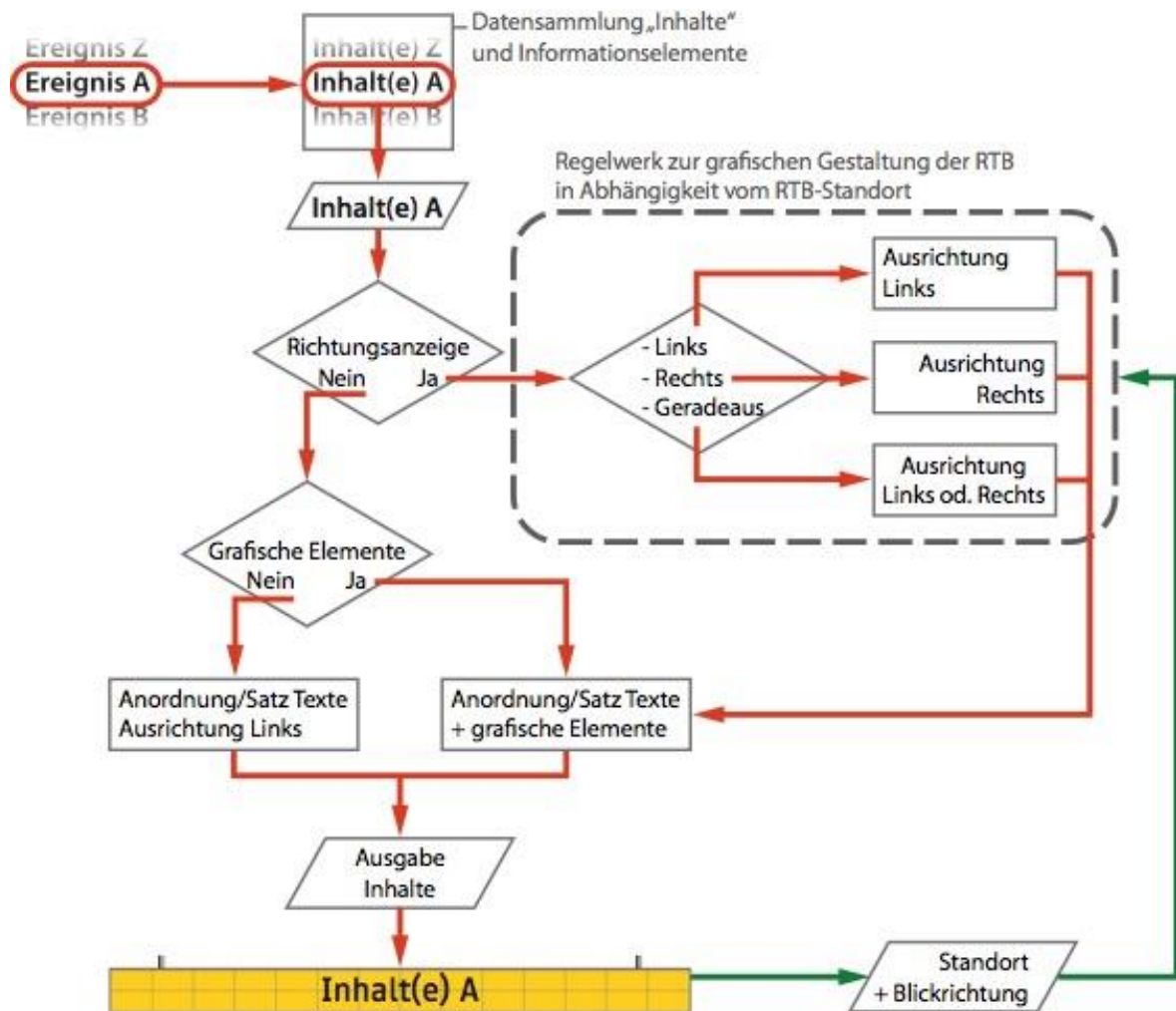


Abbildung 30: Betrieb des RealTime Bar bzw. kombiniert genutzten Werbedisplays

Entwicklung des Infopoint Family Konzepts

Das Thema „Infopoint 4.0“ wurde aus mehreren Perspektiven betrachtet. Der Kontext des Informationsbedarfs (Welche Information wird gebraucht?) wurde mit dem zeitlichen Ablauf (Wann braucht der Fahrgast diese Information?) und den örtlichen und architektonischen Gegebenheiten (Wo und wie muss die Information präsentiert werden?) verschränkt. Dabei wurden in der Anforderungsanalyse die sogenannten „Action-Zones“ identifiziert. Zonen in denen es auf einer „Passenger Journey“ in einem bestimmten Bewegungsabschnitt innerhalb oder außerhalb der Bahnhofsinfrastruktur Informationsbedarf gibt. Die „Unsicherheitsaspekte“ im Ablauf einer Journey wurden grafisch auf den Grundriss des Bahnhofs, wie im vorherigen Kapitel detailliert beschrieben, dargestellt. Dies half dabei die örtlichen Bereiche in denen ein potenzieller „Infopoint 4.0“ stehen sollte festzulegen (siehe Abbildung 31). Die „Action-Zones“ unterscheiden sich je nach Anforderungen der Journey sowie der Personas, die diese Journeys durchlaufen. Werden diese gemeinsam betrachtet, konnten mehrere übereinstimmende Bereiche beispielsweise im Hauptbahnhof erkannt werden.

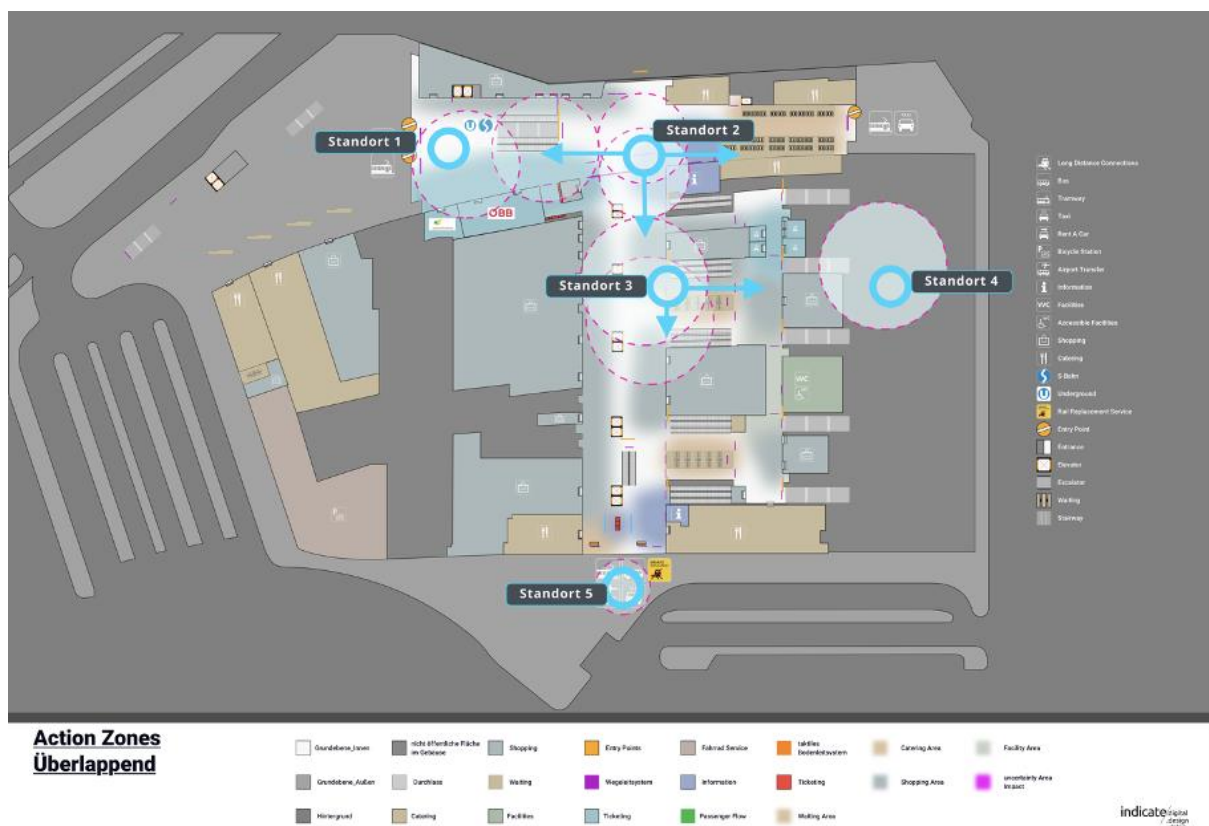


Abbildung 31: Potentielle Infopoint 4.0 Standorte und deren Aktionsradius (s. Deliverables)

Aufbauend auf dieser Grundlage konnte das interdisziplinäre Design-Team die Informationsbedarfsbedürfnisse parallel zu den Anforderungen an die Standorte des „Infopoints 4.0“ betrachten.

Das Ziel der initialen Design-Workshops war es die sogenannten „Key-Challenges“ zu identifizieren. Globale Problemstellungen, die sich aus den im Spannungsfeld stehenden Anforderungen ergeben, sind konkret beschrieben worden. Dadurch wurden übergeordnete Herausforderungen für das Design definiert.

Zu diesem Zweck kamen Workshopformate aus dem Bereich des „Design-Thinking“ zum Einsatz.

“What is Design Thinking: A process for creative problem-solving that includes empathy/human-centeredness, ideation, and experimentation.”¹

Im Kontext der in Folge sechs genannten Phasen des “Design Thinking“ nach IDEO, lag der Fokus dieser ersten Design-Workshops auf dem ersten Punkt „Frame a Question“ und „Generate Ideas“.

- **“Frame a Question**—Identify a driving question that inspires others to search for creative solutions.
- **Gather Inspiration**—Inspire new thinking by discovering what people really need.
- **Generate Ideas**—Push past obvious solutions to get to breakthrough ideas.
- **Make Ideas Tangible**—Build rough prototypes to learn how to make ideas better.
- **Test to Learn**—Refine ideas by gathering feedback and experimenting forward.
- **Share the Story**—Craft a human story to inspire others toward action.“

Aspekte des physischen Objektdesigns wurden durch die Teilnahme des Industrial Designers, Ewald Neuhofer in den Prozess eingebracht. Die User-Experience-Design Expertise für digitale und innovative Userinterfaces wurde durch den Designer Leonhard Lass abgedeckt. Tanja Tomic brachte die Perspektive, Anforderungen und Best-Practice-Beispiele aus dem

¹ <https://www.ideo.com/blogs/inspiration/what-is-design-thinking>

Bereich des Passenger-Experience- und Passenger-Information-Designs in den Workshops ein. Die drei genannten ExpertInnen haben in ihrem Bereich jeweils mehr als 20 Jahre Erfahrung, sowie einschlägige Referenzen vorzuweisen. Unterstützt wurden sie durch die Mitarbeit eines zu dem Zeitpunkt auszubildenden Designers, Alexander Duelli. Seine, zu diesem Zeitpunkt entstehende Diplomarbeit zum Thema „Auswirkungen zukünftiger Technologien auf das User Experience Design von Ticketing Prozessen für den öffentlichen Personenverkehr am Beispiel der ÖBB“ brachte in den Workshops wertvolle zusätzliche Informationen mit ein.

Für Brainstormings sowie die Analyse von Spannungsfeldern wurde das Tool „MindNode“ (<https://www.mindnode.com/>) genutzt.

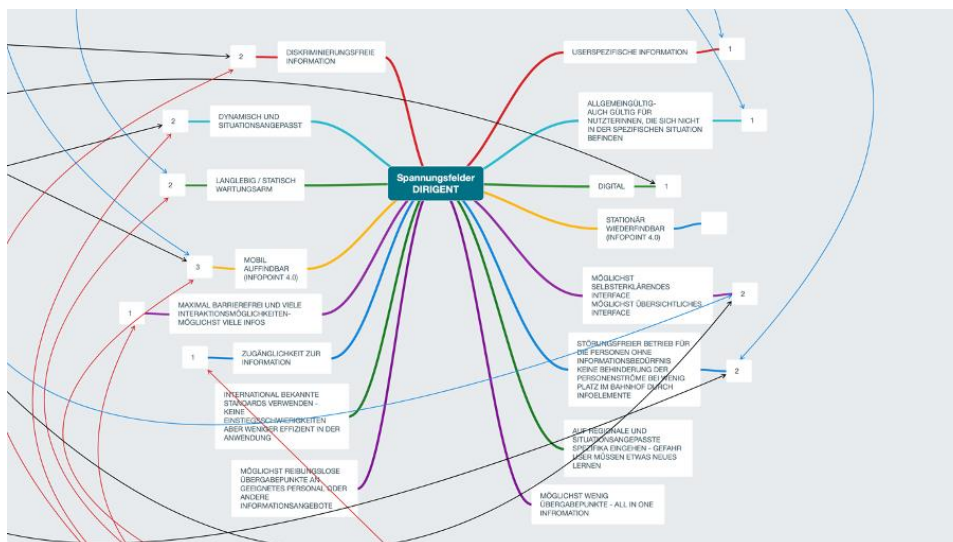


Abbildung 32: Auszug aus der Spannungsfeldanalyse-MindNode

Zudem wurden großflächige Ausdrucke der „Action-Zone-Pläne“ und Whiteboards für Notizen und Skizzen verwendet.

Übergreifende Problemstellungen für die Kurationsphase („Key-Challenges“)			
1	Optimale Standorte für den Informationsbedarf	=	Teilweise hinderliche Standorte für ungestörten Passagierfluss
2	Möglichst gleichwertige Bespielung der Standorte	versus	Die Standorte an sich haben unterschiedliche Möglichkeiten Objekte mit Fern- und Nahwirkungsperformance einzusetzen
3	Platzbedarf (Höhe) für Infopoints mit gleichzeitiger Nah- und Fernwirkungsperformance	versus	Verschattungsproblematik ggf. für andere Wegeleitelemente
4	Die Relevanz eines Standorts ist nur für manche temporär auftretende Use-Cases (Störungsszenarien) gegeben	versus	Die Relevanz der Störungsbetrieb-Use-Cases ist sehr hoch, jedoch ist die Nutzbarkeit der Infopoints an diesen Standorten für den Normalbetrieb nicht gegeben
5	Wiedererkennbarkeit und einheitliches Design der Infopoints	versus	Unterschiedliche bauliche Anforderungen an unterschiedlichen Standorten gemäß der Informationsbedürfnisanalyse bezüglich der Fern- und Nahwirkungsperformance der Information; Interaktionsmechanismen; Verweildauer der Personas an einem bestimmten Infopoint Standort; Platzbedarf am Standort;

Problemstellung 1: Standort steht im Widerspruch zum ungestörten Personenfluss

Die der Journey dienlichen Standorte stehen teilweise im Widerspruch zum Bedürfnis einer möglichst freien Bewegung und Einsichtigkeit innerhalb des Bahnhofs. Dies gilt für klassische fix montierte Infopoint Elemente. Die jedoch für den reibungslosen Personenstrom architektonisch bessere Variante von in die Wand eingelassenen Displaymöglichkeiten,

erzeugte wiederum ein anderes Problem. Der Nachteil dieser Variante ist, dass sie sich nicht immer dort befinden kann, wo die Information der Journey entsprechend benötigt wird.

Problemstellung 2: Infopoints sind abhängig vom Standort mit Fernwirkungs- und/oder Nahwirkungseigenschaften auszustatten

Weitere Anforderungen, die anhand der „Action-Zone“ Positionierung im Designprozess identifiziert wurden sind die Anforderungen an die Fern- oder Nahwirkungsperformance des „Infopoints 4.0“. Die Standorte 1 und 2 brauchen beispielsweise Fern- und Nahwirkungseigenschaften. Der Standort 3 jedoch ausschließlich eine gute Nahwirkungsperformance. Der Infopoint, der sich an diesem Standort befindet sollte ist im Wartebereich platziert und liefert detaillierte, individuelle Informationen.

Problemstellung 3: Platzbedarf allgemein

Informationsgebende Objekte mit einer guten Fernwirkungsperformance haben einen größeren Platzbedarf vor allem bei in der Höhe dargestellten Information. Ein gutes Beispiel ist die Wegeleitung, die aus diesem Grund meist durch Deckenelemente abgedeckt wird. Abfahrtsmonitore beispielsweise stehen in dem Spannungsfeld eine gute Fernwirkungsperformance zu besitzen und gleichzeitig auch detaillierte Informationen zu enthalten.

Problemstellung 4: Gewisse „Action-Zones“ und Standorte sind nur temporär relevant und haben einen erweiterten Aktionsradius

Die Analyse des Informationsbedarfs sowie räumlicher Aspekte wurde auch im Zusammenhang des zeitlichen Ablaufs betrachtet. Aus den detailliert analysierten Passenger Journeys, zusätzlich diskutierten Einzel-Use-Cases, sowie dem Input seitens der ÖBB ist klar hervorgegangen, dass die Problemstellung einer optimalen Ausnutzung des Investments in Hardware ebenso als Teil der Herausforderung an das Design gesehen wird. Dementsprechend war es in der Umsetzungsphase wichtig dem temporären Bedarf gerecht zu werden, jedoch die Nutzung der Hardware zu maximieren.

Beispielsweise hätten zudem die Standorte 2 und 3 einen potenziell größeren Aktionsradius, als dies durch ein permanent an einem Punkt fixiertes Element abzudecken ist. Diese zwei Standorte haben auch durch unterschiedlich starke Frequentierung dieser Bereiche (Übergangsbereich zu den Bahnsteigen, Wartebereich) über den Tag hinaus die Herausforderung den Passagierfluss nicht zu behindern.

Problemstellung 5: Wiedererkennbarkeit des Infopoints

Bei allen unterschiedlichen Anforderungen, die sich aus der Journey, der Personas, sowie der Standorte ergeben sollte trotzdem eine einheitliche Designsprache der Infopoints entwickelt werden. Die Wiedererkennbarkeit der Elemente sollte für Fahrgäste leicht möglich sein.

Designprozess Infopoint 4.0

Ideation Phase

Die Spannungsfelder unterschiedlicher Design-Problemstellungen wurden in mehreren Kurations-Workshops erörtert. Der Lösungsfindungsprozess wurde interdisziplinär aus der Perspektive des Industrial Designs sowie der Passenger- und User Experience Know-Hows betrachtet. Hierzu erfolgten unterschiedliche Recherchen, Skizziersessions, Iterationsrunden, Spezialvorträge sowie Besuche bei innovativen Unternehmen, die zu den Fokusthemen der Forschungsarbeit inhaltlich beigetragen haben (siehe Abbildung 38).

Recherche und Fachkonferenzen

Während der Projektdauer wurde das Know-how begleitend durch den Besuch von Fachkonferenzen erweitert. Aufgrund der Pandemie, sind jedoch auch viele der geplanten Aktivitäten, wie z.B. die Innotrans (<https://www.innotrans.de/en/>) in Berlin, im Jahr 2020 ausgefallen. Jedoch konnte die Firma indicate durch die langjährige Tätigkeit im Bereich des öffentlichen Verkehrs und kontinuierliche Besuche solcher Events bereits vor Projektanfang gewisse Rechercheergebnisse in die Ideenphase mit einbringen.

Besuch der „Transport Research Arena 2018“

Der Besuch einer Vielzahl von Vorträgen bei der „Transport Research Arena 2018“ in Wien, sowie ein mehrtägiges Networking mit internationalen Stakeholdern (Betreibergesellschaften, PolitikerInnen, unterschiedlichste ExpertInnen, ForscherInnen) aus dem Bereich der Mobilität hat ein breites Verständnis über die Herausforderungen an die Digitalisierung im Kontext der Verkehrsinfrastruktur geschaffen. Diese Vorrecherche zu den Anforderungen der Zukunft an die öffentliche Verkehrsinfrastruktur (Fokus Bahnhöfe) bot tiefere Einblicke in die Tätigkeit anderer Forschungstreibender Institutionen in diesem Bereich. Es konnten Thementrends identifiziert werden, an denen international mit digitalen und innovativen Lösungsansätzen im Bereich der Forschung gearbeitet wird. Dazu gehörten Themen wie: Sicherheit, Umgang mit Passagierstromflüssen und Verhalten der Fahrgäste im Speziellen, Verkehrsinfrastruktur als multimodale Hubs, sowie neue Nutzungsmodelle der Bahnhofsinfrastruktur.

Auszug aus dem Programmsegment „7. Transport Infrastructure“:²

7.1 Transport Infrastructure: Application of Machine Learning

7.2 Challenges on the Electrification of Infrastructure

7.3 Transport Infrastructure: Asset Management and Life Cycle Analysis

7.4 Transport Infrastructure: Technology Testing and Assessment

7.5 Transport Infrastructure Safety

7.6 Transport Infrastructure: User Centric Capacity Planning and Management

7.7 New Materials, Constructions & Techniques for Infrastructure

7.8 Infrastructure as a Part of the Mobility/Society System

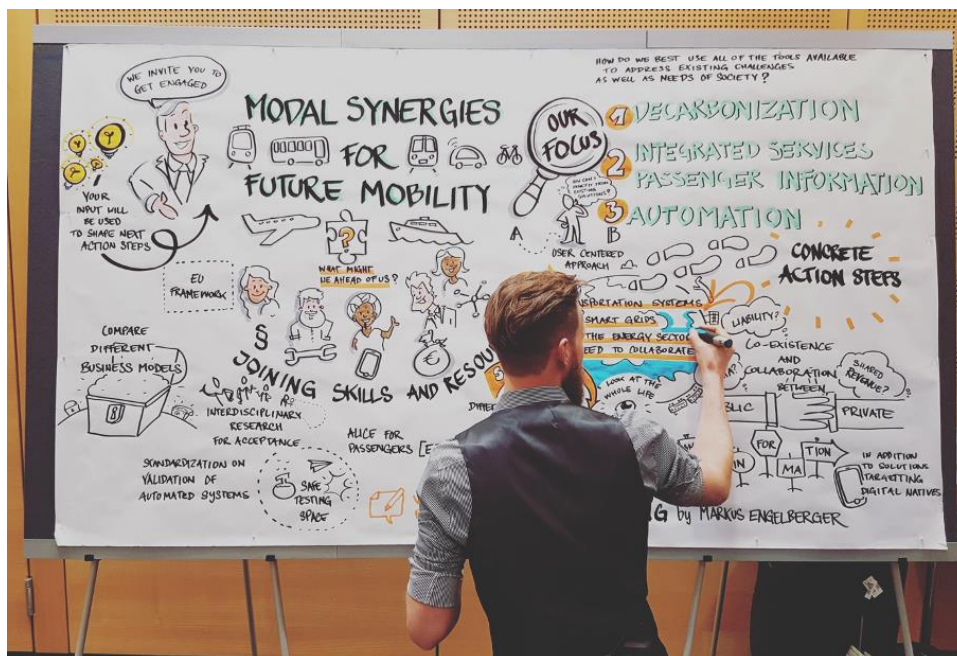


Abbildung 33: Impressionen der TRA2018

² <https://2018.traconference.eu/programme/scientific-technical-sessions/#st7>

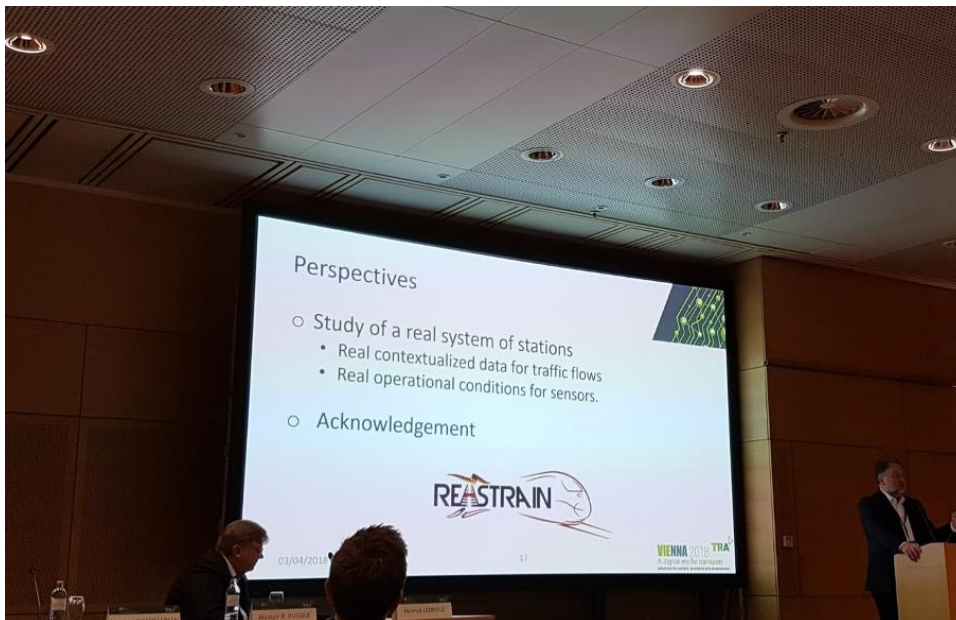


Abbildung 34: Paneldiskussionen und Vorträge „Transport Research Arena 2018“

Besuch der „Innotrans 2018“ und Präsentation des Unternehmens next:urban

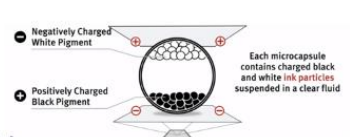
Der Besuch der „Innotrans 2018“ (<https://www.innotrans.de/en/>) brachte, neben eines ebenfalls internationalen Austauschs mit BranchenexpertInnen, Erkenntnisse im Bereich des Einsatzes für den Verkehrsbereich neuer Displaytechnologien. Zum Thema „E-Paper-Technologie“ wurde eine Präsentation mit den Erkenntnissen vom Besuch der „Innotrans 2018“ erstellt. Die Vorteile sowie Limitationen dieser Technologie konnten mit dem Forschungsteam gemeinsam diskutiert werden. Um die Perspektive eines lokalen Anbieters zu diesem Thema ebenso zu bekommen, wurde die Firma next:urban (<https://www.nexturban.at/>) zu einem zusätzlichen Vortrag eingeladen. Das Resultat dieser Recherche ergab, dass die Technologie für den Einsatz im DIRIGENT Projekt nicht geeignet ist.

Report Innotrans 2018/
Technische Anforderungen

- **E-Paper Panel - Farbe oder Schwarz/Weiß**
 - Momentan wird im Aussenbereich nur Schwarz/Weiß eingesetzt
 - Laut erfahrenen Lieferanten sind die jetzt verfügbaren Farbd Displays nicht für Aussenbereich geeignet.
 - Von diversen Lieferanten (DE) wird auch Farbe angeboten, es können aber keine Projekte im Aussenbereich vorgewiesen werden.

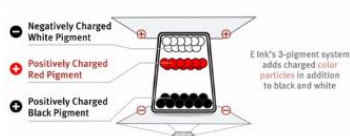
ED133UT2 ▼	EC312TT2 ▼
Size(inch): 13.30	Size(inch): 31.20
Resolution(HxV): 1600 x 1200	Resolution(HxV): 1280 x 720
Active Area(mm): 270.40 x 203.00	Active Area(mm): 691.20 x 368.00
Dpi: 150	Dpi: 47
E Ink Film: Carta 1.2	E Ink Film: Triton
Backplane: Glass	Backplane: Glass

Two Pigment Ink



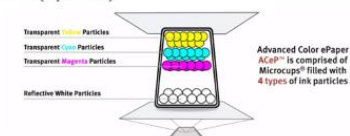
Each microcapsule contains charged black and white ink particles suspended in a clear fluid.

Three Pigment Ink (Spectra)



E Ink's 3-pigment system adds charged color particles in addition to black and white.

Zukunft - Advanced Color ePaper (ACeP)



Advanced Color ePaper ACeP™ is comprised of Microcapsules filled with 4 types of ink particles.

Abbildung 35: Auszug aus der Präsentation „E-Paper Report Innotrans 2018“, Bildmaterial (<https://www.eink.com/>)

Besuch der „FYI 2018“

Die „FYI“ (<https://fyi-conference.com/event-2018>) ist eine Konferenz für Informationsdesign und User-Experience-Design. Die Themenschwerpunkte dieser Ausgabe waren: Datenvisualisierung, Informationsdesign im Kontext von Reisen, Infografik-Trends und Bespielung von öffentlichem Raum durch Infografik. Über einen Tag hinweg stellten

ExpertInnen aus dem Bereich Informations- und UX-Design ihre Projekte vor. Beim gemeinsamen Besuch der Konferenz von VertreterInnen der Firmen indicate (Tanja Tomic) und IMPACT (Horst Krieg) wurden Trends und Neuentwicklungen im Designbereich diskutiert. Inspirationen zum Thema „Leicht erfassbare Datenvisualisierung für eine breite Zielgruppe“ für die Ideations-Phase beider Designteams wurden mitgenommen.



Abbildung 36: Vortrag zum Thema „Visualisierung auf den Punkt bzw. Bubble gebracht“³

Fokusthemen

Standorte mit temporärem Informationsbedarf und erweitertem Aktionsradius

Das indicate Design Team erarbeitete gemeinsam mit dem Industrial Designer Ewald Neuhofer den Ansatz das Thema „Infopoint 4.0“ unabhängig von einem permanent montierten Element zu betrachten. Skizzen, Ideen und Recherchen zum Thema mobile-, semi-mobile aber auch permanente Infopoint Hardware wurden erstellt. Im Zuge dessen wurde die Recherche zum Innovationsthema Servicerobotik von der Firma indicate präsentiert. Vor- und Nachteile, Verfügbarkeiten und der Ausblick in die Zukunft wurden mit dem ganzen Team

³ Darjan Hil, YAAY

https://www.youtube.com/watch?v=NLe2GV50K74&ab_channel=FYI%3AInformationsdesign

erörtert. In diesem Zusammenhang fand auch der Besuch des Unternehmens Humanizing (<https://humanizing.com/de/>) statt.

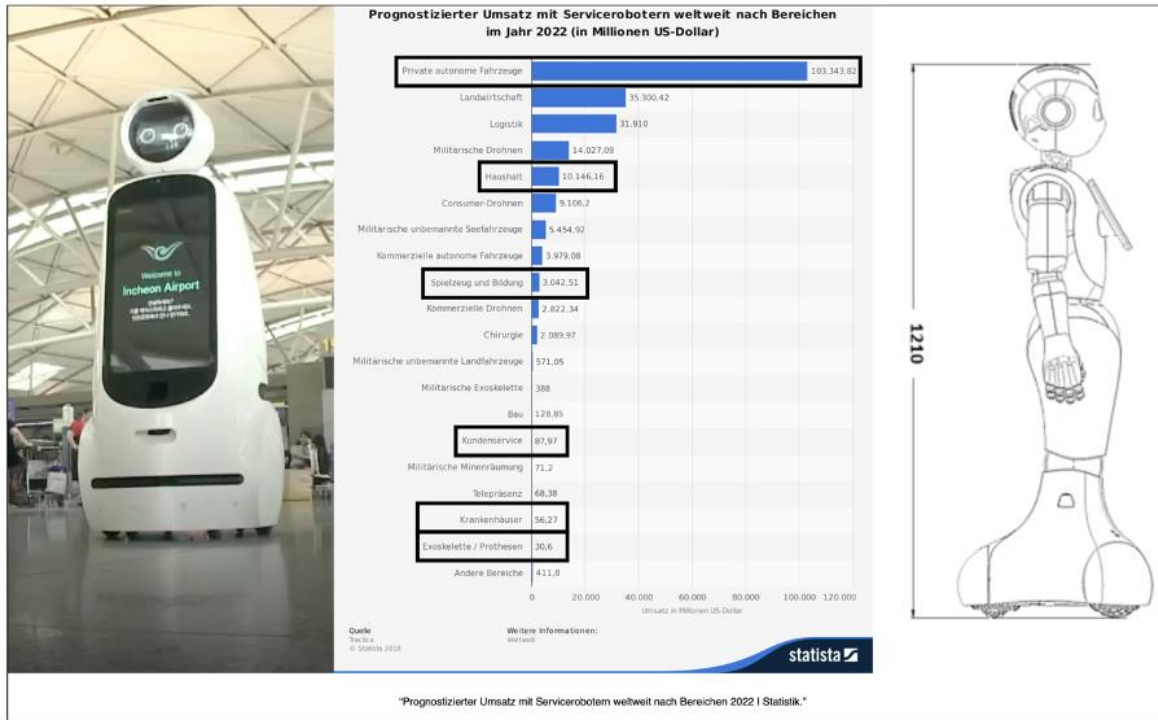


Abbildung 37: Auszug aus der Präsentation zum Thema Servicerobotik

Die Vorteile einer mobilen Lösung wurden gerade für Standorte, die einen eher größeren Aktionsradius erfordern festgestellt. Es wurde beschlossen das Thema Serviceroboter in die Erarbeitung der Interaktionskonzepte aufzunehmen, wenn auch gleichzeitig kritisch hinterfragt wurde, ob das die Lösung für alle Problemstellungen ist.

Recherchen zu semi-mobilen oder permanent montierbaren Einheiten am Markt wurden ebenso erstellt und dem Team zur Verfügung gestellt.



Abbildung 38: Auszug aus der Recherche weiterer semi-mobiler oder permanent-montierbarer Elemente
(<https://www.behance.net/gallery/5509797/Touchscreen-Media-Kiosk>)

Grundsätzlich wurde aber unabhängig der Servicerobotik-Technologie festgehalten, dass mobile- und semi-mobile Lösungen Vorteile in Bezug auf folgende Herausforderungen hätten.

- Informationsbereitstellung beim Schienenersatzverkehr, dass gegenwärtig durch das Abstellen von Servicepersonal mit hohem Personaleinsatz abgedeckt wird
- Bewältigung des Informationsbedarfs bei Stoßzeiten
- Aktive Unterstützung der Servicemitarbeiter:innen beim besetzten Infopoint, wenn es dort zu erhöhten Wartezeiten kommt
- Bessere Ausnutzung der Hardware, da diese temporär dort eingesetzt werden kann wo sie gebraucht wird
- Weniger Schnittstellen zur Architektur und zur vorhandenen Infrastruktur, Kostenersparnis

Gleichzeitig wurde festgehalten, dass diese Anforderungen für unbesetzte und kleine Bahnhöfe nicht zutrifft und im Designprozess ebenso eine innovative, aber statische Lösung angedacht werden muss.

Entwicklung einer Infopoint-Design-Identität vs. One-Fits-All

Aufbauend auf diesen Erkenntnissen wurde die Designstrategie entwickelt eine Art „Infopoint-Identität“ zu entwickeln anstatt des oft klassischen Ansatzes eines „One-Fits-All“-Designs zu verfolgen. Diese „Design-Identität“ sollte in der Lage sein einerseits am Markt erhältliche Service Roboter mit eigens designten Infopoint-Elementen zu kombinieren und so das Anforderungsspektrum der Elemente zwischen mobil, semi-mobil und statisch bedienen.

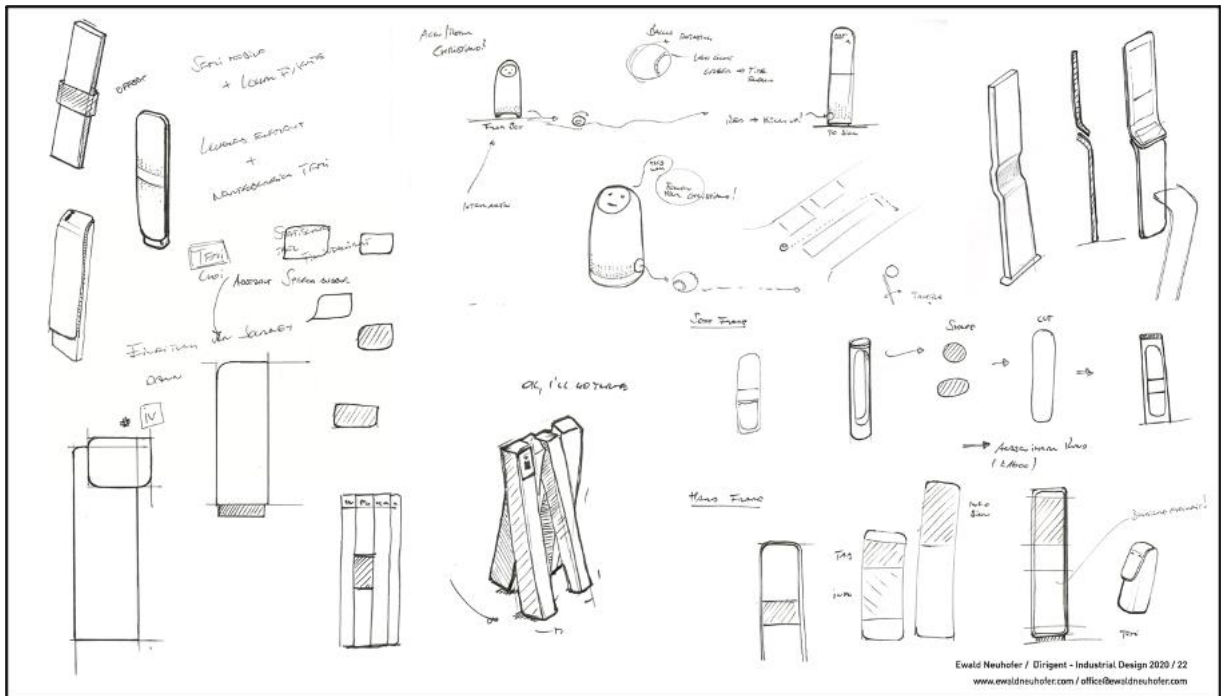


Abbildung 39: Explorative Skizzen zum Thema „Design-Identität“ Formgebung aus der Ideationsphase, Ewald Neuhofer

Nach einer explorativen Phase wurden mehrere mögliche „Identitätsmerkmale“ für eine, anfangs als „Infopoint-Flotte“ bezeichnete Designlinie entwickelt (siehe Abbildung 39). Dabei wurden Designelemente aus dem Corporate Design der ÖBB und der bestehenden Wegeleitungssprache sowie architektonische Aspekte der Bahnhöfe in unterschiedlichen Varianten für modulare Informationselemente neu interpretiert. Gemeinsam mit der ÖBB und den Forschungspartner:innen wurden mehrere Richtungen ausgelotet, kritisch hinterfragt und bewertet.

Das Ziel bei der Entwicklung dieser modularen Designsprache für die „Infopoints 4.0“ war es eine Art „Uniform“ für die Objekte zu schaffen, die es den Fahrgästen ermöglichen die potenziell formal etwas unterschiedlich ausgeprägten Objekte als eine „digitale ÖBB Infra ServicemitarbeiterIn“ wiederzuerkennen. In weiterführenden Designentwürfen wurden die Möglichkeiten der Farb- und Formgebung dargestellt. Es wurden drei individuelle Formsprachen für die Designidentität des „Infopoints 4.0“: „Eingebettet“, „Wölbung“ und „Rahmen“ (siehe Abbildung 40 bis Abbildung 45). Der Modularitätsgedanke, sowie Rahmenbedingungen für barrierefreies Bedienen wurden von Anfang an bei allen entwickelten Richtungen mit beachtet.

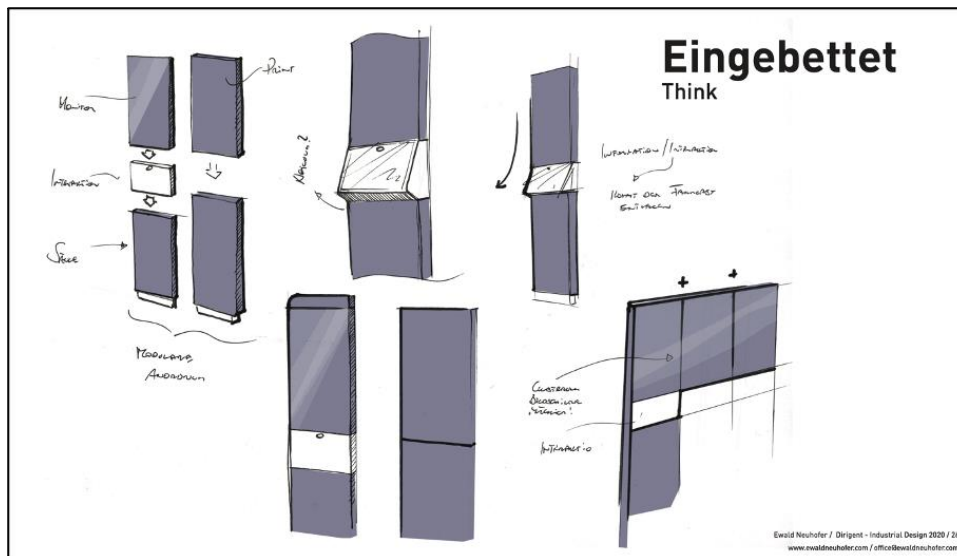


Abbildung 40: Stilrichtung „Eingebettet“ Skizzen



Abbildung 41: Stilrichtung „Eingebettet“ Designentwürfe

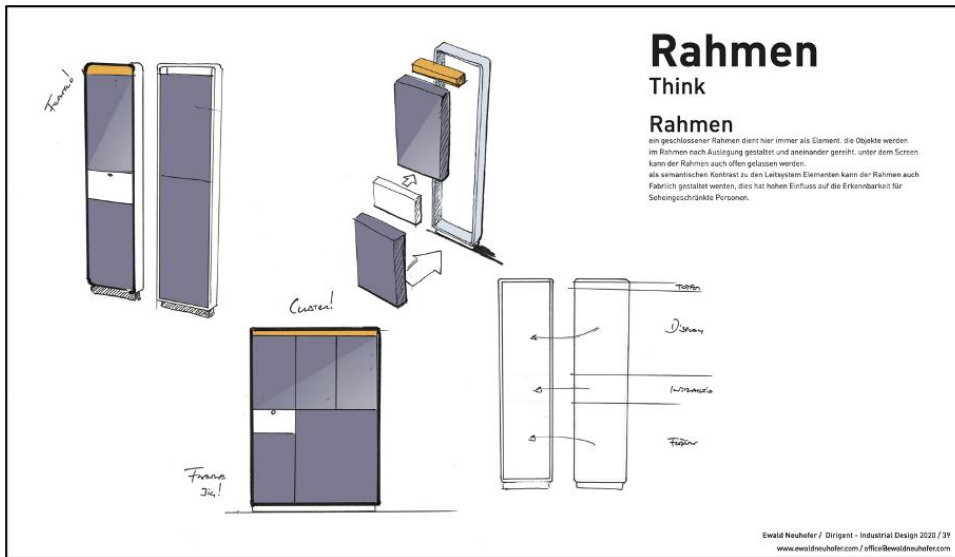


Abbildung 44: Stilrichtung „Rahmen“ Skizzen



Abbildung 45: Stilrichtung „Rahmen“ Designentwürfe

Im Zuge mehrerer Präsentationen und einem Auswahlprozess ist die Stilrichtung „Eingebettet“ als die bevorzugte Variante ausgesucht worden. Diese diente für eine weitere Ausarbeitung der Entwürfe.

In einem weiteren Ausarbeitungsschritt wurde durch Ewald Neuhofer eine einfache ergonomische Untersuchung der ersten Entwurfsmaße der Objekte vorgenommen (siehe Abbildung 46 und Abbildung 47). Eine detaillierte Ausarbeitung und genaue Anpassung dieser

Entwürfe, würde in einer Hardware-Prototypen-Phase während einer Umsetzung erfolgen müssen. Dabei wäre auch ein gebauter Prototyp für Untersuchungen zu verwenden. Die Voruntersuchung sollte die grundsätzliche Umsetzbarkeit der Entwürfe innerhalb vorgegebener Normen aufzeigen und den Kontext der Ergebnisse zur Realisierbarkeit herstellen.

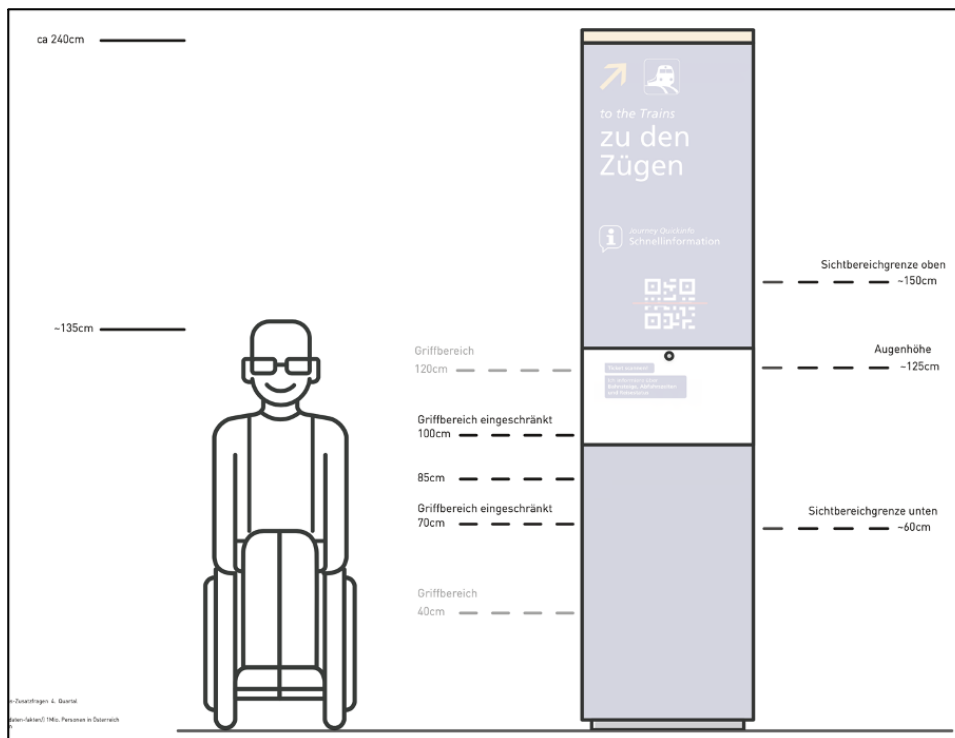


Abbildung 46: Auszug aus der Präsentation zur ergonomischen Untersuchung „Rollstuhlfahrer:in“ Maße

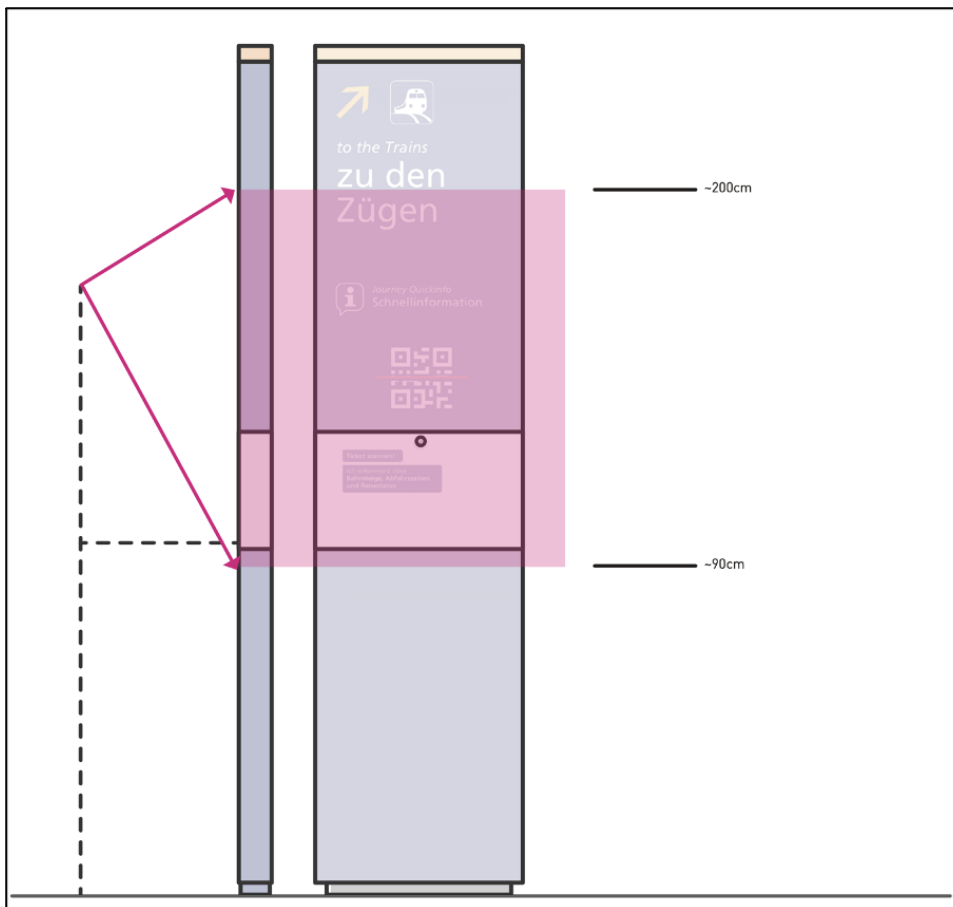


Abbildung 47: Auszug aus der Präsentation zur ergonomischen Untersuchung „Sichtfeld“

Das modulare Designsystem als „Familie“

Parallel zur Entwicklung der visuellen und formalen Designsprache des modularen Baukastens hat das indicate-Team aufbauend auf der Analyse der „Action-Zones“ und ihrer Standorte, sowie der Bedürfnisse unterschiedlicher Personas mögliche sinnvolle Konfigurationen dieser Hardware für den zielorientierten Einsatz entwickelt. Dabei war es wichtig ein Angebot der Darstellungsformate so zu konzipieren, dass die Infopoint-Flotte in Summe möglichst alle Bedürfnisse entlang der Journey innerhalb der Bahnhofsinfrastruktur und sogar darüber hinaus erfüllt. Die Displays einzelner Elemente wurden in Fernwirkungs- und Nahwirkungsbereiche eingeteilt. Die Mobilität einzelner Elemente wurde klassifiziert (lokal, semi-mobil, mobil, to-go). Die Interaktivität des Informations-Touchpoints wurde im Kontext des Objekts festgelegt. Bei den mobilen Elementen wurde die Reichweite (Aktionsradius) anhand der Hardwareeigenschaften mit angeführt (z.B. Mobiltelefon-Chrissy = Langstrecke,

da mitnehmbar, kleiner Serviceroboter basierend auf Temi-Christina hat einen eingeschränkten Bewegungsradius = Mittelstrecke).

Die unterschiedlichen Hardwarekonfigurationen, die nach objektiver Analyse von Bedürfnissen und Standortanforderungen entwickelt wurden, waren jedoch nur eine Ebene der Gestaltung. Die Frage nicht nur nach objektivem Nutzen durch Informationsvermittlung, sondern auch nach der einer emphatischen Komponente, des Wohlfühls und Sicherheitsempfindens für die Fahrgäste, sowie der ÖBB Identität durch dieses digitale „Service-Team“ war ebenso gleichwertig zu behandeln.

Durch den Ansatz die Technologie und den Menschen als ein Team zu sehen wurde der individuelle Charakter jedes einzelnen Infopoints im Laufe des Designprozesses immer mehr zu einer „Infopoint-Persönlichkeit“ mit einem eigenen Profil entwickelt. Trotz der etwas unterschiedlichen Darstellungsformate stehen die Elemente durch eine gemeinsame Designsprach und ein durchgängiges Informationsangebot aber immer in einem Verwandtschaftsverhältnis zueinander. Die Bezeichnung der „Infopoint-Familie“ wurde etabliert. Als internes Unterscheidungsmerkmal wurden für die einzelnen Konfigurationen Namen auf der Basis des Vornamens „Chris“ vergeben. Einerseits ist diese Namensgebung durch Chris Lohner inspiriert, andererseits bringt dieser Name auch weitere zusätzliche positive Aspekte. Die Nutzung des Namens in einer möglichen Umsetzung würde die Identität der Infoelemente prägen. Die Abkürzung „Chris“ kann genderunabhängig verwendet werden und ist zudem im Englischen ebenso verwendbar. Die einfache kurze Aussprache eignet sich außerdem gut für die Sprachsteuerung.

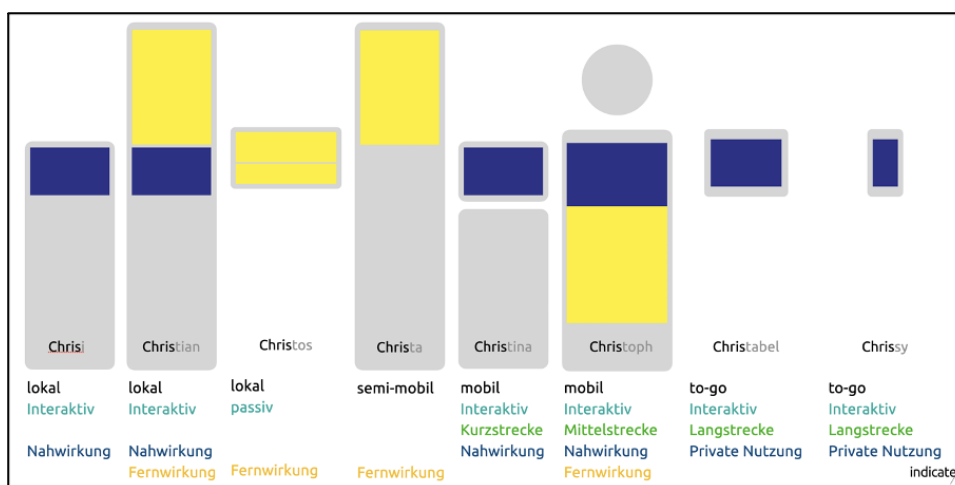


Abbildung 48: „Infopoint-Familie“ Hardwarekonfigurations-Matrix



Abbildung 49: „Infopoint-Familie“ Design-Entwürfe (ohne Serviceroboter Drittprodukte)

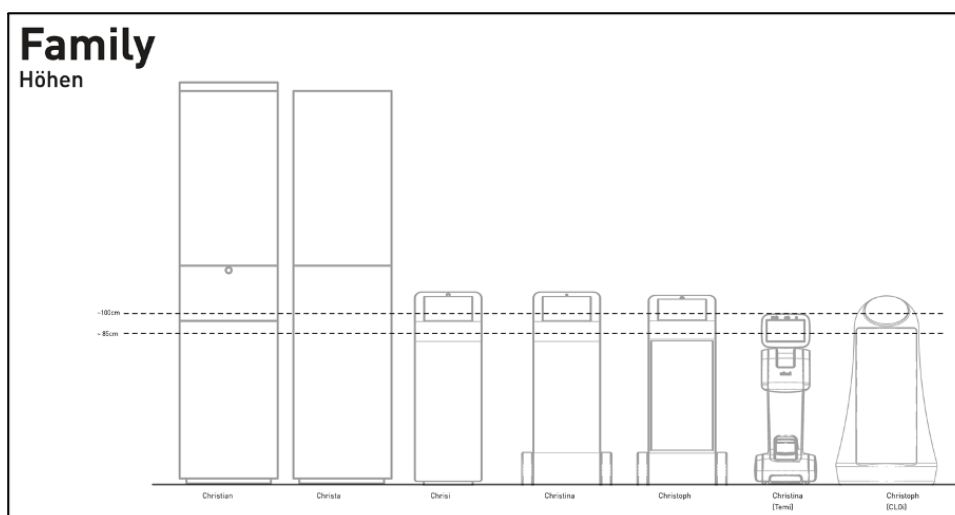


Abbildung 50: „Infopoint-Familie“ Auszug aus der Präsentation zur ergonomischen Untersuchung (inklusive Drittprodukte, Serviceroboter Temi und Cloi)

Interaktionskonzept Conversational Interface und Screenflow

Abgesehen eines zusammenhängenden Erscheinungsbildes hinsichtlich des Objektdesigns ist der zweite große Einflussfaktor punkto Wiedererkennung das User Interface- und Interaction Design. Auch wenn sich die Hardware der unterschiedlichen Infopoint-Familienmitglieder formal unterscheiden kann (statisch montiert, semi- mobil, mobil, etc.) war bei den Gestaltungselementen des User-Interface-Designs eine größtmögliche Durchgängigkeit das Ziel. Dabei sollte der Fahrgast immer das Gefühl haben mit dem gleichen System zu kommunizieren und sich in jeder Situation begleitet fühlen. Zu diesem Zweck wurde die Interaktion auf dem Prinzip des „Conversational Designs“ aufgebaut. Dieses kombiniert nahtlos eine emphatische Form der Sprachsteuerung sowie eine effiziente Möglichkeit alle Informationen ebenso mittels Touchsteuerung zu erreichen. Hinsichtlich der aktuellen Pandemie sind hier ebenso Überlegungen zum Thema Hygiene sowie Barrierefreiheit eingeflossen.

Konzeptionsphase und „Conversational Design“ als Ausgangspunkt für die Aufbereitung der Screenflows

Während der Erarbeitung des „Infopoint-Familien“-Konzepts wurden parallel dazu mehrere mögliche Interaktionsmethoden und Konzepte diskutiert. Die stark verändernden Anforderungen an den Hygieneanspruch in der Bedienung von öffentlich zugänglicher Interaktionsmedien legten mehr Wichtigkeit auf die Sprachsteuerungsperformance des Interaktionskonzepts. Die Vorteile für die Barrierefreiheit bei einer zusätzlich angebotenen Sprachsteuerung und die heute bereits verbreitete Nutzung von Chatbots führte zu der Entscheidung die digitale Persönlichkeit „Chris“ auf den Grundlagen des sogenannten „Conversational Designs (CxD)“ aufzubauen (siehe Abbildung 51).

„Als *Conversational User Interface* bezeichnet man eine Benutzerschnittstelle (User Interface), die den Eindruck einer Konversation zwischen Nutzer und System (Bot) vermittelt. Nutzer sollen mit dem Computer wie mit einer realen Person in einen Dialog treten können. Typische Beispiele für Conversational User Interfaces sind Virtueller Assistent und Chatbots.“⁴

⁴<https://www.usability.de/usability-user-experience/glossar/conversational-user-interface.html>

Das CUI umfasst dabei einerseits die Gestaltung der auditiven Interaktion durch die Sprachsteuerung, also nur das „VUI“ (Voice User Interface) und andererseits gibt sie auch Prinzipien für die Gestaltung der „GUI's“ (Graphical User Interfaces) vor. Das grafische Interface folgt ebenso den Darstellungscharakteristika eines digitalen Dialogs, beispielsweise eines Chats zwischen zwei Menschen in einer Kommunikationsapp im Gegensatz zu einem beispielsweise hierarchisch aufgebauten Menü.

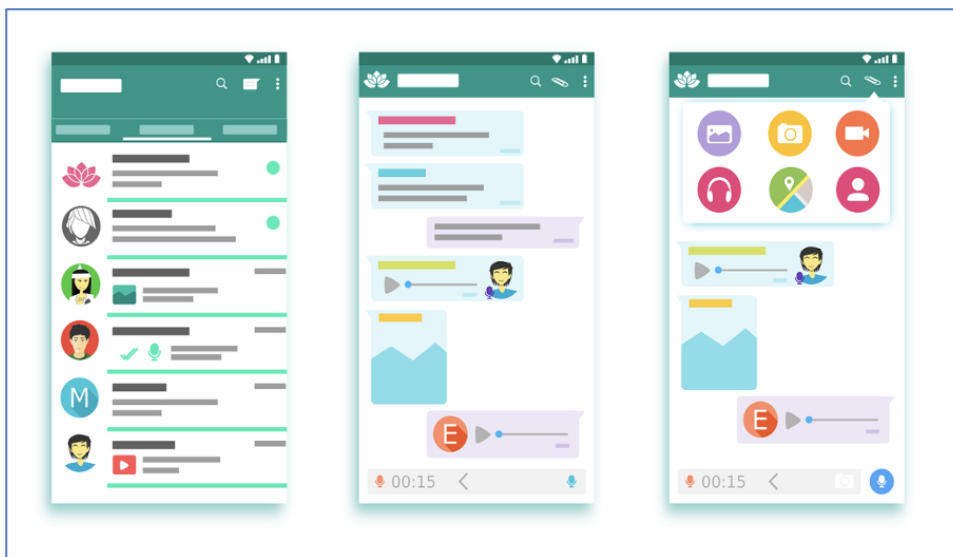


Abbildung 51: Klassische Merkmale eines „Conversational User Interfaces“⁵

Die Interaktion auf der Basis des „Conversational Designs“ aufzubauen bietet zusätzlich die Möglichkeit die Informationen für den User fast nahtlos an einen der personalisierten Kommunikationskanäle wie z.B. WhatsApp zu übergeben.

Wireframing und Visual Design

Der Informationsbedarf einzelner Passenger Journeys wurde anschließend mittels Wireframes skizziert. Dabei war das Ziel das Interaktions- und Interfacedesign so aufzubauen, dass ein Einsatz auf allen Mitgliedern der „Infopoint-Familie“ zum Einsatz kommen kann und dadurch eine sehr hohe Wiedererkennbarkeit bietet. Informationen für „Fernwirkungs-Displays“ wurden

⁵ https://t3n.de/news/conversational-interfaces-812724/whatsapp-interface-1660652_1280/

mit Anforderungen auf die Reduktion der Information und großer Sichtbarkeit aus der Entfernung konzipiert. Dieser Displaybereich wurde für wegeleitung-unterstützende, dynamische Informationsinhalte genutzt. Um diese Bereiche von der Nahbereichnutzung mit interaktiven grafischen (Touch) und Sprachsteuerungs-Interfaces zu unterscheiden wurden bereits in der Wireframingphase zwei unterschiedliche Farbschemen für die Gestaltung und die Wiedererkennbarkeit dieser Bereiche vorgeschlagen (siehe Abbildung 52). Der „Fernwirkungsbereich“ lehnt sich dabei mit dem dunkelblauen Hintergrund an das Design des Wegeleitsystems an. Die interaktiven „Nahwirkungsbereiche“ sind mit hellgrauem Hintergrund für die bestmögliche Lesbarkeit der Detailinformation gestaltet.

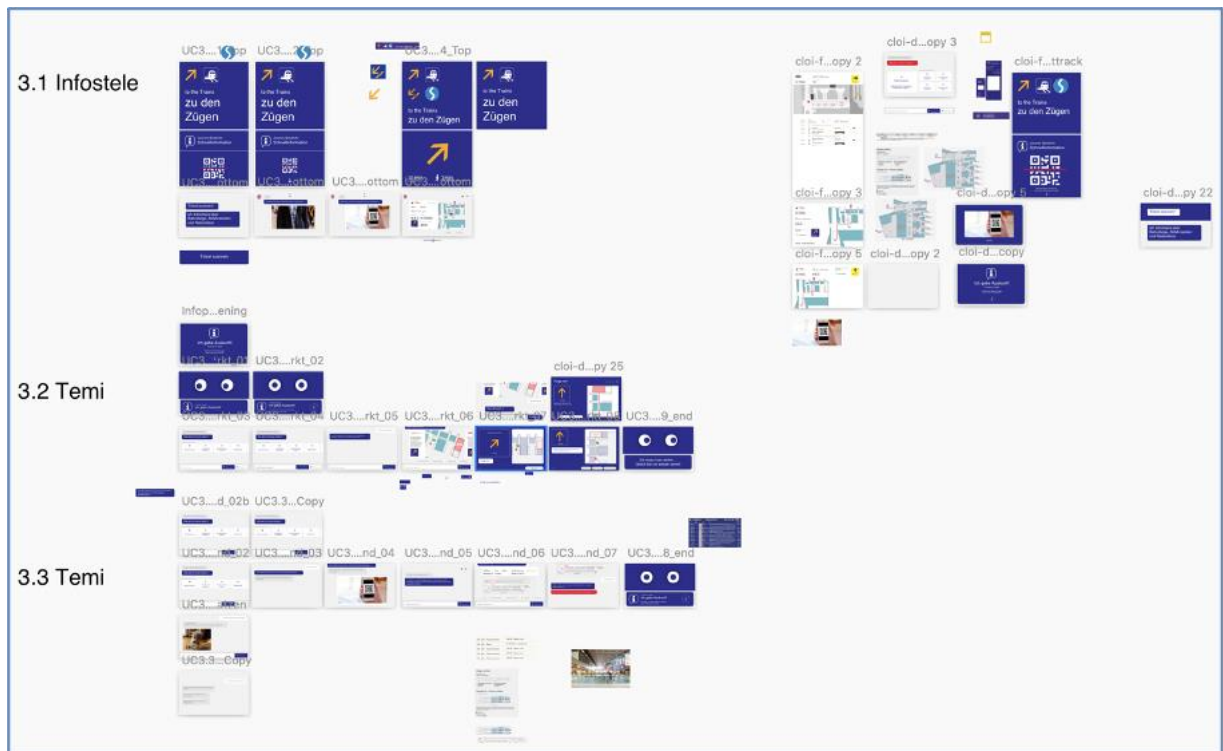


Abbildung 52: Wireframes für unterschiedliche Infopoint Formate

Ausarbeitung von User Journeys, Screenflows und Klickprototypen

In Folge der Ausarbeitung wurde das Design auf Grundlage von ausgewählten Passenger Journeys in mehreren Feedbackrunden iterativ entwickelt. Weiters wurde die Kompatibilität des Designs mit dem modularen „Infopoint-Familien“ – Konzept überprüft. Abläufe wurden auf unterschiedlichen Displaygrößen der „Familienmitglieder“ dargestellt. Dabei wurden Elemente

definiert, die eine Wiedererkennung ermöglichen, aber für das genutzte Format trotzdem die optimale Interaktionsmöglichkeit für die User bieten.



Abbildung 53: Gleiche Interfaceelemente auf unterschiedlichen Screenformaten. "Ich gebe Auskunft!" Hinweis auf einem größeren Screen mit spezifischer Störungsinformation. Gleiche Begrüßungsinformation auf dem kleineren Screen eines anderen Serviceroboter Modells

Zudem wurde ebenso bedacht, dass das System den Fahrgast einerseits an die statische oder dynamische Wegeleitung übergeben kann oder aber auch als mitnehmbare „Chatbot“-Version zu einem ganz persönlichen Begleiter wird (siehe Abbildung 53 bis Abbildung 56).

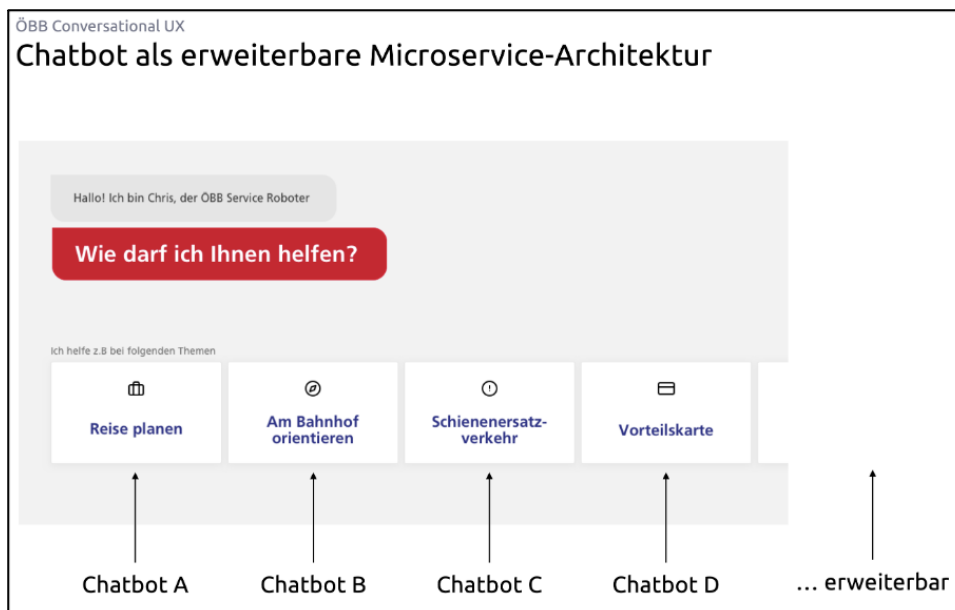


Abbildung 54: Conversational UI Konzept innerhalb eines Infopoint Displays

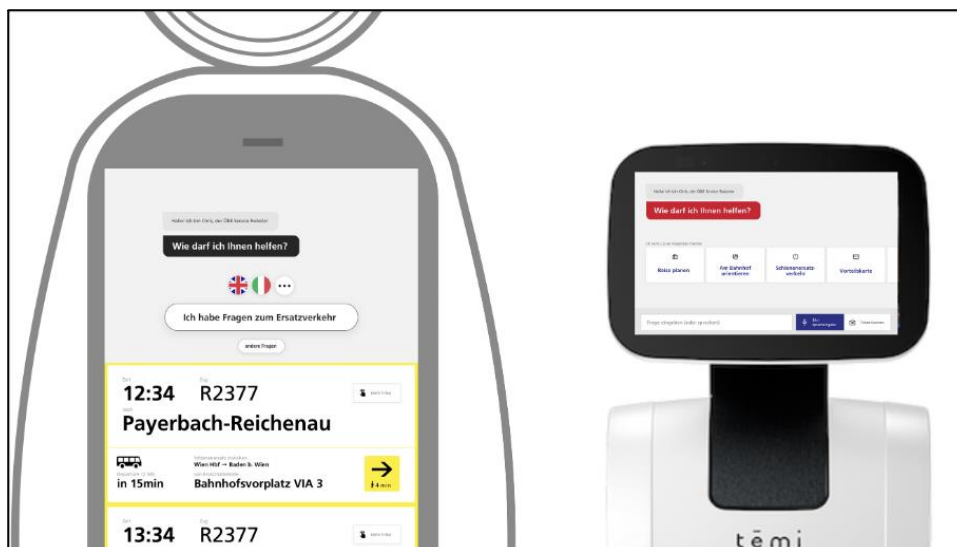


Abbildung 55: Conversational UI Konzept dargestellt auf zwei unterschiedlichen Infopoint-Familien-Mitgliedern

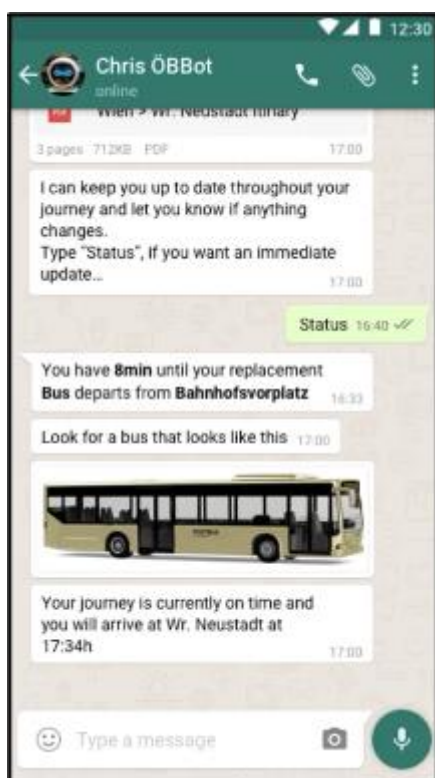


Abbildung 56: Mitnehmbare Version des Chatbots innerhalb der Applikation „WhatsApp“

Passenger Journeys

Im Folgenden werden die entwickelten UI Konzepte anhand von drei definierten Passenger Journeys in den Szenarien aus der Anforderungsanalyse näher erläutert.

Szenario 2: Schienenersatzverkehr

Die erste Journey, die detailliert dargestellt wurde, war das bereits genannte „Szenario 2“, dass den Fahrgast mit Schienenersatzverkehr konfrontiert. Dieses wurde für die Anwendung am Infopoint „Christoph“ entwickelt. Die Übergabe an die Wegeleitung, sowie den To-Go „Chrissy“ wurde designt (siehe Abbildung 57).

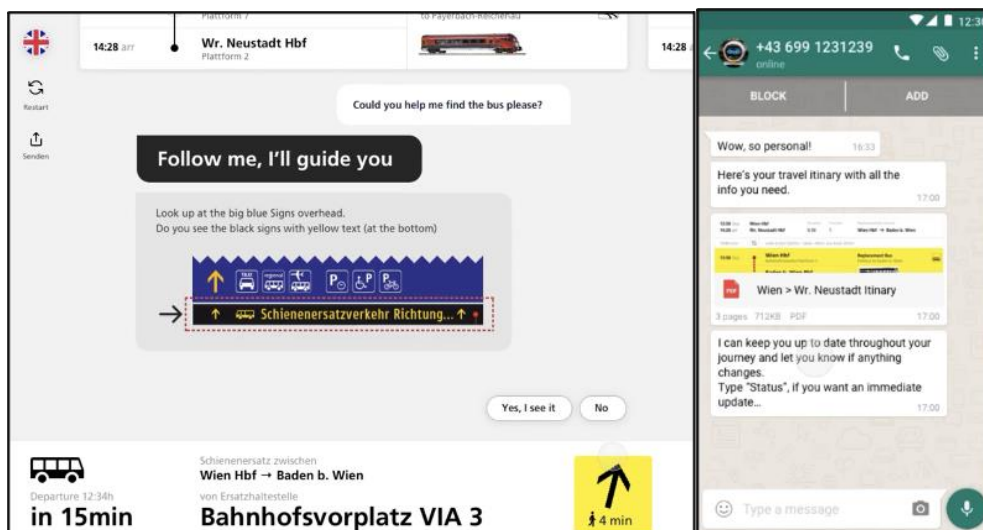
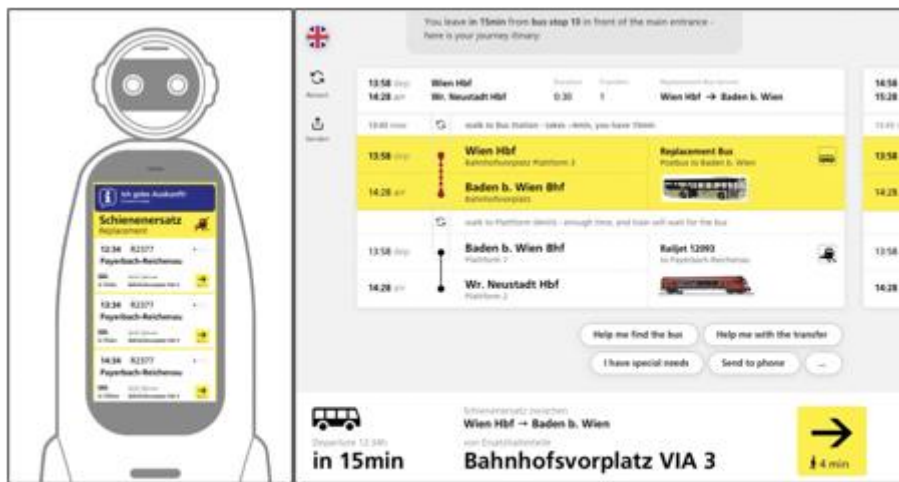


Abbildung 57: Auszug aus der Designumsetzung des Screenflows für das Szenario 2, Übergabe an die Wegeleitung und die mobile Anwendung

Im Szenario 3 (Urlaubsreise einer Familie) wurde das Design für die Zurverfügungstellung einer Schnellinfo am Eingang umgesetzt. Dafür wurden die Inhalte für das Familienmitglied „Christian“ im modularen Designansatz für den „Fern- und Nahwirkungseinsatz“ erarbeitet (siehe Abbildung 58 bis Abbildung 61).

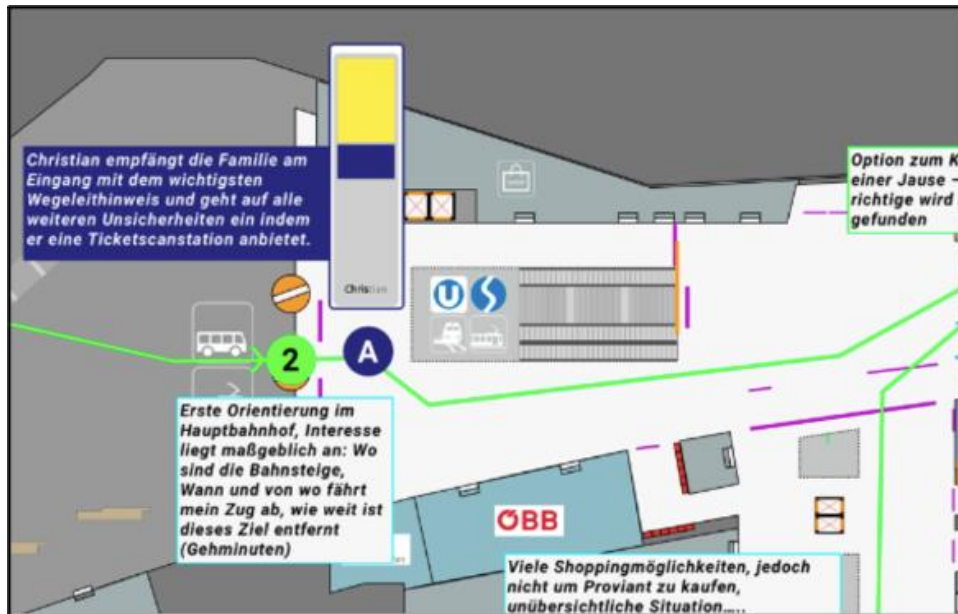


Abbildung 58: Positionierung von „Christian“ im Eingangsbereich



Abbildung 59: Screenflow für Einsatz am Infopoint „Christian“, Use Case “Ticket Scan & Wegeleitung”

Szenario 3: Urlaubsreise mit Familie

Im Szenario 3 kommt der Informationsbedarf ebenso im Wartebereich zu tragen. Dort sind es detaillierte Informationen, die für das Finden eines Lebensmittelgeschäfts abgerufen werden. Der Interaktionsablauf wurde prototypisch für das Serviceroboter-Modell „Temi“ (Christina) umgesetzt. Im Wartebereich wurde Fokus auf die empathische Interaktion gelegt und eine vereinfachte Mimik durch den illustrativen Einsatz eines durch Augen angedeutetem Gesicht entwickelt.



Abbildung 60: Einstiegsszenario im Warteraum mit „Christina“

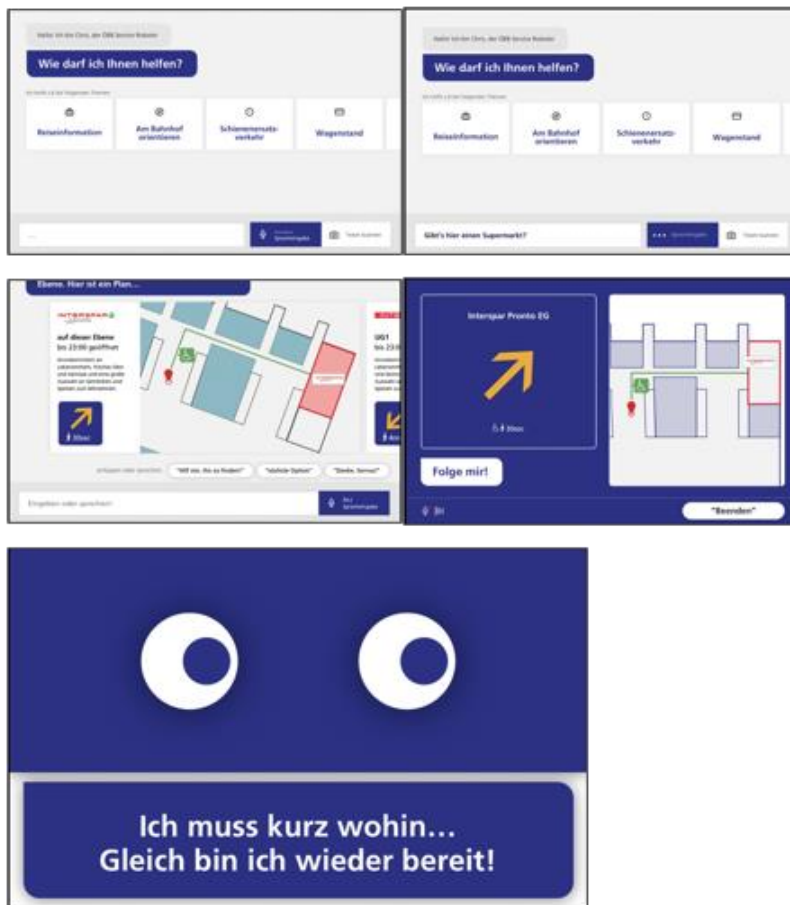


Abbildung 61: Auszug aus dem Screenflow Szenario 3, Suche nach einem Lebensmittelgeschäft

In der Fortführung der Interaktion, kommt der Vorteil des Serviceroboters „Temi“ ebenso zum Tragen indem er den User auch physisch ein Stück weit begleiten kann und somit an die Wegeleitung übergibt.

Szenario 9: Rail & Drive

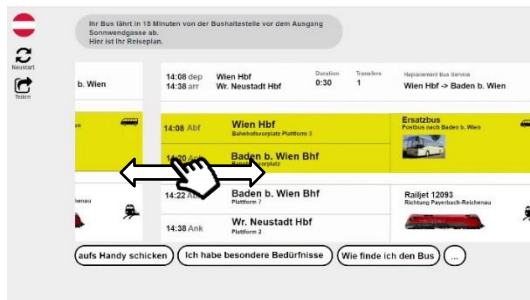
Im Szenario 9 wurde die Journey einer Business-Reisenden betrachtet, die sich am Bahnhof Feldkirch entscheidet das Rail&Drive Angebot für den letzten Abschnitt ihrer Reise in Anspruch zu nehmen. Hier befindet sich die „Action-Zone“ außerhalb des Bahnhofs. So konnte auch ein Fall für das Infopoint-Familienmitglied „Christa“ gestaltet werden indem eine Wegeleitung und Verortung zum Mietauto dargestellt wird. Zusätzlich wurde auch der Journey Pfad eines ankommenden Fahrgastes diskutiert. Im Zuge dessen wurde auch ein Bereich dem Abfahrtsmonitor gewidmet, sowie einer dynamisierten Wegeleitung (inklusive Belegungszustand im Warteraum, Cafe, Shops, Bike-Sharing). Eine Mehrfachverwendung der Stele auch als Information und Werbung für das Angebot des Bahnhofs wurde skizziert (siehe Abbildung 62 und Abbildung 63).



Abbildung 62: Umsetzung der Inhalte für „Christa“, Anzeige des Mietauto Standorts, zusätzliche Informationen mit Relevanz für weitere Journeys betreffend der Outdoor-Action-Zone



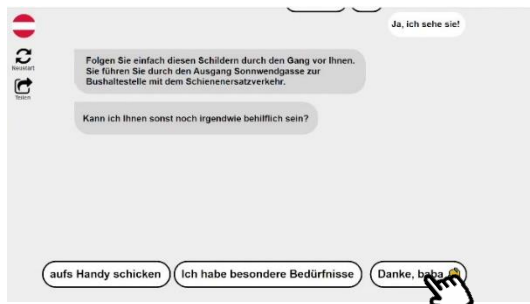
Abbildung 63: Mögliche weitere Informationskonzepte für eine digitale Fahrgastinformationstele „Christa“ für den Outdoor Einsatz



(e) Detailansicht + Swipe durch Alternativen



(f) Erklärung Leitsystem



(g) Wörtliche Erklärung des Weges

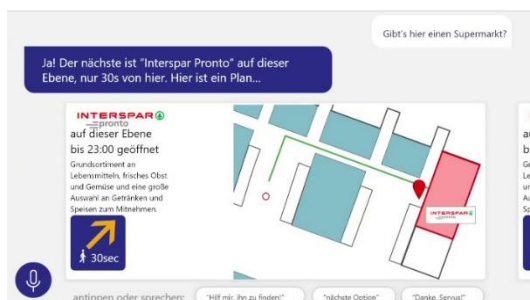


(j) Rückkehr zum Startscreen

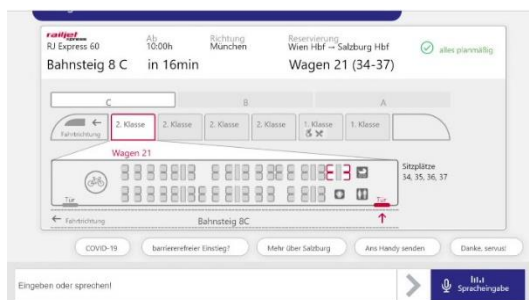
Abbildung 64: Screen-Abfolge für den Use Case Schienenersatzverkehr

Weitere Funktionen die für die anderen Use Cases umgesetzt wurden sind ein Lageplan für den Supermarkt und Wagenstandsanzeige.

In Abbildung 65 sind noch exemplarisch aus den anderen Use Cases zwei Screens dargestellt, diese zeigen die visuelle Umsetzung mit Lageplan und Wagenstandsanzeige. Der Lageplan zeigt den Weg zum nächstgelegenen Supermarkt ausgehend vom aktuellen Standort, die Wagenstandsanzeige weist zum Sitzplatz im Zugabteil und in welchem Bereich das Abteil am Bahnsteig zu finden ist.



(a) Lageplan zum Supermarkt



(b) Wagenstandsanzeige

Abbildung 65: Screens für Lageplan Supermarkt (links) und Wagenstandsanzeige (rechts)

Für das dynamisch reaktive Wegeleitsystem wurde kein physischer Prototyp entwickelt, aber es wurde das Konzept in der virtuellen Umgebung mit ergänzenden Elementen für den

Normalbetrieb und den Schienenersatzverkehr (siehe Abbildung 17 und Abbildung 24) umgesetzt. Die Information wird dabei mehrsprachig präsentiert. Der Wechsel von längeren Texten und zwischen Sprachen erfolgt durch das Hochscrollen der Texte und Pfeile, wie in der folgenden Abbildung 66 dargestellt. Durch das Hochscrollen der Pfeile nach oben wird die Gehrichtung „gerade aus“ nochmals intuitiver vermittelt. Für die Umsetzung der Real Time Bar in VR wurde von IMPACT eine Videosequenz dazu erstellt und diese als Videotextur auf das 3D Element des Leitsystems im 3D Modell des Hauptbahnhofs zugewiesen.



Abbildung 66: Animationsdarstellung für das dynamisch reaktive Leitsystem bei Schienenersatzverkehr (zeitliche Abfolge von oben nach unten).

AP5: EVALUIERUNG

Für die Evaluierung des Fahrgastinformationssystems 4.0 im Zusammenspiel von Infopoint und Wegeleitsystem mit RTB wurden die in AP2 ausgearbeiteten Szenarien 2 und 3 herangezogen:

- Szenario 2: Pendler:in, kein Gepäck, Schienenersatzverkehr aufgrund von Sturmschäden. Die Journey besteht aus:
 - UC2 Ticket scannen – Barcode/QR Code des gebuchten Tickets einlesen
 - UC3 Reisedaten zu Ticket ermitteln
 - UC10 Information über Zwischenfall und Alternativroute finden
 - UC15 Abfahrtsort Schienenersatzverkehr finden
- Szenario 3: Urlaubsreise mit der Familie in abgewandelter Form als Einzelperson, da die Darstellung einer virtuellen Familie schwierig ist. Die Journey setzt sich auch folgenden Use Cases zusammen:
 - UC9 Abfahrtsort und -Zeit finden
 - UC8 Bahnsteig finden
 - UC13 Snackshop finden
 - UC14 Wagenstand und Sitzplatz anzeigen

Ausgangspunkt war der Vorplatz des Hauptbahnhofs. Der in AP4 entwickelte interaktive Prototyp mit dem umgesetzten Interaktionskonzept für den Infopoint wurde mit 20 Testpersonen (10 weiblich, 10 männlich, Durchschnittsalter: 43,85 Jahre, $\pm$ 15,24 Jahre) in einem Laborsetting mit einem Touchscreen (32 Zoll Diagonale), der in der entsprechenden Höhe für den Infopoint (Unterkante 95cm über dem Boden) vertikal aufgestellt war, durchgespielt (siehe Abbildung 68). Die Testungen dauerten pro Person ca. 1 h. Ziel der Testungen war es, sowohl die Usability des Interfaces (Sprach- und Touch-Steuerung) als auch die Nutzung des Infopoints und Wegeleitsystems, sowie die damit verbundene Orientierung abzutesten. Die Rekrutierung der Probanden erfolgte via der Probandendatenbank „AskUs“ des AIT, dabei wurde u.a. darauf geachtet, wie bekannt der Hauptbahnhof Wien den Probanden ist. 4 Teilnehmende gaben an, sich am Hauptbahnhof kaum auszukennen, 9 gaben an die wichtigsten Wege am Hauptbahnhof zu kennen, und 7 gaben an, sich am Hauptbahnhof sehr gut auszukennen. Weiters haben 13 Teilnehmende VR mindestens schon einmal zuvor genutzt.

Bei der Evaluierung wurden die Szenarien zuerst rein mit touchbasierter Bedienung durchgeführt und danach mit rein sprachbasierter Bedienung wiederholt. In Abbildung 67 ist die Abfolge der Szenarien, der Interaktionsmodi und die dabei eingesetzten Fragebögen dargestellt. Im Anschluss wurde jeweils ein Fragebogen, der Post Study System Usability Questionnaire (PSSUQ), dazu ausgefüllt [10]. Der PSSUQ misst die Zufriedenheit von Nutzern und Nutzerinnen mit einem Interface in drei Facetten: Nützlichkeit des Systems (system usefulness), Informationsqualität (information quality) und Interfacequalität (interface quality).

Für die Bewertung der Sprachsteuerung wurde noch zusätzlich der Speech User Interface Service Quality Questionnaire (SUISQ) [11] abgefragt, welcher wichtige Usability-Aspekte von interaktiven Sprachinterfaces misst: Verbosity, user goal orientation, customer service behavior und speech characteristics. Verbosity umfasst Items, die sich auf die Gesprächigkeit und Wiederholungen des Systems beziehen. User goal orientation bezieht sich auf die Effizienz des Systems, das Vertrauen des Benutzers in das System und die Klarheit der Sprachschnittstelle. Speech characteristics bezieht sich auf die Natürlichkeit und den Enthusiasmus der Systemstimme. Customer service behavior umfasst die Punkte Freundlichkeit und Höflichkeit des Systems, Sprechtempo und die Verwendung vertrauter Begriffe.

Als letzter Fragebogen für die Gesamtbewertung des Systems kam noch der AttrakDiff [12] Fragebogen zum Einsatz, um zu erfahren wie Nutzer*innen die Bedienbarkeit und Aussehen des interaktiven Systems subjektiv wahrnehmen. Der AttrakDiff misst die Aspekte Attraktivität des Systems, Pragmatische Qualität des Systems, Hedonistische Qualität - Identität sowie Hedonistische Qualität - Stimulation. Pragmatische Qualität beschreibt hierbei, wie funktional das System ist und wie leicht es ist, die Bedienung zu lernen. Mit hedonistischer Identität sind soziale Aspekte des Interfaces gemeint: Welche Botschaft vermittelt wir anderen durch Nutzung dieses Systems? Hedonistische Stimulation beschreibt Aspekte eines Produkts/ des Interfaces, welche das persönliche Wachstum des Nutzers fördern, in Form von Wissenszuwachs oder gelernten Fähigkeiten. Attraktivität beschreibt die generelle Anziehungskraft des Interfaces. Alle genutzten Fragebögen sind im Anhang zu finden.

In weiterer Folge wurden die beiden Szenarien 2 und 3 in Virtual Reality (VR) durchgespielt (siehe Abbildung 68). Hier wurde den Testpersonen überlassen, ob sie mit Touch oder Sprache den Infopoint bedienen. Die Nutzung von VR für Evaluierungen dieser Art weist einige Vorteile auf. Zum einen kann mit VR in einem kontrollierten Labor-Setting trotzdem der spätere

Einsatzort realitätsnah simuliert und erlebt werden. So war man in diesem Fall bei der Testung unabhängig vom Fahrgastaufkommen am Hauptbahnhof Wien, was Störeinflüsse entfernt und die Testung valider macht. Außerdem kann durch den Einsatz von sogenannten „tangible devices“ (englisch für „greifbare Gegenstände“) die Interaktion mit der virtuellen Realität noch um die Haptik erweitert werden – in Falle dieser Testung wurde dies durch die Einbindung eines echten Touchscreens in die virtuelle Umgebung ermöglicht. Zuletzt hat es die Testung in VR erlaubt, die verschiedenen Konzepte kostengünstig zu testen, ohne dafür einen teuren Prototypen bauen zu müssen.



Abbildung 67: Abfolge der Testungen

Für die VR Testumgebung wurde das 3D Modell des Hauptbahnhofs mit Infopoints und RTB erweitert. Der Touchscreen wurde hier nicht nur virtuell, sondern physisch als interaktives Display in die VR integriert und konnte wie gewohnt bedient werden, wie in [13] beschrieben. Durch die Ausstattung des Touchscreens mit einem Tracker des VR Systems könnte dieser positionsgenau in der VR dargestellt und mit dem 3D Modell des Infopoints abgestimmt werden. Das 3D Modell für den Infopoint wurde aus den Designentwürfen für die Infopoints erstellt und in die VR importiert. Abbildung 68 zeigt die Ansicht des Infopoints in der VR für den Nutzer (links), die Darstellung des Interfaces am Touchscreen (rechts oben) und die Interaktion der Testperson mit dem Infopoint (rechts unten).

In der VR Ansicht ist auch zu sehen, dass die Hände des Nutzers getrackt werden (über das Leap Motion System). Die Darstellung der Arme, Hände und Finger erfolgt dabei durch ein abstraktes 3D Modell, was sich durch die teilweisen Trackingfehler die durch Verdeckungen entstehen sehr bewährt hat. Für die Navigation durch den großen Hauptbahnhof wurde die „Gehen im Stand“-Methode angewendet, dabei werden die Testpersonen mit VR-Trackern an den Beinen ausgestattet und das Heben und Senken der Beine als Vorwärtsbewegung übersetzt.

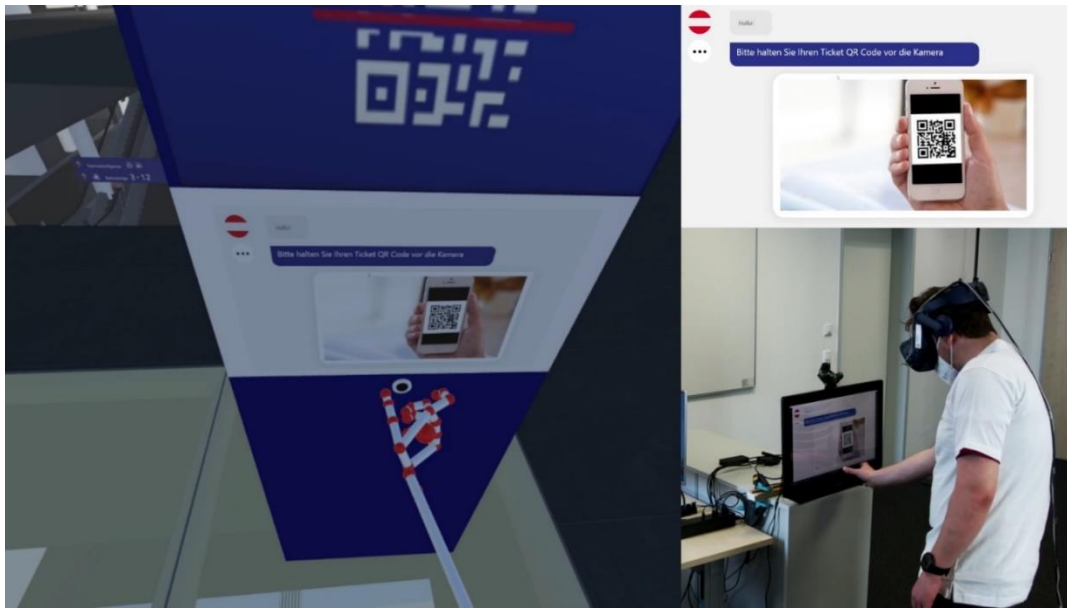


Abbildung 68: Testaufbau für die Evaluierung des Infopoints im Labor (rechts unten), die Darstellung des Interfaces am Bildschirm (rechts oben) und das Erlebnis in der VR.

Ergebnisse der Evaluierung

Aus den Fragebögen

Bei der Bewertung der Bedienbarkeit auf den drei Hauptskalen des PSSUQ zeigt sich, dass beide Interaktionsarten mit dem Infopoint 4.0 Prototypen als positiv bis sehr positiv bewertet wurden (Abbildung 69). Wird die Informationsqualität bei beiden Interaktionsarten als sehr positiv bewertet, liegen die Bewertungen bei der Nützlichkeit des Systems und der Interfacequalität weiter auseinander, wenn auch im positiven Bereich. Die Voice-Interaktion mit dem System wird also leicht weniger nützlich erlebt, und auch die Darstellung der Sprachsteuerung durch das Interface kann im Vergleich zur Touch-Interaktion noch verbessert werden. So war einer der Hauptmängel am Interface der Sprachinteraktion ein fehlendes visuelles Feedback, ob gerade zugehört werde oder nicht.

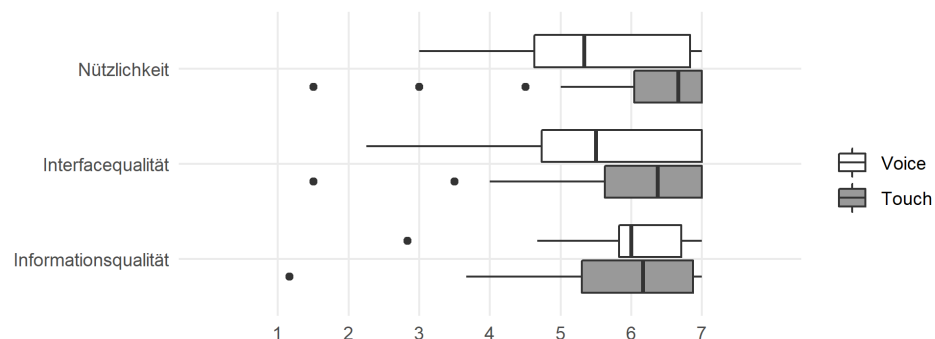


Abbildung 69: Boxplots der drei Hauptskalen des PSSUQ, aufgeteilt nach Interaktionsart. Hohe Werte korrespondieren hier mit einer sehr positiven Bewertung, „4“ stellt die neutrale Mitte dar und Werte unter 4 sprächen von einer negativen Bewertung der jeweiligen Skala, darüber von einer positiven.

Die Gründe für diese Differenz zwischen den Interaktionsarten zeigen sich besser in den für Sprachinteraktion spezialisierten Fragebogen SUIQ (Abbildung 70). Die Sprachsteuerung wurde hier hinsichtlich der Subskala „Verbosity“, welche die Redseligkeit und Wiederholungshäufigkeit der Sprachausgabe beschreibt, weniger positiv bewertet. Aus der qualitativen Befragung ging hervor, dass die Teilnehmenden oft das Gefühl hatten, die Sprachausgabe abwarten zu müssen, bis es in der Bedienung weiter gehen konnte. Für einen hektischen Bahnhof war diese Art der Informationsweitergabe also zu langsam. Die Subskala „Speech Characteristics“ beschreibt die Natürlichkeit und den Enthusiasmus der Systemstimme und wurde von den Teilnehmenden durchwachsen bewertet: Während sich einige freuten die bekannte Stimme der „Chris Lohner“ zu erkennen, und diese als deutlich und verständlich beschreiben, empfanden andere die Stimme als unnatürlich und robotisch klingend. Die Höflichkeit des Systems („Customer Service Behavior“), wie auch die Klarheit und Vertrauenswürdigkeit (User Goal Orientation) der Sprachinteraktion wurden dagegen als sehr positiv erlebt und bewertet.

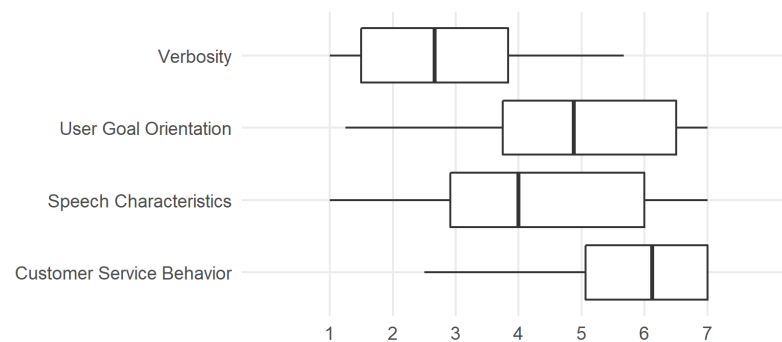


Abbildung 70: Boxplots der vier Hauptskalen des SUIQ-R („4“ neutrale Mitte, unter 4 negative Bewertung, über 4 positive Bewertung).

Die Frage, ob lieber Sprachsteuerung oder Touch-Steuerung genutzt würde, wählten 12 Testpersonen klar die Touch-Interaktion. 6 gaben an, mal Voice-Interaktion und mal Touch-Interaktion zu nützen. Nur 2 Teilnehmende präferierten die Voice-Interaktion. Begründungen für diese Verteilungen waren vor allem die Bedienung im öffentlichen Raum, die oft in einer hektischen Atmosphäre passiere, in der man die gewünschten Informationen möglichst schnell bekommen will. Außerdem gaben einige Teilnehmenden an, dass Sie nicht wollen, dass in der Öffentlichkeit jemand mithört, wo sie jetzt hinfahren, bzw. was sie suchen – die mangelnde Anonymität der Sprachsteuerung im öffentlichen Raum wurde also bemängelt. Andererseits kam auch die Meinung auf, dass gerade während einer globalen Pandemie die Möglichkeit zur

Sprachsteuerung auf Grund von Hygienebedenken wichtig sei, und auch häufiger genutzt werde.

Fragebogen	Subfacette	Voice	Touch
PSSUQ	Interfacequalität	5,5 (1,49)	5,9 (1,49)
	Informationsqualität	6,0 (1,01)	5,8 (1,47)
	Nützlichkeit	5,5 (1,33)	6,1 (1,49)
SUISQ-R	Kundenserviceverhalten	5,8 (1,32)	
	Sprach Charakteristik	4,2 (1,83)	
	Zielorientierung des Nutzers	5,0 (1,70)	
	Gesprächigkeit	2,9 (1,50)	
AttrakDiff	Attraktivität	5,1 (1,20)	
	Hedonische Stimulation	4,7 (0,86)	
	Hedonische Identität	4,9 (0,90)	
	Pragmatische Qualität	5,2 (1,12)	

Tabelle 1 - Zusammenfassung der Fragebogenergebnisse. Vermerkt ist der Mittelwert, mit der Standardabweichung in Klammern. Alle Skalen gingen von 1 bis 7, („4“ neutrale Mitte, unter 4 negative Bewertung, über 4 positive Bewertung).

Bei der Gesamtbewertung des Systems durch den AttrakDiff Fragebogen zur Messung der Bedienbarkeit und des Aussehens ergab sich das Profil aus Abbildung 72. Hier zeigt sich bei der Pragmatischen Qualität des Systems (PQ) eine positive Bewertung in allen Subfacetten bis auf bei der Subfacette „technisch – menschlich“ – das System wird also trotz Designs als Conversational Interface nicht besonders menschlich wahrgenommen, sondern eher als pragmatisch genutzte Technologie. Das System wird hinsichtlich der Hedonischen Qualität als eher innovativ, mutig und kreativ beschrieben, und ist in der Handhabung weder zu harmlos/langweilig noch zu herausfordernd. Positive Bewertungen erzielte das System auch in der Subfacette „Attraktivität“, das visuelle Design des Systems kommt also gut an, wirkt einladend und schön.

Das Leitsystem mit der RTB kam bei den Teilnehmenden sehr positiv an, diese beschrieben es als „Praktisch“, „super“ und „cool“. Die Platzierung sei sehr passend, da man da „sowieso hinschaue“, und die Farbwahl in Gelb für den Weg zum Schienenersatzverkehr wurde als auffällig und passend beschrieben (Abbildung 72). Tatsächlich gaben alle 20 Teilnehmenden an, sich im Schienenersatz-Szenario sofort ausgekannt zu haben, was auch am Verhalten während der Simulation ersichtlich war:

Die RTB wurde nach Ansage des Infopoints schnell erspäht, und keiner der Teilnehmenden machte einen Fehler bei der Routenfindung.

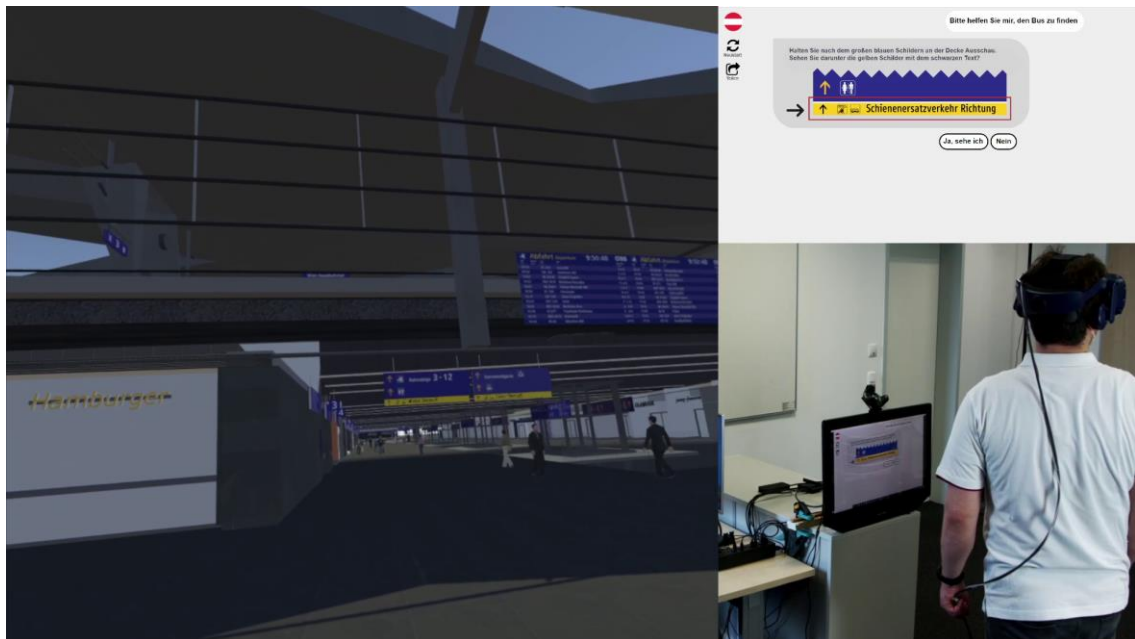


Abbildung 71: Ausschnitt Szenario Schienenersatzverkehr mit Blick auf die RTB in der VR.

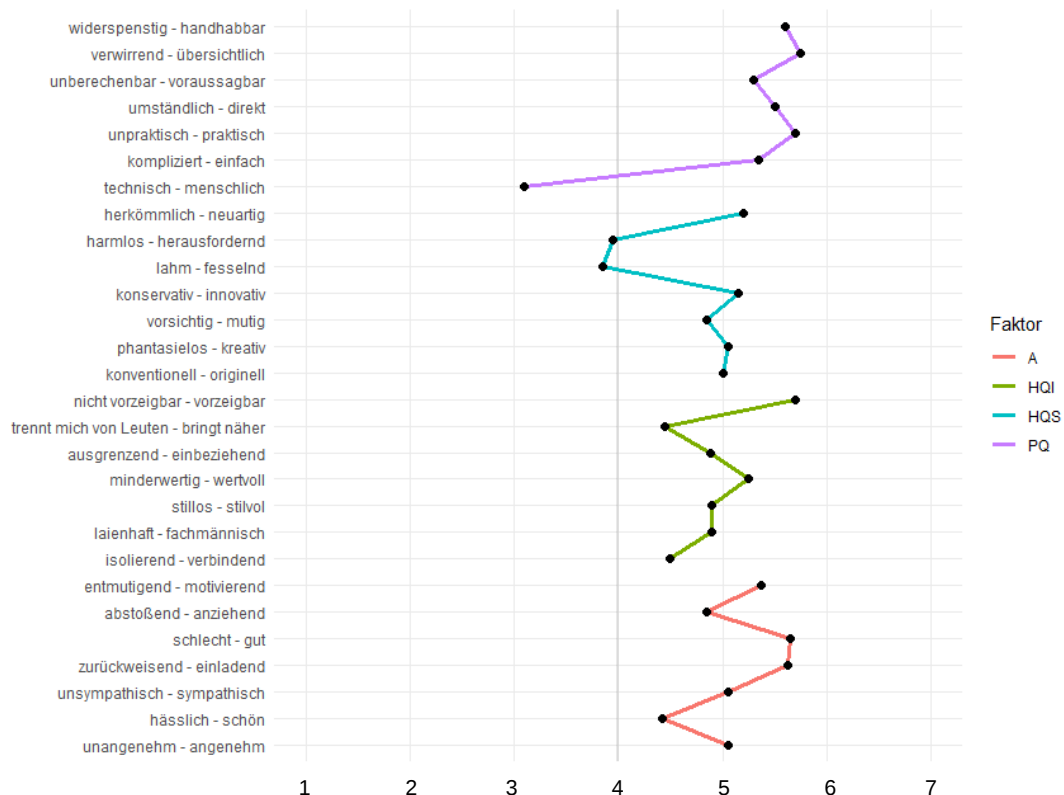


Abbildung 72: Profil der Wortpaare des AttrakDiff Fragebogens (A - Attraktivität, HQI – Hedonische Qualität Stimulation, HQS – Hedonische Qualität Identität, PQ – Pragmatische Qualität)

Weitere Ergebnisse aus den Interviews und Kommentaren (Fragestellung im Anhang)

- Die Hälfte der Teilnehmenden berichtete in den Interviews, den Begriff „Wagenstand“ nicht zu kennen, bzw. nicht genau zu wissen, was dieser bedeutet. Tatsächlich wurde nur in den seltensten Fällen auf „Wagenstandanzeige“ geklickt, wenn es Aufgabe war, die Höhe des eigenen Sitzplatzes am Bahnsteig herauszufinden. Hier wäre es empfehlenswert, ein neues Wording zu finden, welches intuitiver verständlich ist.
- Beobachtung während der Durchführung der Studie ergaben, dass sich viele Testpersonen bückten, um die Inhalte auf dem für sie tief platzierten Bildschirm lesen zu können. Im Sinne einer verbesserten Ergonomie schlugen einige Teilnehmende vor, den Bildschirm anzuwinkeln, da dieser so sowohl für kleinere Personen als auch für größere Personen ohne körperliche Belastung nutzbar wäre. Auch eine anpassbare Höhe wurde von einigen gewünscht.
- Bei der Frage nach Verbesserungsmöglichkeiten wurde insbesondere auch die Sprachausgabe angesprochen: Oft war es den Teilnehmenden nicht klar, ob diese gerade an sei, oder ob man diese noch aktivieren müsse. Gewünscht wurde sich hier eine visuelle Repräsentation der aktuellen Funktionalität, also z.B. ein Mikrofonsymbol, das sich grün färbt oder mit einer Wellenanimation signalisiert: „Ich höre zu“. Weiters wichtig für die Interaktion wäre, dass die Spracherkennung nach Aktivierung des Systems mit „Hallo Chris“ direkt an bleibt – bei den Prototypen war hier noch ein extra Klick auf „Spracheingabe aktivieren“ notwendig, was konterintuitiv ist, wenn das System gerade schon auf Sprachsteuerung reagiert hat.
- Bei der Auswahl aus mehreren Alternativen (z.B. wie bei Abbildung 9 (e)), bei der man per „Swipe“-Geste zwischen den Alternativen wechselt, wäre noch ein visueller Hinweis auf diese Funktion in Form von Pfeilen (rechts/links) oder auch durch eine Punktdarstellung, wie man sie von Bilderkarussellen kennt ratsam (in etwa: ○○○○). Viele Teilnehmende versuchten nicht, sich die Alternativen anzuschauen, da sie keine dort vermuteten.
- Die Funktion, Chris als Chatbot mit dem Handy dann auch mobil dabei zu haben, kam bei den Teilnehmenden gut an. Diese fanden die Funktion „cool“ und „praktisch“, für manche wäre diese Interaktion sogar dem Infopoint vorzuziehen. Vier der Teilnehmende berichteten dagegen von Fragen zum Datenschutz, was das Hergeben der eigenen Nummer an einem öffentlichen Stand angeht. Diese sollte man durch

entsprechende Hinweise zur Datensicherheit schon im Conversational Interface informieren.

- Auch für gut befunden wurde die Sprachausgabe aus der Perspektive der Barrierefreiheit: So würde die Steuerung des Geräts in Form eines Gesprächs ohne Touchbedienung auch Gruppen wie älteren Menschen helfen, das System zu nutzen, da deren Sehkraft oft schon eingeschränkt ist.
- Die Überblickskarten des Bahnhofs wurden als sehr übersichtlich und praktisch erlebt, vor allem in Verbindung mit den verbalen Erklärungen des Weges zum gewünschten Ziel. Prinzipiell wäre bei mehreren Aufgabestellungen im Zuge der Evaluierung von Teilnehmenden gerne als erstes eine Übersichtskarte geöffnet worden. Eine interaktive Karte des Bahnhofs wäre also empfehlenswerte, da viele diese als erstes Ziel ansteuern.
- Die Wegzeit zum jeweiligen Ziel innerhalb des Bahnhofs wurde auch wiederholt positiv hervorgehoben. Bekannt aus gängigen Navigationsapps erlaubt es diese Funktion jetzt auch innerhalb des Bahnhofsgebäudes eine bessere Abschätzung von Zeiten und damit der Route und des Aufsuchens von Läden bevor der Zug abfährt.

Zusammenfassung der Evaluierung

Insgesamt kamen der Infopoint sowie das Wegeleitsystem sehr positiv an. Gerade an der Sprachinteraktion können ein paar kleine Veränderungen (wie z.B. eine schönere Sprachausgabe, bessere Hinweise auf den Aktivstatus der Funktion, etc.) diese noch weiter verbessern. Auch Funktionen, die den am schlechtesten bewerteten Faktor „Verbosity“ verbessern würden, wären empfehlenswert, wie beispielsweise die Anzeige von Informationen bevor die Sprachausgabe fertig vorgelesen hat, oder aber eine Skip-Funktion, damit unnötige Sprachausgabe übersprungen werden kann.

Die häufige Rückmeldung, die dargestellten Informationen seien klar, übersichtlich und leicht verständlich zeigen, dass die in AP3 entwickelten Konzepte aufgehen. Durch die Evaluierung in VR konnten sich Teilnehmende realistisch mit dem Informationssystem auseinandersetzen, und die Route durch den Bahnhof lebensnah herausfinden und abgehen. Gerade, wenn es um das Finden der RTB ging, befürworteten die Teilnehmenden die Testung in VR, da sie sich so „von Schild zu Schild“ hangeln konnten („Wie in der Wirklichkeit, das kann man vor dem Bildschirm allein nicht simulieren“). Die „plastische, anschauliche“ Darstellung eines prototypischen Systems in VR hilft potenziellen Nutzern also, sich die Benutzung bildhaft vorzustellen und praktisch durchzuspielen.

ZUSAMMENFASSUNG UND EMPFEHLUNGEN

Der Bahnhof der Zukunft, als zentrales Element der Mobilität, muss die Informationsbedürfnisse und Anforderungen unterschiedlichster Benutzergruppen (Pendler:in, Touristen, Urlauber, Kinder, mobilitätseingeschränkte Personen, ...) gleichermaßen in ihren unterschiedlichen Ausprägungen befriedigen. Information im und am Bahnhof muss in die Umgebung integriert sein und Personen direkt aus ihrer multimodalen Reisekette (Bus, U-Bahn, MIV, ...) übernehmen bzw. auf deren Weiterreise nahtlos übergeben. Die Schnittstelle zur Umgebung und den angebundenen Verkehrssystemen soll einen nahtlosen Übergang in und aus diesen Systemen gewährleisten. Der Bahnhof soll ein Ort der Begegnung sein und den Fahrgästen aktiv ein sicheres Gefühl geben. Dies soll für alle Bereiche des Bahnhofs gelten und sowohl für kleinere unbesetzte Bahnhöfe, wie auch zu jeder Tageszeit für große Knotenpunkte im Verkehrssystem.

Generell benötigen komplexe Raumsysteme, wie wir sie in großen Verkehrsbauten finden, klare und gut verständliche Wegeleitungssysteme, die nach klaren grafischen Vorgaben gestaltet sind, sodass eine Einheitlichkeit und Systematik im Sinne des CI eines Unternehmens gegeben ist. Im Falle der Addition dynamischer Wegeleitungselemente zu einem vorhandenen statischen Wegeleitsystem müssen jene die funktionalen Anforderungen dieses Systems erfüllen. Störfälle im Bahnbetrieb stellen im Vergleich zum Regelbetrieb zwar die Ausnahme dar, machen jedoch Maßnahmen erforderlich, die in den Bahnstationen kommuniziert werden müssen. Dynamische Leitsystemelemente, die im Einklang mit ihren statischen Pendants agieren tragen sowohl im Regelbetrieb als auch während Störfällen erhebliche Verbesserung der Kommunikation von Ereignissen bei.

Die im Projekt konzeptionierte Real-Time-Bar (RTB) stellt ein visuelles Pendant zur akustischen Durchsage dar und soll diese visuell unterstützen. In diesem Zusammenhang ist auch die Möglichkeit der Darstellung fremdsprachiger Texte von Bedeutung. Störfälle, obwohl sie aufgrund vielseitiger Vorfälle auftreten können, stellen jedoch nach wie vor Ausnahmefälle im alltäglichen Bahnverkehr dar. So gesehen sind genaue Analysen notwendig, welche Bahnstationen für eine Ausstattung mit dynamischen Elementen in Frage kommen. Der Mehrwert eines RTB errechnet sich auch aus seiner Anwendbarkeit im Regelverkehr. Dabei steht wiederum die visuelle Unterstützung akustischer Informationen im Vordergrund. Vor

allem Informationen über aktuelle Zugverbindungen als auch sicherheitsrelevante Durchsagen sind hier zu nennen.

Als Ergänzung zum Wegeleitsystem hat das Projekt den Einsatz eines neuen und flexiblen Infopoint-Konzepts mit der Anwendung von Conversational-Design-Prinzipien für die Informationsbereitstellung untersucht. Im Zuge der durchgeführten Recherchen und Workshops wurde der Fokus stark auf einen mobilen und semi-mobilen Infopoint gelegt. Je nach zeitlichem und räumlichem Bedarf (Rushhour, Ankunft von Fernreisezügen) können diese Systeme dann zeitlich begrenzt an Orte mit hoher Nachfrage gebracht werden, sowie ansonsten in den Hintergrund treten, um den Personenfluss nicht zu behindern. Die konzipierten Infopoints könnten sich somit in ihrer finalen Ausprägung entweder autonom in den unterschiedlichen Bahnhofsinfrastrukturen bewegen können (z.B. Serviceroboter) oder manuell einfach und ressourcenschonend vom Servicepersonal temporär platziert werden (z.B. mobile Stelen).

Die Wiedererkennbarkeit dieser unterschiedlichen Formate soll durch im Projekt gezeigte Möglichkeiten einer gestalterischen „Uniform“ jedes einzelnen Info-Point Familienmitglieds erhalten werden. Dabei orientiert sich diese am Stil des Corporate Designs für die Wegeleitung und hat einen integrativen Charakter. Für die Umsetzung ist eine detaillierte Ausarbeitung von Elementen eines Entwurstils durch ein Industrial Design Büro mit Erfahrung notwendig. Mit der Herstellung eines physischen Mock-Ups können die ergonomischen Eigenheiten vor einer Umsetzung noch konkreter untersucht werden. Die Konformität zu allen in der Infrastruktur geltenden Normen und Standards muss zudem überprüft werden. In der 3D Konstruktion, Fertigungsberatung sowie Umsetzung ist darauf zu achten, dass das modulare System auch nachhaltig gut wartbar bleibt und Teile (z.B. Displaytechnologie) gegebenenfalls auch Jahre später einfach zu erneuern sind.

Im Rahmen der Evaluierung konnten sich teilnehmende Testpersonen mit dem Informationssystem auseinandersetzen und durch Virtual Reality, für die einzelnen Szenarien die Route durch den Bahnhof realitätsnah herausfinden und abgehen. Die „plastische, anschauliche“ Darstellung eines prototypischen Fahrgastinformationssystems in VR half den Testpersonen die Benutzung realitätsnahe durchzuspielen und ermöglichte auch das Zusammenspiel zwischen Infopoint und Wegeleitsystem zu evaluieren.

Insgesamt kamen der Infopoint sowie das Wegeleitsystem sehr positiv an. Die Gestaltung des Conversational Interfaces wurde als klar, übersichtlich und leicht verständlich bewertet und zeigt, dass die in AP3 entwickelten Konzepte aufgehen. Das Leitsystem mit der RTB wurde von den Teilnehmenden sehr positiv bewertet und durch die gewählte Platzierung als sehr hilfreich empfunden.

Die Informationsqualität bei beiden Interaktionsarten am Infopoint wurde als sehr positiv bewertet, bei der Nützlichkeit liegen die Bewertungen des Systems und der Interfacequalität weiter auseinander, wenn auch im positiven Bereich. Hier wurde die Touch-Interaktion mit dem System als leicht nützlicher erlebt und auch als klar favorisierte Interaktionsmethode genannt. Gründe dafür waren, dass man die Information rasche bekommen wollte und die im öffentlichen Kontext mangelnde Anonymität. Bei der Sprachinteraktion können bereits ein paar kleine Veränderungen (wie z.B. eine schönere Sprachausgabe, bessere Hinweise auf den Aktivstatus der Funktion, etc.) diese noch weiter verbessern. Als positive Aspekte, die für die Sprachbedienung sprechen sind zum einen Hygiene, gerade während einer Pandemie und zum anderen die Barrierefreiheit, so hilft die Sprachsteuerung älteren Menschen deren Sehkraft oft schon eingeschränkt ist.

Für die Bewertung des Gesamtsystems zeigt sich, dass sowohl das Wegeleitsystem als auch Infopoint sehr positiv bewertet wurden und gerade das konzipierte Zusammenspiel gut umgesetzt wurde und leicht verständlich ist.

Das User Interface könnte unabhängig von der Umsetzung der Gesamtheit aller Infopoint-Familienmitglieder zunächst für eine erste ausgewählte Hardware-Variante umgesetzt werden. Dabei kann es entweder für weitere Infopoint-Modelle dann entweder wiederverwendet werden, oder aufbauend ergänzt und einfach adaptiert werden. Das führt zur kosteneffizienten und längerfristig nachhaltigem Produkt-Life-Cycle der Software. Die Empfehlung dabei ist das Design auf der Grundlage des Responsive-Design-Regeln aufzubauen. Der Designprozess für die Entwicklung eines lebenden und agilen Softwareprodukts sollte als Umsetzungsgrundlage dienen. Dabei kann das Produktentwicklungs-Know-How für solche Applikationen von erfahrenen Externen im Bereich der Konzeption von Softwareprodukten im Bereich Öffentlicher Verkehr in der Initialphase eine wichtige Rolle spielen. Bei der Komplexität und der Integration in Bereiche wie Kundenservice und Betrieb ist jedoch eine interne UX/PX Abteilung für das Design und dementsprechende Ressourcen für die Softwareumsetzung unabdinglich.

Eine Zusammenarbeit von starken internen und externen Stakeholdern aus den Bereichen Passenger Experience, User Experience, Industrial Design und innovativer Softwaretechnologien kann dem Service wieder zu seinem meistbeliebten Format verhelfen – Das Interface soll nicht mehr als eine „technische“ Barriere wahrgenommen werden, sondern als ein Gespräch zwischen Chris und den Menschen stattfinden.

ANHANG

1) PSSUQ

	Touch-Bedienung	Voice-Bedienung
SYSUSE	Insgesamt bin ich damit zufrieden, wie einfach es ist, dieses System zu benutzen.	Insgesamt bin ich damit zufrieden, wie einfach es ist, die Sprachfunktion zu benutzen.
	Es war einfach, dieses System zu benutzen.	Es war einfach, die Sprachfunktion zu benutzen.
	Ich war in der Lage, die Aufgaben und Szenarien mit diesem System schnell zu erledigen.	Ich war in der Lage, die Aufgaben und Szenarien mit der Sprachfunktion schnell zu erledigen.
	Ich habe mich mit diesem System wohl gefühlt.	Ich habe mich mit der Sprachfunktion wohl gefühlt.
	Es war einfach zu lernen, dieses System zu benutzen.	Es war einfach zu lernen, die Sprachfunktion zu benutzen.
	Ich glaube, dass ich mit diesem System schnell produktiv werden kann.	Ich glaube, dass ich mit der Sprachfunktion schnell produktiv werden kann.
INFOQUAL	Das System gab Fehlermeldungen aus, die mir klar sagten, wie ich Probleme beheben kann.	Die Sprachfunktion gab Fehlermeldungen aus, die mir klar sagten, wie ich Probleme beheben kann.
	Wenn mir bei der Verwendung des Systems ein Fehler unterlief, konnte ich ihn leicht und schnell beheben.	Wenn mir bei der Verwendung der Sprachfunktion ein Fehler unterlief, konnte ich ihn leicht und schnell beheben.
	Die Informationen (z. B. Online-Hilfe, Bildschirmmeldungen und andere Dokumentation), die mit diesem System bereitgestellt wurden, waren übersichtlich.	Die sprachlichen Informationen, die mit diesem System bereitgestellt wurden, waren verständlich.
	Es war einfach, die benötigten Informationen zu finden.	Es war einfach, mit dem Sprachsystem die benötigten Informationen zu finden.
	Die Informationen halfen mir effektiv bei der Bewältigung der Aufgaben und Szenarien.	Die sprachlichen Informationen halfen mir effektiv bei der Bewältigung der Aufgaben und Szenarien.
	Die Organisation der Informationen auf den Bildschirmen des Systems war klar.	Die Bereitstellung der Informationen in Sprachform war klar.
INTERQUAL	Die Benutzeroberfläche dieses Systems war angenehm.	Die Benutzeroberfläche dieses Systems war angenehm.
	Ich habe die Oberfläche dieses Systems gerne benutzt.	Ich habe die Oberfläche dieses Systems gerne mit der Stimme benutzt.
	Dieses System hat alle Funktionen und Möglichkeiten, die ich erwarte.	Die Sprachfunktion hat alle Möglichkeiten, die ich erwarte.
	Insgesamt bin ich mit diesem System zufrieden.	Insgesamt bin ich mit der Sprachfunktion zufrieden.

2) SUISEQ

UGO	Ich würde das System wahrscheinlich wieder verwenden
	Ich habe mich bei der Nutzung des Systems selbstsicher gefühlt
	Ich konnte ohne irgendwelche Probleme finden was ich finden musste
	Das System hat mir das Gefühl gegeben, in Kontrolle zu sein
CSB	Das System nutzte Alltagssprache
	Das System wirkte höflich
	Der Sprachstil des Systems wirkte professionell
	Das System wirkte freundlich
SC	Die Stimme des Systems klang wie ein normaler Mensch
	Die Stimme des Systems klang natürlich
	Die Stimme des Systems klang enthusiastisch und voller Energie
V	Ich hatte das Gefühl, zu lang warten zu müssen, damit das System aufhört zu reden und ich antworten kann
	Die Nachrichten wiederholten sich
	Das System war zu gesprächig

3) AttrakDiff

Pragmatic Quality	menschlich	technisch
	einfach	kompliziert
	praktisch	unpraktisch
	umständlich	direkt
	voraussagbar	unberechenbar
	verwirrend	übersichtlich
	widerspenstig	handhabbar
Hedonic Quality Identity	isolierend	verbindend
	fachmännisch	laienhaft
	minderwertig	wertvoll
	ausgrenzend	einbeziehend
	bringt mich den Leuten näher	trennt mich von Leuten
	nicht vorzeigbar	vorzeigbar
Hedonic Quality Stimulation	originell	konventionell
	phantasielos	kreativ
	mutig	vorsichtig
	innovativ	konservativ
	lahm	fesselnd
	harmlos	herausfordernd
	neuartig	herkömmlich
Attractiveness	angenehm	unangenehm
	hässlich	schön
	sympathisch	unsympathisch
	zurückweisend	einladend
	gut	schlecht
	abstoßend	anziehend
	motivierend	entmutigend

4) Fragestellung der Interviews

Die Interviews wurden sehr frei geführt, dabei wurde immer auf die jeweilige Testperson eingegangen, um deren wichtigsten Meinungen zu erfassen. Trotzdem wurde sich orientiert an uns interessierenden, folgenden Aspekten:

- Ergonomie der Bedienung
- Meinung zu den Interface-Designs & Flows (QR-Code Scannen, Supermarkt, Wagenstand, SEV)
- Sprachsteuerung
- Testung in VR

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Arbeitspaketstruktur	10
Abbildung 2: Matching der pro:motion-Typologien (oben) mit den ÖBB-Personas (unten)...	13
Abbildung 3: Prototypische Wegeketten	14
Abbildung 4: Routine Trip inkl. Berührungspunkte im Leitsystem und notwendigen Informationsbedarf (s. Deliverables)	15
Abbildung 5: Nicht Routine Trips inkl. Berührungspunkte im Leitsystem und notwendigen Informationsbedarf (s. Deliverables)	15
Abbildung 6: Customer Journey inkl. Informationsbedarf und Informationsangebot (s. Deliverables).....	16
Abbildung 7: Technische Anforderungen	16
Abbildung 8: Nutzerspezifische Anforderungen.....	17
Abbildung 9: Action-Zone-Plan "Hauptbahnhof" Grundlageninformationen (Action-Zones für User Journey – "Urlaubsreise Familie mit Kindern", Einteilung der Flächen, die unterschiedliche Informationsbedürfnisse erzeugen/bedienen, Kennzeichnung unterschiedlicher Zonen, Zugänge (s. Deliverables)	19
Abbildung 10: Action-Zone-Plan von Szenario 1 (s. Deliverables).....	21
Abbildung 11: Action-Zone-Plan von Szenario 3 mit Ablauf und Unsicherheiten (s. Deliverables).....	26
Abbildung 12: Action-Zone-Plan von Szenario 4 inklusive Ablauf und Unsicherheiten (s. Deliverables).....	29
Abbildung 13: Action-Zone-Plan von Szenario 5 inklusive Ablauf und Unsicherheiten (s. Deliverables).....	31
Abbildung 14: Action-Zone-Plan von Szenario 9 inklusive Ablauf und Unsicherheiten (s. Deliverables).....	36
Abbildung 15: Teildynamisches Leitsystem-Element: Statische Information kombiniert mit dynamischen Informationsfeld in LED- oder LCD-Technik.	38
Abbildung 16: Vor- und Nachteile teildynamischer Leitsystemschilder	38
Abbildung 17: Schienenersatzverkehrs-Information als zuschaltbares analoges Ergänzungsschild in Day/Night Folientechnik.	39
Abbildung 18: RealTime Bar (RTB) als Zusatz-Informationsschild unterhalb eines ÖBB Standard-Wegeleitsystem-Schildes.	40

Abbildung 19: Aufbau des RTB 175 aus handelsüblichen LED-Modulen 160 x 80 mm; Auflösung pro Modul: 64 x 32 Pixel, Pixel-Pitch: 2,5 mm	41
Abbildung 20: Aufbau des RTB 265 aus handelsüblichen LED-Modulen 250 x 250 mm. Auflösung pro Modul: 84 x 84 Pixel, Pixel-Pitch: 2,97 mm. Als Erweiterungselement und als Standalone-Element	41
Abbildung 21: Aufbau des RTB 765 aus handelsüblichen LED-Modulen 250 x 250 mm. Auflösung pro Modul: 84 x 84 Pixel, Pixel-Pitch: 2,97 mm	42
Abbildung 22: Detailansicht Auflösung des RTB 175 mit SEV-Information. Die Piktogramme sind für den Pixelraster optimiert.....	43
Abbildung 23: Kriterien für den Einsatz der RealTime Bars in Verkehrsstationen der ÖBB: Beispielhafte Aufstellung, in Einzelfällen sind RTB auch in kleineren Stationen sinnvoll.	44
Abbildung 24: Anwendungsbeispiel für den Einsatz des RTB 175 als Zusatz-Element und Standalone-Element (auf der Fotomontage im Hintergrund)	45
Abbildung 25: Anwendungsbeispiel für den Einsatz des RTB 175 als Zusatz-Element: Ein kurzfristiger Bahnsteigwechsel wird in Echtzeit angezeigt (Fotomontage).....	46
Abbildung 26: Anwendungsbeispiel für den Einsatz des RTB 175 als stand-alone-Element: Bahnsteigwechsel (Fotomontage).....	47
Abbildung 27: Anwendungsbeispiel für den Einsatz des RTB 175 als Zusatz-Element: Nächste Abfahrt in Echtzeit (Fotomontage).....	48
Abbildung 28: RTB 765 mit Information im Kombinationsbetrieb: Die Information des Regelbetriebes wird in Echtzeit mit Sonderinformationen zur übernächsten Abfahrt ergänzt.	48
Abbildung 29: Informationsfluss zum RealTime Bar bzw. kombiniert genutzten Werbedisplay	50
Abbildung 30: Betrieb des RealTime Bar bzw. kombiniert genutzten Werbedisplays	51
Abbildung 31: Potentielle Infopoint 4.0 Standorte und deren Aktionsradius (s. Deliverables).....	52
Abbildung 32: Auszug aus der Spannungsfeldanalyse-MindNode	54
Abbildung 33: Impressionen der TRA2018.....	59
Abbildung 34: Paneldiskussionen und Vorträge „Transport Research Arena 2018“	60
Abbildung 35: Auszug aus der Präsentation „E-Paper Report Innotrans 2018“, Bildmaterial (https://www.eink.com/)	61
Abbildung 36: Vortrag zum Thema „Visualisierung auf den Punkt bzw. Bubble gebracht“	62
Abbildung 37: Auszug aus der Präsentation zum Thema Servicerobotik.....	63

Abbildung 38: Auszug aus der Recherche weiterer semi-mobiler oder permanent-montierbarer Elemente (https://www.behance.net/gallery/5509797/Touchscreen-Media-Kiosk)	64
Abbildung 39: Explorative Skizzen zum Thema „Design-Identität“ Formgebung aus der Ideationsphase, Ewald Neuhofer	65
Abbildung 40: Stilrichtung „Eingebettet“ Skizzen.....	66
Abbildung 41: Stilrichtung „Eingebettet“ Designentwürfe.....	66
Abbildung 42: Stilrichtung „Wölbung“ Skizzen.....	67
Abbildung 43: Stilrichtung „Wölbung“ Designentwürfe.....	67
Abbildung 44: Stilrichtung „Rahmen“ Skizzen	68
Abbildung 45: Stilrichtung „Rahmen“ Designentwürfe	68
Abbildung 46: Auszug aus der Präsentation zur ergonomischen Untersuchung „Rollstuhlfahrer:in“ Maße	69
Abbildung 47: Auszug aus der Präsentation zur ergonomischen Untersuchung „Sichtfeld“ ..	70
Abbildung 48: „Infopoint-Familie“ Hardwarekonfigurations-Matrix	71
Abbildung 49: „Infopoint-Familie“ Design-Entwürfe (ohne Serviceroboter Drittprodukte)	72
Abbildung 50: „Infopoint-Familie“ Auszug aus der Präsentation zur ergonomischen Untersuchung (inklusive Drittprodukte, Serviceroboter Temi und Cloi).....	72
Abbildung 51: Klassische Merkmale eines „Conversational User Interfaces“	74
Abbildung 52: Wireframes für unterschiedliche Infopoint Formate	75
Abbildung 53: Gleiche Interfaceelemente auf unterschiedlichen Screenformaten. „Ich gebe Auskunft!“ Hinweis auf einem größeren Screen mit spezifischer Störungsinformation. Gleiche Begrüßungsinformation auf dem kleineren Screen eines anderen Serviceroboter Modells ..	76
Abbildung 54: Conversational UI Konzept innerhalb eines Infopoint Displays	76
Abbildung 55: Conversational UI Konzept dargestellt auf zwei unterschiedlichen Infopoint-Familien-Mitgliedern.....	77
Abbildung 56: Mitnehmbare Version des Chatbots innerhalb der Applikation „WhatsApp“ ...	77
Abbildung 57: Auszug aus der Designumsetzung des Screenflows für das Szenario 2, Übergabe an die Wegeleitung und die mobile Anwendung	78
Abbildung 58: Positionierung von „Christian“ im Eingangsbereich.....	79
Abbildung 59: Screenflow für Einsatz am Infopoint „Christian“, Use Case „Ticket Scan & Wegeleitung“	80
Abbildung 60: Einstiegsszenario im Warteraum mit „Christina“	81
Abbildung 61: Auszug aus dem Screenflow Szenario 3, Suche nach einem Lebensmittelgeschäft	82

Abbildung 62: Umsetzung der Inhalte für „Christa“, Anzeige des Mietauto Standorts, zusätzliche Informationen mit Relevanz für weitere Journeys betreffend der Outdoor-Action-Zone	83
Abbildung 63: Mögliche weitere Informationskonzepte für eine digitale Fahrgastinformationsstele „Christa“ für den Outdoor Einsatz	83
Abbildung 64: Screen-Abfolge für den Use Case Schienenersatzverkehr Weiterer Funktionen die für die anderen Use Cases umgesetzt wurden sind ein Lageplan für den Supermarkt und Wagenstandsanzeige.	85
Abbildung 65: Screens für Lageplan Supermarkt (links) und Wagenstandsanzeige (rechts)	85
Abbildung 66: Animationsdarstellung für das dynamisch reaktive Leitsystem bei Schienenersatzverkehr (zeitliche Abfolge von oben nach unten).	86
Abbildung 67: Abfolge der Testungen	89
Abbildung 68: Testaufbau für die Evaluierung des Infopoints im Labor (rechts unten), die Darstellung des Interfaces am Bildschirm (rechts oben) und das Erlebnis in der VR.....	90
Abbildung 69: Boxplots der drei Hauptskalen des PSSUQ, aufgeteilt nach Interaktionsart. Hohe Werte korrespondieren hier mit einer sehr positiven Bewertung, „4“ stellt die neutrale Mitte dar und Werte unter 4 sprächen von einer negativen Bewertung der jeweiligen Skala, darüber von einer positiven.....	90
Abbildung 70: Boxplots der vier Hauptskalen des SUI SQ-R („4“ neutrale Mitte, unter 4 negative Bewertung, über 4 positive Bewertung).	91
Abbildung 71: Ausschnitt Szenario Schienenersatzverkehr mit Blick auf die RTB in der VR.	93
Abbildung 72: Profil der Wortpaare des AttrakDiff Fragebogens (A -Attraktivität, HQI – Hedonische Qualität Stimulation, HQS – Hedonische Qualität Identität, PQ – Pragmatische Qualität)	93

Referenzen

1. [Online] https://dts.ait.ac.at/projects/promotion/wp-content/uploads/sites/13/2016/08/Bericht_Empirische-Entwicklung-der-Typologie.pdf.
2. Roland, Kaise und Kaiser, Roland. Verkehrsräume, Verkehrsanlagen und Verkehrsmittel barrierefrei gestalten . Ein Leitfaden zu Potenzialen und Handlungsbedarf. Fraunhofer IRB Verlag. 2008, S. 34ff.
3. Deutsche Bahn. [Online] 2020.
https://www.deutschebahn.com/resource/blob/1312320/9c6378f4e89265703e4ee7eaad8eea9d/Download_infografik_klimastudie-data.pdf.
4. Knoll, B. und Szalai, E. Gender Mainstreaming und Mobilität in Niederösterreich. Schriftenreihe Niederösterreichisches Landesverkehrskonzept. 2005, 22.
5. Mollenkopf, H., et al. Ageing and Outdoor Mobility, A European Study. IOS Press. 2004.
6. Gagliardi, C., Spazzafumo, L., Marcellini, F., Mollenkopf, H., Ruoppila, I., Tacken, M., & Szemann, Z. The outdoor mobility and leisure activities of older people in five European countries. Ageing & Society. 2007, S. 683-700.
7. Nikolayczik, K. und Schmitz, S. hlechterunterschiede in der Raumorientierung und – kognition. Postergruppe „Differenzielle Aspekte raumbezogener Kognitionen, DPPD. 2001.
8. Venkatesh,, V. und Bala, H. Technology Acceptance Model 3 and a Research Agenda on Interventions. Decision Sciences. 39, S. 273-315.
9. VCÖ. Gender Gap im Verkehrs- und Mobilitätsbereich, Hintergrundbericht. 2009.
10. Lewis, J. R. (1992, October). Psychometric evaluation of the post-study system usability questionnaire: The PSSUQ. In Proceedings of the human factors society annual meeting (Vol. 36, No. 16, pp. 1259-1260). Sage CA: Los Angeles, CA: Sage Publications.
11. Lewis, J. R., & Hardzinski, M. L. (2015). Investigating the psychometric properties of the Speech User Interface Service Quality questionnaire. International Journal of Speech Technology, 18(3), 479-487.
12. Hassenzahl, M., Burmester, M., & Koller, F. (2003). AttrakDiff: Ein Fragebogen zur Messung wahrgenommener hedonischer und pragmatischer Qualität. In Mensch & computer 2003 (pp. 187-196). Vieweg+ Teubner Verlag.
13. Schrom-Feiertag, H. Regal, G. Puthenkalam, J. Suetter, S. (2021). Immersive Experience Prototyping: Using Mixed Reality to Integrate Real Devices in Virtual Simulated Contexts to Prototype Experiences with Mobile Apps, 2021 IEEE International Symposium on Mixed and Augmented Reality Adjunct (ISMAR-Adjunct), S. 75–81.