



## Abschlussbericht

ZE:	Bergische Universität Wuppertal Fakultät für Maschinenbau und Sicherheitstechnik Fachgebiet Produktsicherheit und Qualitätswesen	Förderkenn- zeichen:	VB64.004/2014
Vorhabens- bezeichnung:	aim4it accessible and inclusive mobility for all with individual travel assistance		
Teilvorhaben	Bedarfs-Engineering, Kundenzufriedenheit und Standardisierung		
Laufzeit des Vorhabens:	01.09.2014 bis 30.06.2016		
Berichtszeitraum:	01.09.2014 bis 30.06.2016		

# Inhalt

<b>Abbildungsverzeichnis</b> .....	<b>3</b>
<b>Tabellenverzeichnis</b> .....	<b>4</b>
<b>1. Kurzdarstellung</b> .....	<b>5</b>
1.1. Aufgaben- und Zielstellung .....	5
1.2. Voraussetzungen des Vorhabens.....	7
1.3. Planung und Ablauf des Vorhabens .....	9
1.4. Stand von Wissenschaft und Technik.....	12
1.5. Zusammenarbeit mit Partnern .....	14
<b>2. Eingehende Darstellung</b> .....	<b>17</b>
2.1. Erzielte Ergebnisse der Arbeitspakete .....	17
2.2. Wichtige Positionen des zahlenmäßigen Nachweises .....	48
2.3. Notwendigkeit und Angemessenheit der Arbeit .....	49
2.4. Nutzen der Arbeit.....	49
2.5. Fortschritte auf dem Gebiet .....	49
2.6. Veröffentlichungen.....	50
2.7. Literatur .....	52
<b>3. Anhang</b> .....	<b>58</b>
3.1. Fragebogen.....	59
3.2. UML Diagramme und Storylines.....	74
3.3. Erfolgskontrollbericht (nicht öffentlich).....	107

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Vorgehen zum Anforderungsmanagement in Unternehmensnetzwerken .....	20
Abbildung 2: Systemabgrenzung mittels Blackbox .....	21
Abbildung 3: Einsatzbereiche des Systemmodells [in Anlehnung an Kaiser, 2013] .....	22
Abbildung 4: Systemmodell [Nic16a].....	23
Abbildung 5: Systemabgrenzung und -definition [in Anlehnung an Nic16a].....	25
Abbildung 6: Vorgehen zur Anforderungserhebung [in Anlehnung an HD04, S.70] .....	26
Abbildung 7: Anforderungskonkretisierung (in Anlehnung an [Nic16a]) .....	28
Abbildung 8: Weiterentwicklung des Systemmodells mit Hilfe der Analyse [in Anlehnung an Nic16a].....	29
Abbildung 9: Validierung der erhobenen Anforderungen [Nic16a] .....	30
Abbildung 10: Vorgehen im Produkt- und Serviceentwicklungsprozess im Vergleich aller Projektpartner .....	32
Abbildung 11: Vorgehen zur Handhabung von Anforderungen im Vergleich aller Projektpartner .....	32
Abbildung 12: Schnittstellen zwischen Anforderungsmanagements - Systemdefinition und den Phasen der Produktentwicklung .....	33
Abbildung 13: Schnittstellen zwischen den Phasen der Produktentwicklung und des Anforderungsmanagements - Erhebung der Anforderungen .....	34
Abbildung 14: Schnittstellen zwischen den Phasen der Produktentwicklung und des Anforderungsmanagements - Strukturierung und Bewertung .....	35
Abbildung 15: Schnittstellen zwischen den Phasen der Produktentwicklung und des Anforderungsmanagements - Analyse .....	35
Abbildung 16: Schnittstellen zwischen den Phasen der Produktentwicklung und des Anforderungsmanagements - Validierung .....	36
Abbildung 17: Softwarenutzung in der Handhabung von Anforderungen .....	37
Abbildung 18: Hauptprobleme beim Anforderungsmanagement .....	37
Abbildung 19: Ansätze zur Abgrenzung bzw. zur Definition des zu entwickelnden Systems ..	38
Abbildung 20: Methoden zur Anforderungserhebung .....	38
Abbildung 21: kundenspezifische Daten zu den Anforderungen.....	39
Abbildung 22: Anforderungsdokumentation.....	39
Abbildung 23: Prinzipien zur Datenstrukturierung von Anforderungen.....	41
Abbildung 24: Methoden der Anforderungspriorisierung und -bewertung .....	41
Abbildung 25: Prinzipien der Anforderungsanalyse .....	42
Abbildung 26: Methoden der Anforderungvalidierung .....	42
Abbildung 27: Anforderungen an ein Anforderungsmanagement mit verschiedenen Partnern	43

## **Tabellenverzeichnis**

Tabelle 1: Projektplan BUW .....	9
Tabelle 2: Inhalte der BUW-Arbeitspakete .....	10
Tabelle 3: Ausgewählte Phasen des Requirements Management (in Anlehnung an Nic16a) .	14
Tabelle 4: Auflistung der Projekttreffen mit Inhalten und Ergebnissen.....	15
Tabelle 5: Erläuterung der Sichten für das Systemmodell [Nic16a] .....	23
Tabelle 6: Identifizierte, relevante Gesetze und Normen für aim4it (Legal requirements) .....	45
Tabelle 7: Identifizierte, relevante Gesetze und Normen für aim4it (Legal framework) .....	46
Tabelle 8: Ausgaben im Projekt aim4it seitens der Forschungsstelle .....	48
Tabelle 9: Veröffentlichungen zu aim4it .....	50

# 1. Kurzdarstellung

## 1.1. Aufgaben- und Zielstellung

Einer der wichtigsten Grundpfeiler der Mobilität in Ballungsräumen ist der öffentliche Personennahverkehr (ÖPNV). Er sichert u.a. die gleichberechtigte Teilhabe aller Bürgerinnen und Bürger am gesellschaftlichen Leben. Ebenfalls ist die wirtschaftliche Leistungsfähigkeit des Industriestandorts Deutschland mit dem ÖPNV in Verbindung zu setzen. Um allen gesellschaftlichen Gruppen die Nutzung des ÖPNV zu ermöglichen, muss die Berücksichtigung spezifischer Anforderungen von in ihrer Mobilität eingeschränkten Fahrgästen realisiert werden [Sch15].

Der Anspruch einer gleichberechtigten Teilhabe von Menschen mit Behinderungen ist in der Bundesrepublik Deutschland in Artikel 3 des Grundgesetzes dokumentiert: „Niemand darf wegen seines Geschlechtes, seiner Abstammung, seiner Rasse, seiner Sprache, seiner Heimat und Herkunft, seines Glaubens, seiner religiösen oder politischen Anschauung benachteiligt oder bevorzugt werden. Niemand darf wegen seiner Behinderung benachteiligt werden.“ [GG].

Das Gesetz zur Gleichstellung behinderter Menschen (BGG) konkretisiert die abstrakten Regelungen des GG, indem es einen formalen Rechtsbegriff der Barrierefreiheit konstituiert (vgl. §4). Demnach gelten „bauliche und sonstige Anlagen, Verkehrsmittel, technische Gebrauchsgegenstände, Systeme der Informationsverarbeitung, akustische und visuelle Informationsquellen und Kommunikationseinrichtungen sowie andere gestaltete Lebensbereiche [als barrierefrei], wenn sie für behinderte Menschen in der allgemein üblichen Weise, ohne besondere Erschwernis und grundsätzlich ohne fremde Hilfe zugänglich und nutzbar sind.“ [BGG]

In Bezug auf die bereits im BGG genannten Verkehrsmittel formuliert das Personenbeförderungsgesetz (PBefG), welches die zentrale Rechtsnorm des ÖPNV in Deutschland darstellt, die Zielstellung einer vollständigen Barrierefreiheit bis zum Jahr 2022 [PBefG]. Im Ergebnis dieser Anstrengungen soll jede gewünschte Reisekette mobilitätseingeschränkte Fahrgäste möglichst einfach mit echtzeitgestützten Informationssystemen realisierbar sein.

Um das Ziel einer vollständigen Barrierefreiheit zu erreichen, muss eine geeignete Infrastruktur vorhanden sein. Dies umfasst neben einem abgestimmten Zusammenwirken der verkehrlichen Infrastruktur und Fahrzeugen auch den Betrieb einer Informations- und Kommunikationsinfrastruktur (IKT-Infrastruktur) für die Interaktion mit den verschiedenen Fahrgastgruppen. Die IKT-Infrastruktur und ihr Potential für barrierefreie Mobilität wurden in diesem Forschungsvorhaben fokussiert [Nic15a, Nic15b].

An die IKT-Infrastruktur im ÖPNV werden hohe Anforderungen gestellt. So sind bspw. neben Abfahrts- und Ankunftszeiten und Busrouten auch weitere infrastrukturbezogene Merkmale wie bspw. Informationen über Standorte von Aufzügen und das Vorhandensein barrierefreien Wegen etc. für Rollstuhlfahrer hochgenau und tagesaktuell bereitzustellen. Die Informationsrepräsentation muss

auf die spezifischen Bedürfnisse der Reisenden zugeschnitten sein und umfasst optische Darstellungen für taube Menschen, bzw. akustische und/oder taktile Elemente für blinde Fahrgäste.

Die Informationen für diverse Kundengruppen mit körperlicher Behinderung wie Rollstuhlfahrer, Taube und Blinde müssen dabei sowohl vor dem Fahrtantritt zwecks Reiseplanung aber auch während der Fahrt in Echtzeit zwecks Störungen (Busausfall, Verzögerungen, alternative Abfahrtsorte,...), die sich auf die ursprüngliche Route auswirken, verfügbar und verständlich (bzw. barrierefrei) sein.

Zwar gibt es bereits Anwendungen, wie beispielsweise Siri von Apple oder Screenreader, welche die Nutzung von Smartphones für blinde Personen verbessern, jedoch sind solche Assistenzsysteme zum einen nicht mit den IKT-Systemen des ÖPNV verbunden und zum anderen auch nicht auf die speziellen Forderungen von Kundengruppen mit anderen Handicaps fokussiert. Dementsprechend zielt das Projekt aim4it (accessible and inclusive mobility for all with individual travel assistance) auf die anforderungsgerechte Entwicklung von echtzeitbasierten Assistenzsystemen für in ihrer Mobilität eingeschränkte Personen im ÖPNV.

Die im Rahmen des Projekts neu entwickelte aim4it-Applikation für Smartphones realisiert diese Herausforderungen. So werden die relevanten Informationen vor, während und nach der Fahrt individuell für die Fahrgäste der zu betrachtenden Kundengruppen, wie z.B. für die barrierefreie Anschlusssicherung, bereitgestellt. Die Applikation ist unmittelbar mit einem Fahrplanauskunftssystem vernetzt, welches die aktuellen betrieblichen Daten von den rechnergestützten Betriebsleitsystemen der Verkehrsunternehmen erhält. Des Weiteren wird durch einen zusätzlich zu implementierenden Rückkanal und der Erhebung möglicher Kundenfeedbacks ein kontinuierlicher Verbesserungsprozess realisiert [Nic15a].

Bei der Entwicklung eines solchen umfassenden und komplexen Systems sollten, neben der Anforderungsvielfalt und -vielfalt der verschiedenen Stakeholdergruppen, auch diverse Fachdisziplinen (Informatik, Verkehrswesen, Qualitätswesen, Elektrotechnik,...) und ihre Standards zu handhaben sein. Des Weiteren sind Gesetzgeber, aber auch die zukünftigen Anbieter (Verkehrsunternehmen, Kommunen, Zulieferindustrie), bei der Entwicklung mit zu berücksichtigen. Neben den diversen Kundengruppen (bspw. taube Menschen) sind somit im Rahmen der Kundenorientierung auch Standards, rechtliche Kompatibilität und Wirtschaftlichkeit zu beachten [Ren11].

Diese Aspekte müssen möglichst früh in der Entwicklung der aim4it Applikation berücksichtigt werden. Nur mit einem zielgerichteten und koordinierten Ansatz für das Anforderungsmanagement können solche Entwicklungen umgesetzt werden [Mar13].

Das netzwerkübergreifende Anforderungsmanagement verbessert die Transparenz und Kommunikation zwischen den Partnern und trägt zur Kostenreduzierung sowie zur deutlichen Verbesserung der Qualität im ÖPNV bei.

Durch den modularen Aufbau des netzwerkübergreifenden Anforderungsmanagements erfolgt sowohl eine Konzeptintegration für Transport-Dienstleistungsunternehmen als auch für die IT-Branche (App-Entwicklung) und die produzierenden Unternehmen (Bus-Infrastruktur). Das Anforderungsmanagement in Netzwerken trägt zur Aktualisierung der Kundenanforderungen für alle Projektbeteiligten bezüglich eines Soll-Ist Abgleichs sowie zur Service-Verbesserung bei.

Die Übertragbarkeit des Konzeptes mittels eines modularen Aufbaus zur Einbindung neuer Partner in bestehende Netzwerke sowie zum Aufbau neuer Netzwerke. Zudem soll nach Projektabschluss ein Anwendungstransfer in andere Städte bzw. Gemeinden sowie in Unternehmen und deren Netzwerke erfolgen. Die Ergebnisse wurden auf wissenschaftlichen Veranstaltungen (Konferenzen, Tagungen) sowie Industriearbeitskreisen (VDI, VDMA, u.a.) vorgestellt.

Eine wissenschaftliche Verwertung der Arbeiten und Erkenntnisse aus aim4it erfolgt in die Lehre im Rahmen der ingenieurwissenschaftlichen Ausbildung im Masterstudiengang Qualitätsingenieurwesen sowie Bachelorstudiengang Sicherheitstechnik der Bergischen Universität Wuppertal.

## **1.2. Voraussetzungen des Vorhabens**

Unternehmen und deren Netzwerke, welche anforderungsgerechte Leistungen am Markt platzieren, scheitern häufig. Einer der Gründe für diesen Misserfolg sind oft falsch definierte oder umgesetzte, vergessene oder missverstandene Anforderungen [PL11]. Generell sind Anforderungen die häufigsten Ursachen für Defizite oder Defekte und haben einen direkten Einfluss auf den Projekterfolg [Sch02]. Um diesen Problemen zu begegnen muss die Anforderungshandhabung mittels eines systematischen Anforderungsmanagements verbessert werden. [NW14].

Daher ist es das Ziel vieler Unternehmen und deren Netzwerke das Anforderungsmanagement auszubauen bzw. weiterzuentwickeln [Gau13]. Bisher wurden zahlreiche Ansätze für das Anforderungsmanagement entwickelt, diese sind allerdings oft projekt- oder disziplinspezifisch (z.B. Software Engineering) [Par10].

Durch die Weiterentwicklung von Netzwerken, weg von hierarchisch, pyramidalen Formen hin zu heterarchischen Strukturen sind verschiedene weitere Anforderungen an ein netzwerkübergreifendes Anforderungsmanagement zu stellen. Diese sind z.B. durch die geographische Verteiltheit der Netzwerke, Schnittstellen, wachsendem Koordinierungsaufwand, Informationsasymetrien aber auch uneinheitlichen Vorgehen im Anforderungsmanagement zu sehen [Era08; Hak96; Spa13; Wal10]. Folglich muss ein Ansatz, der diesen Herausforderungen mit Hilfe eines systematischen und umfassenden Anforderungsmanagements begegnet, entwickelt werden.

Dieses war der Fokus des Fachgebiets Produktsicherheit und Qualitätswesen im Forschungsvorhaben aim4it. Mit Hilfe umfangreicher Literaturstudien wurden verschiedenste Herausforderungen für ein solches netzwerkübergreifendes Anforderungsmanagement identifiziert und mittels Befragungen

validiert. Auf Grundlage dieser Ergebnisse konnten zwei Hauptfaktoren für ein erfolgreiches, netzwerkübergreifendes Anforderungsmanagement identifiziert werden:

- ein einheitliches Systemmodell zum interdisziplinären Systemverständnis sowie
- ein standardisiertes Vorgehen zum Anforderungsmanagement.

Weiterhin sind die erfassten und dokumentierten Anforderungen, welche im Produktsystem umgesetzt werden, zu validieren. Hierfür wurde eine Feedbackfunktion erarbeitet, welche die zeitnahe Validierung der Ergebnisse ermöglicht.

Für die Entwicklung des Anforderungsmanagement griff das Fachgebiet Produktsicherheit und Qualitätswesen (ProQ) der Bergischen Universität Wuppertal (BUW) auch auf seine langjährige Praxis- und Forschungsarbeit zurück (siehe hierzu: [Nic16a] bzgl. Anforderungsmanagement in Netzwerken, [Aus14] bzgl. virtuelles Anforderungsmanagement, [Mam13] bzgl. Changeability of Requirements, [Mam12] bzgl. Klassifizierung von Anforderungen, [Sit11] bzgl. Demand Compliant Design, [Sch08] bzgl. Anforderungsmanagement im Produktlebenszyklus). Als Gegenstand der Forschung sind dabei schwerpunktmäßig Fragestellungen zur Verbesserungen der anforderungsgerechten Produktentwicklung bearbeitet worden, wobei oftmals eine Kooperation mit Industriepartner stattfand, um die Anschlussfähigkeit und wirtschaftliche Relevanz der Forschungsergebnisse sicherzustellen.



### 1.3. Planung und Ablauf des Vorhabens

Tabelle 1: Projektplan BUW

	Internationale Projektmonate	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	
	deutsche Projektmonate				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	
		2014												2015						2016							
	Timeline	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	
	geplant																										
WP	Timeline umgesetzt (aufgrund verschobenen Starttermins)																										
BUW	PM																										
Kick-Off																											
5.1 Anforderungsliste für alle Partner																											
5.2 Methode für ein Anforderungsmanagement in Netzwerken																											
5.3 Report über die Realisierung der Anforderungen und die Entwicklung von Verbesserungsmaßnahmen																											
5.4 Evaluation der Methode für ein Anforderungsmanagement für Netzwerke																											
5.5 Reiseszenarien und Anforderungswahrnehmung																											
5.6 Vergleich der Serviceleistungen der Anbieter im Öffentlichen Personennahverkehr über die Partnerländer																											
5.7 Anforderungen für eine Kundenzufriedenheitsmessmethode in Netzwerken																											
5.8 Test Anwendungen für die Akzeptanztests des Feedback-tools																											
5.9 Standardisierung von Störmeldungen																											
5.10 Evaluation der Kundenzufriedenheit im Netzwerk																											
5.11 Methode für ein qualitätsgerechtes Design im Kontext des ÖPNV																											
5.12 Skalierbarkeit des standardisierten Systems		Diese Aufgabe wurde nicht realisiert (Verantwortung PUT)																									
M2 Anforderungsdokumentation und Subsystemzuweisung																											
M7 Dokumentation aller Dels																											
halbjährlicher Zwischenbericht																											
jährlicher Report																											
Deutscher Abschlussbericht																											
Final Report																											

Gemäß des vorliegenden Projektplans (vgl. Tabelle 1) wurde das Projekt aim4it mit den beteiligten Projektpartner bearbeitet. Aufgrund der Verschiebung des Starttermins von 06.2014 auf 09.2014 (deutsche Partner) ergeben sich die geänderten Daten. Des Weiteren wurde eine kostenneutrale Verlängerung bis zum 30.06.2016 bewilligt (siehe hierzu Kapitel 2.2) .

Tabelle 2: Inhalte der BUW-Arbeitspakete

AP	Titel	Erarbeitete Inhalte und Realisierung
5.1	Anforderungsliste für alle Partner	<p>AP 5.1 wurde mittels definierter Use-cases, Sequenzdiagramme und Storylines realisiert. Diese sind im Anhang 3.2 zu finden. Mit deren Hilfe wurde ein interdisziplinäres Systemverständnis im Netzwerk für die Applikation entwickelt.</p>
5.2	Methode für ein Anforderungsmanagement für Unternehmensnetzwerke	<p>Es wurde ein einheitliches Vorgehen zum Anforderungsmanagement in Kopplung mit einem Modell realisiert, welches auf den ermittelten Ergebnissen der Befragung und Anforderungen für ein Anforderungsmanagement für Unternehmensnetzwerke basiert:</p> <p>Realisierung des einheitlichen Systemverständnisses mittels Modell.</p> <p>Realisierung des einheitlichen Systemverständnisses des Netzwerks mittels Use-case bezogenem Modell.</p> <p>Einheitliches Verständnis der Prozesse durch Use-case bezogene Modelle und Storylines.</p> <p>Einheitliches Anforderungsverständnis mittels Use-case bezogenem Modell.</p> <p>Einheitliche Dokumentation.</p> <p>Durch den ständigen Abgleich zwischen Systementwicklung, Integration und der Aktualisierung der Use-cases wurde das Anforderungsmanagement zur ziel- und anforderungsgerechten Entwicklung genutzt.</p>

AP	Titel	Erarbeitete Inhalte und Realisierung
5.3	Report über die Realisierung der Anforderungen und die Entwicklung von Verbesserungsmaßnahmen	Mit Hilfe der Use-cases wurde die anforderungsgerechte Systementwicklung sichergestellt. Die Anforderungen aller beteiligten Stakeholder wurden hierzu genutzt. Mit Hilfe des Use-cases Feedbackfunktion wurde die Möglichkeit realisiert, dass die Nutzer der aim4it Applikation direkt die Anforderungsumsetzung dokumentieren und bewerten (five star rating).
5.4	Evaluation der Methode für ein Anforderungsmanagement für Netzwerke	Bei der Entwicklung der Applikation erwies sich die Anwendung des bereits herausgearbeiteten Anforderungsmanagementansatzes als sehr nützlich.
5.5	Reiseszenarien und Anforderungswahrnehmung	Mittels definierten Use-cases wurden verschiedene Reiseszenarien definiert, welche in den Testläufen der Validierung in der Stadt Wien exemplarisch untersucht wurden. Die Wahrnehmung der Anforderungen und deren Evaluierung wurde durch den Use-case Feedbackfunktion realisiert.
5.6	Vergleich der Serviceleistungen der Anbieter im Öffentlichen Personennahverkehr über die Partnerländer	Durch eine vergleichende Studie zu den ÖPNV-Systemen von Deutschland, Österreich und Deutschland wurden aus der Sicht von Menschen mit Behinderung die Service-Leistungen miteinander verglichen.
5.7	Anforderungen für eine Kundenzufriedenheitsmessmethodik in Netzwerken	Mittels Literaturstudien und einer Dissertation [Sch13] am Fachgebiet Produktsicherheit und Qualitätswesen wurden die Anforderungen an die Kundenzufriedenheitsmessmethodik im Kontext des Projektes aim4it bereitgestellt.
5.8	Test Anwendungen für die Akzeptanztests des Feedback Tools	Die Testanwendung der Akzeptanztest (Testlauf und Shadowing im April 2016 bei den Wiener Linien) wurde realisiert.

AP	Titel	Erarbeitete Inhalte und Realisierung
5.9	Standardisierung von Störmeldungen	Um eine Standardisierung von Störmeldungen zu realisieren wurden Störmeldungen der VVS Stuttgart und der Wiener Verkehrsbetriebe bereitgestellt und analysiert.
5.10	Evaluation der Kundenzufriedenheit im Netzwerk	Die Kundenzufriedenheitsmessung konnte im Testlauf (April, 2016) bei den Wiener Verkehrsbetrieben realisiert werden. Die finale Überprüfung der Kundenzufriedenheit bedarf, über die Wiener Linien und deren Nutzung des Demonstrators hinaus, noch der Implementierung eines finalen Systems.
5.11	Methode für ein qualitätsgerechtes Design im Kontext des ÖPNV	Der entwickelte Anforderungsmanagement-Ansatz bietet die Möglichkeit zur ziel- und anforderungsgerechten Entwicklung von Leistungen im Öffentlichen Personennahverkehr. Inwieweit dieses auch auf andere Leistungen für den ÖPNV (neben dem Projekt aim4it) realisierbar ist, bedarf weiteren Untersuchungen.
5.12	Skalierbarkeit des standardisierten Systems	Entfällt.

#### 1.4. Stand von Wissenschaft und Technik

Sich rasch wandelnde Marktbedingungen, hoher Variantenreichtum und Individualisierung der Kundenwünsche bei schwankenden Nachfragezahlen, kürzere Produktlebenszyklen sowie Globalisierung können als wesentliche Herausforderungen für Unternehmen gesehen werden [NRA08; Schu14]. Um diesen Herausforderungen zu begegnen und am Markt zu bestehen, fokussieren sich Unternehmen zunehmend auf ihre Kernkompetenzen, wodurch die Wertschöpfungstiefe sinkt und eine wachsende Anzahl von Kooperationen in Form von Unternehmensnetzwerken<sup>1</sup> erforderlich werden [Zah10]. Die hiermit ermöglichten Vorteile sind u.a. eine flexiblere Ausrichtung auf Marktveränderungen und Kostenreduzierungen, aber auch die Integration von Kernkompetenzen [AM08; CA08].

<sup>1</sup> Der Begriff des Netzwerkes ist der Literatur nach indifferent. Daher wird ein solches Netzwerk charakterisiert als sozio-technisches System, welches aus drei oder mehr Unternehmen respektive Forschungseinrichtungen besteht, welche gerichtete Beziehungen ausüben, ein gemeinsames (definiertes) Ziel verfolgen und eine Integration von (komplementären) Ressourcen bzw. Kernkompetenzen vollziehen, um Leistungen zu erbringen.

Dies bedeutet aber auch, dass die verteilte Arbeit an einem Produkt in den Netzwerken zu koordinieren ist. Hier ist bspw. die Programmierung und Realisierung von Applikationen zu nennen. Die Komponenten dieser Systeme werden durch verschiedene Partner verschiedenster Fachdisziplinen (Software Engineering, Nahverkehrsanbieter usw.) entwickelt, integriert bzw. genutzt, was unterschiedlichste Kernkompetenzen erfordert. So sind diese Netzwerke ein Zusammenschluss von eigenständigen Unternehmen oder Forschungsstellen, welche gemeinsam Leistungen gemäß Kundenanforderungen generieren.

Das im Forschungsprojekt fokussierte Netzwerk aus Forschungs- und Industriepartnern muss die gleichzeitige Handhabung von Produkt- und Organisationskomplexität<sup>2</sup> realisieren, was eine besondere Herausforderung darstellt [WW15]. Es mangelt in Netzwerken allerdings oft an Transparenz [NSW13]. Um diesem Umstand entgegenzuwirken, sind die Aufgaben entlang des Wertschöpfungsprozesses, oder wie im hier vorliegenden Fall des Produktentwicklungsprozesses, zu erheben und miteinander in Verbindung zu setzen, so dass jeder Partner weiß, wer ihm Input liefert und an wen das Output seiner Prozesse gehen muss.

Weitere mögliche Probleme sind in der eindeutigen Zuordnung von Anforderungen zu den einzelnen Partnern und ihren Prozessen festzustellen. Es fehlt ein gemeinsames, einheitliches Verständnis des Netzwerkes und des Produktes [FMS15; Hab12, Win13].

Grundsätzlich muss daher das Netzwerk eine Vielzahl von Stakeholdergruppen, auch über die verschiedenen Ländergrenzen hinweg betrachten und eine umfassende Anzahl von mitunter divergierenden Anforderungen erfassen, bewerten und im Netzwerk bereitstellen. Dieses ist nur durch umfassende Ansätze zur Handhabung der Komplexität möglich. Bisherige Ansätze des Anforderungsmanagements sind sehr heterogen und fachdisziplinspezifisch (vgl. Tabelle 3).

Daher ist ein einheitliches Vorgehen zum Anforderungsmanagement zu fordern, da diese heterogenen und fachdisziplinspezifischen Ansätze ein Problem für die Zusammenarbeit darstellen [Hul05; Ebe14; PL11].

---

<sup>2</sup> Der Begriff der Komplexität wird im Hinblick auf Produkt und Organisation durch eine Vielzahl von Elementen (Varietät) sowie deren Relationen zueinander innerhalb einer Struktur (Konnektivität) beschrieben [KL11].

**Tabelle 3: Ausgewählte Phasen des Requirements Management (in Anlehnung an Nic16a)**

Literatur	Vorgeschlagene Phaseneinteilungen					
Universelle Ansätze						
[Hul05]	Abstimmen	Analysieren und Modellieren		Ableiten und Qualifizieren		Abstimmen
[Lew09]	System-abgrenzung	Analyse des Systems	Analyse der Interaktionen	Fähigkeitsanalyse	Analyse der Lücke	
[Lou05]	Erhebung		Verhandlung	Spezifikation		Validierung
[Par05]	Sameln	Analyse		Verhandlung und Priorisierung		Dokumentation
Software-/Elektronikentwicklung						
[Bro07]	Erfassen	Analysieren		Filtern	Klassifizieren	Modellieren
[Ebe14]	Ermitteln	Spezifizieren	Validieren	Analysieren		Vereinbaren
[Hoo08]	Erhebung		Spezifizierung	Analyse		Review / Überprüfen
[Par10]	Ermitteln		Beschreiben		Analysieren (Verifizieren und Validieren)	
Produktentwicklung						
[JC09]	Erhebung		Analyse		Spezifizierung	
[LSW04]	Erhebung		Gruppierung	Vergleich		Strukturierung
[Lin09]	Ermitteln		Strukturieren & Gewichten		Dokumentieren	
[PL11]	Ermitteln	Strukturieren		Analysieren und Priorisieren		Pflegen und Einsteuern

### 1.5. Zusammenarbeit mit Partnern

Die Zusammenarbeit mit den Partnern im Projekt aim4it wurde gemäß der beschriebenen Arbeitspakete realisiert. Diese umfassten neben den nationalen Zusammenarbeiten (DLR, Mentz Datentechnik, init) auch die europäischen Zusammenarbeiten mit den österreichischen Partnern (Wiener Linien, Matrixx, Fludtime, FH Joanneum, Signtime) und den polnischen Partnern (Politechnika Poznanska).

Die Bergische Universität Wuppertal wurde beim Erstellen der Arbeitspakete (siehe Tabelle 2), im Rahmen des Projektes aim4it, durch die oben genannten Projektpartner unterstützt.

Es fanden folgende Projekttreffen statt (siehe Tabelle 4):

Tabelle 4: Auflistung der Projekttreffen mit Inhalten und Ergebnissen

Titel	Datum/Ort	Inhalte	Ergebnisse
Internationaler Kickoff.	06.10-07.10.2014/ Braunschweig (DLR).	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Teilnehmervorstellung,</li> <li>• Projektterminierung,</li> <li>• Rollen und Verantwortlichkeiten,</li> <li>• Tätigkeitsschwerpunkte je Partner,</li> <li>• Kommunikation im Projekt.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Detaillierter Projektplan,</li> <li>• Aufgaben je Partner,</li> <li>• Kommunikationsplan,</li> <li>• Rohentwurf des aim4it—Systems.</li> </ul>
Internationales Projekttreffen.	19.01.-21.01.2015/ Wien (Wiener Linien).	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Updates,</li> <li>• Sequenzdiagramme,</li> <li>• Praktischer Demonstrator,</li> <li>• Projektorganisation.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verabschiedung der Use-Cases und Sequenzdiagramme,</li> <li>• Festlegung der Inhalte für den praktischen Demonstrator,</li> <li>• Projektplan für die Programmierung der aim4it-App.</li> </ul>
Internationales Projekttreffen.	16.06-17.06.2015/ Karlsruhe (INIT).	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Updates,</li> <li>• Interfaces,</li> <li>• Praktischer Demonstrator,</li> <li>• Test-Infrastruktur,</li> <li>• Projektorganisation.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verabschiedung der definierten Interfaces,</li> <li>• Rohentwurf des Testszenarios auf Basis der Test-Infrastruktur.</li> </ul>
Internationales Projekttreffen.	01.11-02.11.2015/ Braunschweig (DLR).	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Updates,</li> <li>• Interfaces,</li> <li>• Test,</li> <li>• Kundenzufriedenheit,</li> <li>• Projektorganisation.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Behebung von Interfaceproblemen,</li> <li>• Testplan,</li> <li>• Kundenzufriedenheitsmesskonzept.</li> </ul>
Internationales Abschlusstreffen.	25.04.2016- 27.04.2016/ Wien (Wiener Linien).	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Praktische Demonstration,</li> <li>• Messe,</li> <li>• Ergebnispräsentation.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Veröffentlichung der aim4it-Erkenntnisse.</li> <li>• Vorführung der aim4it-App.</li> </ul>

## **Schutzrechte für die BUW**

entfällt



## 2. Eingehende Darstellung

Im Folgenden werden die Ergebnisse, die mit Hilfe der einzelnen Arbeitspakete zu dem Teilvorhaben der Bergischen Universität Wuppertal im europäischen Forschungsprojekt aim4it herausgearbeitet worden sind, übersichtlich vorgestellt.

### 2.1. Erzielte Ergebnisse der Arbeitspakete

Die erarbeiteten Ergebnisse der verschiedenen Arbeitspakete 5.1-5.11 werden nach folgenden Themenschwerpunkten gegliedert:

- 1) Abstimmung Use-Case-Beschreibungen im Konsortium,
- 2) Abstimmung Sequenzdiagramme im Konsortium,
- 3) Workflow zum Anforderungsmanagement für Unternehmensnetzwerke,
- 4) Befragung des Konsortiums bezüglich Anforderungsmanagementsysteme,
- 5) Anforderungsliste, sowie
- 6) Abgleich der ÖPNV-Informationsstatistiken aus Deutschland, Österreich und Polen, Vergleich der Service-Leistungen in Deutschland, Österreich und Polen.

In den ersten beiden Arbeitspaketen (Punkt 1 & 2) befasste sich das Fachgebiet Produktsicherheit und Qualitätswesen der Bergischen Universität Wuppertal (BUW) mit der Erhebung der Anforderungen an das zu entwickelnde aim4it-System. Anschließend wurde ein generelles Vorgehenskonzept für das Anforderungsmanagement in Unternehmensnetzwerken (Punkt 3) erarbeitet. Um dieses Vorgehenskonzept im Projektkonsortium zu implementieren, wurde im Punkt 4 zunächst eine Befragung durchgeführt, um die bereits im Projektkonsortium vorhandenen Wissensstände, Vorgehensweisen und Softwaresysteme bezüglich des Anforderungsmanagements zu erheben und auf Basis dessen ein ressourceneffektives Anforderungsmanagement zu implementieren.

Abschließend erfolgen in Punkt 5 die im Rahmen des Projekts für die jeweiligen Partner bereitgestellten Anforderungslisten sowie der Abgleich der Service-Leistungen in Deutschland, Österreich und Polen.

### **Zu 1 und 2 – Abstimmung Use-Case Beschreibungen im Konsortium und Abstimmung Sequenzdiagramme im Konsortium**

Insgesamt wurden vom Projektkonsortium sechs verschiedene Use-cases definiert, in denen skizziert wird, welche Szenarien für die aim4it-Applikation zu Grunde liegen und wie die Anforderungen an eine barrierefreie Mobilität zu erfüllen sind:

1. Connection Protection: Sicherstellung der Anschlussverbindung für die mobil eingeschränkte Person bei Verzögerung im Verkehrsbetrieb

2. Incident: Information der in ihrer Mobilität eingeschränkten Person über Störungen im Betriebsablauf
3. Busdriver: Informationsbereitstellung für den Busfahrer bezüglich des Assistenzersuchens eines in seiner Mobilität eingeschränkten Person
4. Feedback: Rückmeldung der in ihrer Mobilität eingeschränkten Person zu den erbrachten Leistungen des ÖPNV-Unternehmens über die aim4it-Applikation
5. ReRouting: Umleitung der in ihrer Mobilität eingeschränkten Person auf Grund eines Störfalls im Verkehrsbetriebs
6. Passenger Information: Anmeldung und Profilauswahl der in ihrer Mobilität eingeschränkten Person bei der aim4it-Applikation

Die Vollständige Beschreibung der Use-cases ist in Anhang 3.2 zu finden.

Beim Use-case „Feedback“ war die Bergische Universität Wuppertal (BUW) aktiv bezüglich der Erarbeitung der Kundenzufriedenheitsmessungen in der aim4it-Applikation involviert. Bei den anderen Use-cases übernahm die BUW die Betreuung des Anforderungsmanagements. Dies bedeutet, dass auf Basis der erarbeiteten Use-cases Sequenzdiagramme entwickelt wurden. Während die Use-cases durch Text-Beschreibungen geprägt sind, sind Sequenzdiagramme eine schematische Übersicht, die die einzelnen IT-Systeme und ihre Schnittstellen für die Erfüllung eines Use-case abbilden. Diese dienen der Implementierung der Schnittstellen zu den benötigten IT-Systemen. Bei den folgenden 5 Use-cases :

- Anschlusssicherung,
- Störfallinformation in Zeichensprache,
- Busfahrer-Assistenz,
- Re-Routing und
- Fahrgastinformation.

hat die BUW die Erarbeitung der Sequenzdiagramme hinsichtlich der Anforderungen unterstützt. Dies bedeutet, dass die Anforderungen den hierfür relevanten IT-Systemen zugeordnet wurden.

Entlang der gesamten Forschungsarbeit wurden zudem kontinuierlich zusätzliche Anforderungen an das aim4it System erhoben, was sich aus der Erhöhung des Systemverständnisses und der Präzisierung von Ideen zu Konzepten und schließlich zu Prototypen ergab. Vor allem bei der Erarbeitung und Diskussion der Use-cases und der daraus abgeleiteten Sequenzdiagramme wurde eine Vielzahl an Anforderungen ergänzt oder präzisiert. Um einen Überblick über die Anforderungen zu behalten, wurde entschieden, die Anforderungen zunächst je Use-case zu erfassen und diese Verlinkung bei der Zusammenstellung der Anforderungsliste beizubehalten, um den kontextuellen Hintergrund und

die Rückverfolgbarkeit nachvollziehen zu können. Zudem können über diese Zuordnung Verantwortlichkeiten für die Anforderungen bestimmt werden. Somit wurde ein Modellverständnis basierend auf den Use-cases für die Entwickler im Netzwerk getroffen. Zur Erhebung der User-Anforderungen wurden diese Use-cases und die verknüpften Sequenzdiagramme ebenfalls als Bezugspunkt genutzt, um somit konsistente Anforderungen hinsichtlich des Untersuchungsgegenstandes zu realisieren.

### **Zu 3 – Workflow zum Anforderungsmanagement für Unternehmensnetzwerke:**

Um die Bereitstellung der aktuellen Anforderungen für den jeweiligen Netzwerkpartner entlang der gesamten Projektlaufzeit zu ermöglichen, wurde im Rahmen der durchgeführten Forschungsarbeiten von Seiten der BUW ein Konzept für einen Anforderungsmanagementworkflow für Unternehmensnetzwerke erarbeitet. Dieses theoretische Konzept zur Erfassung und Dokumentation von Anforderungen in Netzwerken soll es ermöglichen, die zuvor erhobenen Anforderungen (siehe Punkt 1 & 2) im Projektkonsortium zielgerichtet bereitzustellen. Im weiteren Verlauf des Projektes galt es dann, das im Folgenden beschriebene Konzept auf Basis bereit vorhandener Ressourcen und Wissensstände der Partner (siehe Punkt 4 – Befragung des Konsortiums bezüglich der Anforderungsmanagementsysteme) zu implementieren und hierdurch die spezifischen Anforderungslisten (siehe Punkt 5) den jeweiligen Partnern zukommen zu lassen.

Das entwickelte Vorgehenskonzept wird nachfolgend am Beispiel des aim4it Konzeptes aufgezeigt, wobei hier die Produktentwicklung fokussiert wird. Des Weiteren wurde eine Modellierung erarbeitet, auf die das Vorgehenskonzept kontinuierlich zurückgreift und deren Ergebnisse ebenso ständig im Modell aktualisiert/nachgeschärft werden, so dass zu jedem Zeitpunkt für alle Beteiligten der gleiche Erkenntnisstand verfügbar war und Transparenz gewährleistet wurde.

Dieses Vorgehenskonzept ist im weiteren Verlauf des Projekts in das Unternehmensnetzwerk/Projektkonsortium integriert worden. Um die Integration möglichst ressourceneffizient durchführen zu können, ist im Berichtszeitraum eine Befragung über bereits vorhandene Ressourcen und Know-How, hinsichtlich des Anforderungsmanagements im Projektkonsortium, durchgeführt worden. Das übergreifende Vorgehen basiert dabei auf der durchgeführten Befragung im Rahmen des Anforderungsmanagements (vgl. Punkt 4). Die dort genannten Anforderungen für ein netzwerkübergreifendes Anforderungsmanagement sind:

- (1) einheitliches Anforderungsverständnis,
- (2) einheitliches Systemverständnis, technisches Produkt,
- (3) einheitliches Systemverständnis, Entwicklungsnetzwerk,
- (4) einheitliches Prozessverständnis sowie
- (5) einheitliche Dokumentation der Anforderungen.

Diese grundlegenden Anforderungen wurden für die Entwicklung des neuen Ansatzes berücksichtigt. Der Ansatz greift die einzelnen Ansätze der Unternehmen auf und vereint sie mittels übergreifendem Workflow. Der spezifische Methodeneinsatz in den vier Phasen des Anforderungsmanagements ist hierbei durch die unterschiedlichen Partner zur realisieren (bspw. Ableitung der Use-cases und Untersetzung dieser mittels Anforderungen durch Fokusgruppeninterviews).

Die Vernetzung mit dem jeweiligen Modell wurde über die Abstimmungen im Projektkonsortium realisiert, dabei bilden die Use-cases den Ausgangspunkt zur Systementwicklung. Mit Hilfe der Implementierung und Durchführung von Testläufen konnten Verbesserungsmaßnahmen abgeleitet und in Kombination mit den vorherigen Schritten aktualisiert und für Systemverbesserung genutzt werden.

Das konkrete Vorgehen zum Anforderungsmanagement für Unternehmensnetzwerke ist in der nachfolgenden Abbildung dargestellt.

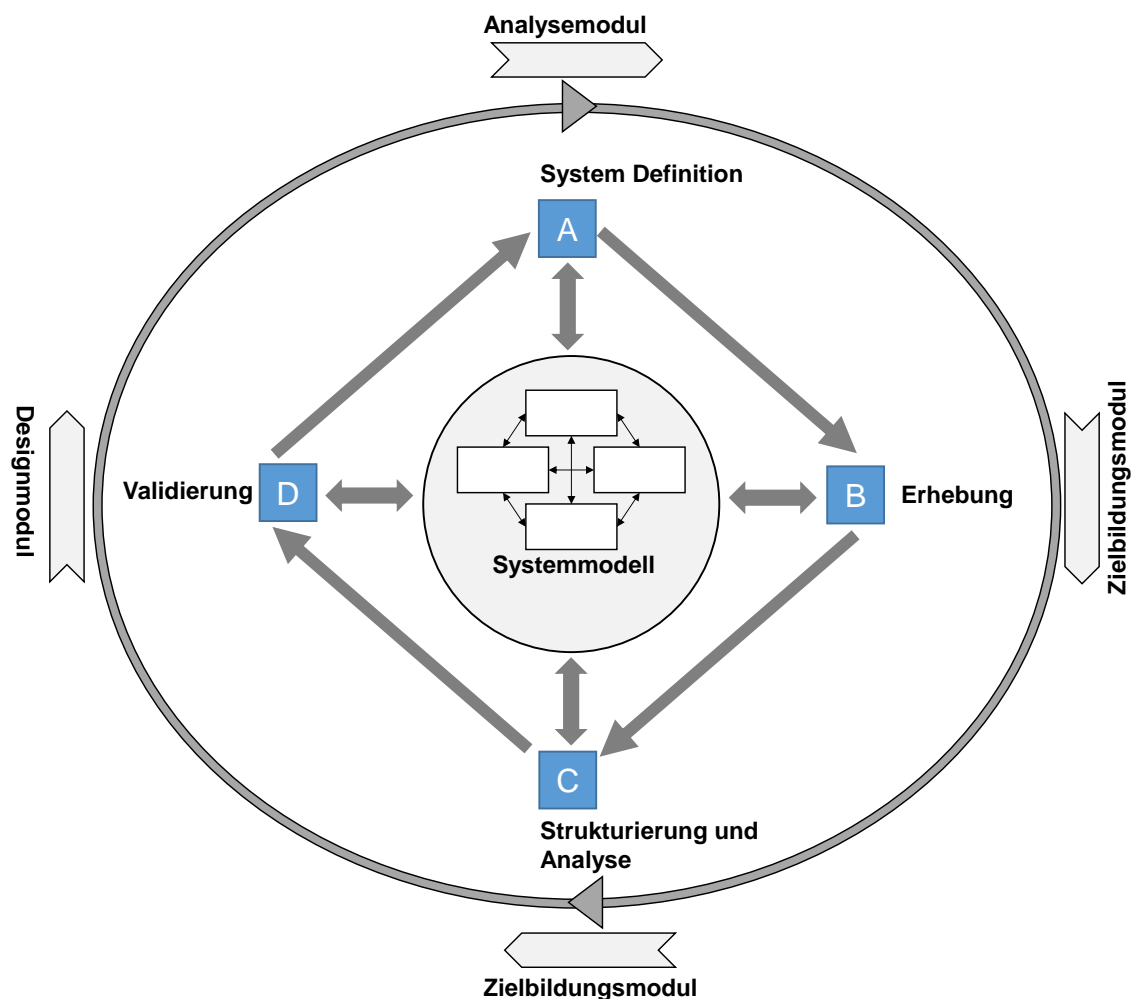


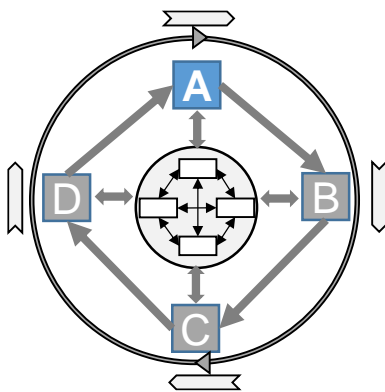
Abbildung 1: Vorgehen zum Anforderungsmanagement in Unternehmensnetzwerken

Hierfür werden wiederum vier Schritte fokussiert:

- Schritt A: System Definition zur Abgrenzung des zu untersuchenden Systems

- Schritt B: Erhebung der Anforderungen mittels spezifischem Tool
- Schritt C: Strukturierung und Analyse mittels spezifischem Tool
- Schritt D: Validierung der Anforderungen

Die Schritte werden nachfolgend ausführlich dargestellt.



### Schritt A

Im ersten Schritt muss zur Entwicklung des Mobilitätskonzeptes das Systemverständnis konkretisiert werden. Dieses ist Basis um spätere Use-Cases und Anforderungen abzuleiten. Dazu ist das Systemdenken hilfreich, da je nach konkreter Zielstellung ein bestimmtes System mit Input und Output zusammenhängen abgegrenzt werden kann (vgl. Abbildung 2).

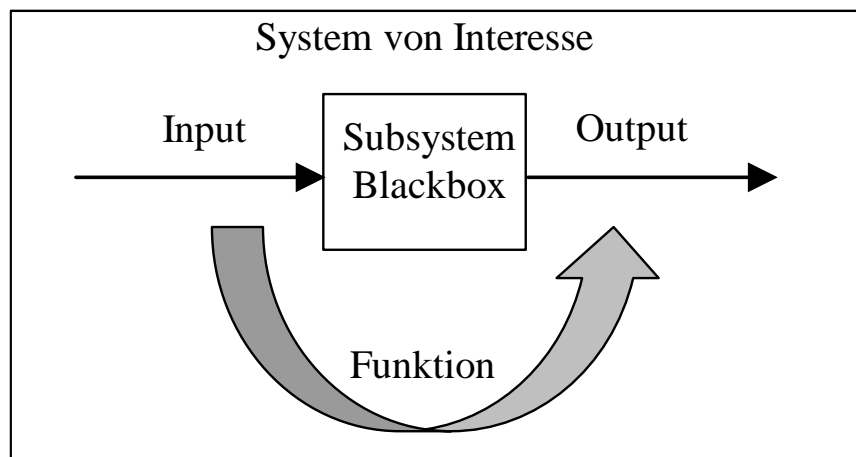


Abbildung 2: Systemabgrenzung mittels Blackbox

Im Zusammenhang mit dem öffentlichen Personennahverkehr wird dieser als System betrachtet. Ein System interagiert mit seiner Umwelt und besteht aus verschiedensten Elementen, welche miteinander durch wiederum unterschiedliche Relationen in Verbindung stehen. Die Elemente werden durch ihre charakteristischen Eigenschaften beschrieben [Pat82].

In Konkretisierung des abstrakten Systembegriffs wird in Bezug auf ein Verkehrssystem die folgende Untergliederung vorgenommen [Sch14]:

- Verkehrsobjekte: beförderte Personen oder Sachgüter.
- Verkehrsorganisation: Rechtlicher und organisatorischer Rahmen.
- Verkehrsmittel: eingesetzte Straßen- und Schienenfahrzeuge.
- Verkehrsinfrastruktur: verteiltes Informations- und Kommunikationssystem mobiler Einrichtungen und ihrer Anbindung an die Leitstelle.

In der Systemumwelt können die Kundengruppen/Stakeholder eingeordnet werden. Stakeholder werden definiert als „Gruppen [...], die Interessen oder Ansprüche gegenüber einem Unternehmen haben (z.B. Aktionäre, Gesellschaft, Mitarbeiter, Kunden, Zulieferer). Dabei kann es sich um Gruppen oder um Einzelpersonen handeln“ [Kam12, S. 855]. Diese sind somit im konkreten Anwendungsfall u.a. gehörlose Kunden, Rollstuhlfahrer usw., welche spezielle Anforderungen an das Verkehrssystem (ÖPNV) stellen. Anforderungen werden generell als „Erfordernis oder Erwartung, das oder die festgelegt, üblicherweise vorausgesetzt oder verpflichtend ist“ [ISO9000:2015, S. 19] definiert. Für eine spätere Anforderungszuweisung gemäß den erarbeiteten Use-Cases in Schritt B ist es für die Systemdefinition ebenfalls wichtig, das fokussierte ÖPNV System eingehend zu betrachten. Insbesondere sind in diesen Systemen netzwerkartige Strukturen vorzufinden (Aufgabenträger, Verkehrsunternehmen in verschiedenen Verkehrsmoden, Fahrgastverbände usw.) [Nic15a]. Überschneidende Prozesse, Verantwortlichkeiten oder Übergabepunkte sind zu untersuchen, um eindeutige Verantwortlichkeiten, Informations- sowie Kommunikationsflüsse festzulegen.

Um diese Informationen für ein erstes Modell zu nutzen, bedarf es einem interdisziplinären Systemmodell. Dieses realisiert verschiedenste Aufgaben für die Systementwicklung (vgl. Abbildung 3).

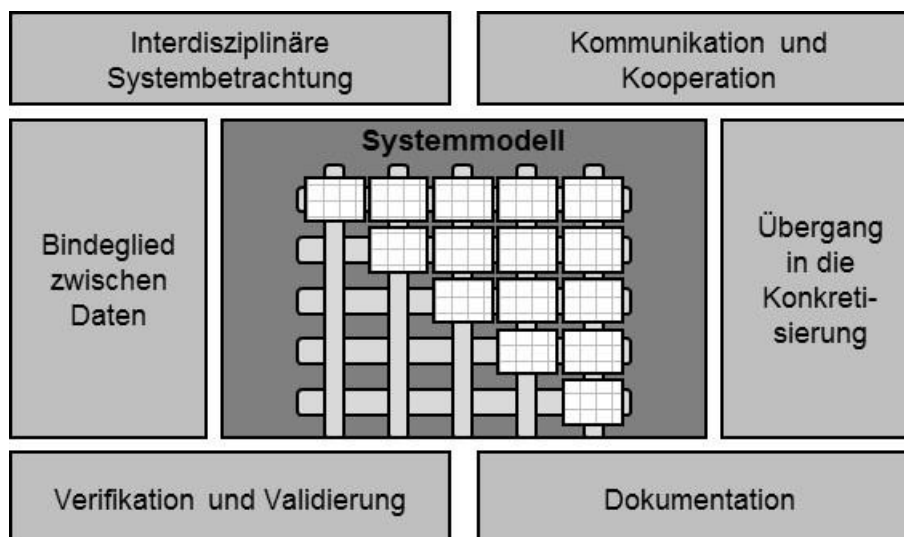


Abbildung 3: Einsatzbereiche des Systemmodells [in Anlehnung an Kaiser, 2013]

Vor allem in interdisziplinären Entwicklungsteams sind solche Modelle nützlich. Für das Projekt aim4it wurde ein Systemmodell, basierend auf fünf definierten, standardisierten Sichten, genutzt. Diese umfassen Anforderungen, Funktionen, Komponenten, Prozesse und Personen sowie die Relationen innerhalb einer Sicht als auch sichtübergreifend. Das Systemmodell ist als Wissenspool anzusehen, das allen beteiligten Partnern Zugriff auf den aktuellen Stand der Informationen bietet und somit nicht nur eine Verbesserung der Kommunikation und Kooperation im Netzwerk erreicht, sondern auch eine verbesserte, einheitliche Dokumentation sowie eine interdisziplinäre Systembetrachtung. Die nachfolgende Abbildung 4 zeigt das genutzt Systemmodell mit seinen Sichten.

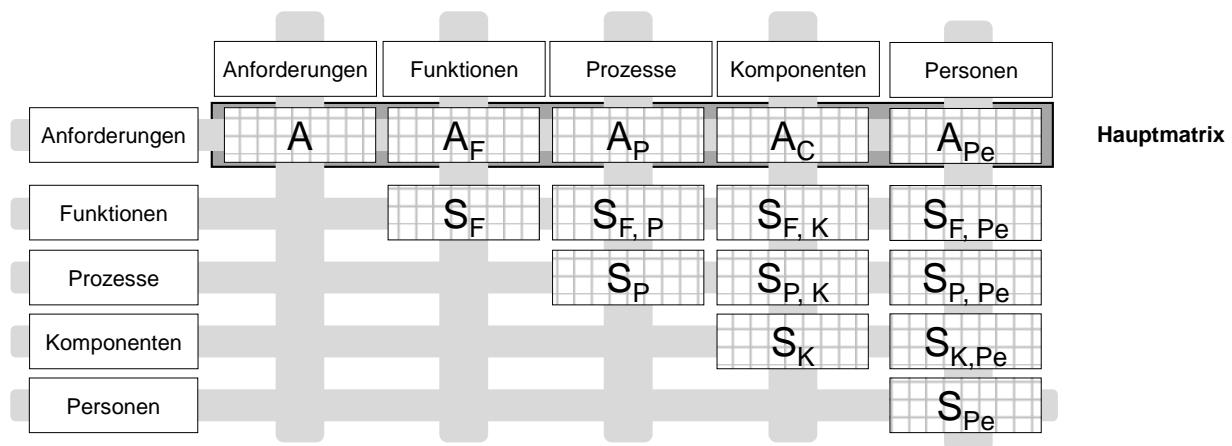


Abbildung 4: Systemmodell [Nic16a]

Das Verständnis der Sichten wird in der nachfolgenden Tabelle 5: Erläuterung der Sichten für das Systemmodell [Nic16a] dargelegt.

Tabelle 5: Erläuterung der Sichten für das Systemmodell [Nic16a]

Sichten	Erläuterung
Anforderungen	Anforderungen sind Erfordernisse oder Erwartungen von Stakeholdern an ein System, welche festgelegt, üblicherweise vorausgesetzt oder verpflichtend sind.
Funktionen	Funktionen beschreiben den Zweck bzw. die Aufgabe, die ein System zu erfüllen hat. Sie geben damit der Umwandlung von Eingaben in Ausgaben eines Systems eine Zielrichtung. Dadurch ermöglichen Funktionen eine Beschreibung was ein System oder Teile davon realisieren sollen.
Prozesse	Prozesse beschreiben, wie die Eingaben eines Systems in Ausgaben umgewandelt werden, also das „Wie“. Über den Prozess realisiert sich die eingebaute Funktionalität des Systems, d.h. innerhalb von Prozessen werden bei technischen Systemen durch die Nutzung von Komponenten Funktionen umgesetzt. Erfolgt die Einbindung von Menschen in Prozesse, werden letztere oftmals auch als Arbeits- oder Geschäftsprozesse bezeichnet (Prozess eines soziotechnischen Systems).
Komponenten	Komponenten sind physische oder logische, einzelne oder zusammengefasste Bestandteile eines Systems.

Personen	Personen beschreiben Menschen. Sie nutzen und realisieren Komponenten sowie Prozesse und stellen auch Input für die Leistungserbringung zur Verfügung. Somit realisieren sie Funktionen, welche wiederum Anforderungen erfüllen. Im Zusammenhang mit Unternehmensnetzwerken werden Personen den jeweiligen Unternehmen im Netzwerk zugeordnet und durch diese dargestellt.
----------	--

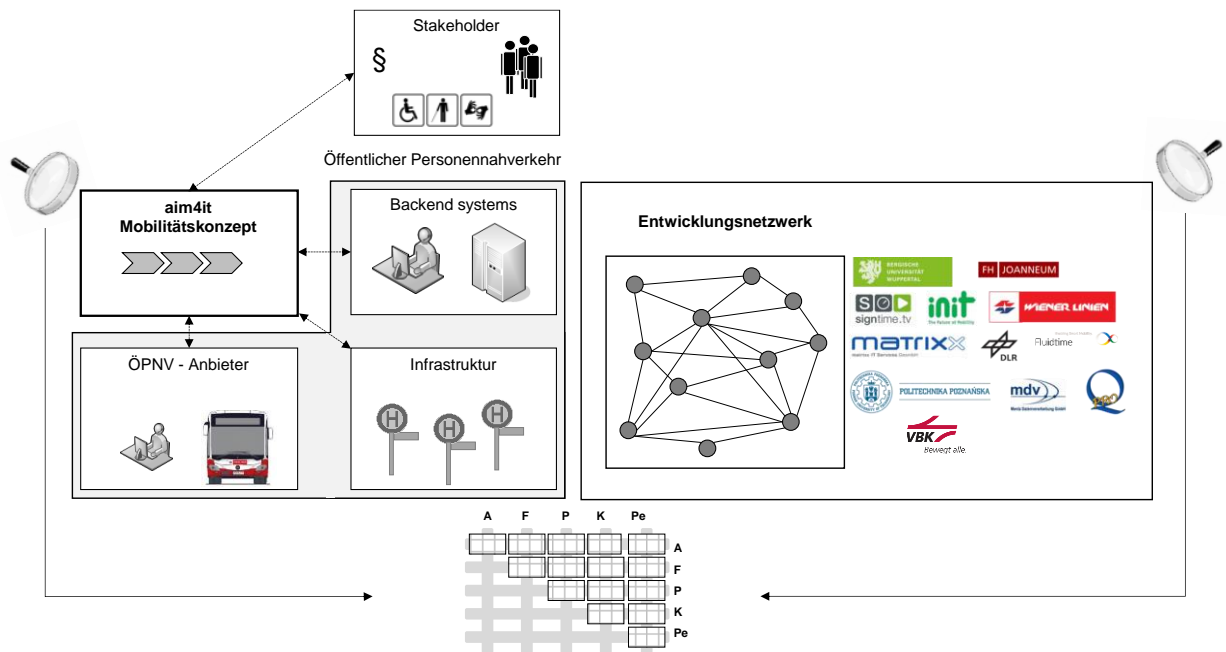
Mit Hilfe dieser Sichten soll ein interdisziplinäres, vereinfachtes Systemverständnis geschaffen werden. Dieses realisiert die Anforderungen aus der Partnerbefragung bezüglich des Anforderungsmanagements (siehe Punkt 4 – Befragung zum Anforderungsmanagement) hinsichtlich des einheitlichen Anforderungsverständnis, des einheitlichen Systemverständnis (technisches Produkt), des einheitlichen Systemverständnis (Entwicklungsnetzwerk), des einheitlichen Prozessverständnis sowie der einheitlichen Dokumentation.

Das Systemmodell dient als Diskussionsgrundlage zwischen den verschiedenen Fachdisziplinen, Betreibern und Stakeholdern. Für die spezifische Systementwicklung müssen wiederum fachdisziplinspezifische Modelle Anwendung finden. So setzen die Partner auf Basis der Informationen aus dem Systemmodell spezielle Methoden und Techniken für die Produktentwicklung ihrer Subsysteme ein, die auf spezieller Modellierungssprache wie bspw. UML oder SysML basieren. Die Erkenntnisse nach Durchführung der Methoden sind aus den spezifischen Modellen wieder in das allgemeingültige Systemmodell (auch als Meta-Modell zu verstehen) zu überführen, damit alle Partner den gleichen Kenntnisstand haben.

Der Vorteil des hier gewählten Systemmodells (Metamodells des Systems) ist die Nutzung standardisierter Sichten, durch die eine einheitliche Beschreibung des Systems über Fachdisziplingrenzen hinweg möglich ist. Durch den hierarchischen Aufbau und der systemtheoretischen Denkweise vom Allgemeinen zum Detail ist es jedem Partner möglich, seinen entsprechenden Schwerpunkt bzw. das für ihn relevante Subsystem auszuwählen und sich die damit zusammenhängenden Anforderungen anzeigen zu lassen.



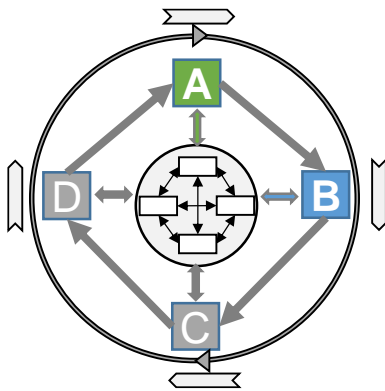
So zeigt die nachfolgende Abbildung 5 das System mit seinen einzelnen, im Projektkonsortium festgelegten Subsystemen.



**Abbildung 5: Systemabgrenzung und -definition [in Anlehnung an Nic16a]**

So sind bei der Entwicklung der aim4it-Applikationen zum einen die Stakeholder und ihre Anforderungen zu berücksichtigen, die sich in der Anforderungs-Matrix wiederfinden. Des Weiteren sind die Prozesse des aim4it Mobilitätskonzepts (die sechs Use-cases) in der Prozesssicht hinterlegt. Die Backend Systeme sowie die Infrastruktur werden über Funktionen und Komponenten abgebildet. So können Verantwortliche zielgerichtet fokussieren und die einzelnen IT-Systeme bspw. mit den entsprechenden Verantwortlichen der ÖPNV-Anbieter verknüpfen. Des Weiteren ist das Entwicklungsnetzwerk abgebildet, so dass jeder Entwicklungspartner die von ihm zu bearbeitenden Anforderungen, Prozesse, Komponenten und Funktionen einsehen und weiterentwickeln kann.

Um die hohe Anzahl an Anforderungen, die die einzelnen Partner für die Entwicklung benötigen, in dem Systemmodell zu hinterlegen und sie mit den relevanten Funktionen, Komponenten, Prozessen und Personen zu verknüpfen, ist eine systematische Systementwicklung durchzuführen, die es ermöglicht, die Komplexität des Systems zu handhaben. Dazu werden zur Anforderungsdokumentation und Anforderungserhebung (als Hilfsmittel) zunächst die Use-Case Beschreibungen genutzt. Diese wird im Schritt B vorgestellt.



### Schritt B

Nach Festlegung des zu betrachtenden Systems ist die Anforderungserhebung und –dokumentation der nächste Schritt in einer systematischen Systementwicklung. Dazu können bspw. die Stakeholder des Systems hinsichtlich ihrer Wünsche und Erwartungen befragt werden. Andere Möglichkeiten wie das Reverse Engineering bieten auch Möglichkeiten zur Anforderungsableitung. Allerdings ist es auch beim Reverse Engineering nötig, einen konsistenten Zusammenhang

zwischen den Stakeholdern und der erarbeiteten Anforderungen zu realisieren (auch über die Zeit z.B. hinsichtlich Versionierung usw.). Nur so ist ein eindeutiges Tracing der Anforderungen zu realisieren. Dementsprechend geht die Anforderungserhebung, unabhängig davon, ob es eine Neuentwicklung oder ein Reengineering ist, immer von den Kunden und Stakeholdern aus, wie die nachfolgende Abbildung 6 zeigt.

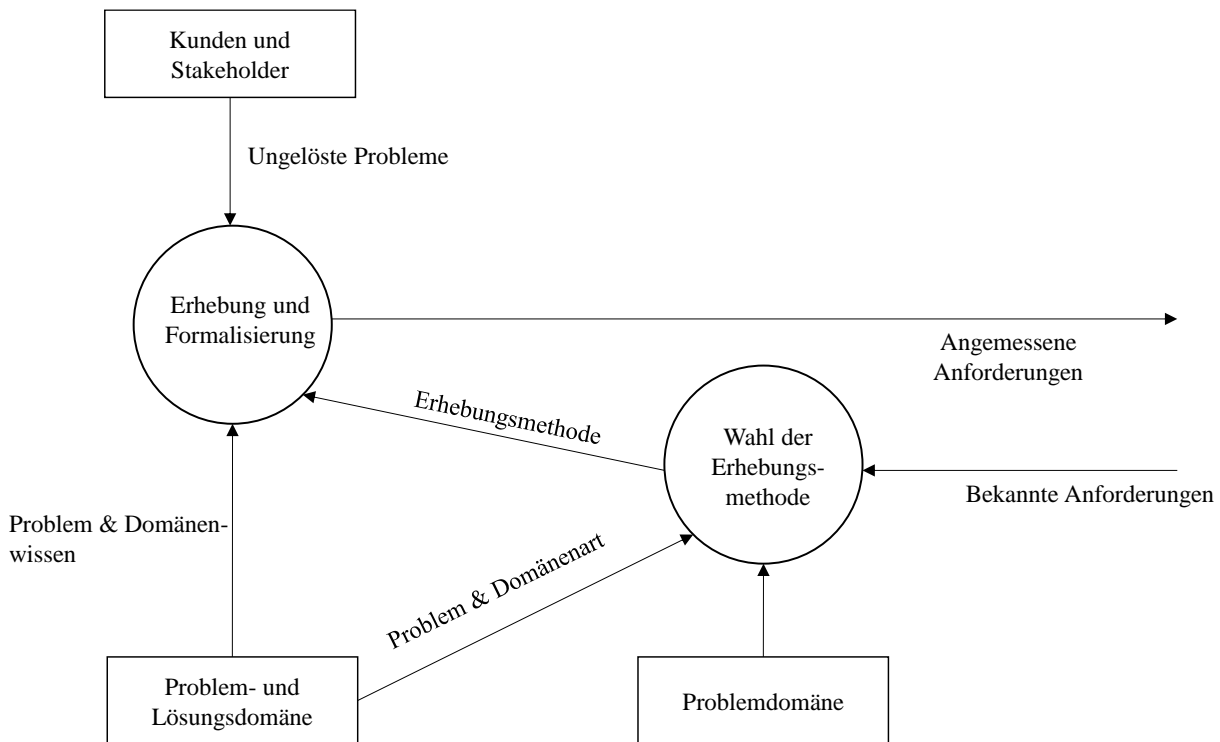


Abbildung 6: Vorgehen zur Anforderungserhebung [in Anlehnung an HD04, S.70]

Gemäß der Zielstellung respektive der ungelösten Probleme in der Produktentwicklung werden Anforderungen erhoben und formalisiert. Ersteres geschieht mit Hilfe dem Einsatz von Anforderungserhebungsmethoden bspw. Fragebögen, Fokusgruppen o.ä. Diese sind gemäß den untersuchten Stakeholdern zu nutzen. Sind bspw. im allgemeinen Nutzer des ÖPNV durch Fragebögen zu erreichen, können Blinde bzw. Taube Nutzer diese nicht beantworten. Hierzu sind spezielle Dolmetscher nötig, womit als Erhebungsmethode hier das Fokusgruppen- oder Einzelinterview gewählt wird, deren Ergebnisse von den Dolmetschern transkribiert werden für die weitere Verwendung im Projekt. Somit ist die Wahl der Erhebungsmethode immer problemspezifisch.

Sind die Anforderungen erfasst, sind diese zu systematisieren und eindeutig zu formulieren, damit jeder Projektbeteiligte das gleiche Verständnis hat und schnell auf die Anforderungen zugreifen kann.

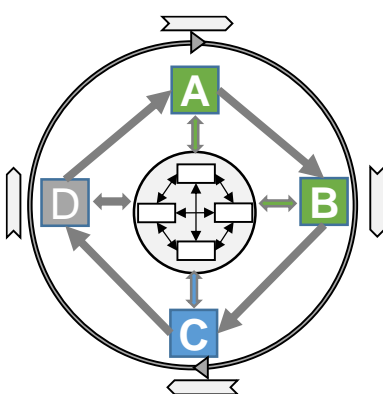
Für diese Formalisierung werden Templates, wie etwa das im Projekt aim4it genutzte Anforderungstemplate für Use-Cases, genutzt. Damit wird ein eindeutiger Zusammenhang zwischen den verschiedenen Systemteilen, den Anforderungen und den Stakeholdern realisiert. Die Dokumentation der Anforderungen wird somit, gemäß Template, in einer Software (MS Excel/Word) umgesetzt.

Im Rahmen der Produktentwicklung werden die Anforderungen bei der Durchführung fachspezifischer Methoden oft in die von der Methode speziell geforderte Modellierungssprache übersetzt. Im hier vorliegenden Fall was es UML. Nach Durchführung der spezifischen Methoden waren die Anforderungen oftmals im Detail weiter konkretisiert, was durch die Eingrenzung des Lösungsraums bedingt ist. .

Die so weiterentwickelten Anforderungen müssen somit anschließend in das Systemmodell zurückgeführt werden. Nur durch eine solche Aktualisierung kann das Systemmodell für die weiteren Schritte des Vorgehens genutzt werden. Im Konkreten bedeutet dies, dass die Anforderungs-Anforderungsmatrix im Systemmodell aktualisiert wird. Zudem werden die Relationen der Anforderungen mit den Funktions-, Prozess-, Komponenten und Personenelementen bei Bedarf ergänzt oder korrigiert.

Im nächsten Schritt des Vorgehens wird die Analyse der Anforderungen vorgenommen. Hierzu ist das in Schritt B entwickelte Systemmodell unumgänglich zu nutzen.

### Schritt C



Schritt C fokussiert die Analyse der Anforderungen. Dafür werden die erarbeiteten Ergebnisse aus dem Systemmodell genutzt. Es werden problemlösungsspezifisch die Sichten des Systemmodells betrachtet (gemäß Problemdefinition und Systemabgrenzung). Wird die Anforderungssicht fokussiert, müssen die jeweiligen Anforderungen aus dem in Schritt B entwickelten Systemmodell genutzt werden (vgl. Abbildung 8).

Diese können dann anschließend analysiert werden. Hierzu kann bspw. eine hierarchische Strukturierung helfen, um zunächst die Systemzusammenhänge herzustellen.

Diese basiert im konkreten Anwendungsfall des aim4it Projektes auf den entwickelten Use-Cases, denen Anforderungen zugeordnet worden sind.

Um das Verständnis dieser zu verbessern und auch die Ebenen der Anforderungen festzulegen, respektive Überschneidungen zu analysieren und zu verhindern, wurde die in Abbildung 7 dargestellte Hierarchie entwickelt.

Grundlegend ist hier das Ziel zunächst festzulegen (barrierefreier ÖPNV). Nachfolgend sind die Use-Cases aufgezeigt und im speziellen Anforderungen hinsichtlich der Informationsbereitstellung für Use-Case „Feedback“. Diese so entwickelte hierarchische Untergliederung ist anschließend in das nun detaillierte Systemmodell zurückzuführen, um für weitere Analysen genutzt zu werden.

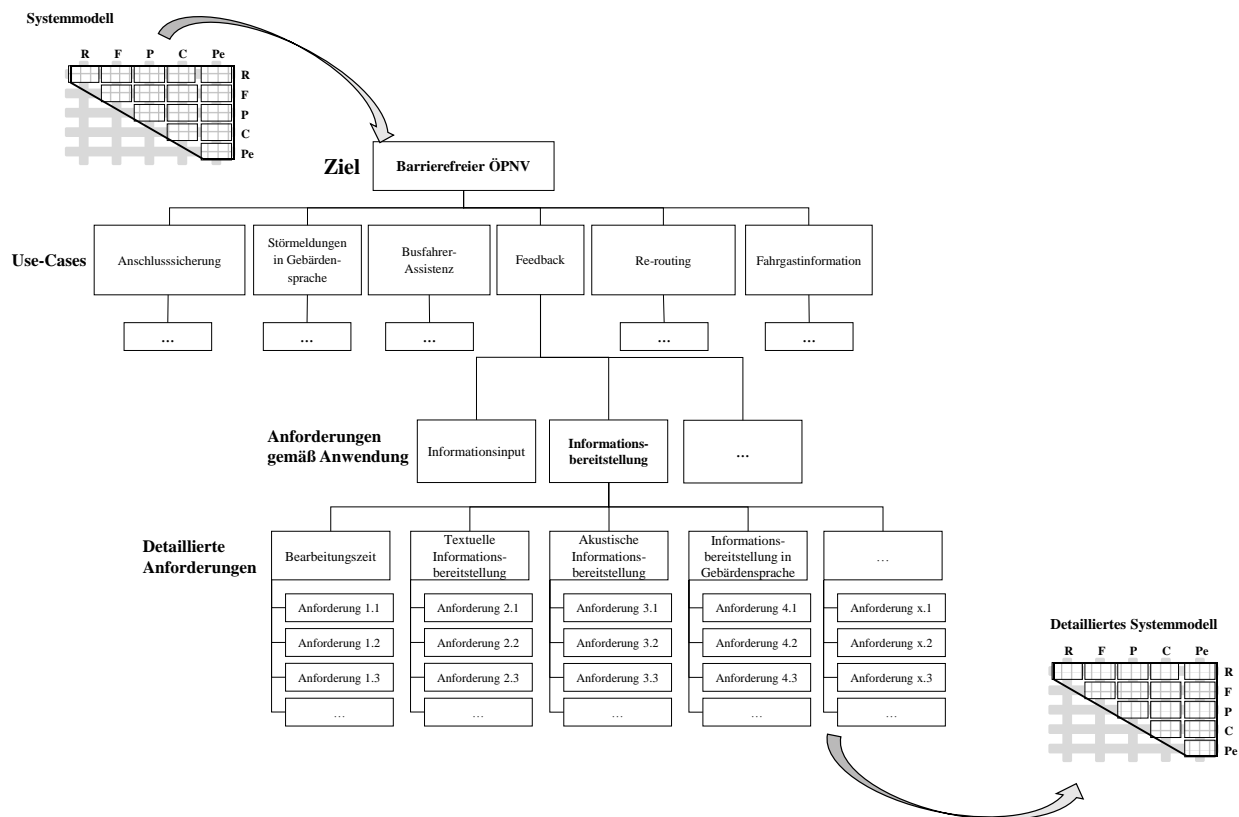
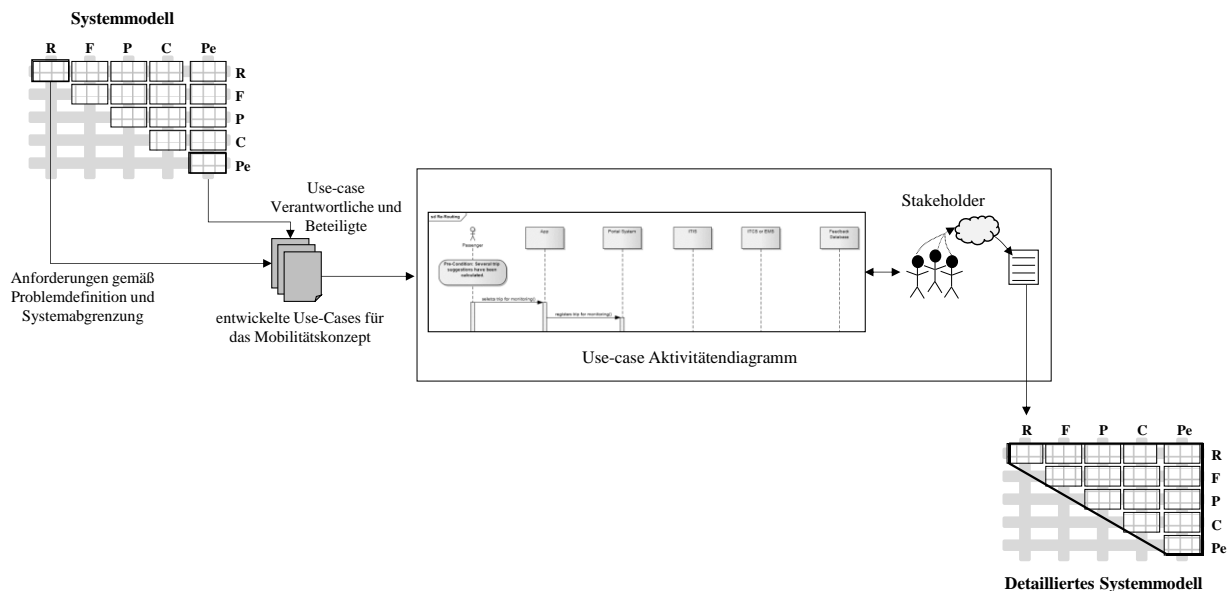


Abbildung 7: Anforderungskonkretisierung (in Anlehnung an [Nic16a])

Weitere Informationen wie bspw. genutzte Komponenten können auch über die Use-Case Templates respektive formalisierten Anforderungen in das Systemmodell übertragen werden. Auch hier sind bspw. hierarchische Strukturen denkbar.

Anschließend muss eine Analyse dieser Anforderungen erfolgen. Auch hierfür gibt es eine Vielzahl von Möglichkeiten z.B. funktionale Zusammenhänge oder Priorisierungen hinsichtlich wichtigster Stakeholder.

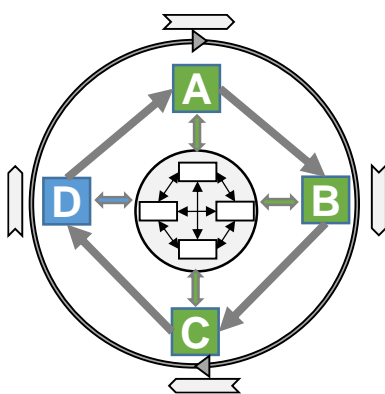
Durch die Vernetzung der Use-Cases und der Systemkomponenten mittels Aktivitätendiagrammen und Personen respektive Stakeholdern kann eine weitere Analyse des Systemverhaltens erfolgen (vgl. Abbildung 8). So werden z.B. Informations- und Materialflüsse deutlich und mögliche Probleme visualisiert [Nic16b].



**Abbildung 8: Weiterentwicklung des Systemmodells mit Hilfe der Analyse [in Anlehnung an Nic16a]**

Mittels des detaillierten Systemmodells wird die Entwicklung der aim4it-Applikation unterstützt. Treten in der Entwicklung Probleme oder Fehler auf, welche z.B. das Aktivitätendiagramm oder die Use-case Zusammenhänge betreffen, so müssen diese, basierend auf dem Systemmodell aktualisiert und damit zurückgeführt werden. Nur so ist eine konsistente Anforderungsdokumentation z.B. über Versionierung möglich.

Im letzten Schritt des Vorgehens ist die Validierung der Anforderungen zu sehen. Dieser Schritt im Schritt D erläutert.



### Schritt D

Im Schritt D des Vorgehens wird die Anforderungvalidierung umgesetzt. Dieses basiert auf der Systementwicklung und den zuvor definierten Use-Cases und Aktivitätendiagrammen. Auch hier sind unterschiedlichste Methoden zur Anforderungvalidierung einzusetzen, z.B. durch Kundenzufriedenheitsmessungen [Töp08], Abnahmeprüfungen, Zertifizierung nach Normen, etc. Der Einsatz von spezifischen Methoden ist wiederum am Einsatzzweck abzuleiten. Besteht bspw.

kein direkter Kundenkontakt, so können postalische Befragungen hinsichtlich des Umsetzungsstandes erfolgen. So ist der Soll-Ist Abgleich der Anforderungen zu überprüfen.

Mit Hilfe dieses Soll-Ist Abgleiches (vgl. Abbildung 9) wird das Systemmodell zu einem bestimmten Zeitpunkt aktualisiert und der Umsetzungsgrad festgehalten. Zu einem späteren Zeitpunkt kann dieses Systemmodell weiter genutzt werden. So können z.B. weitere Messungen eine Veränderung der Zufriedenheitswerte aufzeigen, welches möglicherweise auf veränderte Anforderungen oder technologische Neuerungen zurückzuführen ist.

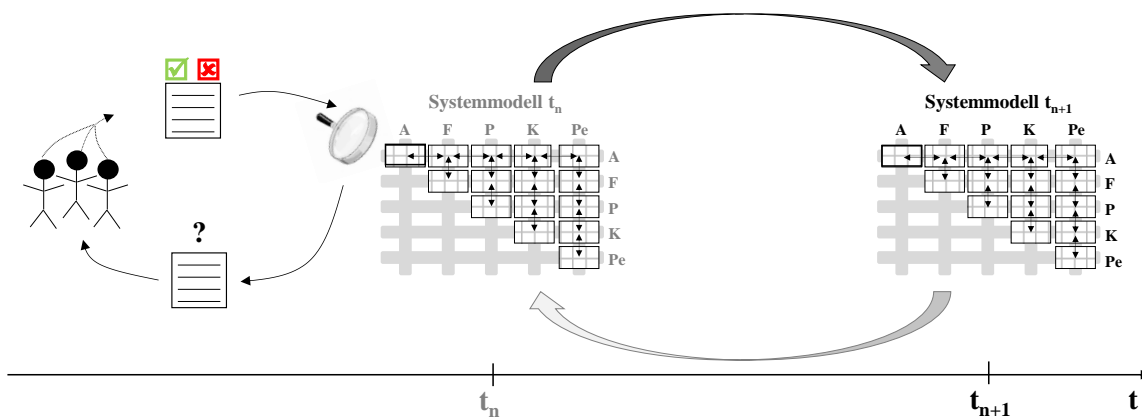
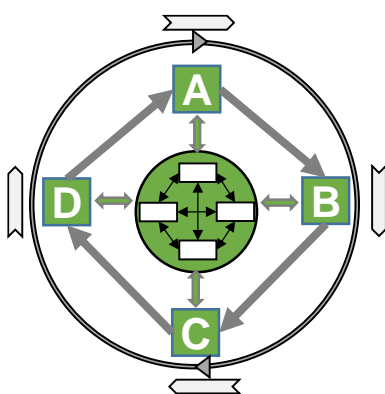


Abbildung 9: Validierung der erhobenen Anforderungen [Nic16a]

Auch können, basierend auf dem Netzwerkgedanken des netzwerkübergreifenden Anforderungsmanagements, neue Partner in die Entwicklung respektive Weiterentwicklung der Produkte schneller eingebunden werden, da ein existierendes einheitliches Systemmodell vorliegt.



### Fazit

Im vorliegenden Abschnitt wurde ein netzwerkübergreifender Ansatz zum Anforderungsmanagement vorgestellt. Dieser verbindet ein auf vier Schritten basiertes Vorgehen mit einem Systemmodell.

Gemäß den zuvor entwickelnden Anforderungen an einen netzwerkübergreifenden Ansatz zum Anforderungsmanagement ist festzustellen, dass die Anforderungen realisiert wurden:

- **Anforderung (1)** einheitliches Anforderungsverständnis: Realisierung durch einheitliche Anforderungssicht im Systemmodell sowie einheitliche Abbildung im Rahmen der Anforderungsdokumentation (Use-Case Template).
- **Anforderung (2)** einheitliches Systemverständnis, technisches Produkt: Realisierung durch das einheitliche Systemmodell mittels der Sichten Anforderungen, Funktionen, Komponenten sowie Prozesse gemäß DeCoDe [Win13].
- **Anforderung (3)** einheitliches Systemverständnis, Entwicklungsnetzwerk: Realisierung durch das einheitliche Systemmodell mittels der Sichten Anforderungen, Funktionen, Komponenten, Prozesse und Personen [Nic16a].
- **Anforderung (4)** einheitliches Prozessverständnis: Realisierung durch das einheitliche Systemmodell mittels der Sicht Prozesse.
- **Anforderung (5)** einheitliche Dokumentation der Anforderungen mittels Use-case Template (vgl. Anforderung 1).

#### **Zu 4 – Befragung des Konsortiums bezüglich des Anforderungsmanagementsystems:**

Um das neu entwickelte Anforderungsmanagementsystem (AMS), welches unter Punkt 3 dargelegt wurde, im Projektkonsortium ressourceneffizient umsetzen zu können, wurde vor der Implementierung eine Befragung durchgeführt, um den aktuellen Wissensstand aller Partner und vorhandener Ressourcen im Bereich Anforderungsmanagement zu identifizieren.

Der Fragebogen (siehe Anhang 3.1) untergliedert sich, neben den allgemeinen Stammdaten wie Größe des Unternehmens, in fünf Fragenkomplexe:

1. Produkt- und Serviceentwicklung

Kopplung der Phasen des Anforderungsmanagements mit der Produkt- und Serviceentwicklung.

2. Anforderungsmanagement in Unternehmen

Welche Tools und Methoden werden aktuell in den Unternehmen genutzt? Welche sind ressourcenschonend für weitere Arbeiten zu nutzen?

3. Schnittstelle Produkt- und Serviceentwicklung, Software und Probleme

Welche Software und Tools werden in den Unternehmen in Kopplung der Produkt- und Serviceentwicklung unter Einbeziehung des Anforderungsmanagements genutzt?

4. Phasenbezogene Fragen für das Anforderungsmanagement

Welche Methoden und Tools werden in den beschriebenen Phasen des Anforderungsmanagements genutzt? Wie ist ein ressourceneffizienter Einsatz zu gestalten?

5. Netzwerkübergreifendes Anforderungsmanagement

Welche Anforderungen, Probleme und Herausforderungen sind im Kontext eines netzwerkübergreifenden Anforderungsmanagements zu beachten?

Im ersten Abschnitt wird zunächst auf abstrakter Ebene abgefragt, inwieweit die Partner bereits ein Anforderungsmanagement in den einzelnen Entwicklungsphasen von Produkten und Dienstleistungen nutzen und wie diese in die Prozesse integriert sind. Im zweiten und dritten Abschnitt werden konkrete Details zur AMS der Partner abgefragt, um einen Überblick über die zur Verfügung stehenden Ressourcen zu erhalten und Synergien identifizieren zu können.

Der vierte Abschnitt dient der Erhebung von Problemen und Herausforderungen als auch Wünschen der Partner bezüglich des zu entwickelnden AMS.

#### **Ergebnisse zum Themenbereich Produkt- und Serviceentwicklung**

Zunächst wird durch die Befragung deutlich, dass alle Unternehmen des Netzwerkes im Projekt aim4it ein systematisches Vorgehen im Produkt- und Serviceentwicklungsprozess nutzen. Dieses

umfasst in nahezu jedem Unternehmen eine Phase der Anforderungsermittlung für die kundenorientierte Produktentwicklung (vgl. Abbildung 10).



Abbildung 10: Vorgehen im Produkt- und Serviceentwicklungsprozess im Vergleich aller Projektpartner

Das in diesem Forschungsprojekt entwickelte Vorgehen für das Anforderungsmanagement basiert auf den unter Punkt 3 vorgestellten vier Schritten der Systemdefinition, der Anforderungserhebung, der Analyse und Strukturierung sowie der Validierung.

Dabei nutzen alle Unternehmen die grundlegenden Phasen der Systemdefinition, der Erhebung von Anforderungen, der Strukturierung und Bewertung, der Analyse sowie der Validierung.

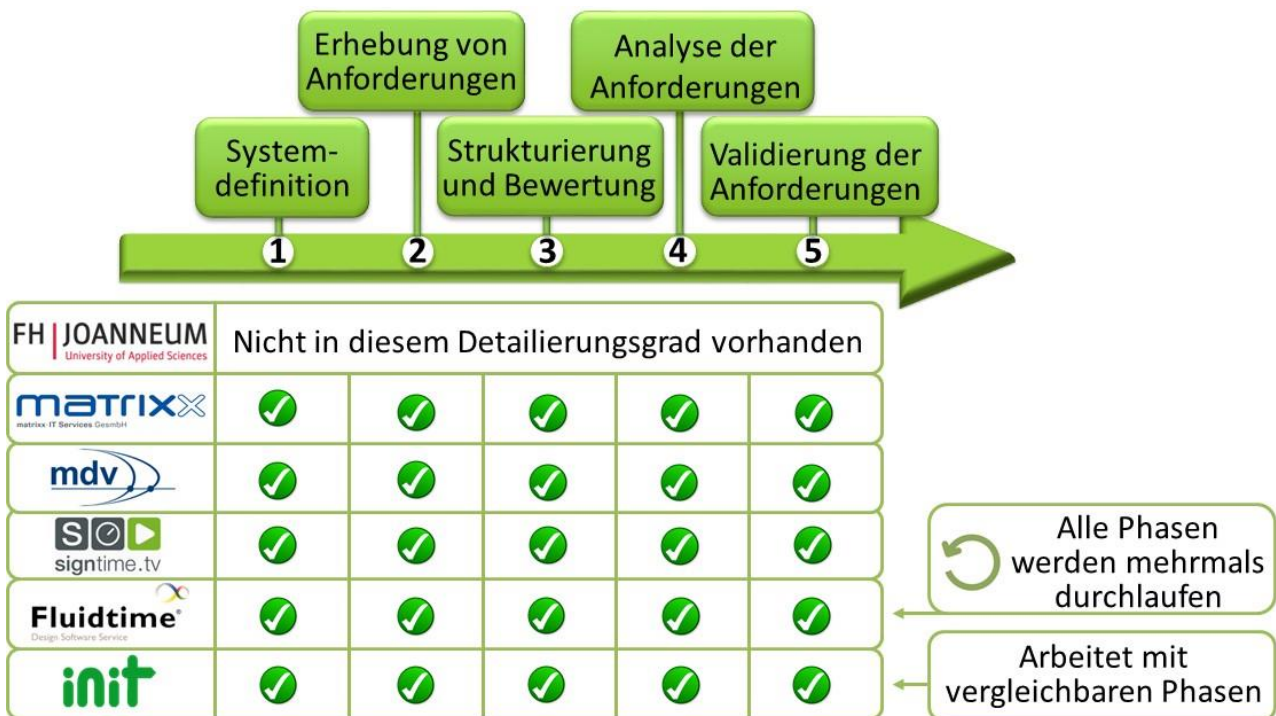


Abbildung 11: Vorgehen zur Handhabung von Anforderungen im Vergleich aller Projektpartner



Diese Phasen werden mitunter mehrmals durchlaufen, um eine konsistente Anforderungsdokumentation zu erreichen, auch hinsichtlich unterschiedlicher Konkretisierungsebenen und daraus resultierenden Schwierigkeiten und Auswirkungen auf andere Anforderungen bzw. die Systementwicklung (vgl. Abbildung 11).

Die nachfolgenden fünf Fragen nutzen die Kopplung des Anforderungsmanagements bzw. seiner Phasen mit den Phasen der Produktentwicklung, wie Abb. 12 aufzeigt. So werden für jede Phase des Anforderungsmanagement (1. Systemdefinition bis 5. Validierung) die einzelnen Phasen der Produktentwicklung (1. Strategieplanung bis 8. Markteinführung) betrachtet. So wird deutlich in welcher Phase der Produktentwicklung die Schritte des Anforderungsmanagements Anwendung finden.



Abbildung 12: Schnittstellen zwischen Anforderungsmanagements - Systemdefinition und den Phasen der Produktentwicklung

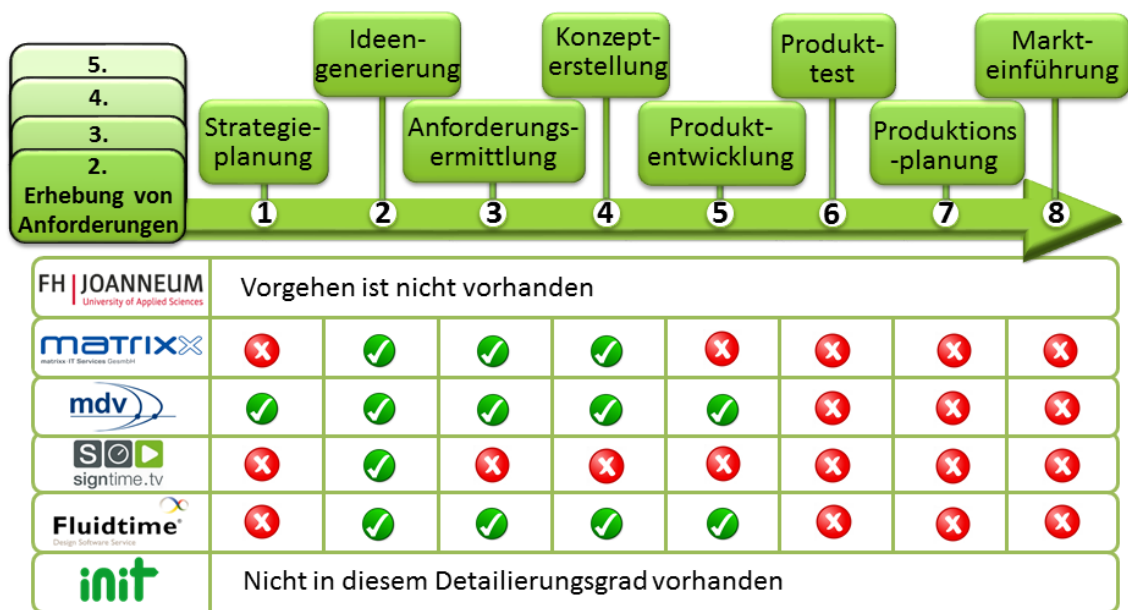


Abbildung 13: Schnittstellen zwischen den Phasen der Produktentwicklung und des Anforderungsmanagements - Erhebung der Anforderungen

Es zeigt sich, dass die Phasen der Systemdefinition und Erhebung von Anforderungen in der Produktentwicklung verteilt eingesetzt werden (vgl. Abbildung 12 und Abbildung 13). Es sind Schnittstellen zwischen diesen in den Phasen Strategieplanung, Ideengenerierung, Anforderungsermittlung, Konzepterstellung, Produktentwicklung sowie Produktionplanung zu sehen. Es wird deutlich, dass das Anforderungsmanagement somit oft iterativ eingesetzt wird, was dazu führt, dass die Anforderungen kontinuierlich mit aktualisiert werden, wenn die Produktentwicklung fortschreitet. Allerdings ist fraglich, ob die in den einzelnen Phasen erzielten Ergebnisse systematisch in ein Systemmodell zurückgeführt werden. Des Weiteren zeigen die ermittelten Ergebnisse ein mitunter nicht systematisches angewandtes Anforderungsmanagement in der Produktentwicklung. Möglicherweise ist dieses auch auf die unterschiedlichen Disziplinen der einzelnen Unternehmen zurück zu führen.



Abbildung 14: Schnittstellen zwischen den Phasen der Produktentwicklung und des Anforderungsmanagements - Strukturierung und Bewertung



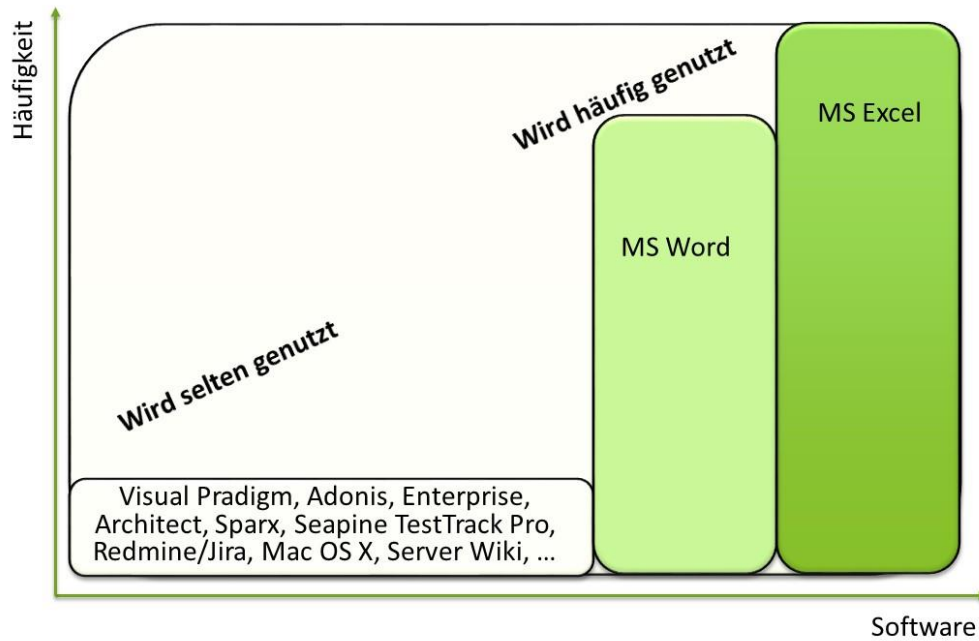
Abbildung 15: Schnittstellen zwischen den Phasen der Produktentwicklung und des Anforderungsmanagements - Analyse



Abbildung 16: Schnittstellen zwischen den Phasen der Produktentwicklung und des Anforderungsmanagements - Validierung

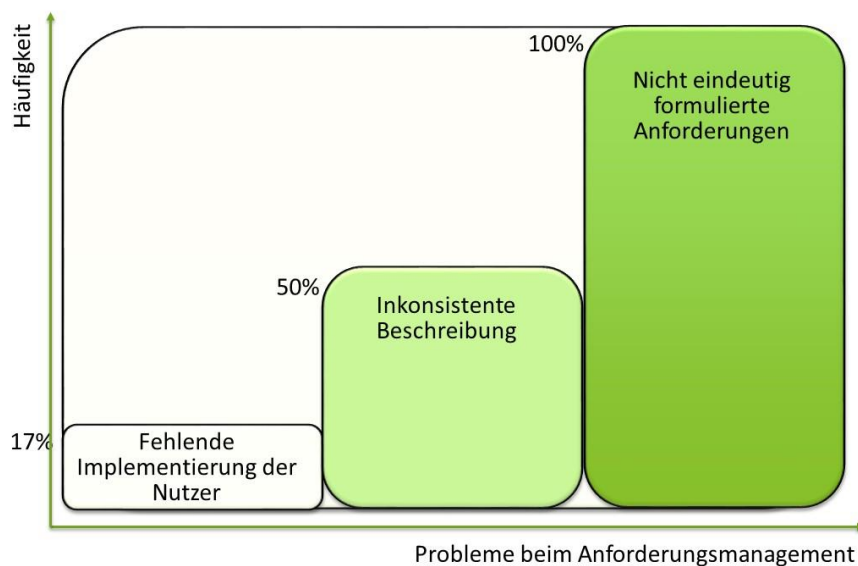
Auch die nachfolgenden Phasen der Strukturierung und Bewertung, der Analyse sowie der Validierung der Anforderungen (siehe Abb. 14-16) zeigen ein differenziertes Vorgehen. Ist die Strukturierung und Analyse noch der Phase der Strukturierung und Bewertung der Anforderungen zuzuordnen (vgl. Abbildung 15), so ist die Analyse selbst kaum einer Phase zuzuordnen (vgl. Abbildung 16). Dies ist möglicherweise durch die Überschneidungen zwischen Strukturierung, Bewertung und Analyse zu erklären. Somit ist für eine ressourceneffiziente Einführung des AMS im Projektkonsortium die Bündelung der Phasen Strukturierung, Bewertung und Analyse von Anforderungen ratsam, um eine unnötige Umgestaltung der Prozessbeschreibungen der Anforderungsmanagementsysteme einzelner Partner zu vermeiden.

Die Validierung ist als letzte Phase des Produkttests sowie die Markteinführung zuzuordnen (vgl. Abbildung 17). Somit werden die einzelnen Phasen des Anforderungsmanagements im Produktdesign respektive –entwicklung sequentiell zur Entwicklung selbst durchlaufen (von der Planung bis zur finalen Einführung). Daraus ist zu schlussfolgern, dass auch ein Anforderungsmanagement über die gesamten Phasen zu nutzen ist sowie aktuell zu halten. Dies ist neben einem einheitlichen Vorgehen durch eine iterative Aktualisierung des Systemmodells im Anforderungsmanagement realisierbar.



**Abbildung 17: Softwarenutzung in der Handhabung von Anforderungen**

In der Nutzung der Handhabung der Anforderungen ist eine Vielzahl von Software im Einsatz (vgl. Abbildung 17). Es zeigt sich, wie häufig verbreitete Softwareprodukte wie MS Word oder MS Excel Verwendung finden. Das ist neben der weiten Verbreitung durch die relativ niedrigen Kosten sowie Verständnis in der Anwendung nahezu aller Stakeholder zu erklären.



**Abbildung 18: Hauptprobleme beim Anforderungsmanagement**

Grundlegende Probleme bei der Nutzung und Anwendung des Anforderungsmanagements sind zu- meist in der Dokumentation zu finden. Hier sind fehlende Nutzerimplementierungen, inkonsistente Beschreibungen sowie nicht eindeutig formulierte Anforderungen als häufigste Probleme zu nennen

(vgl. Abbildung 18). Dieses deckt sich auch mit der gängigen Literatur zum Anforderungsmanagement [vgl. Ebe14; Par10].

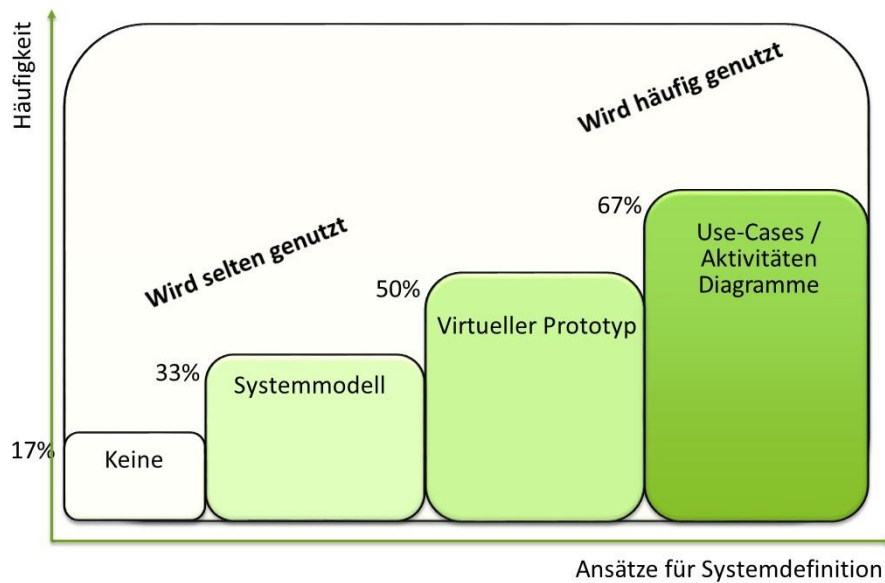


Abbildung 19: Ansätze zur Abgrenzung bzw. zur Definition des zu entwickelnden Systems

Zum Methodeneinsatz hinsichtlich der Systemabgrenzung und –definition sind häufig Use-cases sowie darauf basierende Aktivitätendiagramme im Einsatz. Auch virtuelle Prototypen sowie Systemmodelle finden Anwendung (vgl. Abbildung 19). Das ist durch unterschiedliche Fachdisziplinen der Partner im Netzwerk zu erklären. Möglicherweise mangelt es aber auch an einem Verständnis für den Begriff des Systemmodells, da mitunter Use-cases respektive Aktivitätendiagramme als Systemmodell verstanden werden können.

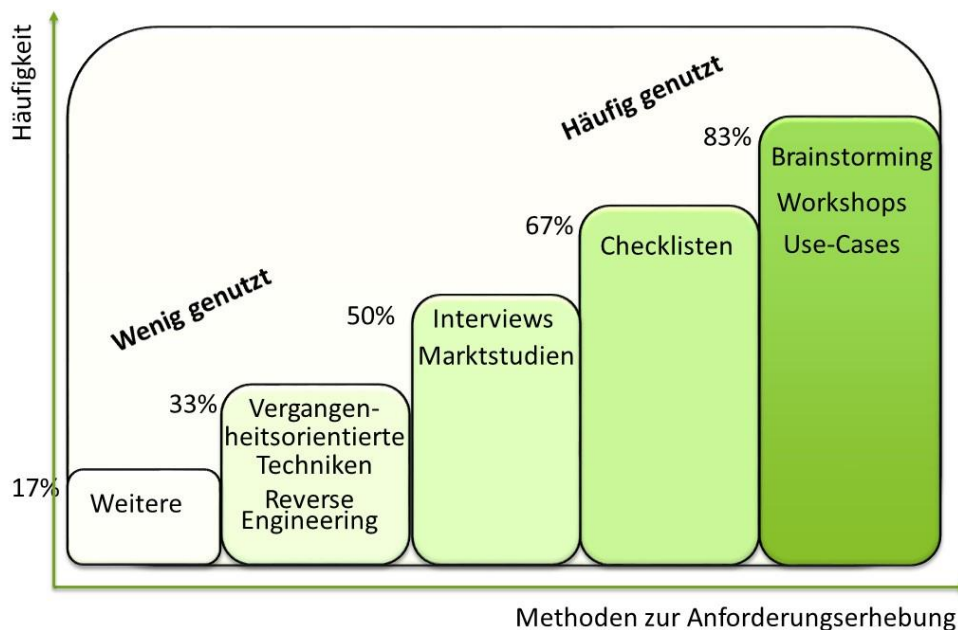


Abbildung 20: Methoden zur Anforderungserhebung

Methoden zur Anforderungserhebung sind vielfältig. Grundsätzlich ist keine ideale Methode vorhanden, aufgrund der spezifischen Anpassungen bzw. Anwendungen der einzelnen Methoden ist eine große Anzahl der Anforderungserhebungsmethoden in der Literatur entstanden [Nic16a]. Auch für die Partner im Entwicklungsnetzwerk respektive für das aim4it Mobilitätskonzept ist eine Vielzahl von genutzten Methoden zu erkennen (vgl. Abbildung 20). Diese sind in Kreativitätstechniken (z.B. Brainstorming), vergangenheitsorientierte Techniken (z.B. Wiederverwendung von Anforderungskatalogen vorheriger Projekte), Befragungstechniken (z.B. Interviews) oder Unterstützungstechniken (Checklisten) zu unterscheiden. Je nach definierter Problemstellung müssen diese Methoden kombiniert werden bspw. Wiederverwendung und Brainstorming.







	Erhobene Daten der Anforderungsquellen
	Kundenprofil, Alter
	-
	Fahrgastkategorien
	Datenaufnahme hängt vom speziellen Auftrag ab
	Mobilitätsprovider, Verbünde, Städte, Berater
	-

Abbildung 21: kundespezifische Daten zu den Anforderungen

Die hierbei erhobenen Grunddaten, neben den Anforderungen, sind ebenfalls vielfältig (vgl. Abbildung 21). Um eine konsistente Anforderungserhebung und –dokumentation zu realisieren bzw. auch eine grundlegende Rückverfolgbarkeit (Tracing) sind diese allerdings nötig. Es wird deutlich, dass kundenbezogene Daten am häufigsten genutzt werden. Funktionale Zusammenhänge o.ä. werden in dieser Stufe der Systementwicklung respektive Anforderungsermittlung noch nicht berücksichtigt.

	Basierend auf	Modellierungssprache
	Persönliche Dokumentation	UML , Use-Cases, Sequenzdiagramme
	Softwareunterstützende Datenbanken	UML, BPMN 2.0
	Softwareunterstützende Datenbanken	UML
	Checklisten	-
	Checklisten, User Stories, Screenflows, Visuals, Personas, Pflichtenhefte (teilweise)	UML
	Checklisten(partial)	-

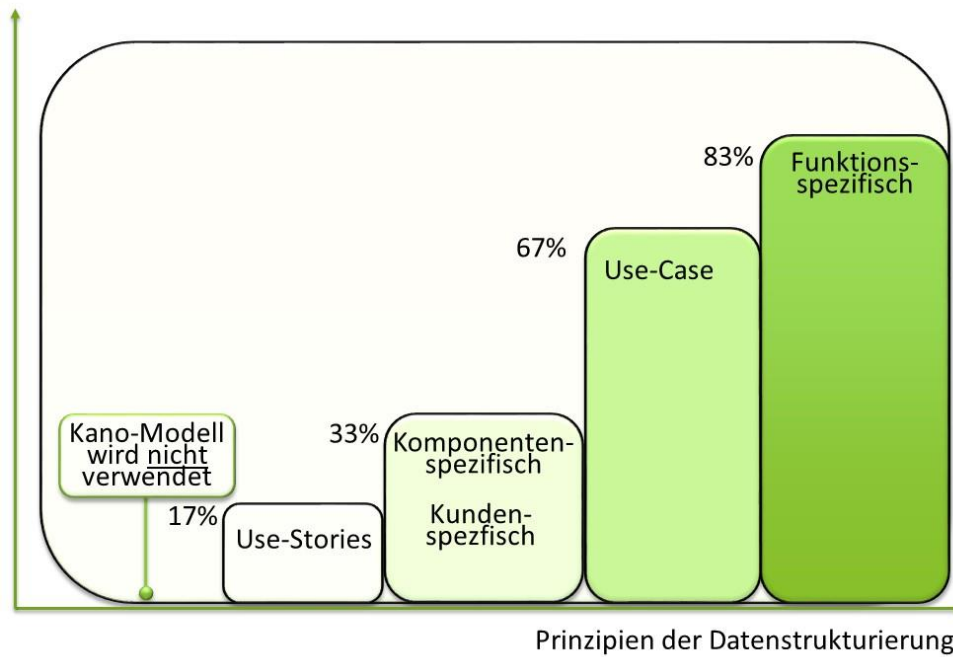
Abbildung 22: Anforderungsdokumentation

Die Anforderungsdokumentation erfolgt zum Großteil basierend auf UML (unified modeling language) (vgl. Abbildung 22). Dies ist durch die fachdisziplinspezifischen Hintergründe der einzelnen Unternehmen zu begründen. Vor allem in der Softwareentwicklung werden UML-basierte Modellierungen genutzt. Auch im Projekt aim4it wurden diese angewendet (UML-basierte Aktivitätendiagramme, synonym hierzu Sequenzdiagramme). BPMN-basierte Modelle (Business process model and notation) werden grundsätzlich für Geschäftsprozesse genutzt. Aufgrund der fokussierten Produktentwicklung eines softwarebasierten Systems ist dieses Modellierungsprinzip nicht zu fokussieren. Somit ist festzuhalten, dass auch hier anwendungsspezifische Modelle zum Einsatz kommen.

Die Strukturierung der aufgenommenen Daten erfolgt nach verschiedenen Prinzipien. Es ist zunächst festzustellen, dass beispielsweise das Kano-Modell (siehe hierzu [Kam12]), welches Anforderungen nach ihrer Bedeutung für den Anforderungssteller in Basis-, Leistungs-, und Begeisterungsanforderungen einteilt, keine Anwendung findet. Dies ist darin begründet, dass dieses Konzeptes des AMS zum Ziel hat, vor allem bisher nicht erkannte und vom Kunden respektive Stakeholder nicht ausgesprochene Anforderungen zu formulieren [Höl08]. Eine Erweiterung um die Strukturierung der Anforderungen gemäß des Kano-Modells ist jedoch theoretisch möglich.

Funktionsspezifische Zusammenhänge und Use-Cases stellen die häufigsten Prinzipien der Datenstruktur dar, gefolgt von Komponenten- und Kundenspezifischen (vgl. Abbildung 23). Funktionsspezifische Zusammenhänge können durch die Lösungsneutralität der Funktionen für die Lösung respektive Weiterentwicklung von Systemen genutzt werden [PL11]. Use-Cases hingegen nutzen mittels Sequenzdiagrammen ebenfalls funktionale Zusammenhänge unter Zuhilfenahme der groben Komponentenstruktur. Es zeigt sich, dass die Kombination der Use-Cases mit Storylines eine höhere Berücksichtigung der Kundenanforderungen bzw. direkte Zusammenhänge ermöglichen. Damit können komponentenspezifische respektive kundenspezifische Datenstrukturen auch über Use-Cases abgebildet werden.





**Abbildung 23: Prinzipien zur Datenstrukturierung von Anforderungen**

Mittels verschiedener Methoden werden Anforderungspriorisierungen im Anforderungsmanagement vorgenommen.

 <b>FH JOANNEUM</b> <small>University of Applied Sciences</small>	Experteninterviews
 <b>matrix</b> <small>matrix IT Services GmbH</small>	Experteninterviews, Nutzwertanalyse, Geschätzter Aufwand, Zeitlichen Vorgaben
 <b>mdv</b>	Workshops mit Kunden
 <b>signtime.tv</b>	Experteninterviews, Fokusgruppeninterviews
 <b>Fluidtime</b> <small>Design Software Service</small>	Workshops mit Kunden, User Experience Nights
 <b>init</b>	Workshops mit Kunden

**Abbildung 24: Methoden der Anforderungspriorisierung und -bewertung**

Häufig werden kundenorientierte Methoden genutzt, z.B. Workshops mit den Kunden, um die für diese Stakeholdergruppe eine Priorisierung der Anforderungen vorzunehmen (vgl. Abbildung 24). Diese werden ergänzt von Experteninterviews, welche das System kennen und die gestellten Anforderungen einordnen und priorisieren können. Das kann hinsichtlich verschiedenster Faktoren erfolgen bspw. hinsichtlich Kosten, Nutzen für Stakeholder etc.

Für weitere Analysen der Anforderungen werden grundsätzlich qualitative Analysen genutzt. Diese sind mit dem hieraus generierten Informationsgehalt zu erklären, welcher durch das Prinzip der quantitative Analyse nicht realisiert werden kann (vgl. Abbildung 25).







	Qualitative Analyse v. Anforderungen	Qualitative Analyse von Anforderungen
	Statistische Erhebung	Key-User
	-	Verständlichkeit, Vollständigkeit, Machbarkeit
	-	UI-Experience Analyse, Datenflussanalyse, Security Analyse, Resilience Analyse
	-	Interviewauswertung
	Nutzungsstatistiken (auch aus Vorprojekten)	Feedback durch Experten/User, Erfahrungen aus Vorprojekten/Studien
	-	-

Abbildung 25: Prinzipien der Anforderungsanalyse

Im Schritt Validierung des Ansatzes für ein Anforderungsmanagement für Unternehmensnetzwerke müssen die Anforderungen gemäß des Umsetzungsgrads untersucht werden. Auch hierfür ist eine Vielzahl von Methoden einsetzbar [Töp08]. Vorwiegend wird das Prototyping sowie der diesem ähnliche Mock-Up genutzt. So werden Stakeholder respektive Kunden mit dem fertigen, erstellen Produkt in Verbindung gebracht und können so eine Evaluierung vornehmen. Auch sind Kundenbefragungen als Validierungsmethoden neben Abnahmen, Fokusgruppen sowie Nutzungsstatistiken als mögliche Methoden zu nennen (vgl. Abbildung 26).

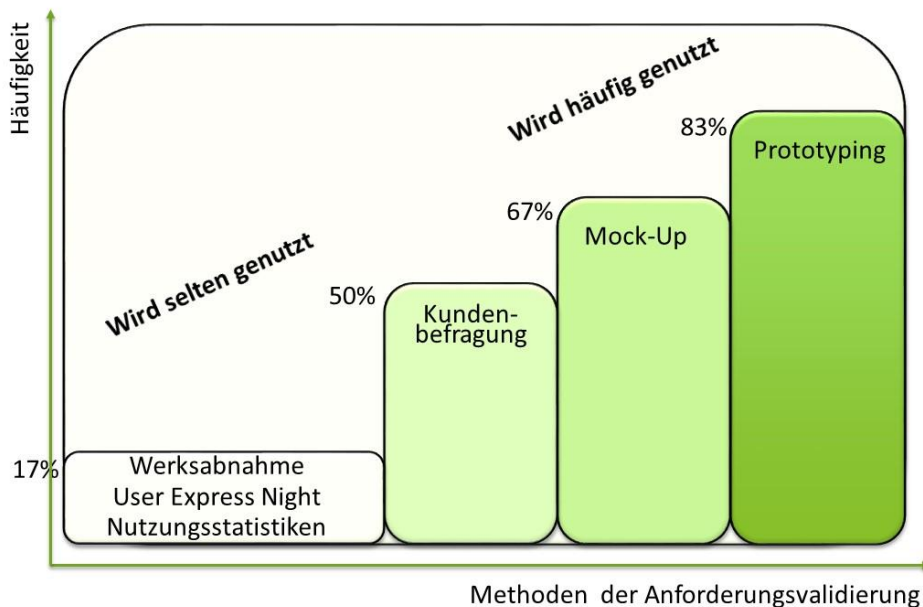


Abbildung 26: Methoden der Anforderungvalidierung

Im letzten Fragenkomplex des Fragebogens wurden Anforderungen an den neuen, netzwerkübergreifenden Anforderungsmanagementansatz gestellt (vgl. Abbildung 27). Diese Anforderungen machen deutlich, dass es eines einheitliches Systemmodells bedarf, welches ein einheitliches

- Anforderungsverständnis,
- Systemverständnis (technisches Produkt),
- Systemverständnis (Entwicklungsnetzwerk),
- Prozessverständnis sowie eine
- Einheitliche Dokumentation realisiert.

Daraus ist zu schlussfolgern, dass ein Anforderungsmanagement geschaffen werden muss, welches ein Systemmodell integriert, das die oben genannten Anforderungen erfüllt.



Abbildung 27: Anforderungen an ein Anforderungsmanagement mit verschiedenen Partnern

Als grundlegende, mögliche Herausforderungen für ein netzwerkübergreifendes Anforderungsmanagement wurden unterschiedlichste Faktoren benannt.

Die am häufigsten fokussierten Probleme sind hier das fehlende, eindeutige Anforderungsmanagement Verständnis bzw. Anforderungsverständnis. So wird deutlich, dass es eines einheitlichen übergreifenden Ansatzes für das AMS bedarf. Dieser wird auch unterstrichen durch die inkonsistenten Beschreibungen der Anforderungsmanagementphasen, der unterschiedlichen Methoden sowie fehlende Vorgaben. Weiterhin ist das fehlende Systemverständnis des Produktes sowie des wertschöpfenden Netzwerkes als problematisch identifiziert worden. Diesem Umstand wird mit der Nutzung eines einheitlichen Systemmodells entsprochen, wie auch der Problemstellung des fehlenden einheitlichen Begriffsverständnisses, der unterschiedlichen Vorgehensmodelle sowie Diskussionsebenen. Hinsichtlich möglicherweise opportun handelnden Partnern im Netzwerk und dem damit verbundenen Know-How Verlust sind Ansätze aus der Netzwerkentwicklung möglicherweise nutzbar. Der

Ansatz zum netzwerkübergreifenden Anforderungsmanagement ermöglicht wenige Eingriffsmöglichkeiten.

### **Zu 5 - Anforderungsliste:**

Im aim4it Konsortium wurden gemeinsam Anforderungen hinsichtlich der Entwicklung der aim4it Applikation festgelegt. Diese basierten auf den zuvor festgelegten Use-cases 1-6, welche auch eine Anforderungsdefinition im Entwicklungsprozess darstellen. Auf Basis dieser Use-cases wurden detaillierte, UML basierte (unified modelling language) Ablauf- bzw. Sequenzdiagramme erstellt, welche den Zusammenhang der verschiedenen technischen Lösungen und Stakeholder aufzeigen. Um hierfür die Sicht der Endkunden zu integrieren, wurden Storylines definiert, welche die standardisierte Umsetzung der jeweiligen Use-cases darstellen. Diese sind in Anhang 3.2 zu finden.

### **Zu 6 – Abgleich der ÖPNV-Informationsstatistiken und Vergleich der Service-Leistungen in Deutschland, Österreich und Polen:**

Ziel des ÖPNV-Vergleichs der drei im aim4it-Projekt beteiligten Länder (Deutschland, Österreich und Polen) war es, die Unterschiede in der Infrastruktur als auch der angebotenen Services heraus zu arbeiten. Dies erfolgte auf Basis der Service-Leistungen bezüglich der real vorliegenden Rahmenbedingungen. Somit wurde eine relative Bewertung in Abhängigkeit verfügbarer Ressourcen und gesetzlicher Rahmenbedingungen ermöglicht. Im Gegensatz dazu wäre ein absoluter Vergleich der Service-Leistungen der drei Länder weniger aussagekräftig, da die unterschiedlichen Rahmenbedingungen starke Auswirkung auf die Möglichkeiten von Service-Leistungen haben.

Um einen Vergleich der ÖPNV-Systeme aus Deutschland, Österreich und Polen zu ermöglichen, wurden zunächst die öffentlich verfügbaren Statistiken der Ministerien als auch Berichte von landesweiten ÖPNV-Organisationen für Menschen mit Behinderung (in Deutschland bspw. der Bundesverband für körper- und mehrfachbehinderte Menschen) miteinander in Beziehung gesetzt, um eine einheitliche Basis für den Vergleich der ÖPNV-Systeme der Länder zu erhalten. Zudem wurden die relevanten Gesetze und Normen identifiziert und analysiert. Einen Überblick über die Dokumente geben Tabelle 6 und Tabelle 7. Diese Arbeiten basieren auf den Ergebnisse der Partner der TU Posen und zeigen den Vergleich der verschiedenen Staaten respektive Gesetze und Normen für das aim4it Mobilitätskonzept auf.

**Tabelle 6: Identifizierte, relevante Gesetze und Normen für aim4it (Legal requirements)**

<b>Legal framework</b>		
1. Legal requirements		
Poland	Deutschland	Österreich
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Regulation of the Minister of Infrastructure of 2 March 2011 on the technical requirements of trams and trolleybuses and their necessary equipment.</li> <li>▪ The Act of 27 August 1997 on vocational and social rehabilitation and employment of disabled persons.</li> <li>▪ The Act of 16 December 2010 on public transport.</li> <li>▪ Regulation of the Minister of Infrastructure of 22 December 2003 on the technical requirements of trams and trolleybuses and their necessary equipment.</li> <li>▪ Regulation of the Minister of Infrastructure of 31 December 2002 on the technical requirements of trams and trolleybuses and their necessary equipment.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Disability Discrimination Act 01.05.2002 (Behindertengleichstellungsgesetz).</li> <li>▪ Sozialgesetzbuch IX 01.07.2010.</li> <li>▪ The General Equal Treatment Act 18.08.2006 (Das Allgemeine Gleichbehandlungsgesetz).</li> </ul>	<p>Public transport:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ StVO (Strassenverkehrsordnung).</li> <li>▪ StrabVO (Strassenbahnverordnung).</li> <li>▪ Eisenbahngesetz.</li> <li>▪ Öffentlicher Personennah- und Regionalverkehrsgesetz 1999 (law).</li> <li>▪ Kraftfahriniengesetz (KfIG) – law (bus services).</li> <li>▪ Rechtliche Konstruktion eines Verkehrsverbundes.</li> <li>▪ Lichtraumvorschrift (regulation for space design for traces).</li> <li>▪ Trassierungsvorschrift</li> </ul> <p>Disabled people:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Bundes-Behindertengleichstellungsgesetz.</li> <li>▪ Behinderteneinstellungsgesetz.</li> <li>▪ Bundesbehindertengesetz.</li> <li>▪ Bundessozialamtsgesetz.</li> <li>▪ Bundes-Verfassungsgesetz.</li> </ul>

**Tabelle 7: Identifizierte, relevante Gesetze und Normen für aim4it (Legal framework)**

Legal framework		
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 2. Standards</li> </ul>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Poland</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Deutschland</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Österreich</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Transportation - Logistics and services - Public passenger transport - Definitions, objectives and measurements of quality of service.</li> <li>▪ Railway – Air conditioning for urban and suburban rail transport – Part 1: Comfort parameters.</li> <li>▪ Public passenger transport - Basic requirements and recommendations for the systems of quality measurement in the services provided.</li> <li>▪ Train Stations - Signage for travelers.</li> <li>▪ Intelligent Transportation Systems - Coded information on traffic and travel data - Part 1: Coding protocol for radio data system - Traffic Message Channel (RDS-TMC) using ALERT-C protocol.</li> <li>▪ Road vehicles - Ergonomic aspects of control systems and information in transport - Principles of dialogue management and compliance procedures.</li> <li>▪ Road vehicles - Ergonomic aspects of control systems and information in transport - Technical requirements and compliance procedures for in-vehicle display.</li> <li>▪ Road vehicles - Ergonomic aspects of control systems and information in</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Standards about stops.</li> <li>▪ Standards about road vehicles.</li> <li>▪ Standards about transport of disabled people.</li> <li>▪ Standards about places, ways and road equipment.</li> <li>▪ Standards about building for disabled people.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Accessible built environment – Design principles</li> <li>▪ Gebäudetreppen (Stairs – Dimensions).</li> <li>▪ Technical aids for visually impaired and blind persons Tactile references on control panels for pedestrians.</li> <li>▪ Technische Hilfen für sehbehinderte und blinde Menschen. Akustische und tastbare Hilfssignale an Verkehrslichtsignalanlagen (Technical aids for visually impaired and blind persons Acoustical and tactile auxiliary signals for traffic lights).</li> <li>▪ Technical aids for visually impaired and blind persons. Tactile ground surface indicators.</li> <li>▪ Graphic symbols for public information – General principles.</li> <li>▪ Visual guiding systems for public information – orientation supported by directional arrows, graphic symbols, text.</li> <li>▪ Public transport. Design principles. Optimization of the public transport.</li> </ul>

<p>transport - Procedures for assessing suitability for use while driving.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Manually propelled wheelchairs - Requirements and test methods.</li> <li>▪ Wheelchairs - Nomenclature, terms and definitions.</li> <li>▪ Wheelchairs - Part 7: Measurements of the seat and wheels.</li> <li>▪ Wheelchairs - Maximum dimensions</li> <li>▪ Road vehicles - Buses - Basic requirements.</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Public transport. Design principles. Optimization of the public transport.</li> </ul>
---	--	--

Wie Tabelle 6 und Tabelle 7 zeigen, sind die Gesetze und Standards der drei betrachteten Länder verschieden. Dies legt den Schluss nahe, dass auch die Serviceleistungen für Menschen mit Behinderungen im ÖPNV in den drei Ländern unterschiedlich ausfallen. Um die aim4it-App so zu gestalten, dass sie in allen drei betrachteten Ländern genutzt werden kann, wurden in einem nächsten Schritt die Serviceleistungen der als Anwendungsbeispiel dienenden Städte Braunschweig, Wien und Posen miteinander verglichen. Ausführliche Informationen hierzu sind im „Deliverable 5.6“ dokumentiert.

Im Ergebnis der Analyse ist festzustellen, dass die Verfügbarkeit von Informationen bezüglich der Dienstleistungen für Menschen mit Behinderung im ÖPNV vielfältig ist. Allerdings beziehen sich die Informationen immer nur auf Teilsysteme, bspw. Informationen zu Umleitungen einer Buslinie, aber kein Überblick über Umleitungen und Betriebsstörungen aller im ÖPNV-System eingesetzten Verkehrsträger (Bus, Straßenbahn, U-Bahn, etc.) und auf unterschiedliche Detaillevel (z. B. wird bei einer Buslinie eine Störung mit konkreter Ortsangabe, Ursache, Verspätungszeit und alternativer Route an den Fahrgast gesendet, während bei einer anderen Linie nur die Information „ Buslinie verspätet“ verfügbar ist), wodurch ein direkter Vergleich nicht möglich ist. Zudem sind Daten zum Teil inkohärent oder nicht erhältlich. Dies liegt daran, dass die betrachteten Länder unterschiedliche Standards bei den IT-Systemen im ÖPNV nutzen. Der Unterschied der Standards ist besonders groß zwischen Polen-Deutschland bzw. Polen-Österreich. Der Unterschied zwischen Deutschland und Österreich ist hingegen als minimal zu betrachten, was dem gemeinsamen Bestreben beider Länder geschuldet ist, ihre Standards im ÖPNV-Bereich anzugleichen. Da diese Angleichung von Standards in Deutschland und Österreich in den letzten Jahren bereits erfolgreich durchgeführt worden ist, kann zudem davon ausgegangen werden, dass die bislang noch existierenden Differenzen bei ÖPNV-Normen oder Gesetze zwischen Polen und Deutschland/Österreich keine negativen Auswirkungen auf die Entwicklung und Inbetriebnahme der aim4it-Applikation haben.

## 2.2. Wichtige Positionen des zahlenmäßigen Nachweises

Tabelle 8: Ausgaben im Projekt aim4it seitens der Forschungsstelle

Anlage zu Punkt 2 des Zwischenberichtes		FKZ: VB64.004/2014		Datum: 06.12.2016		Ressourcenverbrauch im Berichtszeitraum: 01.09.2014-30.06.2016									
Nr.	Arbeitspaket	Pos. 0811 (0812 in PM) Beschäftigte TV6D/TV-L E 12- E 13 bzw. BAT Ila bis I	Pos. 0816 (0817 in PM) Personaleinsatz Beschäftigte TV6D/ TV-L E 1- E 11 bzw. BAT X bis III	Pos. 0819 (0820 in PM) Lohnempfänger MT Arb , gilt nicht bei Anwendung des TV6D/ TV-L	Pos. 0822 in € sonstige (z.B. Hilfswissenschaftler)	Pos. 0824 Personal-einsatz Gesamt in €	Pos. 0831 Gegenstände bis 410 €	Pos. 0834 Mieten, Rechnerkosten	Pos. 0835 Vergabe von Aufträgen	Pos. 0843 Verbrauchsmaterial Geschäftsbedarf Literatur	Pos. 0846 Dienstreisen	Pos. 0850 Gegenstände und andere Inversionen von mehr als 410€	AP Ausgaben gesamt: 14.249,95€		
AP1:	Project Management	2,00				11.964,84 €					2.284,51 €		14.249,35 €		
AP2:	Development of multisensual passenger information system												0,00 €		
AP3:	Development of bus driver assistance system												0,00 €		
AP4:	Feedback function for continual service improvement												0,00 €		
AP5:	Requirements Engineering, Customer Satisfaction and Standardization	14,00			18,00	911.877,77 €				327,78 €			91.515,55 €		
AP6:	Dissemination	2,00				11.964,84 €					2.137,93 €		14.102,77 €		
Gesamtsumme		18,00			18,00	115.117,45 €			- €	327,78 €	4.422,44 €		119.867,67 €		



### **2.3. Notwendigkeit und Angemessenheit der Arbeit**

Die umgesetzten Arbeiten und die dafür genutzten bzw. aufgewendeten Ressourcen waren notwendig und angemessen. Es wurden alle im Arbeitsplan dargestellten Aufgaben erfolgreich bearbeitet. Zusätzliche Ressourcen wurden zur Durchführung des Vorhabens nicht aufgewandt. Es ergab sich allerdings eine kostenneutrale Verlängerung von sechs Monaten, um den im Arbeitspakete 5 vorgesehenen Vergleich der Service-Leistungen im ÖPNV der drei beteiligten Länder zu realisieren.

Für den Vergleich der ÖPNV-Dienstleistungen in Deutschland, Österreich und Polen musste der Zeitbedarf um 1,5 Monate aufgestockt werden, da eine große Anzahl an Dokumenten, die nur in der Landessprache (deutsch und polnisch) erhältlich sind, ins Englische übersetzt werden mussten. Diese Verzögerung hatte Auswirkungen auf alle Arbeitspakete, die sich mit der Kundenfeedback-App und der entsprechenden Programmierung und Einbettung der aim4it-Applikation befassten, da auf Basis der vereinheitlichten Standards der drei involvierten Länder die Fragen, die über die App gestellt werden sollen, spezifiziert werden mussten. Des Weiteren hat sich das Konsortium dazu entschlossen weitere 2 Monate für die Optimierung der aim4it-Systeme nach Auswertung der Acceptance Tests einzuplanen, um ggf. nicht vorhersehbare Abweichungen bei den Funktionalitäten beheben zu können.

### **2.4. Nutzen der Arbeit**

Die Arbeiten für einen netzwerkübergreifenden Anforderungsmanagement-Ansatz adressieren sowohl wissenschaftlich-technisch, wie auch wirtschaftlichen Nutzen. Die beschriebenen Problemstellungen aus Wissenschaft und Technik zeigen, dass ein Ansatz für ein netzwerkübergreifendes Anforderungsmanagement unumgänglich ist. Der in diesem Forschungsprojekt erarbeitete Ansatz zeigt hierzu eine erste Realisierungsmöglichkeit. Im Rahmen des Forschungsprojektes wurde dieser für die Produktentwicklung einer softwarebasierten Leistung eingesetzt. Durch die Realisierung der Feedbackfunktion kann weiterhin auch die Umsetzung der Anforderungen im Produkt überprüft und zeitnah in einer Verbesserung umgesetzt werden. Somit ist ein kontinuierlicher Verbesserungsprozess gewährleistet.

Durch Untersuchungen hinsichtlich der Übertragbarkeit des Ansatzes auf andere Netzwerke und Branchen [Nic16a] zeigt sich die Umsetzung des Ansatzes und dessen Realisierung mittels modularem Aufbau. Somit ist, neben dem wissenschaftlich-technischen Nutzen, auch ein wirtschaftlicher Nutzen gegeben. Maßnahmen zur Verwertung der Ergebnisse, die hierüber hinausgehen, wurden nicht getroffen.

### **2.5. Fortschritte auf dem Gebiet**

Es konnten keine konkurrierenden Vorhaben zu Beginn des Projektes identifiziert werden, welche ein Anforderungsmanagement für Netzwerke sowie Kundenzufriedenheitsmessung fokussieren.

Die Entwicklung und Nutzung von Anforderungsmanagementsystemen und spezifischen Lösungen wird weiterhin global diskutiert (bspw. MBSE – Model-based Systems Engineering). Es sind allerdings keine Ansätze für eine modulare Nutzung des Anforderungsmanagements über verschiedenste Branchen und Produkte respektive Leistungen für Unternehmensnetzwerke erkennbar [Nic16a].

Die Dokumentation des nationalen Standardisierungsvorhabens IP-KOM-ÖV liegt vor und liegt den im Projekt zu entwickelnden Mehrwertdiensten zu Grunde.

## 2.6. Veröffentlichungen

Die Ergebnisse des Projektes aim4it wurden und werden wie nachfolgend aufgeführt veröffentlicht. Alle Veröffentlichungen (Fachartikel, Monographie) unterlagen der wissenschaftlichen Qualitätssicherung (Review).

**Tabelle 9: Veröffentlichungen zu aim4it**

<b>Fachartikel in Zeitschriften</b>
<p><b>Schlüter, N.; Nicklas, J.-P.; Winzer, P.; Schnieder, L.;</b>                  Smart and Individual Travel Assistance – Barrierfree Mobility for all. Smartphone application for barrierfree cross-modal transportation information in real-time.                  IARAI Journal 2016, angenommener Beitrag zur Veröffentlichung.</p>
<p><b>Starzyńska, B.; Kujawińska, A.; Grabowska, M.; Diakun, J.; Więcek-Janka, E.; Schnieder, L.; Schlüter, N.; Nicklas, J.-P.</b>                  „Requirements Elicitation of Passengers with Reduced Mobility for the Design of High Quality, Accessible and Inclusive Public Transport Services”                  In: Management and Production Engineering Review (MPER), Vol. 6, No.3, Sept. 2015, S. 70-76.                  DOI: 10.1515/mper-2015-0028</p>
<b>Monographie</b>
<p><b>Nicklas, J.-P.</b>                  Ansatz für ein modellbasiertes Anforderungsmanagement in Unternehmensnetzwerken. In: Winzer, P. (Hrsg.): Berichte zum Generic Management 02/2016. Veröffentlichung in Vorbereitung im Shaker Verlag, 2016.</p>
<b>Vorträge mit Fachartikel</b>

<p><b>Schnieder, L.; Ademeit, A.-M.; Barrilero, M.; Schlüter, N.; Nicklas, J.-P.; Winzer, P.; Starzyńska, B.; Kujawińska, A.; Diakun, J.</b></p> <p>Systematic improvement of customer satisfaction for passengers with special mobility needs. In: Brebbia, J.L.; Miralles, G. (Hrsg.): Urban Transport 2015, XXI International Conference on Urban Transport and the Environment. Spanien: Valenica. WitPress, S.375-390, 2015. DOI: 10.2495/UT150301</p>
<p><b>Nicklas, J.-P.; Schlüter, N.; Schnieder, L.; Winzer, P.</b></p> <p>Entwicklung einer anforderungsgerechten Mobilitätsassistenz für in ihrer Mobilität eingeschränkte Reisende. In: Bracke, S.; Mamrot, M.; Winzer, P. (Hrsg.), Qualitätsmethoden im Diskurs zwischen Wissenschaft und Praxis, Bericht zur GQW-Jahrestagung 2015 in Wuppertal. Band: 2015,17. Reihe: Berichte zum Qualitätsmanagement. ISBN 978-3-8440-3351-9, Januar 2015, S.229 – 242.</p>
<p><b>Nicklas, J.-P.; Schlüter, N.; Winzer, P.; Schnieder, L.</b></p> <p>Accessible and inclusive mobility for all with individual travel assistance – aim4it In: 2015 IEEE 18th International Conference on Intelligent Transportation Systems (ITSC), Las Palmas de Gran Canaria, Spanien, 14.-18. September 2015, S.1569-1574, DOI 10.1109/ITSC.2015.256.</p>
<p><b>Nicklas, J.-P.; Schlüter, N.; Schnieder, L.; Winzer, P.</b></p> <p>Barrierfree Mobility for All by a Smart and Individual Travel Assistance, In: Proceedings of SMART 2015: The Fourth International Conference on Smart Systems, Devices and Technologies, IARIA, ISBN 976-1-61208-414-5, Brüssel, 2015, S. 22-23.</p>
<p><b>Huber, M.; Nicklas, J.-P.; Schlüter, N.; Winzer, P.</b></p> <p>Mobilitätskonzept für Kundengruppen mit speziellen Transportanforderungen im ÖPNV. In: Proff, H. (Hrsg.): Entscheidungen beim Übergang in die Elektromobilität - Technische und betriebswirtschaftliche Aspekte. Wiesbaden: Springer Gabler Verlag, 2015, 1.Aufl., ISBN 978-3-658-09576-5, S.633-644</p>
<p><b>Vorträge ohne Fachartikel</b></p>
<p><b>Schnieder, L.; Ademeit, A.-A.; Schlüter, N.; Nicklas, J.-P., Winzer, P.</b></p> <p>Zielgruppenspezifisch dargestellte Störmeldungen und Kundenfeedback in Echtzeit als Elemente einer ganzheitlichen Mobilitätsunterstützung für Reisende im öffentlichen Personennahverkehr. In: Tagungsband zum 4. Interdisziplinären Workshop, Kognitive Systeme - Mensch, Teams, Systeme und Automaten, 23.-25.März 2015, Bielefeld.</p>

## 2.7. Literatur

AM08	Ahlert, D. (Hrsg.), Meiseberg, B.: Modellierung von Netzwerkstrukturen und Erfolgswirkungen individueller Netzwerkpositionierung. IMADI.net-Projektbericht 20. ISSN 1863-6438.
AUS14	Aust, M.; Huber, M.; Schlieper, M.; Schlüter, N.; Winzer, P. Vitamin für die Produktentwicklung – Virtuelles Anforderungsmanagement im Innovationsprozess, In Qualität und Zuverlässigkeit, Hanser Verlag, Heft 9/2014, S. 26-29.
BGG	Gesetz zur Gleichstellung behinderter Menschen (Behindertengleichstellungsgesetz - BGG) vom 27. April 2002, Bundesministerium der Justiz und Verbraucherschutz. <a href="http://www.gesetze-im-internet.de/bgg/BJNR146800002.html">http://www.gesetze-im-internet.de/bgg/BJNR146800002.html</a>
Bro07	Broy, M.; Geisberger, E.; Kazmeier, J.; Rudorfer, A.; Beetz, K.: Ein Requirements-Engineering Referenzmodell. In: Informatik Spektrum, 30, 3, 2007, S.127-142. Berlin: Springer Verlag, 2007.
CA08	Camarinha-Matos, L.M.; Afsarmanesh, H. (Hrsg.): Collaborative Networks: Reference Modeling. New York: Springer Science+Business Media, 2008.
Ebe14	Ebert, C.: Systematisches Requirements Engineering und Management. Anforderungen ermitteln, spezifizieren, analysieren und verwalten. Heidelberg: dpunkt. Verlag, 5. überarbeitete Aufl., 2014.
Era08	Erasmus, J.H.: Qualitätsmanagement in global verteilten Wertschöpfungsprozessen. Ein fertigungsorganisatorischer Lösungsansatz zur wirtschaftlichen Erzeugung einer qualitätsfähigen Zuliefererkette. Berichte aus dem Institut für Konstruktions- und Fertigungstechnik Band 11. Aachen: Shaker Verlag, 2008.
FMS15	Friedenthal, S.; Moore, A.; Steiner, R.: A Practical Guide to SysML. The Systems Modeling Language. OMG (Object Management Group). Waltham, MA: Elsevier, 2015.
Gau13	Gausemeier, J.; Dumitresco, R.; Steffen, D.; Czaja, A.; Wiederkehr, O.; Tschirner, C.: Systems Engineering in der industriellen Praxis. Heinz Nixdorf Institut, Universität Paderborn, Lehrstuhl für Produktentstehung, Fraunhofer-Institut für Produktionstechnik IPT, Projektgruppe Entwurfs-technik Mechatronik, Unity AG. Paderborn: 2013.

GG	Grundgesetz der Bundesrepublik Deutschland (GG), Bundesministerium der Justiz und Verbraucherschutz. <a href="http://www.gesetze-im-internet.de/gg/">http://www.gesetze-im-internet.de/gg/</a>
Hab12	Haberfellner, R.; Fricke, E.; de Weck, O.; Vössner, S.: Systems Engineering. Grundlagen und Anwendung. 12. Auflage. Zürich: Orell Füssli Verlag AG, 2012.
Hak96	Håkansson, H.; Sharma, D.D.: Strategic Alliances in a Network Perspective. In: Iacobucci, D. (Hrsg.): Networks in Marketing. London: Sage Publications Inc., 1996.
HD04	Hickey, A.M.; Davis, A.M.: A Unified Model of Requirements Elicitation. In: Journal of Management Information Systems (JIMS), Spring 2004, Vol. 20, No. 4, S.65-84. Taylor & Francis Group, 2004.
Höl08	Hölzing, J. A.: Die Kano-Theorie der Kundenzufriedenheitsmessung. Eine theoretische und empirische Überprüfung. Wiesbaden: Gabler Verlag, 2008.
Hoo08	Hood, C.; Wiedemann, S.; Fichtinger, S.; Pautz, U.: Requirements Management – The Interface between Requirements Development and all other Systems Engineering Processes. Berlin/Heidelberg: Springer Verlag, 2008.
Hul05	Hull, E.; Jackson, K.; Dick, J.: Requirements Engineering. Berlin, Heidelberg: Springer Verlag, 2005.
ISO 9000	ISO 9000 (2005): Qualitätsmanagementsysteme- Grundlagen und Begriffe (ISO 9000:2005), Dreisprachige Fassung EN ISO 9000:2005, Berlin.
JC09	Jiao, J.; Chen, C.-H.: Customer Requirement Management in Product Development: A Review of Research Issues. In: Concurrent Engineering, 2006, 14, S.173-185.
Kam12	Kamiske, G.F.: Handbuch QM-Methoden. Die richtige Methoden auswählen und erfolgreich umsetzen, München, 2012
KL11	Kreimeyer, M.; Lindemann, U.: Complexity Metrics in Engineering Design. Managing the Structure of Design Processes. Berlin, Heidelberg: Springer Verlag, 2011.
Lew09	Lewis, G.A., Morris, E.; Place, P.; Simanta, S.; Smith, D.B.: Requirements Engineering for Systems of Systems. In: IEEE SysCon 2009, 3rd Annual IEEE International Systems Conference, 2009. IEEE: 2009.

Lin09	Lindemann, U.: Methodische Entwicklung technischer Produkte – Methoden flexibel und situationsgerecht anwenden. Heidelberg: Springer Verlag, 2009.
Lou05	Loucopoulus, P.: Requirements Engineering In: Clarkson, J.; Eckert, C.: Design Process Improvement. A review of current practice. London: Springer-Verlag London Limited, 2005.
LSW04	Lex, A.; Sitte, J.; Winzer, P.: Generic Management Design. A method for collecting knowledge systematically during the developing process. In: 8th International Symposium on Measurement and Quality Control in Production. Erlangen, 2004.
Mam12	Mamrot, M.; Marchlewitz, S.; Winzer, P. Neuer Klassifizierungsansatz im Umgang mit Anforderungen In: Winzer, P. (Hrsg.). Generic Systems Engineering als Basis für die Weiterentwicklung des WGMK-Modells. Aachen: Shaker Verl. (Berichte zum Generic-Management, 02/2012), Juni 2012, ISBN 978-3-8440-1057-2, S. 45-54.
Mam13	Mamrot, M.; Marchlewitz, S.; Winzer, P. Changeability of Requirements – Usable Indicators for Product Development. IEEE International Conference on Mechatronics (ICM). Februar/März: Vicenza 2013, ISBN 978-1-4673-1387-2, S. 350-355.
Mar13	Marchlewitz, S.; Nicklas, J.-P.; Winzer, P.: Vorgehenskonzept zum Anforderungsabgleich in Unternehmensnetzwerken In: Jochem, R./Rößle, D. (Hrsg.): Qualitätsmanagement nachhaltig gestalten und umsetzen. Bericht zur GQW-Jahrestagung 2013 in Berlin. Aachen.
Nic15a	Nicklas, J.-P.; Schlüter, N.; Schnieder, L.; Winzer, P. Entwicklung einer anforderungsgerechten Mobilitätsassistenz für in ihrer Mobilität eingeschränkte Reisende. In: Bracke, S.; Mamrot, M.; Winzer, P. (Hrsg.), Qualitätsmethoden im Diskurs zwischen Wissenschaft und Praxis, Bericht zur GQW-Jahrestagung 2015 in Wuppertal. Band: 2015,17.
Nic15b	Nicklas, J.-P.; Schlüter, N.; Winzer, P.; Schnieder, L.: Accessible and inclusive mobility for all with individual travel assistance – aim4it In: 2015 IEEE 18th International Conference on Intelligent Transportation Systems (ITSC), Las Palmas de Gran Canaria, Spanien, 14.-18. September 2015, S.1569-1574.

Nic16a	Nicklas, J.-P.: Ansatz für ein modellbasiertes Anforderungsmanagement in Unternehmensnetzwerken. In: Winzer, P. (Hrsg.): Berichte zum Generic Management 02/2016. Veröffentlichung in Vorbereitung Shaker Verlag, 2016.
Nic16b	Nicklas, J.-P.; Mamrot, M.; Winzer, P.; Lichte, D.; Marchlewitz, S.; Wolf, K-D.: Use Case based Approach for an Integrated Consideration of Safety and Security Aspects for Smart Home Applications. Zur Veröffentlichung angenommener Artikel. IEEE System fo Systems Conference 2016, 12.06-16.06.2016, Kongsberg, Norwegen.
NRA08	Nyhuis, P.; Reinhart, G.; Abele, E. (Hrsg.): Wandlungsfähige Produktsysteme. Heute die Industrie von morgen gestalten. PZH Produktionstechnisches Zentrum GmbH, Garbsen, 2008.
NSW13	Nicklas, J.-P.; Schlüter, N.; Winzer, P.: Integrating customers' voice inside network environments. In: Dahlgaard, J. (Hrsg.): Special Issue: QMOD 2011-2012 Conferences: Selected Best Papers. Total Quality Management & Business Excellence Journal. Volume 24, numbers 7-8, July-August 2013. Taylor & Francis, 2013.
NW14	Nicklas, J.-P., Winzer, P. Approach for Using Requirements Engineering in Collaborative Networks. In: Dahlgaard-Park, S.M., Dahlgaard, J.J. (Hrsg.): Entering the Experience Economy from product quality to experience quality. Proceedings of the 17th QMOD-ICQSS International Conference on Quality and Service Sciences, 2014.
Par05	Parviainen, P., Tihinen, M.; Lormans, M.; van Solingen, R.: Requirements Engineering: Dealing with complexity of sociotechnical Systems development. In: Mate, J.L.; Silva, A.: Requirements Engineering for Sociotechnical Systems. London: Idea Group. Inc., 2005.
Par10	Partsch, H.A.: Requirements-Engineering systematisch. 2. Aufl. Berlin: Springer Verlag, 2010.
Pat82	Patzak, G.: Systemtechnik, Berlin/Heidelberg, 1982.
PBefG	Personenbeförderungsgesetz (PBefG), Bundesministerium der Justiz und Verbraucherschutz. <a href="http://www.gesetze-im-internet.de/pbefg/">http://www.gesetze-im-internet.de/pbefg/</a>

PL11	Ponn, J.; Lindemann, U.: Konzeptentwicklung und Gestaltung technischer Produkte. Systematisch von Anforderungen zu Konzepten und Gestaltlösungen. Heidelberg: Springer Verlag, 2. Aufl., 2011.
Ren11	Reinkober, N.: VeRSiert - Sicherheit im ÖPNV bei Großveranstaltungen; Vernetzung von Verkehrsunternehmen, Einsatzkräften, Veranstaltern und Fahrgästen des ÖPNV, 1. Aufl., 2011.
Sch02	Schienmann, B.: Kontinuierliches Anforderungsmanagement. Prozesse-Techniken-Werkzeuge. München: Addison-Wesley Verlag, 2002.
Sch08	Schlund S., Müller N.: Managing Requirements over the Entire Product Life Cycle In: Tagungsunterlagen 11th QMOD Conference. Quality Management and Organizational Development. Attaining SustainAbility, 20-22 August, 2008 in Helsingborg, Sweden.
Sch13	Schlüter, N.: Entwicklung einer Vorgehensweise zur Implementierung einer forderungsgerechten Kundenzufriedenheitsmessung in Unternehmensnetzwerken. In: Berichte zum Generic-Management. Band: 2013,1. Shaker, Aachen, ISBN 978-3-8440-1658-1, Februar 2013.
Sch14	Schnieder, L.: Strategien für den ÖPNV der Zukunft. Internationales Verkehrswesen 66 (2014) 3, S. 96-97.
Sch15	Schnieder, L.; Ademeit, A.-M.; Barrilero, M.; Schlüter, N.; Nicklas, J.-P.; Winzer, P.; Starzyńska, B.; Kujawińska, A.; Diakun, J. Systematic improvement of customer satisfaction for passengers with special mobility needs. In: Brebbia, J.L.; Miralles, G. (Hrsg.): Urban Transport 2015, XXI International Conference on Urban Transport and the Environment. Spanien: Valenica. WitPress, S.375-390, 2015. DOI: 10.2495/UT150301
Schu14	Schuh, G.; Stich, V.; Nyhuis, P.; Franzkoch, B.; Hempel, T.; Hering, N.; Ortlinghaus, P.; Potente, T.; Schimann, D.; Tröger, K.: Cyber Physical Production Control. In: Brecher, C.; Klocke, F.; Schmitt, R.; Schuh, G. (Hrsg.) Integrative Produktion, Industrie 4.0, Aachener Perspektiven. Aachener Werkzeugmaschinen Kolloquium 2014. Aachen: Shaker Verlag, 2014.
Sit11	Sitte, J., Winzer, P.: Demand Compliant Design. In: IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics-Part A: Systems and Humans, Volume 41, No. 3 (2011).



Spa13	Spalt, P.; Braun, A-T., Schöllhammer, O.: Globales Wertstrommanagement. Eine Methode zur Komplexitätsbeherrschung und kontinuierlichen Verbesserung von Wertschöpfungsnetzen. In: ZWF Jahr. 108 (2013). München: Carl Hanser Verlag: 2013.
Töp08	Töpfer, A. (Hrsg.): Handbuch Kundenmanagement: Anforderungen, Prozesse, Zufriedenheit, Bindung und Wert von Kunden: Kundenzufriedenheit, Kundenbindung Und Kundenwert Messen Und Steigern. 3. vollst. überar. Und erw. Auflage. Berlin: Springer Verlag, 2008.
Wal10	Walter, P.; Blinn, N.; Schlicker, M.; Thomas, O.: IT-gestützte Wertschöpfungspartnerschaften zur Integration von Produktion und Dienstleistung im Maschinen- und Anlagenbau. In: Thomas, O.; Loos, P.; Nüttgens, M. (Hrsg.): Hybride Wertschöpfung. Mobile Anwendungssysteme für effiziente Dienstleistungsprozesse im technischen Kundendienst. Berlin/Heidelberg: Springer Verlag, 2010.
Win13	Winzer, P.: Generic Systems Engineering - Ein methodischer Ansatz zur Komplexitätsbewältigung. Berlin Heidelberg: Springer Vieweg Verlag, 2013.
WW15	Willing, M.; Winzer, P.: Fehler vermeiden heißt Fehler verstehen- Anforderungen an eine neue Methodik. In: Bracke, S; Mamrot, M.; Winzer, P. (Hrsg.), Qualitätsmethoden im Diskurs zwischen Wissenschaft und Praxis, Bericht zur GQW-Jahrestagung 2015 in Wuppertal. Band: 2015,17. Reihe: Berichte zum Qualitätsmanagement.
Zah10	Zahn, E.; Tilebein, M.; Reichel, A.; Goll, F.: Strategische Früherkennung in Unternehmensnetzwerken. In: Nyhuis, P. (Hrsg.): Wandlungsfähige Produktionssysteme. Berlin: GITO- Verlag, 2010.

### **3. Anhang**

<b>3.1. Fragebogen.....</b>	<b>59</b>
<b>3.2. UML Diagramme und Storylines.....</b>	<b>74</b>
<b>3.3. Erfolgskontrollbericht.....</b>	<b>107</b>

### 3.1. Fragebogen

#### **Tabellenverzeichnis**

Tabelle 1 - vorgeschlagene Phasen des Produkt- und Serviceentwicklungsprozesses und Nutzung im Unternehmen .....	62
Tabelle 2 - vorgeschlagene Phasen des Anforderungsmanagements und Nutzung im Unternehmen.....	63
Tabelle 3 - Schnittstellenmatrix Produktentwicklung/Anforderungsmanagement (vorgeschlagene Phasen) .....	65
Tabelle 4 - Schnittstellenmatrix Produktentwicklung/Anforderungsmanagement (Freifelder) .....	66
Tabelle 5 - Softwarenutzung.....	67
Tabelle 6 - Mögliche Probleme im Anforderungsmanagementprozess .....	68
Tabelle 7 - Systemdefinition des (zu entwickelnden) Systems.....	68
Tabelle 8 - Anforderungsermittlung.....	69
Tabelle 9 – erhobene, kundenspezifische Daten .....	70
Tabelle 10 – Anforderungsdokumentation .....	70
Tabelle 11 – Modellierungssprache .....	70
Tabelle 12 – Anforderungsstrukturierung.....	71
Tabelle 13 – Anforderungsbewertung.....	71
Tabelle 14 – Anforderungsanalyse .....	72
Tabelle 15 – Anforderungsvalidierung .....	72
Tabelle 16 – Anforderungen an ein netzwerkübergreifendes Anforderungsmanagementsystem .....	73
Tabelle 17 - Mögliche Probleme im Anforderungsmanagementprozess .....	73

## Fragebogen zum Anforderungsmanagement im Projekt aim4it

---

Sehr geehrte Projektpartner,

Sie haben sich freundlicherweise beim Kickoff zum Projekt aim4it in Braunschweig bereit erklärt, uns bei der Befragung zum Vorgehen des Anforderungsmanagements in Ihrem Unternehmen zu unterstützen. Hierzu haben wir den nachfolgenden Fragebogen entwickelt.

Die Ergebnisse werden Grundlage für den in Arbeitspaket 5 zu entwickelnden Ansatz zum Anforderungsmanagement in Netzwerken sein.

Zur Beantwortung der Fragen nutzen Sie bitte den Platz unterhalb der jeweiligen Fragestellung und senden den ausgefüllten Fragebogen bis zum 30.01.2015 an [nick-las@uni-wuppertal.de](mailto:nick-las@uni-wuppertal.de) zurück.

Offene Fragen können gerne am Rande unseres nächsten Projekttreffens in Wien am 20./21.01.2015 besprochen werden.

Vielen Dank für Ihre Mühe. Für weitere Fragen und Anmerkungen stehe ich Ihnen gerne zur Verfügung.

## 0. Allgemeines

---

Unternehmensname:

Mitarbeiterzahl:

Umsatz:

Rolle im Projekt aim4it:

Ansprechpartner für eventuelle Rückfragen

Name, Vorname:

Tel.:

Email:

## 1. Produkt- und Serviceentwicklung

---

### 1.1 Gibt es in Ihrem Unternehmen ein systematisches Vorgehen im Produkt- und Serviceentwicklungsprozess?

Bitte kreuzen Sie an	Ja	
	Nein	

### 1.2 Wenn ja, aus welchen Phasen besteht in Ihrem Unternehmen der Produkt- und Serviceentwicklungsprozess? Nutzen Sie bitte zur Beantwortung die nachfolgende Tabelle 1 und kreuzen Sie die genutzten Phasen an.

Tabelle 1 - vorgeschlagene Phasen des Produkt- und Serviceentwicklungsprozesses und Nutzung im Unternehmen

Phasen der Produktentwicklung	1. Strategieplanung	2. Ideen-generierung	3. Anforderungs-ermittlung	4. Konzept-erstellung	5. Produkt-entwicklung	6. Produkttest	7. Produktions-planung	8. Markt-einführung
Genutzte Phasen im Unternehmen								

**1.3 Werden in Ihrem Unternehmen noch andere Phasen durchlaufen?**

**Bitte benennen und beschreiben Sie diese nachfolgend.**

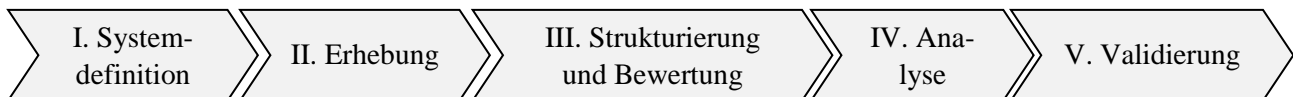
**Bitte ordnen Sie diese Phasen außerdem in die chronologische Reihenfolge, welche in Tabelle 1 vorgeschlagen wurde, ein.**

## 2. Anforderungsmanagement im Unternehmen

### 2.1 Gibt es ein systematisches Vorgehen zur Handhabung von Anforderungen im Unternehmen?

Bitte kreuzen Sie an	Ja	
	Nein	

### 2.2 Wenn ja, werden die nachfolgenden Phasen in Ihrem Unternehmen durchlaufen? Nutzen Sie bitte zur Beantwortung die nachfolgende Tabelle 2 und kreuzen Sie an.



**Erläuterung der Phaseninhalte:** Systemdefinition: Systemabgrenzung, Definition der Systemgrenzen; Erhebung: Anforderungserhebung z.B. mittels Kundenbefragung; Strukturierung und Bewertung: Gliederung, Strukturierung und Bewertung der Anforderungen; Analyse: Analyse und Modellierung der Anforderungen um Funktionen und Komponenten zuzuordnen; Validierung: Überprüfung der Anforderungsumsetzung

Tabelle 2 - vorgeschlagene Phasen des Anforderungsmanagements und Nutzung im Unternehmen

Phasen des Anforderungsmanagements	1. Systemdefinition	2. Erhebung von Anforderungen	3. Strukturierung und Bewertung	4. Analyse	5. Validierung

Werden im Unternehmen so durch- laufen					
---	--	--	--	--	--

**2.3 Werden in Ihrem Unternehmen andere Phasen durchlaufen?**

**Bitte benennen und beschreiben Sie diese nachfolgend.**

**Bitte ordnen Sie diese Phasen außerdem in die chronologische Reihenfolge, welche in Tabelle 2 vorgeschlagen wurde, ein.**



### 3. Schnittstelle Service- / Produktentwicklung, Software und Probleme

#### 3.1 Welche Schnittstellen sehen Sie zwischen den Phasen der Produktentwicklung (Frage 1.2) und des Anforderungsmanagements (Frage 2.2)?

Kreuzen Sie diese bitte in der nachfolgenden Tabelle 3 an.

Haben Sie unter Frage 1.3 und Frage 2.3 andere Phasen beschrieben, so nutzen Sie bitte die Tabelle 4 (Freifelder).

Tabelle 3 - Schnittstellenmatrix Produktentwicklung/Anforderungsmanagement (vorgeschlagene Phasen)

Phasen der Produktentwicklung / Phasen des Anforderungsmanagements	1. Strategieplanung	2. Ideen-generierung	3. Anforderungs-ermittlung	4. Konzept-erstellung	5. Produkt-entwicklung	6. Produkttest	7. Produktions-planung	8. Markt-einführung
1. Systemdefinition								
2. Erhebung								
3. Strukturierung und Bewertung								
4. Analyse								
5. Validierung								

Tabelle 4 - Schnittstellenmatrix Produktentwicklung/Anforderungsmanagement (Freifelder)

Phasen der Produktentwicklung														
Phasen des Anforderungsmanagements														

**3.2 Welche Software nutzen Sie in Ihrem Unternehmen zur Handhabung von Anforderungen? Kreuzen Sie diese bitte in Tabelle 5 an bzw. benennen Sie diese im nachfolgenden Freifeld.**

Tabelle 5 - Softwarenutzung

<b>Nutzung im Unternehmen</b>	<b>Software (Auswahl)</b>
	ARCWAY Cockpit
	Borland Caliber
	Enterprise Architect, Sparx
	Gebit Solutions TREND/Analyst: Model Driven Requirement Engineering
	HP Quality Center, Visure
	IBM Rational (Doors)
	MS Excel
	MS Word
	MicroTool objectiF RM
	OSMRT, Open Source
	PREEvision
	Polarion Requirements
	QA Systems Jama
	ReqIF
	Serena Dimensions RM

Andere (bitte benennen):

Keine, aber Einführung geplant (bitte benennen welche):

Keine Einführung geplant (bitte Gründe benennen):

**3.3 Was sind Ihrer Ansicht nach die häufigsten Probleme, die im Anforderungsmanagement auftreten? Kreuzen Sie diese bitte in Tabelle 6 an bzw. benennen Sie diese im nachfolgenden Freifeld.**

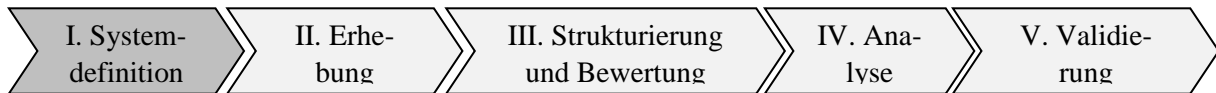
Tabelle 6 - Mögliche Probleme im Anforderungsmanagementprozess

Auftreten	Mögliche Probleme
	nicht eindeutig formulierte Anforderungen
	inkonsistente Beschreibung
	fehlende Implementierung der Nutzer
	keine

Andere/weitere, bitte benennen:

**4. Phasenbezogene Fragen für das Anforderungsmanagement**

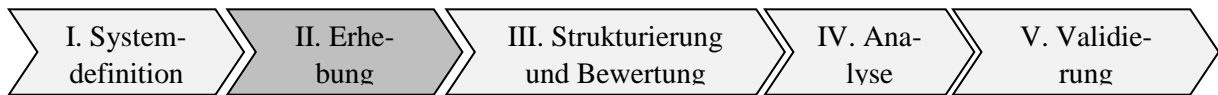
**Nachfolgende Fragen beziehen sich auf die in Frage 2.2 vorgeschlagene Gliederung. Bitte versuchen Sie, auch bei von Ihnen bei Frage 2.3 anders beschriebene Phasen, eine Zuordnung vorzunehmen.**



**4.1 Welche Ansätze nutzen Sie zur Abgrenzung/Definition des (zu entwickelnden) Systems? Kreuzen Sie diese bitte in Tabelle 7 an bzw. benennen Sie diese im nachfolgenden Freifeld.**

Tabelle 7 - Systemdefinition des (zu entwickelnden) Systems

Nutzung im Unternehmen	Vorgehen zur Abgrenzungen
	Systemmodell
	Virtueller Prototyp
	Use-Case / Aktivitäten Diagramme
	keine



**4.2 Welche Methoden nutzen Sie um Anforderungen zu erheben? Kreuzen Sie diese bitte in Tabelle 8 an bzw. benennen Sie diese im nachfolgenden Freifeld.**

Tabelle 8 - Anforderungsermittlung

Nutzung im Unternehmen	Methoden
	Brainstorming
	Workshops
	Checklisten
	Interviews
	Benchmarking
	Marktstudien
	Reverse Engineering
	Wiederverwendung
	Strukturierte Fragebögen
	Fokusgruppeninterviews
	Anforderungstemplates
	Use-Cases
	Formulierte Prüfverfahren
	Objektorientierte Analyse
	keine

Andere/weitere (bitte benennen):

**4.3 Welche Daten werden kundenspezifisch zu den Anforderungen aufgenommen?**

**Kreuzen Sie diese bitte in Tabelle 9 an bzw. benennen Sie diese im nachfolgenden Freifeld.**

Tabelle 9 – erhobene, kundenspezifische Daten

Werden aufgenommen	Prinzipien/Bezug
	Kundengruppen ( <i>bitte ebenfalls im Freifeld benennen, welche Untergliederung der Kundengruppen genutzt wird</i> )
	Alter
	keine

Andere/weitere (bitte benennen):

**4.4 Wie werden die erhobenen Anforderungen in Ihrem Unternehmen dokumentiert? Kreuzen Sie diese bitte in Tabelle 10 an bzw. benennen Sie diese im nachfolgenden Freifeld.**

Tabelle 10 – Anforderungsdokumentation

Werden dokumentiert mittels	Prinzipien/Bezug
	Auf Softwareunterstützung basierende Datenbanken
	Checklisten
	Gar nicht

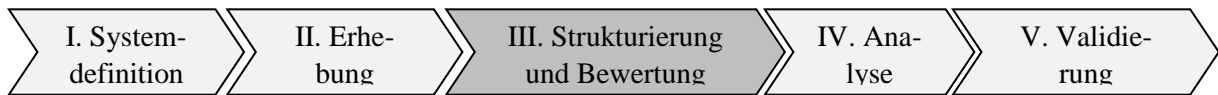
Andere/weitere (bitte benennen)

**4.5 Werden für die Dokumentation der Anforderungen Modellierungssprachen genutzt? Kreuzen Sie diese bitte in Tabelle 11 an bzw. benennen Sie diese im nachfolgenden Freifeld.**

Tabelle 11 – Modellierungssprache

Nutzung im Unternehmen	Prinzipien/Bezug
	SysML
	UML
	OPM/OPL
	keine

Andere/weitere (bitte benennen)



**4.6 Nach welchen Prinzipien werden die erhobenen Anforderungen strukturiert?**

**Kreuzen Sie diese bitte in Tabelle 12 an bzw. benennen Sie diese im nachfolgenden Freifeld.**

Tabelle 12 – Anforderungsstrukturierung

<b>Strukturierung im Unternehmen nach</b>	<b>Prinzipien/Bezug</b>
	Kundenspezifisch
	Funktionsspezifisch
	Kano-Modell
	Komponentenspezifisch
	Use-Case
	Keinen

Andere/weitere (bitte benennen)

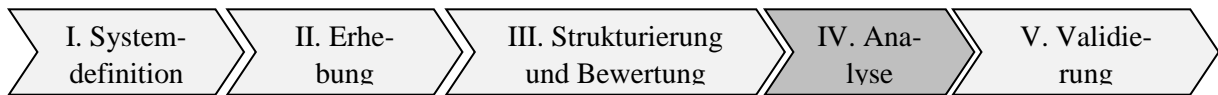
**4.7 Nach welchen Prinzipien werden erhobene Anforderungen priorisiert/bewertet?**

**Kreuzen Sie diese bitte in Tabelle 13 an bzw. benennen Sie diese im nachfolgenden Freifeld.**

Tabelle 13 – Anforderungsbewertung

<b>Priorisierung/Bewertung im Unternehmen mittels</b>	<b>Methoden/Vorgehensweisen</b>
	Workshops mit Kunden
	Experteninterviews
	Nutzwertanalyse
	ELECTRE
	PROMETHEE
	AHP/ANP
	keinen

Andere/weitere (bitte benennen)

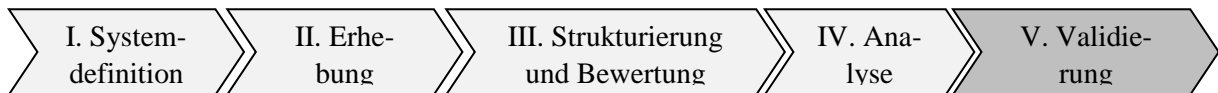


**4.8 Nach welchen Prinzipien werden erhobene Anforderungen analysiert? Kreuzen Sie diese bitte in Tabelle 14 an bzw. benennen Sie diese im nachfolgenden Freifeld.**

Tabelle 14 – Anforderungsanalyse

Analyse mittels	Prinzipien/Bezug
	Quantitative Analyse (bitte benennen):
	Qualitative Analyse (bitte benennen):
	keine

Andere/weitere (bitte benennen)



**4.9 Nach welchen Prinzipien werden die erhobenen Anforderungen validiert? Kreuzen Sie diese bitte in Tabelle 15 an bzw. benennen Sie diese im nachfolgenden Freifeld.**

Tabelle 15 – Anforderungsvalidierung

Validierung mittels	Vorgehensweisen
	Kundenbefragung
	Prototyping
	Mock-Up
	Gar nicht

Andere/weitere (bitte benennen)



## 5. Netzwerkübergreifendes Anforderungsmanagement

**5.1 Welche grundlegenden Anforderungen sind Ihrer Meinung nach an ein Anforderungsmanagementsystem mit verschiedenen Entwicklungsgruppen/ Netzwerkpartnern zu stellen? Kreuzen Sie diese bitte in Tabelle 16 an bzw. benennen Sie diese im nachfolgenden Freifeld.**

Tabelle 16 – Anforderungen an ein netzwerkübergreifendes Anforderungsmanagementsystem

zu stellende	Anforderungen
	Einheitliches Systemverständnis – technisches Produkt
	Einheitliches Systemverständnis – Entwicklungsnetzwerk
	Einheitliches Anforderungsverständnis
	Einheitliches Prozessverständnis
	Einheitliche Dokumentation
	keine

Andere/weitere (bitte benennen)

**5.2 Welche Probleme können Ihrer Meinung nach, in einem netzwerkübergreifenden Anforderungsmanagementansatz auftreten? Kreuzen Sie diese bitte in Tabelle 17 an bzw. benennen Sie diese im nachfolgenden Freifeld.**

Tabelle 17 - Mögliche Probleme im Anforderungsmanagementprozess

Auftreten	Mögliche Probleme
	nicht eindeutig formuliertes Anforderungsmanagement/Verständnis
	inkonsistente Beschreibung der Phasen des Anforderungsmanagements
	Know-How Verluste an Netzwerkpartner
	Verlust von Kunden / Kundenstamm
	Fehlendes, einheitliches Systemverständnis - Unternehmensnetzwerk
	Fehlendes, einheitliches Systemverständnis – Produkt- und Service-system
	keine

Andere/weitere, bitte benennen:



### 3.2 UML-Diagramme und Storylines

#### Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Activity diagram UC 1 connection protection .....	76
Abbildung 2: Activity diagram UC 2 Incident messages in sign language .....	81
Abbildung 3: Activity diagram UC3 Request for bus driver assistance .....	86
Abbildung 4: Use-case 4 - Feedback for UC 1 .....	90
Abbildung 5: Use-case 4 - Feedback for UC 2 .....	91
Abbildung 6: Use-case 4 - Feedback for UC 3 .....	92
Abbildung 7: Use-case 4 - Feedback for UC 5 .....	93
Abbildung 8: Use-case 4 - Feedback for UC 6 .....	94
Abbildung 9: Aktivitätendiagramm für UC: Re-Routing in case of unplanned events .....	99
Abbildung 1: Activity diagram UC 1 connection protection	

#### Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Storyline UC 1 Connection Protection .....	77
Tabelle 2: Storyline UC 2 Incident messages in sign language .....	82
Tabelle 3: Request of bus driver assistance (long-term-information) .....	87
Tabelle 4: Storyline UC 4 Feedbackfunktion .....	95
Tabelle 5: Storyline UC 5 Re-Routing in case of unplanned events .....	100
Tabelle 6: Storyline UC 6 In-vehicle passenger information .....	104

Die nachfolgend dokumentierten UML-Diagramme basieren auf den im Konsortium entwickelten Use-Cases. Sie wurden von den jeweiligen Use-Case verantwortlichen entwickelt. Zu den einzelnen Use-Cases hat sich die BUW in den unter 1.3 gelisteten Workshops respektive Arbeitstreffen eingebracht. Gleiches gilt für die durchgeführten internationalen und nationalen Telefonkonferenzen, welche für die Entwicklung notwendig waren. Nachfolgend werden die UML-Diagramme sowie Use-case Diagramme (Storylines) vorgestellt:

- 3.2.1. Use-Case Anschlusssicherung (Connection Protection)
- 3.2.2. Störmeldungen in Gebärdensprache (Incident messages in sign language)
- 3.2.3. Busfahrerassistenz (Request for bus driver assistance)
- 3.2.4. Feedback (Feedback)
- 3.2.5. Re-Routing in case of unplanned events
- 3.2.6. In-vehicle Information

### Use-case 1 – Connection Protection

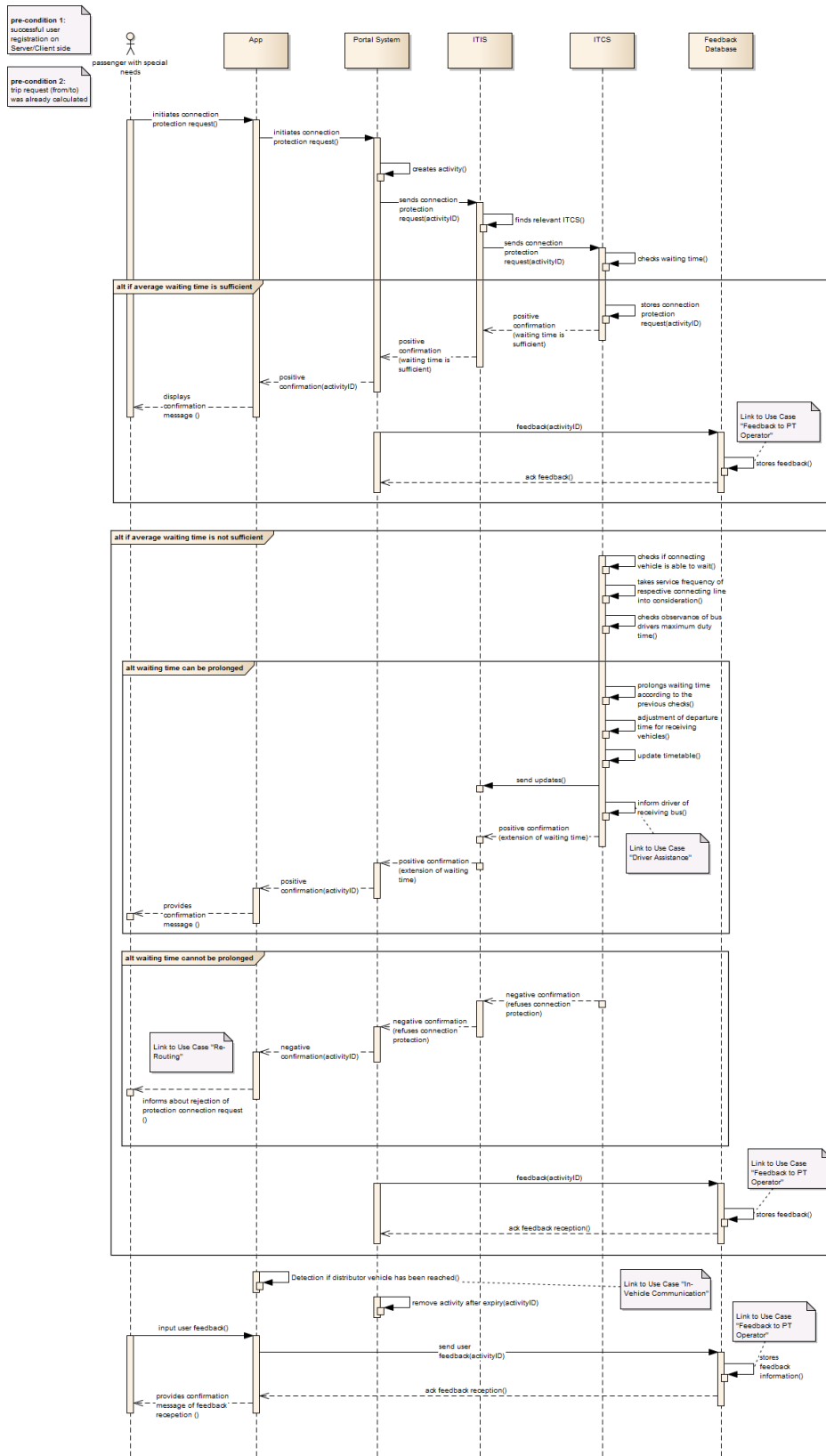



Abbildung 1: Activity diagram UC 1 connection protection

Tabelle 1: Storyline UC 1 Connection Protection

<b>ID</b>	1
<b>Title</b>	Connection Protection for passengers with special needs
<b>Objectives</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Making sure that change-over times between two connecting public transport vehicles are sufficiently long to meet individual requirements of passengers with special needs</li> <li>• Making sure that change-over times between two connecting public transport vehicles are only prolonged when it is needed</li> </ul>
<b>Images illustrating Use-case</b>	
<b>Story Line</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• A blind passenger plans a route from his home to the university. The planned route requires an interchange between a feeding bus line and a connecting tram line. The scheduled change-over time between the two vehicles of three minutes is not enough for the passenger. Previous experience shows that 10 minutes will be required to leave the bus, cross the street safely and find the entrance of the next vehicle. The public transport operator knows the connection request and keeps the connecting vehicle at the station for a longer period of time. This makes sure that the blind passenger can reach the university on time and does not need to wait additional 30 minutes for the next vehicle.</li> </ul>
<b>Start condition</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Transfer of a passenger with special needs to a connecting public transport vehicle is endangered.</li> <li>• This service cannot be provided for anonymous users and must be verified by the use of an authentication feature (e.g. access data e-ticketing, users of annual subscriptions)</li> </ul>
<b>Input data</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Planned route of passenger with special needs</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Current operational status of the vehicles (delay, vehicle equipment e.g. ramp, low-floor, lift) involved in the connection</li> <li>• Requirements of the individual passengers with respect to time required at interchange stations (The passenger may express his/her additionally needed interchange time from own experience, possibly for each station individually.)</li> <li>• Frequency of connecting services from interchange to destination.</li> <li>• Operation Control Centre of connecting service must indicate if vehicle is able to wait at all, maybe because of limited space (congestion on track line if wait time is too long).</li> <li>• successful user registration on Server/Client side</li> </ul>
<p><b>Steps carried out during conducting of Use-case</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pre-condition1: passenger with special needs plans a specific trip</li> <li>• pre-condition2: Passenger with special needs registers (on server and client side possible) for the connection protection service (data entry of time required at interchanges)</li> <li>• The connection request is sent to the ITCS</li> <li>• ITCS checks if scheduled change-over time (calculated with <b>average values</b>) is sufficient for the respective passenger (usual case, not specifically for passengers with special mobility needs)</li> </ul> <p>1.1. If yes : planned connection protection is sufficient, no extension of waiting time necessary, no re-routing necessary</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• ITCS stores connection protection request for the passenger with special needs</li> <li>• passenger receives confirmation message</li> </ul> <p>1.2. If not: additional interchange time is necessary</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• ITCS checks if connecting vehicle is able to wait the requested time at the specific station</li> <li>• ITCS takes the service frequency of the respective connecting line into consideration</li> <li>• ITCS checks observance of bus drivers maximum duty time</li> <li>• If ITCS prolongs waiting time: back to step 4.1</li> <li>• If not: ITCS refuses connection protection</li> </ul> <p>2. passenger starts the planned trip</p> <p>2.1. if connection is kept:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• adjustment of departure time for receiving vehicles</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• update time table</li> <li>• inform driver of receiving bus</li> <li>• driver acknowledges entry of passenger</li> </ul> <p>2.2. if connection is not kept:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• calculation of alternative route (link to Use-case “re-routing”)</li> <li>• send information of alternative route to passenger</li> </ul> <p>3. Passenger provides feedback to public transport operator</p>
<b>Criteria for conclusion</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• if connection is not kept: send alternative route to passenger</li> <li>• If connection is kept: departure event of connecting vehicle</li> </ul>
<b>Interaction with other cases</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Link to Use-case 3 (request of bus driver assistance)</li> <li>• Link to Use-case 4 [Feedback Use-case (linked to 12.)]</li> <li>• Link to Use-case 5 (re-routing)</li> <li>• [Maybe] Link to Use-case 6 (passenger, which needs specific connection, is now on-board)</li> </ul>
<b>Risks involved in Use-case</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• In case there is not enough space at the interchange station the waiting time of the connecting vehicle may cause congestion on the track line</li> <li>• There are several passengers with special needs who ordered additional waiting time for the same connecting line. After the first passenger arrived the vehicle may depart regardless of the still missing passengers. The bus should only leave when all passengers are in the bus.</li> <li>• If delayed departure times of waiting vehicles are explicitly shown on the departure board, then there may be a risk that passengers re-appear too late at the departure point when the waiting vehicle departs earlier because the passenger that requested the connection protection arrives earlier than planned.</li> <li>• In case the passenger arrives later than planned, the further waiting time could cause delays</li> <li>• The driver of the connecting line is not reachable</li> </ul>
<b>Quality targets</b>	Protecting as many interchanges as possible for persons with special needs whilst ensuring good service for all other passengers



<b>Criteria for early termination of Use-case</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Frequency of connecting service is sufficient</li> <li>• Passenger cancels connection protection request</li> <li>• Passenger does not appear at connecting vehicle within suitable time interval</li> <li>• Feeder service encounters disruption</li> </ul>
---	---

<b>Implementation in aim4it</b>	
<b>Responsible company for planning and carrying out Use-case</b>	Mentz Datenverarbeitung GmbH (Werner Kohl, Florian Twaroch)
<b>Responsible partner for content</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Time table data and realtime data of Verkehrsbetriebe Karlsruhe</li> </ul>
<b>Additional partners involved</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• INIT GmbH</li> <li>• Fluidtime</li> </ul>
<b>Environment / Context Use-case is carried out</b>	Use-case to be demonstrated in Karlsruhe

### Use-case 2 – Incident messages in sign language

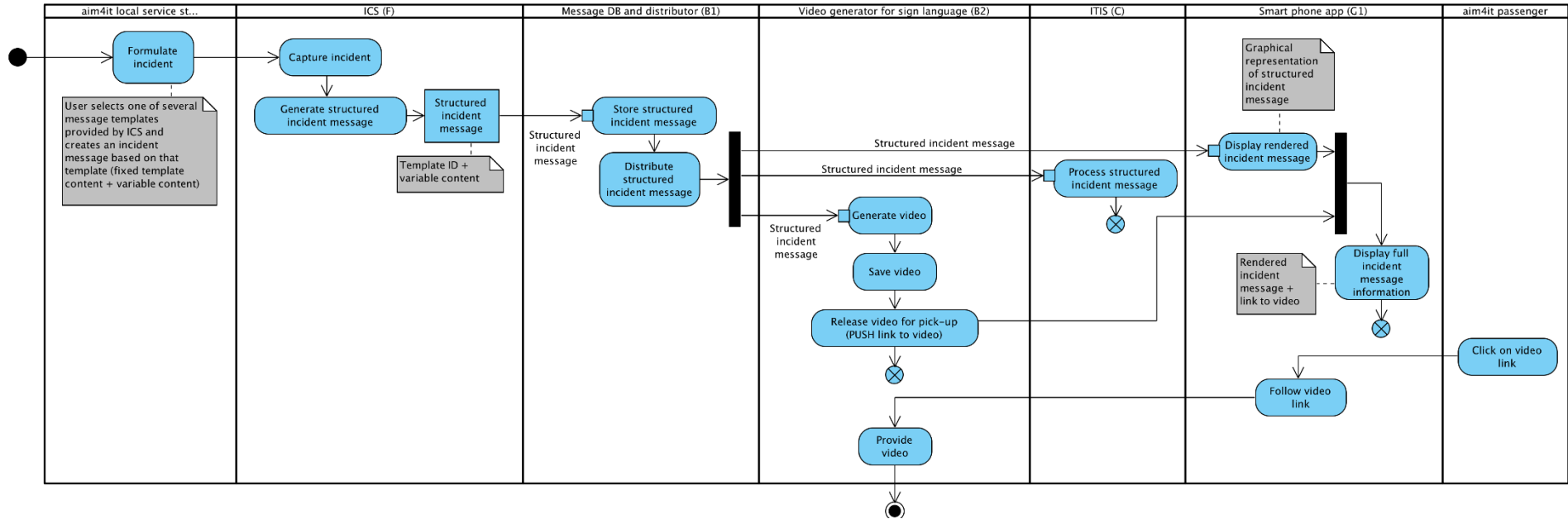



Abbildung 2: Activity diagram UC 2 Incident messages in sign language

Tabelle 2: Storyline UC 2 Incident messages in sign language

<b>ID</b>	2
<b>Title</b>	Incident messages in sign language
<b>Objectives</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Deaf passengers receive adequate information about operational incidents in public transport. Adequacy refers to the following dimensions: <ul style="list-style-type: none"> <li><b>Relevance</b> of information to the personal situation</li> <li><b>Understandability</b> of information representation for deaf passengers (with possible limitation to Austrian sign language)</li> <li><b>up-to-dateness</b> of available information</li> <li><b>completeness</b> of available information</li> <li><b>correctness</b> of available information</li> </ul> </li> </ul>
<b>Images illustrating Use-case</b>	 <p>Avatar for translation of text to sign language (source: sign time)</p>
<b>Story Line</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>A deaf passenger plans a route from home to the university. Several events require attention of the passenger: <ul style="list-style-type: none"> <li>The derailment of a tram causes severe disruptions in public transport service. The passenger needs to switch to an alternative route using a bus instead (link to re-routing Use-case which provides a new route).</li> <li>Due to construction work in the street the position of the bus stop had to be moved 500m. The passenger needs to find the new location of the bus stop (link to re-routing Use-case)</li> </ul> </li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Due to dense traffic conditions the bus is delayed by approx. 5 minutes.</li> <li>• Based on available time table data the significance of the incident will be assessed. A route update will be triggered automatically. The passenger will receive an update of his or her route (e.g. take an alternative route or wait for the next vehicle on the same line).</li> </ul>
<b>Start condition</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• incidents have been entered in the incidents capturing system by the public transport operator</li> <li>• Incident is assessed for relevance (by ITIS)</li> </ul>
<b>Input data</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Planned route of passenger</li> <li>• User characteristics are known (e.g. user is registered as a deaf user)</li> <li>• Current incidents in the public transport network (manually generated, automatically generated) broken down to route segments and types of incidents</li> </ul>
<b>Steps carried out during conducting of Use-case</b>	<p>Steps carried out by the passenger</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Passenger registers as a deaf passenger (information used in order to personalize the smartphone application)</li> <li>• (Deaf) passenger registers for incident messages (he / she has the choice between “favourites” (stations/lines) or receives all incident messages without any filter)</li> <li>• Based on user characteristics smart phone app decides to provide incident information to passenger in sign language</li> <li>• Pre-Trip: Deaf passenger plans a specific trip</li> <li>• Pre-Trip: deaf passenger receives information about existing (and relevant) incidents before starting the trip. If required re-routing can be carried out (see step 2).</li> <li>• On-Trip: Deaf passenger starts the planned trip</li> <li>• On-Trip: deaf passenger receives updates about incidents relevant for him (“red-light message: there is a problem”, “yellow-light message: problem is solved, but there are still service irregularities”, “green-light message: problem is solved, vehicles again run on time”).</li> <li>• On-Trip: deaf passenger receives information about an alternative route from the ITIS (link to re-routing)</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Post-trip: feedback to public transport operator (star rating and possibility to enter text to give qualitative feedback -&gt; see feedback Use-case)</li> </ul> <p>Steps carried out by the public transport operator:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Provision of incident messages (manual entry, automatic generation)</li> <li>2. Translation of content into adequate information representation for deaf passengers</li> <li>3. Distribution of content to passengers</li> <li>4. Gathering feedback from passengers</li> </ol>
<b>Criteria for conclusion</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Passenger has reached final destination</li> </ul>
<b>Interaction with other cases</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Link to Use-case 4 (feedback system)</li> <li>• Link to Use-case 5 (re-routing)</li> </ul>
<b>Risks involved in Use-case</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Data transfer takes too long – message not valid anymore; passenger is not able to open the video (internet connection)</li> <li>• Complexity of natural language (syntax and semantics)</li> <li>• Data quality of incident messages provided by public transport operators</li> <li>• Unknown acceptability of sign language avatar by target group (deaf people)</li> <li>• Unknown preferences of target group (deaf persons) with respect to information display (gestures or text for street names?)</li> </ul>
<b>Quality targets</b>	
<b>Criteria for early termination of Use-case</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Passenger cancels his trip</li> </ul>
<b>Implementation in aim4it</b>	
<b>Responsible company for planning and carrying out Use-case</b>	Signtime GmbH

<b>Responsible partner for content</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Signtime (for translation of natural language text to sign language)</li> <li>• Wiener Linien for incident information</li> </ul>
<b>Additional partners involved</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Matrixx IT</li> <li>• Fluidtime</li> </ul>
<b>Environment / Context Use-case is carried out</b>	Use-case to be demonstrated in Karlsruhe and Vienna

### Use-case 3 – Request of bus driver assistance

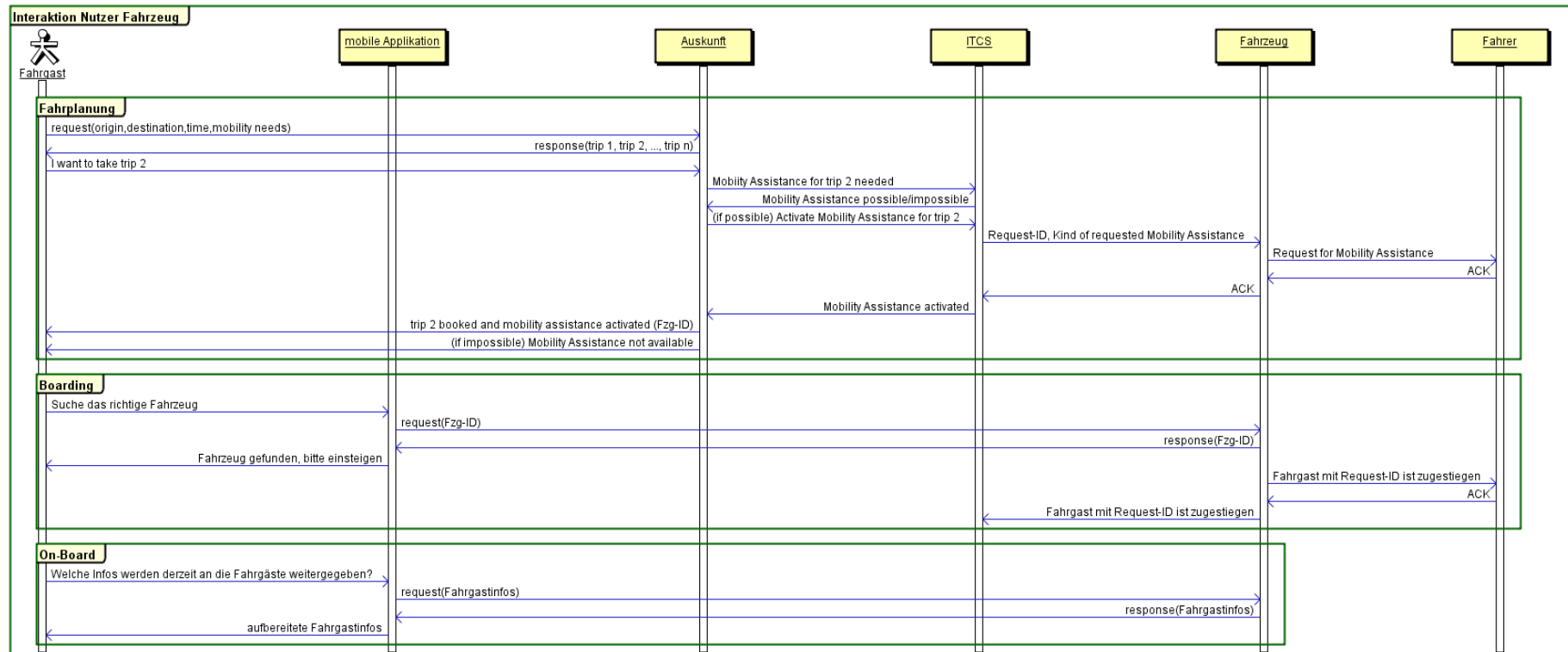



Abbildung 3: Activity diagram UC3 Request for bus driver assistance

**Tabelle 3: Request of bus driver assistance (long-term-information)**

<b>ID</b>	3
<b>Title</b>	Request of bus driver assistance (long-term-information)
<b>Objectives</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Passengers with special mobility needs receive help from the bus driver to board to and alight from the vehicle.</li> <li>• Passenger with special mobility needs receive confirmation that they will get mobility assistance. Their confidence in public transport use increases.</li> <li>• The bus driver knows the type of mobility impairment and the exact location of boarding/alighting and can adjust to it.</li> </ul>
<b>Images illustrating Use-case</b>	 <p>Boarding and alighting of passengers with special needs (photo: city of Santa Monica)</p>
<b>Story Line</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• a wheelchair user (or blind person) wants to go from home to the university. After having planned the route the wheelchair user is moving to the bus stop. The bus driver knows about the wheelchair user to enter the bus in advance. The bus driver stops the bus at the respective station, the bus is kneeling and is operating the ramp to allow the wheel chair user to come on board. If required by the wheel chair user the bus driver is pushing the wheel chair on board. At the destination the bus driver helps the wheel chair user to leave the bus.</li> </ul>
<b>Start condition</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Route planning of the passenger with special mobility needs contains additional request for mobility assistance.</li> </ul>



<b>Input data</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Planning of public transport operator needs to consider <i>infra-structure characteristics</i> (e.g. stairs) and <i>vehicle characteristics</i> (vehicle type which is barrier free, e.g. kneeling).</li> <li>• Planned route of passenger with special mobility needs (station for boarding/alighting)</li> <li>• Type of assistance required</li> <li>• Degree of assistance required</li> </ul>
<b>Steps carried out during conducting of Use-case</b>	<p>Steps carried out</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• passenger plans a specific trip with mobility assistance</li> <li>• passenger registers for mobility assistance service</li> <li>• Public transport operator receives route request with mobility assistance feature</li> <li>• Public transport operator checks if all conditions to provide mobility assistance are fulfilled</li> <li>• Passenger receives acknowledgement that all assistance measures will be assured. The acknowledgement includes a kind of action ID for each journey leg. If the passenger misses one of the journey legs he/she can cancel the assistance request by sending a cancellation message including the action ID of the journey leg.</li> <li>• Bus driver receives information about mobility assistance (type and location) to be provided along the route for entry and leaving of passengers</li> <li>• Passenger is picked up at starting point</li> <li>• Passenger reaches final stop</li> <li>• Passenger provides feedback to public transport operator</li> </ul>
<b>Criteria for conclusion</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Passenger has reached final destination</li> <li>• Passenger has withdrawn the request for assistance</li> </ul>
<b>Interaction with other cases</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Link to Use-case 4 (feedback system)</li> <li>• Link to Use-case 1 (connection protection)</li> </ul>
<b>Risks involved in Use-case</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Needed mobility assistance features in vehicle not available</li> <li>• Needed mobility assistance features at origin or destination stop point not available</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Passenger is not able to reach the service for which he/she has registered for bus driver assistance.</li> </ul>
<b>Quality targets</b>	
<b>Criteria for early termination of Use-case</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Needed mobility assistance features in vehicle not available</li> <li>• Needed mobility assistance features at origin or destination stop point not available</li> </ul>
<b>Implementation in aim4it</b>	
<b>Responsible company for planning and carrying out Use-case</b>	INIT GmbH
<b>Responsible partner for content</b>	Verkehrsbetriebe Karlsruhe for time table data.
<b>Additional partners involved</b>	Mentz Datenverarbeitung GmbH Fluidtime FH Joanneum with respect to vehicle-app-communication
<b>Environment / Context Use-case is carried out</b>	Use-case to be demonstrated in Karlsruhe

## Use-case 4 - Feedback

### UC1 (connection protection)

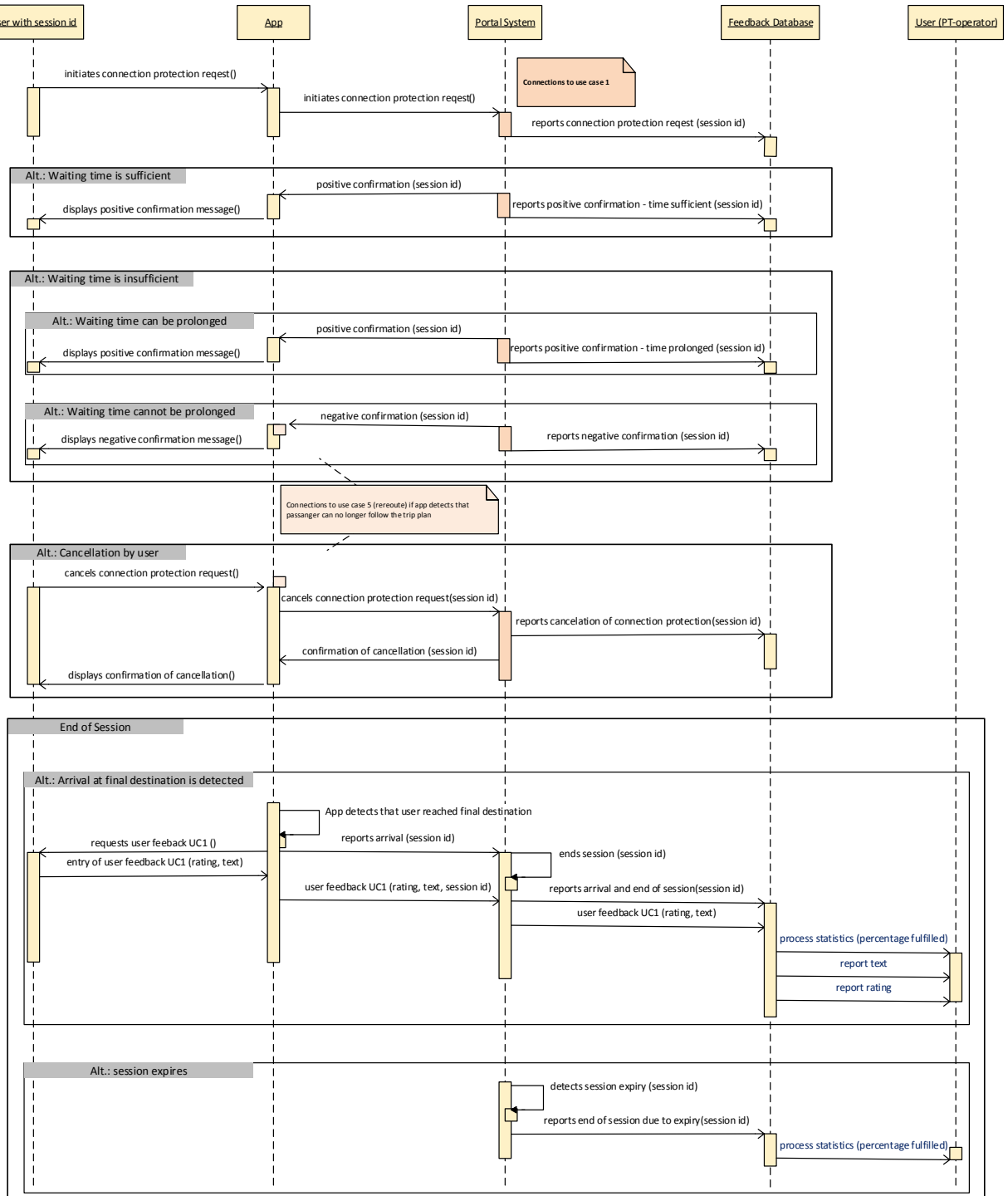


Abbildung 4: Use-case 4 - Feedback for UC 1

UC2 (bus driver)

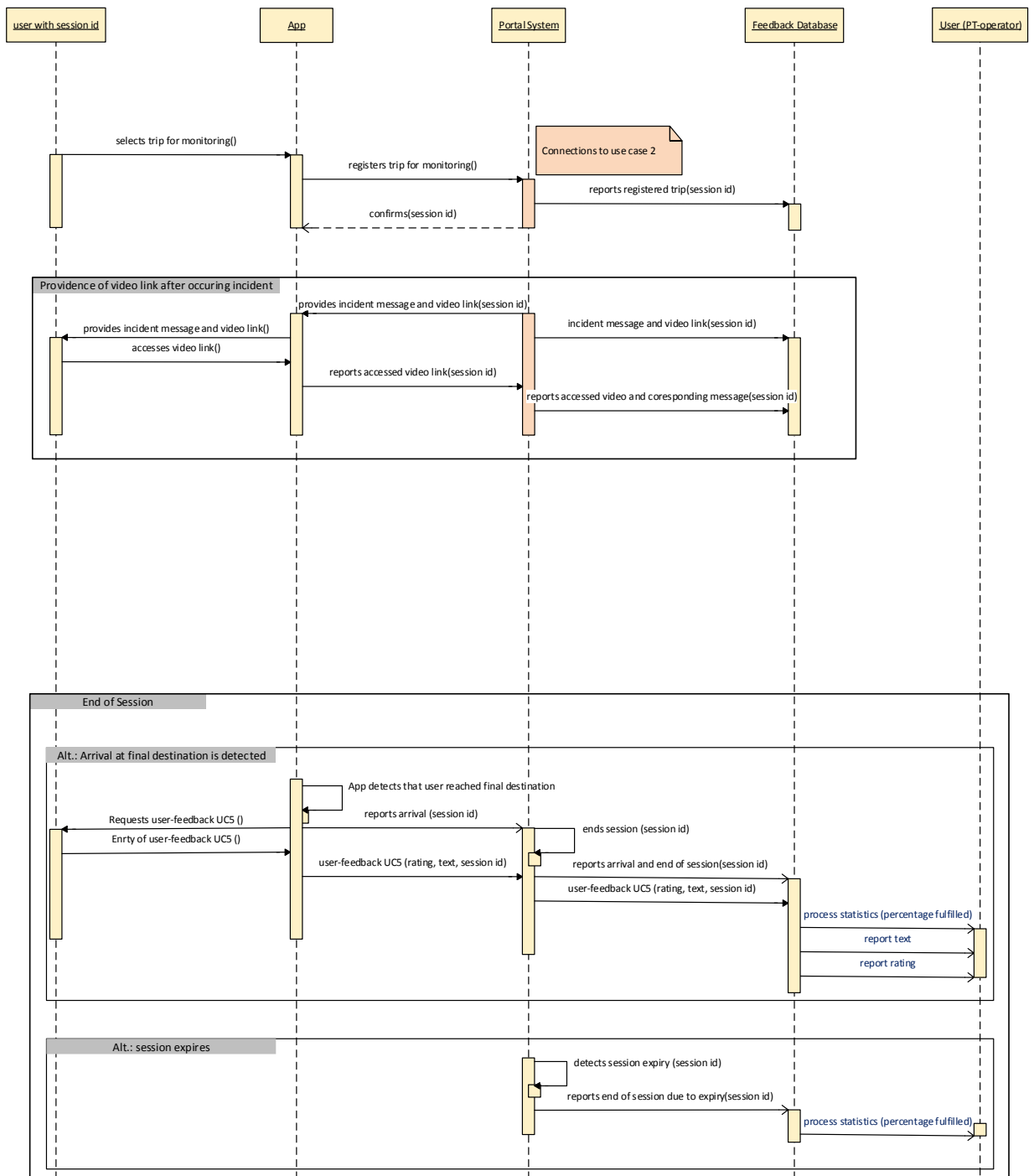


Abbildung 5: Use-case 4 - Feedback for UC 2

UC3 (driver assistance)

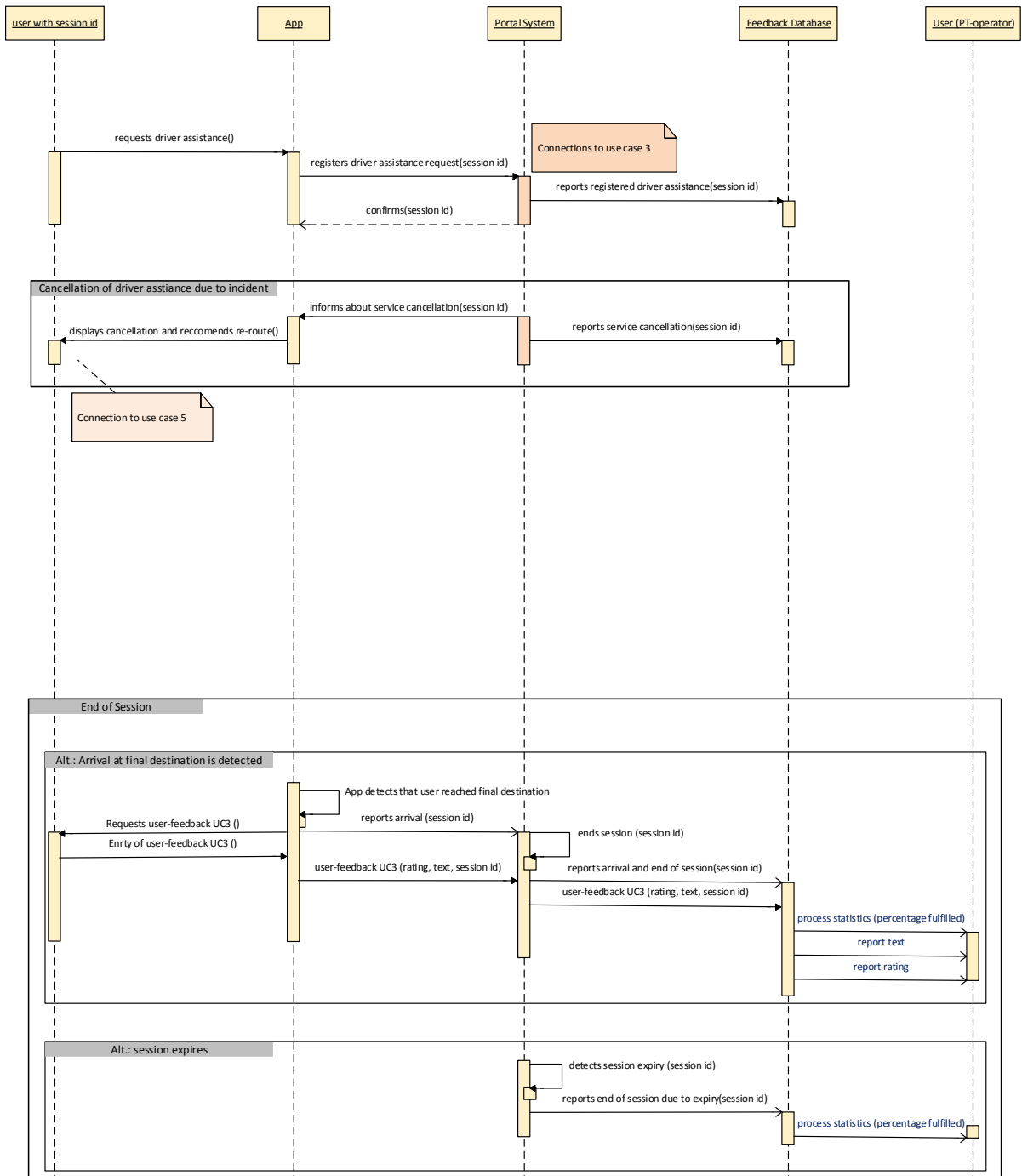


Abbildung 6: Use-case 4 - Feedback for UC 3

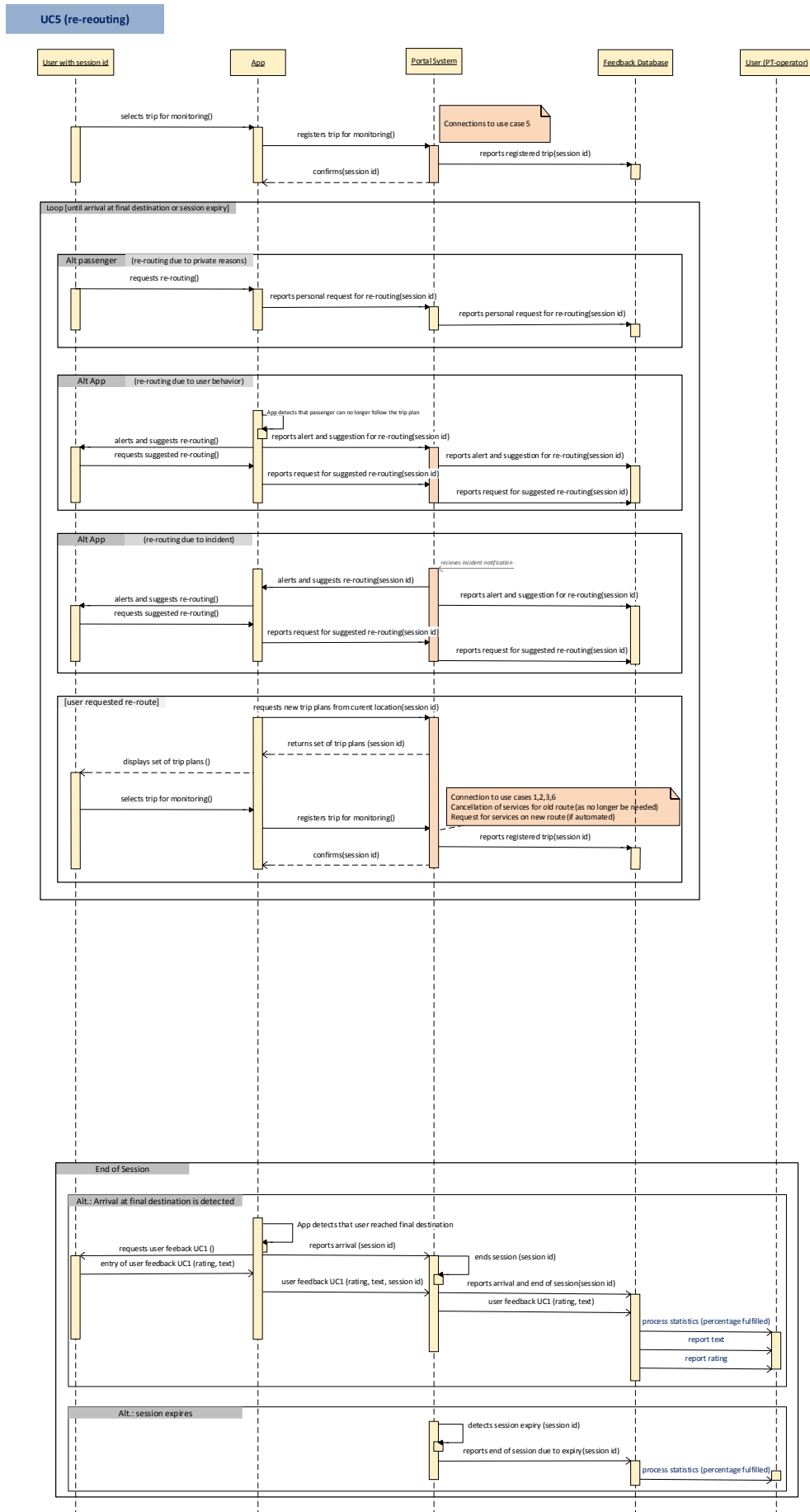


Abbildung 7: Use-case 4 - Feedback for UC 5  
aim4it – Abschlussbericht

UC6 (in-vehicle information)

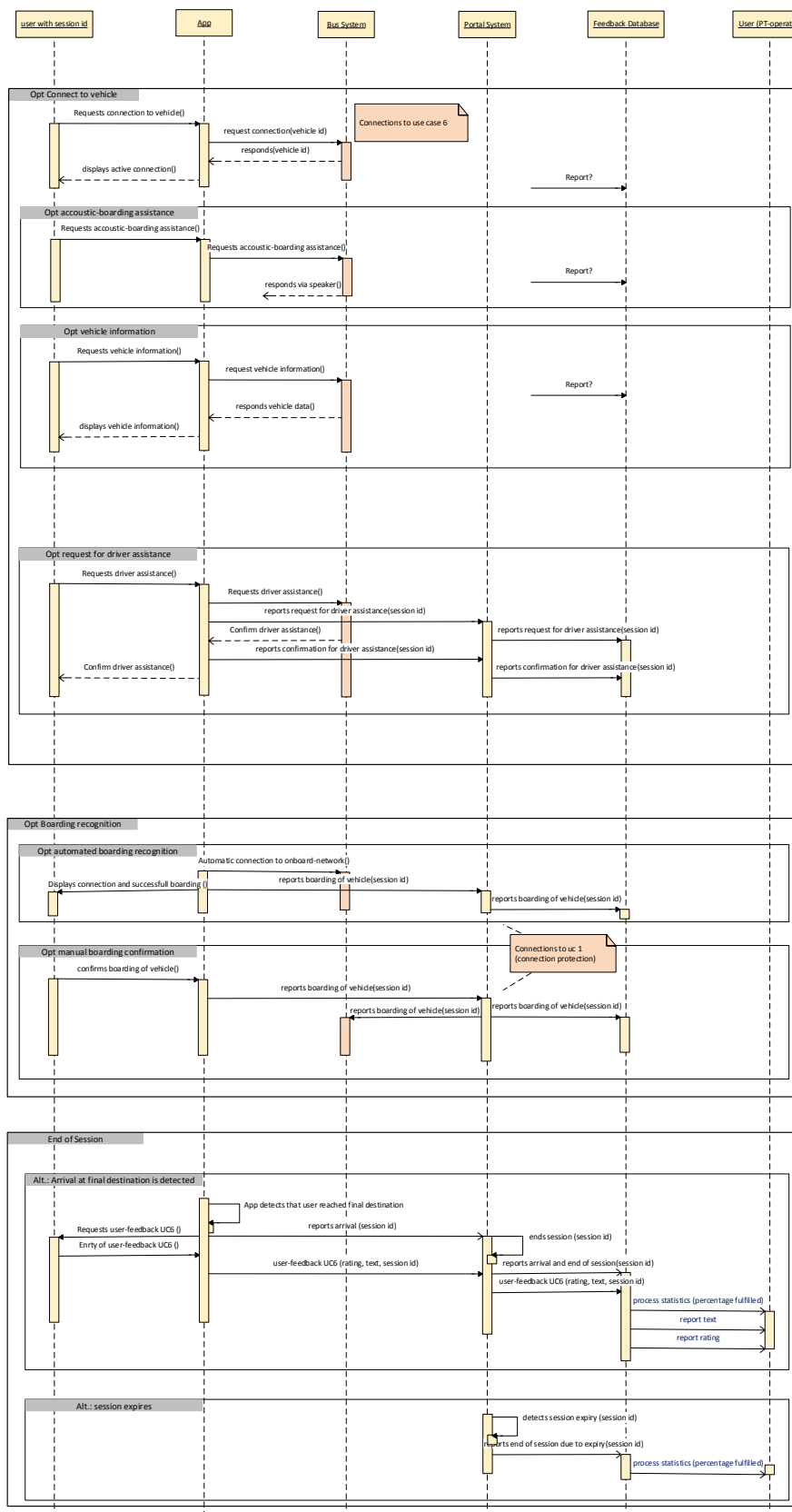


Abbildung 8: Use-case 4 - Feedback for UC 6

Tabelle 4: Storyline UC 4 Feedbackfunktion

<p><b>ID</b></p>	<p>4</p>
<p><b>Title</b></p>	<p>Feedback to ITCS depending on the consumed Use-case</p>
<p><b>Objectives</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Passengers with special mobility needs provide feedback of the perceived service quality to ITCS.</li> <li>• ITCS starts continuous improvement activities based on available customer feedback.</li> </ul>
<p><b>Images illustrating Use-case</b></p>	
<p><b>Story Line</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Using the aim4it spectrum of services passengers can register for the <b><u>connection protection service</u></b> (Use-case 1), can subscribe for <b><u>incident messages in sign language</u></b> (Use-case 2), can request <b><u>assistance from the bus driver</u></b> (Use-case 3), <b><u>can request a barrier free (re-)Routing information</u></b> (Use-case 5) and <b><u>get information from the in-vehicle system</u></b> (Use-case 6). With the feedback function passengers can evaluate the efforts made by the ITCS for these Use-cases towards the achievement of the goal of a barrier free public transport system. Additionally, further information can be provided using the “other” category to cater for additional criteria for the quality of service perceived by passengers with special mobility needs. Based on the</li> </ul>



	<p>feedback system, the ITCS systems get qualitative and quantitative data they can use to further enhance quality of service.</p>
<b>Start condition</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Use of the aim4it features (Use-cases 1,2,3,5,6)</li> <li>• The feedback functionality is available in the relevant screens of the application and as a menu item. The feedback process is only started if the user actively starts it. It shall be seen as an option for the user to express his wishes, concerns and possible problems.</li> </ul>
<b>Input data</b>	<p>According to DIN EN 13816 two different methodical approaches will be applied in the aim4it feedback function:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>a.) Direct performance measurement: quality of service execution will be automatically determined by means of metrics generated based on transactions between the passengers' smart phone apps and the ITIS (via portal system).</li> <li>b.) Customer satisfaction surveys: surveys with star ratings will be integrated into the travel assistance application. At specific points along the journey the passenger receives questionnaire to rate his or her perceived service quality. This feedback data includes: <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Relation to Use-case (UC1,2,3,5,6, Other)</li> <li>○ Unique identifier A Star Rating (1-5)</li> <li>○ Additional information about the consumed service (e.g. the URL/ID of the last Sign language Video, the Route Request of the last re-routing, Position of the user for bus-driver assistance, etc.)</li> </ul> </li> </ol>
<b>Steps carried out during conducting of Use-case</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Passenger consumes the services provided by aim4it</li> <li>• Passenger opens feedback screen from activity or menu</li> <li>• Passenger answers feedback questions using Text, Rating</li> <li>• Feedback is stored in a central database of the ITCS</li> <li>• Feedback is evaluated (interpreted) by the ITCS</li> <li>• The operator can respond to the feedback messages if the user has provided his email address</li> </ul>
<b>Criteria for conclusion</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Passenger has sent feedback.</li> <li>• Passenger reaches final destination</li> </ul>

<b>Interaction with other cases</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Link to Use-case 1 (connection protection)</li> <li>• Link to Use-case 2 (incident messages in sign language)</li> <li>• Link to Use-case 3 (request for bus driver assistance)</li> <li>• Link to Use-case 5 (re-routing)</li> <li>• Link to Use-case 6 (in-vehicle passenger-information)</li> </ul>
<b>Risks involved in Use-case</b>	<p>Functionality hard to use by different target groups (e.g. to provide written feedback text for blind and deaf people)</p> <p>Feedback is not read by anyone</p>
<b>Quality targets</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Well chosen and easy to understand pictograms are used for each feedback category</li> <li>• Multiple options to give feedback (e.g. stars, text, image) to convey message</li> <li>• Screenreaders can deal with the feedback form.</li> </ul>
<b>Criteria for early termination of Use-case</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• The user cancels the feedback process</li> <li>• Loss of connection</li> </ul>



<b>Responsible company for planning and carrying out Use-case</b>	DLR
<b>Responsible partner for content</b>	DLR
<b>Additional partners involved</b>	Fluidtime Polytechnical University of Poznan Bergische Universität Wuppertal Use-case responsables (UC 1, UC 2, UC 3, UC 5, UC 6) Operators (Wiener Linien)
<b>Environment / Context Use-case is carried out</b>	Usecase to be demonstrated in Karlsruhe and Vienna

### Use-case 5 – Re-Routing in case of unplanned events

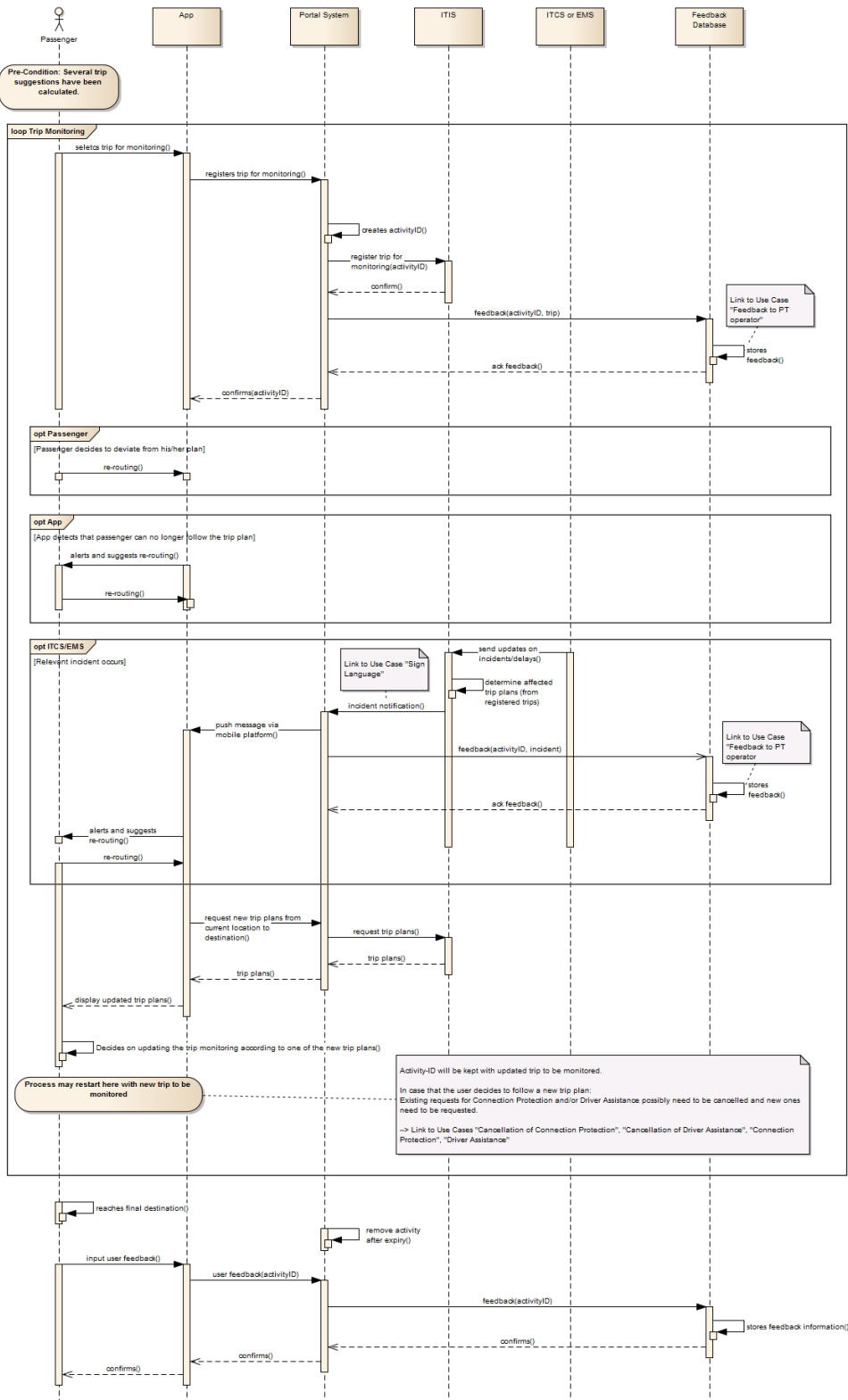



Abbildung 9: Aktivitätendiagramm für UC: Re-Routing in case of unplanned events

Tabelle 5: Storyline UC 5 Re-Routing in case of unplanned events

<p><b>ID</b></p>	<p>5</p>
<p><b>Title</b></p>	<p>Re-Routing in case of unplanned events</p>
<p><b>Objectives</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Enhanced re-routing capabilities of the intermodal transport information system (ITIS)</li> </ul>
<p><b>Images illustrating Use-case</b></p>	 <p>The image illustrates geocoded services and their current position.</p>
<p><b>Story Line</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>At home a student with special needs (e.g. blind or deaf or restricted mobility) is planning a trip to the university. The journey requires interchange at the railway station to a connecting bus line. Following the recommendations of his travel assistant he is going to the railway station and starts his trip. Whenever the system concludes during the trip that there is a discrepancy between planned and actual trip he gets updated routes, reflecting the following aspects:             <ul style="list-style-type: none"> <li>Available <i>real-information</i> of public transport operator reveals that the initially planned journey cannot be completed</li> <li>Available <i>incident information</i> reveals that the initially planned journey cannot be completed.</li> <li>Passenger does not behave as required and does not show up at the right time at the right location (passive termination of journey)</li> <li>Passenger changes his mind and actively cancels or changes his route.</li> </ul> </li> </ul>

<b>Start condition</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Route request by the passenger</li> </ul>
<b>Input data</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Route request (start/current location, destination, time) <ul style="list-style-type: none"> <li>a.) Passenger is on board of a vehicle (“moving target”)</li> <li>b.) Passenger is waiting at a station</li> </ul> </li> <li>• Real-time information (VDV 454) of the current operational situation in the public transport network.</li> <li>• Incident messages from incident capturing system (ICS)</li> </ul>
<b>Steps carried out during conducting of Use-case</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Passenger enters route request (start/current position, destination, time) and sends this to the ITIS</li> <li>• Passenger receives route information from ITIS and chooses a route</li> <li>• The passenger starts the route and enters the first vehicle</li> <li>• Need to perform re-routing is identified. There are 3 technical channels which can trigger re-routing (During the course of the project mdv will decide which of the these possibilities will be considered for a demonstrator): <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Either by the server (guardian angel functionality) based on available real-time data updates or incident information</li> <li>2. Or by the client (app identifies need for re-routing)</li> <li>3. Or by the user (passenger triggers re-routing as he or she discovers that there is a problem with the initial route)</li> </ol> </li> <li>• Re-routing is performed by using the current location, the updated route is calculated in ITIS</li> <li>• Updated route is distributed to the passenger</li> <li>• Passenger follows the updated route and informs the system</li> <li>• Passenger reaches final destination (see criteria for conclusion)</li> </ul>
<b>Criteria for conclusion</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Passenger has reached final destination, the system recognizes this state by one of the following means: <ul style="list-style-type: none"> <li>○ a time-out-criterion</li> <li>○ communication link between smartphone and bus</li> <li>○ the passenger telling the system that he reached the destination (least plausible )</li> </ul> </li> </ul>

<b>Interaction with other cases</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Relation to Use-case 1 (“connection protection”): possibly a previously ordered connection protection needs to be cancelled</li> <li>• Relation to Use-case 6 (“logoff-detection in the vehicle” or “active log-off”)</li> </ul>
<b>Risks involved in Use-case</b>	The determination of the users current location might not be accurate enough to perform the Use-case
<b>Quality targets</b>	Minimization of the delay in case of unplanned events.
<b>Criteria for early termination of Use-case</b>	The user might enter a different destination
<b>Implementation in aim4it</b>	
<b>Responsible company for planning and carrying out Use-case</b>	Mentz Datenverarbeitung GmbH
<b>Responsible partner for content</b>	Wiener Linien: VDV452/454 Verkehrsbetriebe Karlsruhe: VDV 452/454 Fluidtime: Incident Messages
<b>Additional partners involved</b>	Fluidtime
<b>Environment / Context Use-case is carried out</b>	Use-case to be demonstrated in Karlsruhe and/or Vienna (depending on the available realtime information)

### Use-case 6 – In-vehicle information

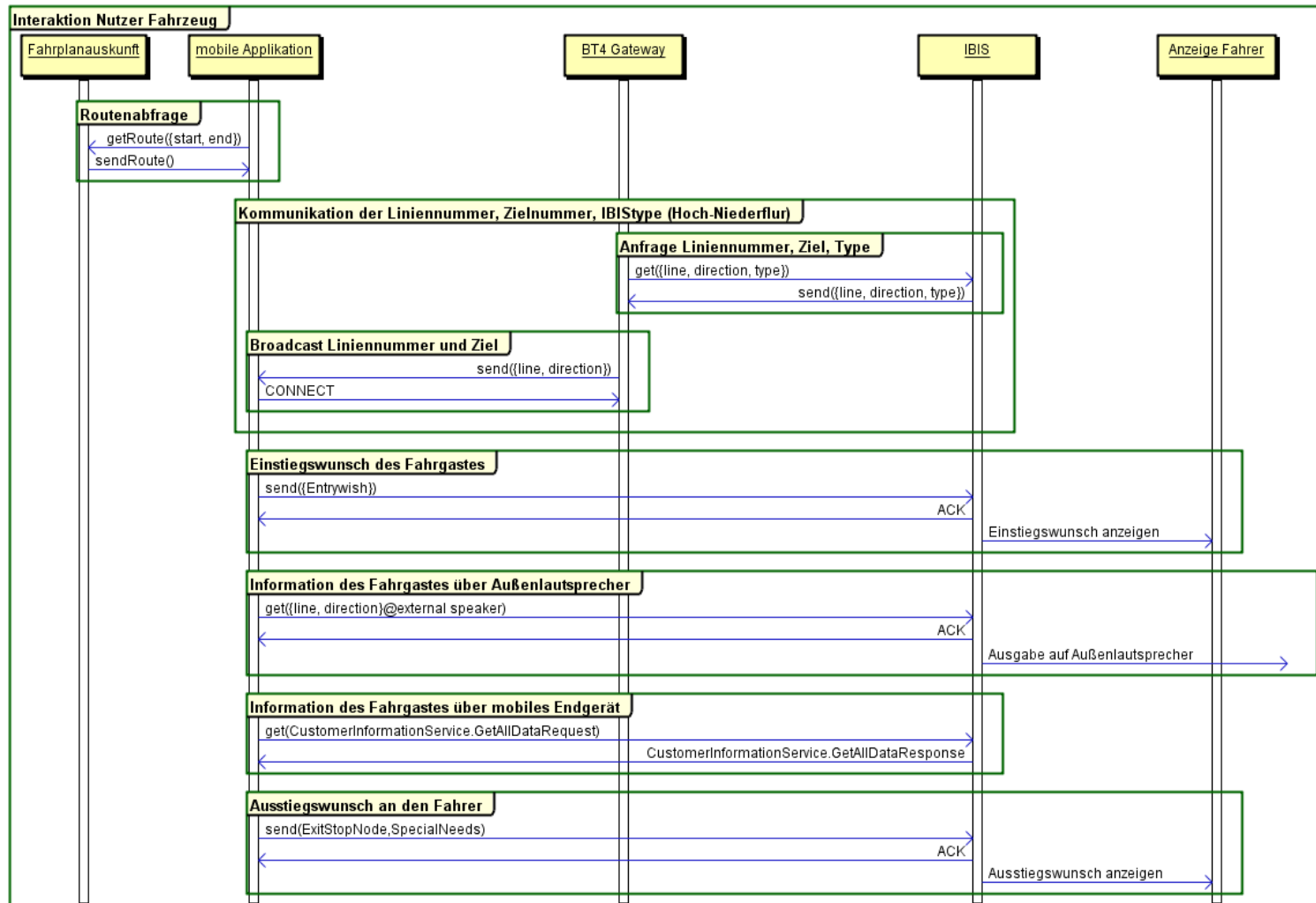




Tabelle 6: Storyline UC 6 In-vehicle passenger information

ID	6
Title	In-vehicle passenger information (IBIS-IP)
Objectives	<ul style="list-style-type: none"> <li>The passenger receives up-to date information from the ITCS onboard equipment</li> </ul>
Images illustrating Use-case	
Story Line	<ul style="list-style-type: none"> <li>A blind person is standing on a central bus station with several bus lines passing by. For finding the right bus to enter the person can <b>activate the external loud speaker</b> of the bus where the line and final destination of this bus are announced. After finding and entering the right bus, the blind person <b>gets all the information which is presented at displays in the bus</b> on its mobile device and can either “read” or listen to the information. Before reaching the destination stop-point the blind person can give the</li> </ul>

	<p>bus-driver the information that a blind person wants to exit the bus at the next stop (<b><u>entry and exit wish</u></b>).</p> <p>Which Usergroups (Personas) will be supported?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• blind persons</li> <li>• elderly people</li> <li>• wheelchair users</li> </ul>
<b>Start condition</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Passengers' mobile device is within reach of bus access point</li> </ul>
<b>Input data</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Data of the onboard information system (IBIS) including information about next stop, last stop, high floor or low floor, bus number, line number, vehicle device (bus, tram,...)</li> </ul>
<b>Steps carried out during conducting of Use-case</b>	<p>Passenger mobile device connects to the access point of the bus</p> <p>The passengers mobile device receives information from the busses access point</p> <p>Passenger activates the external information provision of the bus</p> <p>Passenger enters the bus</p> <p>Passenger mobile device checks which information is relevant to the passenger</p> <p>Passenger mobile device represents information in an adequate manner (e.g. audible, visual information)</p> <p>Passenger provides the information to the vehicle, that he wants to leave the bus at the next stop point</p> <p>Passenger leaves the bus</p>
<b>Criteria for conclusion</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Passenger has reached final destination</li> </ul>
<b>Interaction with other cases</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Request for bus driver assistance (connection protection)</li> <li>• Is connection protection relevant – if yes – then two connections are necessary</li> </ul> <p>a connection to the ITCS to send a “wait for me” request  Answer yes or no from ITCS (and additional Info)  a direct connection to the vehicle for entry wish,...</p>

<b>Risks involved in Use-case</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• connection protection with server communication</li> <li>• is it possible to get the infos from the supporter?</li> <li>• Does the device speak with the “right” bus. If there are several buses waiting at the bus station.</li> </ul>
<b>Quality targets</b>	
<b>Criteria for early termination of Use-case</b>	
<b>Implementation in aim4it</b>	
<b>Responsible company for planning and carrying out Use-case</b>	Init AG
<b>Responsible partner for content</b>	Wiener Linien (for data of onboard information system) Verkehrsbetriebe Karlsruhe (for data of onboard system)
<b>Additional partners involved</b>	FH Joanneum
<b>Environment / Context Use-case is carried out</b>	Use-case to be demonstrated in Karlsruhe

## Berichtsblatt

1. ISBN oder ISSN	2. Berichtsart (Schlussbericht oder Veröffentlichung) Schlussbericht
3. Titel  aim4it - accessible and inclusive mobility for all with individual travel assistance Teilvorhaben „Bedarfs-Engineering, Kundenzufriedenheit und Standardisierung“	
4. Autor(en) [Name(n), Vorname(n)]  Nicklas, Jan-Peter Schlüter, Nadine Winzer, Petra	5. Abschlussdatum des Vorhabens Juni 2016
	6. Veröffentlichungsdatum geplant
	7. Form der Publikation Buch
8. Durchführende Institution(en) (Name, Adresse)  Bergische Universität Wuppertal Fakultät für Maschinenbau und Sicherheitstechnik Fachgebiet Produktsicherheit und Qualitätswesen Gaußstraße 20 42119 Wuppertal	9. Ber. Nr. Durchführende Institution VB64.004/2014
	10. Förderkennzeichen VB64.004/2014
	11. Seitenzahl 106
12. Fördernde Institution (Name, Adresse)  Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur Invalidenstraße 44 10115 Berlin	13. Literaturangaben 58
	14. Tabellen 9
	15. Abbildungen 27
16. Zusätzliche Angaben	
17. Vorgelegt bei (Titel, Ort, Datum)	
18. Kurzfassung  Im Rahmen des Projektes aim4it, Teilvorhaben „Bedarfs-Engineering, Kundenzufriedenheit und Standardisierung“ wurde ein Ansatz zum Anforderungsmanagement für Netzwerke entwickelt. Dieser nutzt ein standardisiertes, modulares Vorgehen. Somit ist er nicht nur eine Insellösung für ein spezifisches Netzwerk, sondern kann in einer Vielfalt von Netzwerken Anwendung finden. Um die Kommunikation im Netzwerk zu verbessern und das geforderte Verständnis hinsichtlich des Produktes, des Netzwerkes sowie der Prozesse zu realisieren wurde ein Use-case basiertes Modell eingeführt. Dieses realisiert die interdisziplinäre Kommunikation zwischen allen beteiligten Stakeholdern im Netzwerk und führt zur anforderungs- und zielgerichteten Produktentwicklung. Somit ist nicht nur ein Soll-Stand (Anforderungen der Stakeholder) abzuleiten, sondern auch deren Umsetzung zum realisierten Produkt zu überprüfen (Ist-Stand), um somit eine kontinuierliche Verbesserung des Produktsystems umzusetzen. Die Entwicklung der aim4it Applikation und der Realisierung des Kundenfeedbacks zeigt die Umsetzbarkeit des hier entwickelten Ansatzes auf.	
19. Schlagwörter Anforderungsmanagement, Netzwerk, Mobilität, Standards, öffentlicher Personennahverkehr	
20. Verlag offen	21. Preis offen

## Document Control Sheet

1. ISBN or ISSN	2. type of document (e.g. report, publication) Final report
3. title  aim4it - accessible and inclusive mobility for all with individual travel assistance Sub Project "Requirement Engineering, Customer Satisfaction and Standards"	
4. author(s) (family name, first name(s))  Nicklas, Jan-Peter Schlüter, Nadine Winzer, Petra	5. end of project June 2016
	6. publication date planned
	7. form of publication book
8. performing organization(s) (name, address)  University of Wuppertal Faculty Mechanical Engineering and Safety Engineering Research Group Product Safety and Quality Engineering Gaußstraße 20 42119 Wuppertal Germany	9. originator's report no. VB64.004/2014
	10. reference no. VB64.004/2014
	11. no. of pages 106
12. sponsoring agency (name, address)  Federal Ministry of Transport and Digital Infrastructure Invalidenstraße 44 10115 Berlin Germany	13. no. of references 58
	14. no. of tables 9
	15. no. of figures 27
16. supplementary notes	
17. presented at (title, place, date)	
18. abstract Within the project aim4it the sub-project "Requirements Engineering, Customer Satisfaction and Standardization" an approach to Requirements Management in Networks was developed. This innovative approach uses standardized, modular methodology concepts. Therefore, it is not an isolated application but can be used for different kind of networks. In order to improve the communication within networks as well as the common understanding of the network and its processes, use-case based models were applied. Thus, interdisciplinary communication between all involved stakeholders of the network was achieved. Furthermore, a requirement-oriented and therefore goal-oriented product development was possible. The new approach not only included the definition of targets but also checked their fulfillment. In case of non-fulfillment, continuous improvement is applied. The design and use of the aim4it smartphone app including feedback functions for the customer proved the usability of this approach.	
19. keywords Requirements Management, Network, Mobility, Public Transportation, Standards	
20. publisher n/a	21. price n/a