

Gottfried Wilhelm
Leibniz Universität Hannover
Fakultät für Elektrotechnik und Informatik
Institut für Praktische Informatik
Fachgebiet Software Engineering

Koevolution von multimedialen Anforderungen

Masterarbeit

im Studiengang Informatik

von

Luisa Simmet

Prüfer: Prof. Dr. Kurt Schneider
Zweitprüfer: Prof. Dr. Joel Greenyer
Betreuer: M. Sc. Oliver Karras

Hannover, 1. November 2017

Erklärung der Selbstständigkeit

Hiermit versichere ich, dass ich die vorliegende Masterarbeit selbstständig und ohne fremde Hilfe verfasst und keine anderen als die in der Arbeit angegebenen Quellen und Hilfsmittel verwendet habe. Die Arbeit hat in gleicher oder ähnlicher Form noch keinem anderen Prüfungsamt vorgelegen.

Hannover, den 1. November 2017

Luisa Simmet

Zusammenfassung

Die Erhebung von Anforderungen für ein Softwareprojekt bildet die entscheidende Grundlage für den Projekterfolg, der wegen auftretender Schwierigkeiten in der Anforderungsanalyse oftmals gefährdet wird. Die Anforderungserhebung in Form von Kundengesprächen ist schwierig und fehleranfällig, da in beschränkter Zeit oft kein gemeinsames Verständnis zwischen Kunde und Anforderungsingenieur hergestellt wird und die Validierung durch den Kunden zu spät oder gar nicht erfolgt. Aus diesen Gründen ist häufig das Ergebnis des Projekts nicht das, was sich der Kunde vorgestellt hat. Außerdem trägt die Verwendung von Text, die die am häufigsten genutzte Dokumentationsform von Anforderungen darstellt, zu Fehlern und Missverständnissen in der Erhebung und Validierung von Anforderungen bei. Eine schriftliche Spezifikation ist für die Kommunikation von Anforderungen und den Einsatz in Interviews nur bedingt geeignet, um ein gemeinsames Verständnis herzustellen.

In dieser Arbeit wird ein mobiles Werkzeug konzipiert, das die Anforderungserhebung und -validierung in Interviews durch die Nutzung von weiteren Medien wie Videos, Bildern und Audioaufnahmen verbessern soll. Diese sollen helfen, in Interviews mit Kunden mehrere Blickwinkel darzustellen und somit ein besseres Verständnis zu ermöglichen, um zum Projekterfolg beizutragen. Für das Microsoft Surface wird ein Prototyp des Werkzeugs entwickelt, in dem textuelle Szenarien mit Videos, Bildern und Audioaufnahmen angereichert und dargestellt werden. Auf dem Gerät erfolgt die interaktive Gegenüberstellung und Verknüpfung der verschiedenen Medien mit dem Kunden, der mehr miteinbezogen wird und seine Wünsche besser und verständlicher ausdrücken kann.

Der praktische Einsatz des Werkzeugs wird in einem beispielhaften Projekt anhand einer Fallstudie erprobt, um dessen Handhabung und Beitrag zu einer effektiven Anforderungserhebung zu untersuchen.

Abstract

The elicitation of requirements for a software project is the significant basis for a successful project. However, the success is easily endangered by emerging difficulties in the requirements analysis. The requirements elicitation in interviews with customers is challenging and error-prone, as in a limited time there often is no common understanding established between the customer and the requirements engineer. Consequently, the validation by the customer is performed too late or not at all. On these grounds, the result of a project often differs from what the customer expected. Furthermore, the use of text, which is the most widely used form for documentation of requirements, contributes to errors and misunderstandings in the elicitation and validation of requirements. A written specification is only partially suitable for the communication of requirements and the use in interviews to enable a common understanding.

In this work, a mobile tool is designed in order to improve the elicitation and validation of requirements by using other media like videos, images and audio recordings. These media are expected to help in interviews with customers to show several perspectives and enable a better understanding to contribute to the project success. For the Microsoft Surface, a prototype is implemented that permits enriching textual scenarios with videos, images and audio recordings. On the device, the customers can compare and link different media and in consequence they are involved more, so they are able to express their wishes in an accurate and more understandable way.

The practical application of the tool is tested in a case study in an exemplary project to investigate the handling and contribution to an effective requirements analysis.

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung	1
1.1. Motivation	1
1.2. Ziel der Arbeit	2
1.3. Struktur der Arbeit	3
2. Grundlagen	5
2.1. Requirements Engineering	5
2.2. Anforderungen und Repräsentationsformen	8
3. Verwandte Arbeiten	11
3.1. Art-Scene und der Scenario Presenter	11
3.2. Arbeiten vom Fachgebiet Software Engineering	12
3.3. Weitere Ansätze	14
4. Einsatzmöglichkeiten und Nutzen des Werkzeugs	17
4.1. Grundlegende Anforderungen an das Werkzeug	17
4.2. Nutzungsszenarien	17
4.3. Hypothesen über den Nutzen des Werkzeugs	18
5. Konzept des Werkzeugs	21
5.1. Konzeptentscheidungen	21
5.2. Benutzeroberfläche	29
5.3. Beispielablauf im Projekt „Mobiler Mensch“	33
5.4. Konzeptauswahl für die Implementierung	36
6. Implementierung des Prototypen	37
6.1. Priorisierung der Funktionalitäten	37
6.2. Technische Basis	39
6.3. Design- und Entwurfsentscheidungen	40
6.4. Einschränkungen und mögliche Erweiterungen	47
7. Fallstudie	51
7.1. Umfeld: Projekt „Mobiler Mensch“	51
7.2. Prozess der individuellen Fallstudie	52
7.3. Planung und Design der Studie	53
7.4. Durchführung der Studie	54
7.5. Auswertung der Studie	59
7.5.1. Ergebnisse der Studie	59

Inhaltsverzeichnis

7.5.2. Bewertung der Ergebnisse	63
7.5.3. Bedrohungen der Validität	67
8. Fazit und Ausblick	69
8.1. Fazit	69
8.2. Ausblick	70
A. Anhang	77
A.1. Vorlagen der Evaluationsbögen	77
A.2. Ausgefüllte Evaluationsbögen	80
A.3. Weitere Screenshots aus der Evaluation	83
A.4. Inhalt der CD	86

1. Einleitung

1.1. Motivation

Die Erhebung von Anforderungen in einem Softwareprojekt bildet die entscheidende Grundlage für die Entwicklung der Software und hat einen starken Einfluss auf den Projekterfolg. Dieser ist jedoch oftmals gefährdet, was zu einem hohen Anteil auf unzureichend erhobene Anforderungen zurückzuführen ist [KT07].

Die Anforderungserhebung in Softwareprojekten in Form von Kundengesprächen ist schwierig und fehleranfällig. Die Zeit mit den Kunden in Interviews ist knapp, sodass wenig Zeit für eine detaillierte Erhebung der Anforderungen vorhanden ist. Dabei ist es schwierig, ein gemeinsames Verständnis zwischen dem Kunden und dem Anforderungsingenieur herzustellen. Dies liegt unter anderem an Kommunikationsproblemen, sodass der Kunde seine Vorstellungen nur schwer ausdrücken kann und der Anforderungsingenieur nicht versteht, was der Kunde wirklich möchte [Rup14]. Außerdem erfolgt die Validierung der Anforderungen meist zu spät oder unzureichend, sodass das Ergebnis eines Projekts oftmals nicht das ist, was der Kunde sich vorgestellt hat [KT07].

Zu dem fehlenden gemeinsamen Verständnis trägt auch die Nutzung von Text bei, welches die am häufigsten verwendete Form zur Dokumentation von Anforderungen darstellt und leicht zu Missverständnissen führen kann [SZ15]. Hier kann die Nutzung von Medien wie Bilder oder Videos helfen, um ein besseres Verständnis zu ermöglichen [Ras+06]. Dafür wäre es nützlich, ein Werkzeug zu verwenden, das verschiedene Formen von Anforderungen gegenüberstellt, um unterschiedliche Blickwinkel auf die Anforderungen darzustellen und somit das Verständnis und die Effektivität der Anforderungserhebung in Interviews zu verbessern.

Besonders in Projekten mit vielen verschiedenen Stakeholdern ist es schwierig, die Interessen zusammenzubringen und ein gemeinsames Verständnis zu schaffen. Beispielsweise sind im Bereich der intelligenten Mobilität viele Akteure mit verschiedenen Hintergründen beteiligt, die ihre Anliegen nicht leicht in verständlicher Form für alle Beteiligten formulieren können, sondern die vielmehr im Wechselspiel miteinander und mit dem Anforderungsingenieur entstehen. So auch in der interdisziplinären Forschungsinitiative „Mobiler Mensch: Intelligente Mobilität in der Balance von Autonomie, Vernetzung und Security“, in dem neben dem Fachgebiet Software Engineering viele weitere Akteure beteiligt sind. Hier eignet sich ein mobiles Gerät, mit dessen Nutzung die Kunden besser einbezogen werden können und auch die direkte Nutzung am Einsatzort der zu entwickelnden Software ermöglicht wird, um Kontextinformationen mit einzubringen.

1. Einleitung

Die Verwendung solch eines mobilen Werkzeugs, verbunden mit der Nutzung multimedialer Anforderungen, kann zu einer stärkeren Interaktion der Stakeholder und einem besseren gemeinsamen Verständnis beitragen, was somit zu einer effektiveren Anforderungserhebung und -validierung führen kann.

1.2. Ziel der Arbeit

In dieser Arbeit soll ein mobiles Werkzeug konzipiert und entwickelt werden, mit dem Anforderungen von verschiedenen Stakeholdern vor Ort erfasst und diskutiert werden können, wobei die Anforderungen in verschiedenen multimedialen Repräsentationsformen vorliegen. Hiermit soll die Anforderungserhebung und -validierung verbessert werden.

Das Werkzeug soll dazu dienen, verschiedene Repräsentationsformen von Anforderungen auf einem mobilen Gerät gegenüberzustellen und verbinden zu können. Diese Anforderungen können in Form von Szenarien, textuellen Anforderungen, Bildern, Videos und Audioaufnahmen dargestellt werden.

Durch die Verknüpfung verschiedener Medien soll das gemeinsame Verständnis der Anforderungen in Interviews mit Kunden verbessert werden, da beispielsweise Bilder oder Videos oftmals intuitiver für den Kunden zu verstehen sind als textuelle Beschreibungen. Zudem erlauben die verschiedenen Medien unterschiedliche Blickwinkel auf die Anforderungen und können dazu dienen, weitere zu stimulieren. Außerdem zeigt Amblers Betrachtung der *Modes of communication*, dass die Effektivität der Kommunikation mit der Reichhaltigkeit des Mediums zunimmt [Amb02] (vgl. Abbildung 1.1).

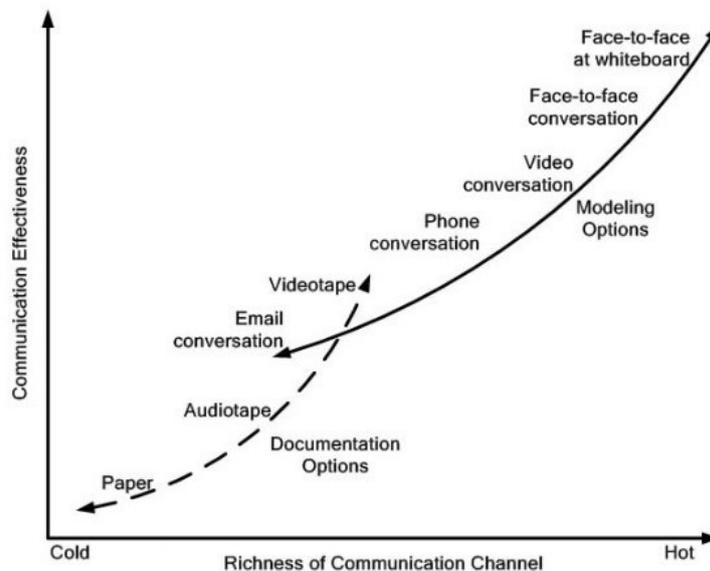


Abbildung 1.1.: Modes of communication [Amb02]

In der Abbildung ist zu erkennen, dass die *Face-to-Face*-Kommunikation an einem Whiteboard o. ä. die effektivste Form der Kommunikation darstellt, was sich auf die gemeinsame Arbeit und Interaktion am Tablet in Interviews übertragen lässt. Somit kann das Werkzeug zu einer effektiven Kommunikation und Beteiligung der Stakeholder beitragen.

Außerdem kann mit der gemeinsamen Nutzung des Tablets schnelles Feedback von Stakeholdern eingeholt und direkt umgesetzt werden, um die Validierung zu beschleunigen. Durch den Einsatz vor Ort am Arbeitsplatz der Stakeholder soll außerdem der Arbeitskontext der Systemnutzer durch den Einfluss von Kontextinformationen besser verstanden werden.

Somit soll durch die Nutzung des Werkzeugs das Ziel erreicht werden, in den Interviews detaillierte, verständliche und validierte Anforderungen zu ermitteln. Die erwarteten Vorteile in Hinblick auf das Werkzeug finden sich auch in den RE-Zielen von Fricker et al. [SZ15] wieder. Demnach ist ein gemeinsames Verständnis das höchste Ziel im Requirements Engineering, außerdem sind die Qualität der Spezifikation und ein klares Umfeld von großer Bedeutung.

Für die Entwicklung des beschriebenen Werkzeugs werden zunächst ähnliche Ansätze aus der Literatur betrachtet. Aufbauend darauf werden Hypothesen über den Nutzen des Werkzeugs abgeleitet. Schließlich folgt die Konzipierung des Werkzeugs, wobei die Entwicklung der Konzepte auf der Literatur und den aufgestellten Hypothesen aufbaut. Anschließend wird ein nutzungsbereiter Prototyp für das Microsoft Surface implementiert und im Rahmen der interdisziplinären Forschungsinitiative „Mobiler Mensch“ an Beispielen erprobt und ausgewertet.

1.3. Struktur der Arbeit

Der Aufbau dieser Arbeit wird im Folgenden kurz beschrieben.

In Kapitel 1 wurde auf die Motivation und das Ziel der Arbeit eingegangen.

In Kapitel 2 werden die Grundlagen zum Requirements Engineering beschrieben, wobei auf die Phasen des Requirements Engineering und Definitionen von Anforderungen und Repräsentationsformen eingegangen wird.

In Kapitel 3 werden ähnliche Ansätze aus der Literatur vorgestellt, darunter am Fachgebiet Software Engineering vorliegende Literatur, empfohlene Arbeiten sowie weitere gefundene Ansätze.

In Kapitel 4 werden die Einsatzmöglichkeiten des Werkzeugs und Hypothesen über dessen Nutzen vorgestellt.

In Kapitel 5 wird das Konzept des Werkzeugs entwickelt, wobei einzelne Konzeptentscheidungen, die Benutzeroberfläche und eine beispielhafte Nutzung erklärt werden.

In Kapitel 6 wird beschrieben, wie das Werkzeug als Prototyp für das Microsoft Surface implementiert wurde. Dabei wird nach einer Priorisierung der Anforderungen

1. Einleitung

auf die technische Basis, die Design- und Entwurfsentscheidungen und schließlich auf Einschränkungen und mögliche Erweiterungen des Prototypen eingegangen.

In Kapitel 7 wird eine Fallstudie des Werkzeugs im Projekt „Mobiler Mensch“ beschrieben und ausgewertet, wobei auch Bezug auf die vorherigen aufgestellten Hypothesen genommen wird.

In Kapitel 8 folgen schließlich Zusammenfassung und Ausblick der Arbeit.

2. Grundlagen

In diesem Kapitel werden einige Grundlagen zum Verständnis der folgenden Ausarbeitung dargestellt. Zuerst erfolgt die Definition des Requirements Engineering sowie die Beschreibung der einzelnen Phasen. Anschließend folgt die Definition von Anforderungen und es wird auf Qualitätskriterien und verschiedene Repräsentationsformen von Anforderungen eingegangen.

2.1. Requirements Engineering

Da sich diese Arbeit im Bereich des *Requirements Engineering* bewegt, soll dieser Prozess im Folgenden mit seinen einzelnen Phasen dargestellt werden. Die Definition des Begriffs *Requirements Engineering* des International Requirements Engineering Boards (IREB) lautet wie folgt [PR11]:

Definition 1 *Das Requirements-Engineering ist ein systematischer und disziplinierter Ansatz zur Spezifikation und zum Management von Anforderungen mit den folgenden Zielen:*

- *die relevanten Anforderungen zu kennen, Konsens unter den Stakeholdern über die Anforderungen herzustellen, die Anforderungen konform zu vorgegebenen Standards zu dokumentieren und die Anforderungen systematisch zu managen,*
- *die Wünsche und Bedürfnisse der Stakeholder zu verstehen und zu dokumentieren,*
- *die Anforderungen zu spezifizieren und zu managen, um das Risiko zu minimieren, ein System auszuliefern, das nicht den Wünschen und Bedürfnissen der Stakeholder entspricht.*

Der Prozess des *Requirements Engineering* lässt sich demnach in zwei Bereiche einteilen. Die Phase der *Requirements Analysis* befasst sich damit, Anforderungen zu spezifizieren und zu analysieren, und die Phase des *Requirements Management* dient dazu, die Anforderungen zu verwalten. Dieser Prozess kann in einzelne Abschnitte gegliedert werden, welche im Referenzmodell nach Börger et al. [ER99] in Abbildung 2.1 dargestellt werden.

Die einzelnen Phasen der *Requirements Analysis* und des *Requirements Management* werden im Folgenden basierend auf Schneider [Sch16] und Rupp et al. [Rup14] beschrieben.

2. Grundlagen

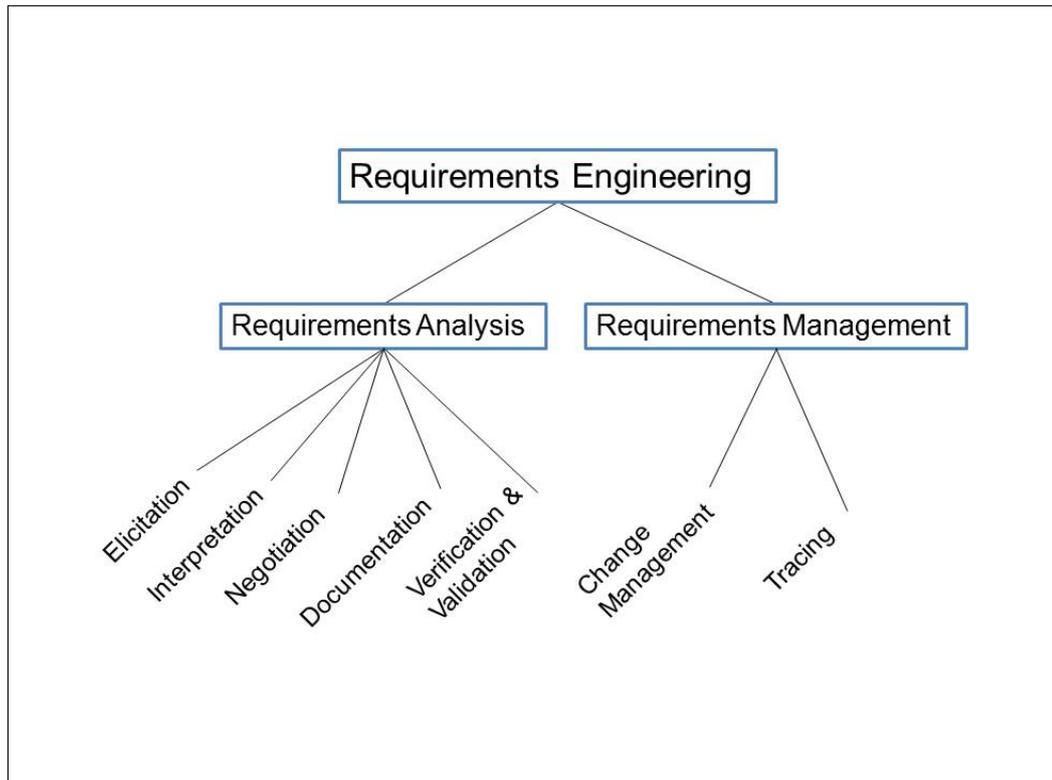


Abbildung 2.1.: Referenzmodell des Requirements Engineering [ER99]

Requirements Analysis

In der *Requirements Analysis* (dt. Anforderungsanalyse) werden Anforderungen für eine zu entwickelnde Software analysiert, indem die Bedürfnisse der Kunden ermittelt werden. Diese Anforderungen müssen dokumentiert und validiert werden, was zu einer Spezifikation führt, die die Grundlage für die weitere Entwicklung der Software darstellt. Die Phasen der *Requirements Analysis* werden im Folgenden genauer beschrieben. Dabei gilt es zu beachten, dass diese nicht immer linear nacheinander ablaufen müssen, sondern auch iterativ oder parallel im Wechselspiel miteinander erfolgen können.

In der *Elicitation* (dt. Erhebung) geht es darum, Stakeholder und andere Quellen von Anforderungen zu identifizieren und Rohanforderungen, d. h. erste abstrakte und unstrukturierte Anforderungen, zu erfassen. Dafür werden zunächst Stakeholder identifiziert, die von dem zu entwickelnden System betroffen sind und Informationen dazu beitragen können. Dann werden die Stakeholder befragt, beispielsweise in Interviews oder Workshops, um deren Wünsche und Bedürfnisse zu erfassen. Hier soll der Anforderungsingenieur die Stakeholder dabei unterstützen, sich über die Vorstellungen und Anforderungen klar zu werden. Anschließend folgt die Nachbereitung der dokumentierten Ergebnisse und in weiteren Treffen mit den Stakeholdern können gezielte Nachfragen erfolgen.

In der *Interpretation* werden Anforderungen im engeren Sinne erfasst und identi-

fiziert, indem die Rohanforderungen strukturiert und Beziehungen zwischen ihnen aufgezeigt werden. Durch die Konkretisierung der Anforderungen und das Ausformulieren werden Anforderungen klarer und konkreter, wobei auch Verständnisschwierigkeiten oder Widersprüche deutlich werden. Schwer verständliche Anforderungen müssen genauer betrachtet und eventuell nochmals in Rücksprachen mit dem Stakeholder diskutiert werden.

In der *Negotiation* (dt. Verhandlung) sollen Abhängigkeiten sowie Widersprüche oder Konflikte zwischen Anforderungen identifiziert werden. Inkonsistenzen sollen aufgelöst werden, indem diese den Stakeholdern vorgestellt werden und mit allen Beteiligten eine Lösung ausgehandelt wird. Hierfür ist eine Priorisierung und Konkretisierung der entsprechenden Anforderungen erforderlich, um die Abstimmung zwischen den Beteiligten zu unterstützen. Abschließend werden die Ergebnisse und Lösungen dokumentiert, um eine einheitliche Basis von Anforderungen zu bilden.

In der *Documentation* (dt. Dokumentation) von Anforderungen, die schon in den vorherigen Phasen begonnen hat, werden die Informationen bisheriger Phasen in geeigneter Form zusammengetragen und fixiert. Das Ziel ist, das Erstellen der Spezifikation voranzutreiben. Diese wird im weiteren Verlauf erweitert und verfeinert, wobei auch mögliche Änderungen der Anforderungen eingebracht werden müssen.

In der *Verification* und *Validation* (dt. Verifikation und Validierung) erfolgt die inhaltliche sowie formale Prüfung der ermittelten Anforderungen. In der Verifikation werden die Anforderungen in der Spezifikation mit den anfangs erhobenen Rohanforderungen verglichen. Wenn Abweichungen gefunden wurden, müssen diese mit den Stakeholdern geklärt werden. In der Validierung wird sichergestellt, dass die dokumentierten Anforderungen den Vorstellungen der Stakeholder entsprechen. Hier sollten Abweichungen früh entdeckt werden, um die Kosten für spätere Änderungen gering zu halten.

Requirements Management

Im *Requirements Management* (dt. Anforderungsmanagement) werden die Anforderungen verwaltet und der aktuelle Zustand klar dokumentiert, um auftretende Änderungen nachvollziehbar einbringen und dokumentieren zu können. Diese Verwaltung dient auch zur späteren Nutzung und Weiterentwicklung der Software.

Im *Change Management* (dt. Änderungsverwaltung) soll die Spezifikation über die gesamte Laufzeit des Projekts mit ihren verschiedenen Versionen verwaltet werden. Somit können Änderungswünsche sorgfältig geprüft und durchgeführt werden. Wird ein Änderungswunsch angefragt, wird dieser analysiert und bewertet und damit über eine Entscheidung abgestimmt. Durch die Dokumentation und Verwaltung der Änderungen können alle Entscheidungen klar dokumentiert und weitergegeben werden.

Im *Tracing* (dt. Rückverfolgung) sollen Annahmen und Entscheidungen festgehalten und zugeordnet sowie Zusammenhänge aufgezeigt werden können. Dabei werden

2. Grundlagen

Anforderungen und Informationen verknüpft, um den Entwicklungsprozess nachvollziehbar zu machen und dadurch Abhängigkeiten zwischen Komponenten zu finden. Im *Pre-Tracing* werden Anforderungen bis zu zugrundeliegenden Annahmen und Quellen von Anforderungen verfolgbar gemacht, während im *Post-Tracing* festgehalten wird, wie sich Anforderungen im System manifestieren.

2.2. Anforderungen und Repräsentationsformen

In diesem Abschnitt soll der Begriff der Anforderung genauer betrachtet werden, wobei auf Anforderungsarten, Qualitätskriterien und verschiedene Darstellungsformen eingegangen wird. Da Anforderungen im Mittelpunkt des *Requirements Engineering* stehen, wird der Begriff zuerst definiert, wobei die Definition aus dem IEEE-Standard 510.12-1990 verwendet wird [61090]:

Definition 2 *Eine Anforderung ist:*

1. *Eine Eigenschaft oder Fähigkeit, die von einem Benutzer (Person oder System) zur Lösung eines Problems oder zur Erreichung eines Ziels benötigt wird.*
2. *Eine Eigenschaft oder Fähigkeit, die ein System oder Teilsystem erfüllen oder besitzen muss, um einen Vertrag, eine Norm, eine Spezifikation oder andere, formell vorgegebene Dokumente zu erfüllen.*
3. *Eine dokumentierte Repräsentation einer Eigenschaft oder Fähigkeit gemäß (1) oder (2).*

Anforderungen können auf verschiedene Arten klassifiziert werden, wobei die wesentliche Aufteilung in *funktionale* und *nicht-funktionale Anforderungen* erfolgt. *Funktionale Anforderungen* legen fest, welche Ergebnisse eine Funktion eines System bereitstellen muss, um die Bedürfnisse der Benutzer zu erfüllen, wohingegen *nicht-funktionale Anforderungen* sich nicht auf die Funktionalität, sondern auf die Art und Weise der Umsetzung beziehen [Rup14].

Um gute, qualitativ hochwertige Anforderungen zu schreiben, müssen bei der Formulierung gewisse Kriterien beachtet werden. Diese Qualitätskriterien, mit denen die Anforderungen beurteilt werden können, werden im Folgenden angelehnt an [Rup14] beschrieben.

- **Vollständig:** Jede Anforderung muss die jeweilige Funktion vollständig beschreiben und genügend Informationen enthalten, um die Bedürfnisse der Stakeholder wiederzugeben.
- **Atomar:** Jede Anforderung besteht immer aus einem einzelnen Satz mit genau einem Vollverb.
- **Technisch lösungsneutral:** Jede Anforderung beschreibt nur eine geforderte Funktion oder Eigenschaft und gibt keine technischen Umsetzungen vor.

- **Konsistent:** Jede Anforderung muss konsistent, also widerspruchsfrei, gegenüber allen anderen Anforderungen sein.
- **Prüfbar:** Jede Anforderung muss so beschrieben sein, dass die Funktionalität durch einen Test oder eine Messung nachgewiesen werden kann.
- **Notwendig:** Jede Anforderung sollte die Leistung oder Eigenschaft beschreiben, die tatsächlich vom Kunden benötigt wird und zur Erfüllung eines Systemziels dient.
- **Verfolgbar:** Jede Anforderung muss zu ihren Quellen und zu ihren nachgelagerten Artefakten verfolgbar sein, was meist durch eine eindeutige Anforderungsnummer vereinfacht wird.
- **Realisierbar:** Jede Anforderung muss innerhalb der bekannten Fähigkeiten und Grenzen umsetzbar sein, wobei das Risiko in Bezug auf die Rahmenbedingungen des Systems annehmbar gehalten wird.
- **Eindeutig:** Jede Anforderung muss eindeutig und einfach formuliert sein, sodass sie nur auf eine Art und Weise verstanden werden kann.

Anforderungen können nicht nur in Form von Text in natürlicher Sprache, sondern auch in Form von verschiedenen Repräsentationen wie unterschiedlichen Diagrammen, Szenarien oder Use Cases dokumentiert werden. In dieser Arbeit spielen Szenarien eine wichtige Rolle, die Interaktionen zwischen dem Benutzer und dem System darstellen und in der Anforderungsanalyse zum Einsatz kommen, um die gewünschten Interaktionen zu beschreiben. Die Definition eines Szenarios nach Pohl [Poh08] lautet wie folgt:

Definition 3 *Ein Szenario beschreibt ein konkretes Beispiel für die Erfüllung oder Nichterfüllung eines oder mehrerer Ziele. Es konkretisiert dadurch eines oder mehrere Ziele. Ein Szenario enthält typischerweise eine Folge von Interaktionsschritten und setzt diese in Bezug zum Systemkontext.*

Im Vergleich dazu beschreiben Use Cases ein Hauptszenario mit Alternativen oder Ausnahmen, wobei zusätzlich noch weitere Informationen, beispielsweise über die Akteure, Auslöser und Vorbedingungen, dokumentiert werden [Coc01]. Dies ist für eine spätere formale Dokumentation sinnvoll, jedoch sind Szenarien, die nur aus Interaktionsschritten bestehen, übersichtlicher und für den Einsatz zur Kommunikation in Interviews besser geeignet.

Zur Darstellung von Abläufen sind auch Videos gut geeignet, da sie komplexe Interaktionen auf eine verständliche Weise präsentieren können [GB06]. Außerdem können Videoclips zur Erfassung von Feedback und Klärung von Anforderungen dienen [Sch10]. Zudem können Videos zur Aufzeichnung von Workshops genutzt werden, um keine Informationen zu verlieren und diese vollständig weitergeben zu können [ST14]. Damit können Videos in der Kommunikation von Anforderungen von Vorteil sein, zur langfristigen Dokumentation ist hingegen die Verwendung von textuellen Inhalten gut geeignet, die mit Videos ergänzt werden können.

3. Verwandte Arbeiten

In diesem Kapitel werden ähnliche Ansätze aus der Literatur beschrieben, wobei darauf eingegangen wird, inwieweit sich das in dieser Arbeit entwickelte Werkzeug von diesen Ansätzen abgrenzt.

Für die Literatursuche wurde von der am Fachgebiet Software Engineering vorliegenden und empfohlenen Literatur ausgegangen und mit dem Snowball-Verfahren sowie mittels Schlagwortsuche weitere relevante Literatur gesucht.

3.1. Art-Scene und der Scenario Presenter

Die *Art-Scene*-Umgebung (Analysing Requirements Tradeoffs: Scenario Evaluations) von Zachos und Maiden [ZM04] ist eine szenariobasierte Technik zur Erfassung und Dokumentation von Anforderungen. Sie beinhaltet das Scenario Presenter-Tool, ein webbasiertes Werkzeug, in dem Szenarien generiert und mit Stakeholdern zusammen durchlaufen werden. Dabei wird zum einen der reguläre Verlauf des Szenarios angezeigt und zum anderen werden alternative Fälle in Form von Was-wäre-wenn-Fragen dargestellt, um beispielsweise Anforderungen für Sonderfälle zu konkretisieren. Dabei können die textuellen Inhalte mit multimedialen Inhalten wie Bildern, Audioaufnahmen und Videos angereichert werden.

Aufbauend darauf wurde der *mobile Scenario Presenter (MSP)* von Seyff et al. für einen PDA entwickelt [Rab+06], [Sey+07]. Der MSP soll Anforderungsingenieure dabei unterstützen, den Arbeitskontext eines Systemnutzers besser zu verstehen. Die Erfassung von Anforderungen erfolgt durch direkte Interaktion mit den Stakeholdern am Arbeitsplatz mit einem mobilen Gerät. Dabei werden ebenfalls Szenarien durchlaufen und Was-wäre-wenn-Fragen gestellt, wodurch die Nutzer Sonderfälle im Verhalten des Systems entdecken und dabei neue Anforderungen identifizieren können. Der Nutzer kann Anforderungen und Kommentare sowie Skizzen direkt hinzufügen. Auch im *mobilen Scenario Presenter* können multimediale Inhalte zu den Anforderungen hinzugefügt werden, wobei Fotos, Videos, Audioaufnahmen, Skizzen oder Text mit der jeweiligen Anforderung verbunden werden können. Dafür wurden zwei verschiedene technische Ansätze entwickelt. Der erste Ansatz basiert auf der Integration mit Microsoft Pocket Word. Dabei wird eine textuelle Anforderung mit einem Microsoft Pocket Word-Dokument verknüpft, das Skizzen und Audioaufnahmen beinhalten kann. Der zweite Ansatz ist eine erweiterbare Plugin-Lösung. Dafür wurden zwei Plugins entwickelt, zum einen ein *NoteTaker* für Zeichnungen und zum anderen ein *AudioRecorder* für Audioaufnahmen. Die Dateien

3. Verwandte Arbeiten

einer Plugin-Anwendung können mit der textuellen Anforderung im MSP über die jeweilige ID verbunden werden.

Der Ansatz, von Szenarien auszugehen und diese mit verschiedenen Medien anzureichern, soll auch in dieser Arbeit beibehalten werden. Anders als beim *Scenario Presenter* steht allerdings nicht das Durchlaufen von Szenarien im Mittelpunkt, sondern die gleichzeitige Darstellung und Verknüpfung von Szenarien und den verschiedenen Medien. Hier sollen diese Verknüpfungen auf einen Blick sichtbar sein und intuitiv vorgenommen werden können, anstatt nur eine Verknüpfung von separaten Dateien vorzunehmen. Die Medien und Verknüpfungen spielen hier also eine größere Rolle, um verschiedene Blickwinkel darzustellen und zu einem besseren Verständnis beizutragen. Außerdem wurde der *mobile Scenario Presenter* für einen PDA entwickelt, während in dieser Arbeit ein Microsoft Surface genutzt werden soll. Dieses bietet genug Platz für die Gegenüberstellung der Medien und ist je nach Einsatzsituation als mobiles Tablet oder als Laptop am Schreibtisch geeignet.

3.2. Arbeiten vom Fachgebiet Software Engineering

Der erste ähnliche Ansatz, der am Fachgebiet Software Engineering entwickelt wurde, ist *FastFeedback* von Schneider [Sch07]. Dabei werden sowohl Use Cases als auch das User Interface einer zu entwickelnden Software in einem Interview zur Anforderungserhebung behandelt. Auf einem Tablet, das sich zunächst wie ein Stück Papier verhält, werden ein Use Case-Template und Mockups gegenübergestellt, welche nebeneinander dargestellt und miteinander verbunden werden können. Das Werkzeug kann Animationen aus den Use Case-Schritten und den zugehörigen verbundenen User Interface-Mockups generieren. Stakeholder können dann mit der aus den Mockups generierten Animation interagieren. Dabei können in den Mockups Werte eingegeben oder Buttons gedrückt werden, indem dort hineingezeichnet wird, diese können aber nicht direkt reagieren. Alle Aktionen werden aufgenommen, um diese später auswerten zu können. Das Werkzeug hat also den Vorteil, in Interviews für die Erhebung von Use Cases und gleichzeitig für das Treffen von grundlegenden Entscheidungen über das User Interface genutzt zu werden, wobei auch teilweise schon Validierung vorgenommen werden kann.

Die Idee, verschiedene Repräsentationsformen von Anforderungen auf einem mobilen Gerät gleichzeitig gegenüberzustellen, soll in dieser Arbeit beibehalten werden. Allerdings sollen mehr als zwei Formen dargestellt werden, insbesondere auch Fotos, Videos, Audioaufnahmen sowie textuelle Anforderungen, um durch die Reichhaltigkeit der Medien zum Entdecken neuer Anforderungen anzuregen sowie zum Verständnis beizutragen. Der dargestellte By-Product-Ansatz von Schneider [Sch06], d. h. mit wenig Zusatzaufwand für den Nutzer die Zeit effektiv zu nutzen, um zusätzliche Ergebnisse zu bekommen, soll auch in dieser Arbeit weiter verfolgt werden. Diesen Ansatz haben Karras et al. [Kar+17] bereits auf Videos bezogen, was in dieser Arbeit um die anderen genutzten Medien erweitert wird.

3.2. Arbeiten vom Fachgebiet Software Engineering

Ein weiterer am Fachgebiet Software Engineering entwickelter Ansatz ist das *Contexter*-Feedback-System von Wehrmaker et al. [WGS12]. Dieser Ansatz beschreibt eine Methode für Anforderungsingenieure, zu jeder Zeit Endnutzer-Anforderungen zu erheben, indem ein geographisches Feedback-System genutzt wird. Die Bedürfnisse der Endnutzer werden mithilfe von mobilen Geräten direkt vor Ort erhoben. Das Feedback besteht aus einer natürlichen Textnachricht angereichert mit einer vordefinierten Entität sowie mit optionalen multimedialen Artefakten zur Betonung der textuellen Beschreibung. Die GPS- und WiFi-Fähigkeiten eines Mobiltelefons können genutzt werden, um Kontextinformationen bereitzustellen. Eine integrierte Kamera wird genutzt, um Fotos aufzunehmen oder Videos zu drehen und damit das textuelle Feedback anzureichern.

Die Idee, ein mobiles Gerät zu nutzen, um Medien wie Fotos und Videos direkt hinzuzufügen, soll in dieser Arbeit aufgenommen werden. Allerdings soll für das Werkzeug in dieser Arbeit nicht das Feedback im Mittelpunkt stehen, sondern die Erhebung von Anforderungen zusammen mit einem Anforderungsingenieur in Interviews.

Ein weiterer Ansatz des Fachgebiets Software Engineering ist der *Vision Catcher* von Kitzmann [Kit09]. Dieser soll in Interviews eingesetzt werden, kann Feedback vom Kunden direkt umsetzen und verknüpft verschiedene Medientypen. Dabei werden Szenarien zusammen mit dem Kunden erstellt und durch direktes Feedback validiert. Zu einem Schritt im Szenario können Artefakte zugeordnet werden, die in Form von Videos, Bildern, Skizzen und Audioaufnahmen vorliegen. Vor der Nutzung muss eine Bibliothek mit einer Auswahl von Artefakten vorbereitet werden. Durch das Festlegen von Beziehungen zwischen den Artefakten über Tags können dabei auch alternative Artefakte als Vorschläge angezeigt und ausgewählt werden.

Dieses Werkzeug kommt dem Ansatz in dieser Arbeit in der Hinsicht nahe, dass es auf einem mobilen Gerät in Interviews genutzt wird und verschiedene multimediale Repräsentationsformen verwendet werden können. Allerdings unterscheiden sich die Repräsentationsformen, da für den Ansatz dieser Arbeit auch textuelle Anforderungsartefakte und einzelne Medien vorhanden sein sollen, wohingegen im *Vision Catcher* nur ein großes Video bestehend aus festgelegten Bildern genutzt wird. Auch die Vorbereitung der Bibliothek mit der damit verbundenen nötigen Vorarbeit ist für den Ansatz dieser Arbeit nicht vorgesehen. Stattdessen sollen Fotos, Skizzen, Videos und Audioaufnahmen direkt erstellt und hinzugefügt werden können.

In einem weiteren Ansatz von Karras et al. [Kar+17], dem *Mockup Recorder*, stehen gezeichnete Mockups im Mittelpunkt, aus denen Videos generiert werden können. Diese stellen Interaktionssequenzen dar und dienen als zusätzliche Unterstützung für textuelle Szenarien. Diese generierten Videos unterstützen ein schnelleres und besseres Verständnis der Anforderungen.

Das Anreichern von textuellen Szenarien mit Videos wird in dieser Arbeit aufgenommen, wobei die Videos allerdings nicht nur aus Mockups bestehen müssen, sondern auch direkt aufgenommen werden können. Außerdem sollen neben Videos auch die bereits erwähnten weiteren Medien zur Anreicherung der Szenarien genutzt werden.

3.3. Weitere Ansätze

Ausgehend von der vorliegenden Literatur am Fachgebiet Software Engineering und der empfohlenen Literatur ergaben die Snowball-Methode und eine Schlagwortsuche einige weitere Ansätze.

Der Ansatz *iRequire* von Seyff et al. [SOB11] ist ein Werkzeug, mit dem Nutzer bei alltäglichen Aufgaben Anforderungen beschreiben und speichern können. Das Vorgehen ist in drei Schritte gegliedert: Zuerst wird ein Foto hinzugefügt, dann das Bedürfnis in Audio- oder Textform und schließlich die Intention. Dabei werden Umgebungsdaten, beispielsweise GPS, genutzt, um für diese Anforderung automatisch Informationen über die Umgebung zu speichern.

Das Werkzeug *AMORE* (A Multimedia Approach to Requirements Capture and Modeling) ist ein weiterer Ansatz von Wood et al. [WCS94], der bereits im Jahr 1994 entwickelt wurde. Hier können Attribute in Form von Text, Grafiken, Audioaufnahmen, Videos und formalen Spezifikationen zu Anforderungen hinzugefügt werden. Die Anforderungen werden in dem Werkzeug in einer hierarchischen Struktur organisiert.

Ein weiterer Ansatz von Fahmi et al. [FIC07] ist das Werkzeug *M-RET* (Mobile Requirements Elicitation Tool), eine webbasierte Anwendung, die den Requirementsingenieur dabei unterstützen soll, Anforderungen in einer verteilten Umgebung zu erheben. Es kann sowohl für PCs also auch für mobile Geräte genutzt werden. Auf einem mobilen Gerät sollen dann Notizen, Audioaufnahmen, Fotos oder Videos gemacht und auch von Stakeholdern verschickt werden können.

Außerdem wurde von Rashid et al. [Ras+08] das Werkzeug *Open Proposal* entwickelt. Dieses ermöglicht dem Nutzer mithilfe von Annotationen, seine Ideen visuell zu formulieren und zu einer Plattform zu senden, die einen Überblick über die eingesendeten Vorschläge gibt und Diskussionen zwischen Nutzern, Entwicklern und Entscheidern erlaubt.

Das Werkzeug *iCompanion* von Qureshi et al. [NP11] ist ein weiterer ähnlicher Ansatz, der auf *iRequire* basiert und auf einem Smartphone genutzt wird. Das Werkzeug ermöglicht den Nutzern, Bedürfnisse oder Präferenzen auszudrücken. Außerdem wird eine Analyse dieser Bedürfnisse durchgeführt und Lösungen für den Nutzer werden vorgeschlagen, indem beispielsweise die Lokalisation genutzt wird.

Ein weiterer Ansatz von 1992 ist die Arbeitsumgebung *MCSCWE* (Multimedia Computer Supported Cooperative Work Environment for Requirements Engineering) von Brouse et al. [BFP92]. Dieser Ansatz dient der Sammlung und Manipulation von Informationen, die durch multimediale Inhalte wie Text, Grafiken, Audio und Video unterstützt wird.

Ähnlich wie im *ConTexter*-Feedback-System ermöglichen auch die Ansätze *iRequire*, *M-RET*, *OpenProposal* und *iCompanion* das direkte Hinzufügen verschiedener Medien auf einem mobilen Gerät, was der Grundidee dieser Arbeit entspricht. Der Einsatz dieser Werkzeuge ist aber nicht auf die Anforderungserhebung in Interviews

zusammen mit einem Anforderungsingenieur fokussiert, wie es in dieser Arbeit der Fall ist. Somit unterscheidet sich auch die in dieser Arbeit gewählte Darstellung und Verknüpfung der verschiedenen Repräsentationsformen von diesen Ansätzen.

Die beiden ältesten Ansätze, *AMORE* und *MCSCREW*, haben bereits die Grundidee aufgegriffen, verschiedene Medien zum Anreichern von Anforderungen zu verwenden. Diese Ansätze sind allerdings nicht für ein mobiles Gerät gedacht und somit nicht für den geplanten Einsatz des Werkzeugs in dieser Arbeit nutzbar. Die Grundidee der Nutzung von Multimedia wird daher in dieser Arbeit modernisiert, konkretisiert und für den Einsatz in Interviews angepasst.

Insgesamt lässt sich festhalten, dass bereits einige Ansätze dafür vorhanden sind, ein mobiles Gerät zu benutzen, und einige Ansätze, die verschiedene Medien zur Anforderungserhebung verwenden. Die Kombination von beiden Ideen und zusätzlich die Gegenüberstellung und Verknüpfung der verschiedenen Repräsentationsformen ist ein neuer Ansatz, der nun im weiteren Verlauf dieser Arbeit genauer entwickelt wird.

4. Einsatzmöglichkeiten und Nutzen des Werkzeugs

In diesem Kapitel werden aufbauend auf den grundlegenden Anforderungen an das Werkzeug mögliche Einsatzszenarien beschrieben und Hypothesen über den Nutzen dargestellt.

4.1. Grundlegende Anforderungen an das Werkzeug

Das Werkzeug soll zur Koevolution von multimedialen Anforderungen dienen und auf einem mobilen Gerät in der Requirements Analysis zum Einsatz kommen. Dafür sollen verschiedene Repräsentationsformen von Anforderungen gegenübergestellt und verbunden werden können, wobei die Darstellung beispielsweise als Text, Szenario, Skizze bzw. Bild, Video und Audioaufnahme erfolgen kann. Auf dem mobilen Gerät sollen dann mindestens zwei verschiedene Repräsentationen angezeigt und in Bezug aufeinander editiert werden können. Dazu muss es möglich sein, auf einfache Weise und interaktiv Beziehungen zwischen den verschiedenen Darstellungen herzustellen. Dies soll dazu dienen, durch verständliche Medien und die Verknüpfung verschiedener Blickwinkel das Verständnis der Anforderungen zu verbessern. Das Werkzeug, das im weiteren Verlauf der Arbeit prototypisch für ein Microsoft Surface implementiert wird, wird im Folgenden als **REQonnector** bezeichnet.

4.2. Nutzungsszenarien

Der REQonnector soll in der Requirements Analysis eingesetzt werden und spielt sich hauptsächlich in der Elicitation-Phase ab, kommt aber auch mit den weiteren Phasen Interpretation, Negotiation, Dokumentation und Validierung bzw. Verifikation in Berührung.

Interview

Der REQonnector kann im Interview zwischen einem Anforderungsingenieur und einem Stakeholder sowohl im Büro als auch am zukünftigen Einsatzort der zu entwickelnden Software genutzt werden, um Anforderungen zu erfassen und zu

4. Einsatzmöglichkeiten und Nutzen des Werkzeugs

diskutieren. Die Anforderungen des Stakeholders werden dabei vom Anforderungsingenieur dokumentiert, wobei Fotos, Videos oder Audioaufnahmen auch direkt am Einsatzort bzw. in der Umgebung aufgenommen und mit anderen Artefakten verknüpft werden können. Hierbei erfolgt durch direktes Feedback des Stakeholders eine frühe Validierung, wobei Änderungen sofort dokumentiert werden und neue Anforderungen entdeckt werden können.

Außerdem kann der Anforderungsingenieur dem Stakeholder bereits dokumentierte Anforderungen bzw. selbst erstellte Inhalte präsentieren und Feedback einholen. Insbesondere kann er ihm Inhalte von vorherigen Interviews mit anderen Stakeholdern zeigen, wenn viele Stakeholder an dem Projekt beteiligt sind. Indem mehrere Stakeholder nacheinander befragt werden und somit Bezug aufeinander nehmen, können die Sichten der verschiedenen Personen verglichen werden.

Meeting

Der REQconnector kann auch in einem Meeting zwischen einem Anforderungsingenieur und mehreren Stakeholdern zur Erfassung der Anforderungen und Abstimmung zwischen den Teilnehmern genutzt werden. Auch im Meeting mit mehreren Teilnehmern werden die Anforderungen mithilfe des Werkzeugs erfasst und dokumentiert, wobei direktes Feedback eingeholt wird und eine Abstimmung zwischen den Stakeholdern erfolgt.

Vor- und Nachbereitung

Der Anforderungsingenieur kann die Anforderungsartefakte im REQconnector an seinem Arbeitsplatz vor- und nachbereiten. Mögliche Tätigkeiten sind das Einpflegen von Kommentaren beziehungsweise Annotationen und das Hinzufügen oder Ergänzen von Artefakten, darunter das Ergänzen von Text oder Erstellen von Animationen.

Ein Spezialfall der Nachbereitung ist nach der Durchführung aller Interviews die Erstellung der Spezifikation aus den im Werkzeug dokumentierten Anforderungen.

4.3. Hypothesen über den Nutzen des Werkzeugs

In diesem Abschnitt werden Hypothesen über den Nutzen des in dieser Arbeit zu entwickelnden mobilen multimedialen Werkzeugs aufgestellt und mit vorhandener Literatur unterstützt.

Die allgemeine Hypothese über den Nutzen lautet:

Hypothese: Der mobile, multimediale Ansatz des Werkzeugs hat einen hohen Nutzen für die Requirements Analysis, weil detaillierte, verständliche, validierte und viele Anforderungen in kurzer Zeit erhoben werden können.

Die Hypothese wird nun weiter aufgeschlüsselt:

H1: Die Verständlichkeit der Anforderungen für die Stakeholder wird verbessert.

Visualisierungen wie Videos und Bilder sind anschaulicher und intuitiver zu verstehen als ausschließlich Text oder Szenarien [Ras+06]. Außerdem kann Text leicht zu Missverständnissen führen [Sut02], [SGB16] und ist aufgrund möglicher Interpretationsspielräume verschiedener Personen fehleranfällig [Poh10]. Zudem kann durch die Auswahl verschiedener Repräsentationsformen auf die unterschiedlichen Präferenzen der Stakeholder eingegangen werden, sodass für alle Beteiligten ein hohes Verständnis ermöglicht wird.

H2: Zusätzliche neue Anforderungen werden gefunden.

Durch die verschiedenen multimedialen Repräsentationen und damit die unterschiedlichen Blickwinkel können neue Anforderungen entdeckt und stimuliert werden [ZM04]. Insbesondere können neue Details zu Anforderungen gefunden werden oder komplett neue Anforderungen hinzugefügt werden.

H3: Der Umgebungskontext wird besser verstanden.

Ein mobiles Tablet ist dafür geeignet, direkt in der Umgebung oder am Einsatzort der geplanten Software genutzt zu werden. Damit können Anforderungen direkt am Einsatzort erfasst werden und Kontextinformationen können mit einfließen [Rab+06]. Insbesondere trägt die direkte Aufnahme von Fotos oder Videos dazu bei, letztere einzufangen [MS15].

H4: Die Interaktion und Beteiligung der Stakeholder in Interviews wird verbessert.

Da die multimedialen Anforderungen zu einer besseren Verständlichkeit beitragen, können die Stakeholder auch ihre Anforderungen verständlich ausdrücken und darüber diskutieren [Pha+12]. Der Einsatz eines Tablets, an dem die Stakeholder aktiv mitarbeiten und interagieren können, trägt zu einer hohen Beteiligung am Interview bei. Außerdem wurde gezeigt, dass mit der Reichhaltigkeit des Mediums auch die Effektivität der Kommunikation zunimmt [Coc02], demnach trägt die gleichzeitige Nutzung von verschiedenen verknüpften Medien zu einer effektiven Diskussion bei. Zudem ist laut Amblers *Modes of communication* [Amb02] die *Face-to-Face*-Kommunikation mit einem Medium die effektivste Option für die Kommunikation.

H5: Die Validierung wird verbessert, da sofortiges Feedback erfolgt.

Der Kunde kann im Interview die dokumentierten Anforderungen auf dem Tablet übersichtlich einsehen sowie mitgestalten, welche Anforderungen verknüpft oder hinzugefügt werden sollen, und unmittelbar Feedback geben. Dazu trägt auch die hohe Verständlichkeit der multimedialen Repräsentationsformen bei.

4. Einsatzmöglichkeiten und Nutzen des Werkzeugs

H6: Die Elicitation- und Validation-Phase werden beschleunigt.

Mithilfe des Werkzeugs können Anforderungen in kurzer Zeit detailliert diskutiert und direkt validiert werden, was spätere Treffen zur Validierung sowie nachträglich auftretende Änderungen einsparen kann. Außerdem benötigt die Aufnahme von Audiodateien für beispielsweise neu entdeckte Anforderungen weniger Zeit, als diese textuell zu verfassen [NG09].

Um zur Erfüllung dieser Hypothesen und zum Erreichen der erhofften Vorteile beizutragen, werden bei der Konzipierung des Werkzeugs in Kapitel 5 Bezüge zu den aufgestellten Hypothesen hergestellt.

In der Fallstudie in Kapitel 7 mit dem implementierten Prototypen wird schließlich erprobt, inwieweit positive Tendenzen zur Erfüllung der Hypothesen zu sehen sind.

5. Konzept des Werkzeugs

In diesem Kapitel werden die Konzepte des zu entwickelnden Werkzeugs beschrieben. Dabei nehmen die Konzeptentscheidungen Bezug auf die Hypothesen aus Kapitel 4.3, um zur Erfüllung dieser beizutragen.

5.1. Konzeptentscheidungen

Im Folgenden werden verschiedene konkrete Fragestellungen zum Konzept des REQconnectors beantwortet und begründet. Dabei wird Bezug auf vorliegende Literatur genommen sowie anschließend darauf eingegangen, welche Entscheidungen für das Konzept getroffen werden müssen, um die aufgestellten Hypothesen zu erfüllen.

Die Grundlage für die Entwicklung der Konzepte sind die grundlegenden Anforderungen an das Werkzeug, die in Kapitel 4.1 beschrieben wurden. Zusammengefasst sollen auf einem mobilen Gerät mindestens zwei verschiedene Repräsentationsformen von Anforderungen gegenübergestellt werden können, zwischen denen interaktiv Beziehungen hergestellt werden sollen.

Die folgenden Konzeptfragen konkretisieren diese Vorgaben und beantworten unter anderem, welche und wie viele Repräsentationsformen genutzt werden sollen und wie genau diese gegenübergestellt sowie miteinander verknüpft werden können.

1. Welche Repräsentationsformen sollen genutzt werden?

In dieser Arbeit liegt der Fokus auf multimedialen Anforderungen. Allerdings wird neben der Nutzung von visuellen Medien auch auf Anforderungen in textueller Form nicht verzichtet, da Text die am häufigsten genutzte Repräsentationsform von Anforderungen darstellt [SZ15] und eine Grundlage für die spätere Spezifikation bildet. Diese Grundlage kann dann durch multimediale Darstellungen ergänzt werden. Im REQconnector soll Text zum einen als einzelne textuelle Anforderung genutzt werden und zum anderen in Form von textuellen Szenarien, die aus mehreren Interaktionsschritten bestehen und eine verständliche und benutzerfreundliche Darstellung von Anforderungen an eine Software ermöglichen. Hier werden bewusst keine Use Case-Formulare gewählt, da diese zusätzliche Informationen über beispielsweise Akteure, Vorbedingungen und Ausnahmen beinhalten und erst für die spätere formale Dokumentation relevant sind. Im Interview sind Szenarien für den Kunden verständlicher und zur Kommunikation besser geeignet.

Eine weitere sinnvolle Repräsentationsform von Anforderungen sind Videos, wie in der Literatur oftmals erwähnt wird. Laut Brun-Cottan [BW95] und Creighton

5. Konzept des Werkzeugs

[Cre06] sind Videos für den Kunden konkreter, einfacher und schneller zu verstehen als Text. Zudem bieten sich Videos an, um komplexe interaktive Inhalte, beispielsweise Interaktionsabläufe mit graphischen Benutzerschnittstellen, auf eine verständliche Weise zu präsentieren [GB06]. Laut Karras et al. [OS16] und Brill et al. [BSK10] kann die Kommunikation von Anforderungen durch die Verwendung von Videos profitieren, da sie die enthaltenen Informationen auf nachvollziehbare Weise darstellen und dadurch ein besseres Verständnis ermöglichen. Außerdem haben Brill et al. [BSK10] die Verwendung von Videos zum Erfassen von Anforderungen und ihre Eignung im Vergleich zu Use Cases untersucht. Dabei wurde gezeigt, dass selbst mit geringem Aufwand erstellte Videos genauso gut oder besser als Use Cases geeignet sind, um Missverständnisse in frühen Entwicklungsphasen zu verhindern. Darüber hinaus sieht Ambler nach seiner Betrachtung der *Modes of communication* Videos als die effektivste und reichhaltigste Dokumentationsoption für eine spätere Kommunikation [Amb02]. Insbesondere können Stakeholder, die ihre Vorstellungen bei der Beantwortung von Fragen nicht in textueller Form formulieren können, ihre Anliegen mithilfe von Videos besser ausdrücken und somit zu reichhaltigeren Informationen beitragen.

Im REQconnector sollen sowohl real aufgezeichnete Videos, beispielsweise von der Umgebung als Aufzeichnung von Kontextinformationen, als auch selbst erstellte Animationen, beispielsweise aus Mockups, verwendet werden können. Außerdem soll unterschieden werden, ob die Videos mit oder ohne Ton abgespielt werden sollen, da dieser je nach Kontext einerseits störend und andererseits hilfreich für das Verständnis des Videos sein kann.

Audioaufnahmen sind ebenfalls eine gut geeignete Repräsentationsform für Anforderungen. Seyff et al. [NG09] haben gezeigt, dass die Nutzung von Audioaufnahmen für neu entdeckte Anforderungen weniger Zeit benötigt als diese textuell zu verfassen. Außerdem gibt es unterschiedliche Präferenzen zwischen Nutzern, sodass es manche bevorzugen, zu sprechen, anstatt Text einzugeben, und somit die Bereitstellung von Audioaufnahmen von Vorteil ist.

Bilder sind ebenfalls gut als Repräsentationsform für Anforderungen geeignet. Sie sind visuell anschaulicher als Text allein und die Aufnahme von Fotos ist besonders geeignet, um Kontextinformationen einzufangen [MS15]. Im REQconnector sollen sowohl real aufgenommene Fotos als auch Skizzen bzw. Mockups genutzt werden können, die der Nutzer direkt erstellen kann.

Außerdem sollen zu allen Darstellungsformen kurze Annotationen in Form von textuellen Anmerkungen oder Audioaufnahmen hinzugefügt und gespeichert werden können, um Ideen und im Interview gefallene Bemerkungen schnell notieren zu können.

Zusammenfassend werden alle Repräsentationsformen aufgelistet, die im REQconnector verwendet werden sollen:

- **Text:** Szenarien bestehend aus textuellen Schritten und einzelne textuelle Anforderungen

- **Bilder:** Real aufgenommene Fotos und Skizzen
- **Videos:** Real aufgenommene Videos und erstellte Animationen, Unterscheidung jeweils mit oder ohne Ton
- **Audioaufnahmen**
- **Annotationen:** Anmerkungen zu einem Artefakt in Form von Text oder Audioaufnahmen

Das Datenmodell, das die verschiedenen Repräsentationsformen und ihre Spezialisierungen beschreibt, ist in Abbildung 5.1 zu sehen.

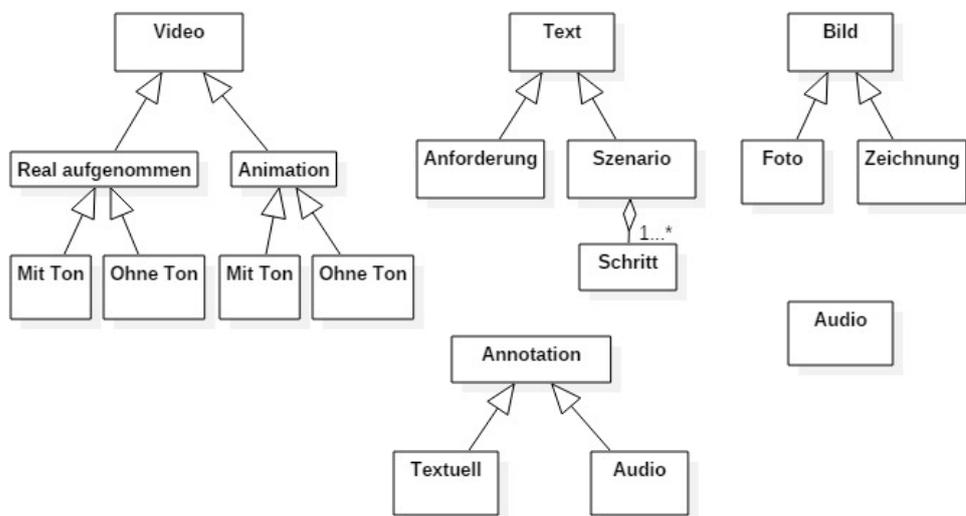


Abbildung 5.1.: Datenmodell: Repräsentationsformen der Anforderungen

2. Wie viele Repräsentationsformen sollen gegenübergestellt werden? Kann zwischen den verschiedenen Repräsentationsformen ausgewählt werden?

Nach den grundlegenden Anforderungen sollen mindestens zwei verschiedene Formen gegenübergestellt werden können. Da es auf dem Tablet schnell unübersichtlich werden kann, sollen aber auch nicht zu viele Medien auf einmal dargestellt werden. Als Kompromiss wird daher festgehalten, dass gleichzeitig nicht mehr als vier verschiedene Repräsentationsformen dargestellt werden sollen.

Die Darstellung soll so erfolgen, dass eine Auswahl der verschiedenen Formen möglich ist und nicht alle Formen vorhanden sein müssen. Diese Auswahl ist sinnvoll, da die Präferenzen für die Darstellungsformen je nach Stakeholder verschieden sein können und somit ein gutes Verständnis für alle Beteiligten erreicht wird. Beispielsweise kann je nach Präferenz lieber Text eingegeben werden als eine Audioaufnahme zu machen.

5. Konzept des Werkzeugs

Um eine übersichtliche Darstellung zu gewährleisten, können festgelegte Bereiche für jedes Medium angezeigt werden. Dabei müssen nicht immer alle Formen gleichzeitig vorhanden sein, sondern es können Medien beliebiger Form hinzugefügt und angezeigt werden.

Diese wechselnde Darstellung ist auch deshalb sinnvoll, da es je nach Zweck und Kontext der Medien ausreichen kann, nur Medien eines Typs zu verwenden anstatt Medien aller Repräsentationsformen. So ist beispielsweise nicht immer ein Video zusätzlich zu einem Bild zur Beschreibung einer Anforderung notwendig.

3. Sind alle Repräsentationsformen gleichwertig oder gibt es eine zentrale Darstellung?

Als zentrale Darstellung soll ein textuelles Szenario bestehend aus mehreren Schritten dienen, welches die Grundlage für einen Anwendungsfall der zu entwickelnden Software bildet und im Mittelpunkt steht, da Text bzw. natürliche Sprache die am häufigsten genutzte Form von Anforderungen ist [SZ15]. Neben Bildern, Videos und Audioaufnahmen können auch textuelle Anforderungen genutzt werden, um Szenarien anzureichern. Diese stehen aber nicht im Mittelpunkt der Darstellung, da zu einem Szenario oder Schritt mehrere Anforderungen zugeordnet werden können.

Auf dem Tablet soll sich die Darstellung in verschiedene Bereiche gliedern, sodass auf einer Seite ein fester Bereich für ein Szenario vorhanden ist und auf der anderen Seite je ein Bereich für textuelle Anforderungen, Bilder, Videos und Audioaufnahmen gegenübergestellt wird. Die Bereiche für Bilder und Videos können dabei für eine bessere Übersichtlichkeit mit Tabs voneinander getrennt werden. Die Medien können dann mit dem gegenübergestellten Szenario oder einzelnen Schritten verknüpft werden. Diese Ansicht wird in Kapitel 5.2 in Abbildung 5.3 skizziert.

In jedem Bereich wird jeweils nur ein Medium gleichzeitig angezeigt, um die Übersichtlichkeit zu gewährleisten. Wenn mehrere Medien desselben Typs vorhanden sind, die mit einem Element verknüpft sind, können diese nacheinander durchlaufen werden.

4. Welche Medien sollen direkt im Werkzeug hinzugefügt werden können?

Im REQonnector sollen direkt Videos und Fotos aufgenommen sowie Audioaufnahmen gemacht werden können, ohne die Anwendung verlassen zu müssen. Damit können Kontextinformationen eingefangen werden, ohne zusätzlichen Aufwand dadurch zu treiben, dass die Kamera außerhalb der Anwendung oder auf einem anderen Gerät gestartet wird. Außerdem sollen auf dem Tablet Zeichnungen und Annotationen per Hand hinzugefügt und als Bild abgespeichert werden können, um die Beteiligung der Stakeholder zu stärken und Feedback direkt festhalten zu können. Der Text für die Szenarien, Schritte und Anforderungen soll mit der Tastatur eingegeben werden können. Zusätzlich kann die Möglichkeit in Betracht gezogen werden, diesen mit dem Stift auf dem Touch-Display hinzuzufügen.

5. Wie erfolgt die Verknüpfung zwischen den Repräsentationsformen?

Szenarien und Schritte können jeweils mit mehreren textuellen Anforderungen, Bildern, Videos und Audioaufnahmen verknüpft werden. Visuell werden dabei verknüpfte Artefakte mit Linien verbunden, sodass die Verknüpfung intuitiv sichtbar ist. Die Linien zur Verknüpfung sollen mit dem Stift auf dem Touch-Display sowie mit der Maus gezogen werden können, um je nach Einsatzsituation und Präferenzen eine benutzerfreundliche Interaktion zu ermöglichen. Diese Verknüpfungslinien sind in Abbildung 5.3 zur Benutzeroberfläche skizziert. Abgespeichert werden diese Verweise ebenfalls, sodass zu einem Szenario und zu einem Schritt alle zugehörigen verknüpften Artefakte strukturiert gespeichert und eingesehen werden können.

Außerdem sollen zu jedem Artefakt Annotationen in Form von Text oder Audioaufnahmen hinzugefügt und abgespeichert werden können.

Das Modell in Abbildung 5.2 zeigt, wie die Elemente miteinander verknüpft werden können. Dabei stellen die roten Pfeile die Verknüpfungen zwischen Artefakten und die blauen Pfeile das Anheften von Annotationen dar.

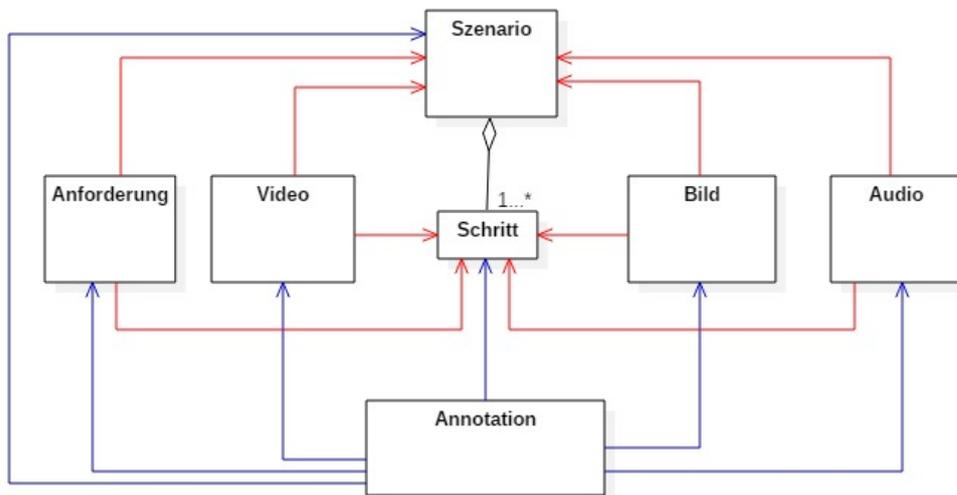


Abbildung 5.2.: Datenmodell: Verknüpfung der Repräsentationsformen

6. Wie werden die Repräsentationsformen konsistent gehalten?

Die Konsistenz der verknüpften Artefakte zu gewährleisten ist wichtig, da verschiedene Stakeholder unterschiedliche Formen zur Darstellung auswählen können und diese nicht voneinander abweichen sollen. Wenn nun eine von zwei verknüpften Darstellungen geändert oder gelöscht wird, soll eine Warnung für die verknüpften Darstellungen erscheinen, um diese zu überprüfen und dort ebenfalls eventuelle Änderungen vorzunehmen. Dafür werden diese auftretenden Warnungen, angelehnt an die Arbeit von Boruszewski [BG16], in Tabelle 5.1 genauer aufgeschlüsselt und als Regeln formuliert.

5. Konzept des Werkzeugs

Tabelle 5.1.: Regeln für auftretende Warnungen zur Konsistenzprüfung

Aktion	Warnung
Element löschen	Zeige Hinweisdialog: „Es gibt verknüpfte Elemente, die Verknüpfungen werden gelöscht. Wirklich löschen?“
Schritte vertauschen	Hinweissymbol an Schritten: „Schritte wurden vertauscht: Überprüfung der verknüpften Elemente“
Schritt editieren	Warnung für mit dem Schritt verknüpfte Elemente: „Verknüpftes Element ‚Schritt x‘ wurde geändert: Überprüfung auf mögliche Inkonsistenzen und Bestehenbleiben der Verlinkung.“ Warnung für mit dem zugehörigen Szenario verknüpfte Elemente: „Schritt x des verknüpften Elements ‚Szenario x‘ wurde geändert: Überprüfung auf mögliche Inkonsistenzen und Bestehenbleiben der Verlinkung.“
Schritt editieren, wenn bereits Warnungen am Schritt vorliegen	Warnung nur für die verknüpften Elemente, von denen keine ausgehende Warnung vorhanden ist
Szenario editieren	Warnung für mit dem Szenario verknüpfte Elemente: „Verknüpftes Element ‚Szenario x‘ wurde geändert: Überprüfung auf mögliche Inkonsistenzen und Bestehenbleiben der Verlinkung.“
Szenario editieren, wenn bereits Warnungen am Szenario vorliegen	Warnung nur für die verknüpften Elemente, von denen keine ausgehende Warnung vorhanden ist
Anforderung oder Skizze editieren	Warnung für verknüpften Schritt bzw. Szenario: „Verknüpftes Element ‚Anforderung x‘ / ‚Skizze x‘ wurde geändert: Überprüfung auf mögliche Inkonsistenzen und Bestehenbleiben der Verlinkung.“
Anforderung oder Skizze editieren, wenn bereits Warnungen an Anforderung oder Skizze vorliegen	Warnung nur für die verknüpften Elemente, von denen keine ausgehende Warnung vorhanden ist

7. Wie genau sollen die Videos für Szenarien und Schritte und deren Verknüpfung aussehen?

Videos können sowohl für ein ganzes Szenario als auch in kürzerer Form für die einzelnen Schritte eingesetzt werden. Zur Vereinfachung könnte es dafür die Möglichkeit geben, ein Szenario aus den kurzen Videos der einzelnen Schritte zu generieren. Dabei ist allerdings zu beachten, dass nicht alle Schritte mit Videos oder Bildern verknüpft sein müssen und deshalb eine Generierung nicht immer möglich oder sinnvoll ist. Eine andere Möglichkeit ist, einzelne Videos für die Schritte aus dem längeren Video des Szenarios zu generieren. Dafür könnten im Video Markierungen hinzugefügt werden, die die Abschnitte für die einzelnen Schritte symbolisieren.

Für die Verknüpfung mit Videos sowie Audioaufnahmen wäre es zudem sinnvoll, zeitlich bedingte Verknüpfungen einzusetzen, wenn sich diese nur auf eine bestimmte Stelle in einem längeren Medium beziehen. Dabei soll der Link beim Hinzufügen auf einen bestimmten Zeitpunkt im Medium gesetzt werden, der für den jeweiligen Schritt oder das Szenario relevant ist. Diese Möglichkeit wäre auch eine Alternative zu Markierungen im Video für die Darstellung mehrerer Schritte, da die Abschnitte der Schritte auch durch die angegebenen zeitlichen Links dargestellt werden können.

Eine ähnliche Überlegung könnte auch für Bilder eingeführt werden, indem sich die Verlinkung eines Elements mit einem Bild nur auf einen bestimmten Bereich in diesem Bild bezieht. Dazu müsste bei der Darstellung im jeweiligen Bild eine Markierung angezeigt werden, welcher Bereich für die Verknüpfung relevant ist.

Außerdem könnte man die Funktion anbieten, aufgenommene Videos zu schneiden, beispielsweise mit zwei Begrenzungen vom Start- und Endpunkt auf einem Slider. Dies ist sinnvoll, wenn beispielsweise die Aufnahme zu früh gestartet oder zu lange aufgenommen wurde und somit unwichtiges Material im Video stört.

8. Soll es die Möglichkeit geben, verschiedene Sichten von Stakeholdern zu speichern und diese gefiltert anzeigen zu können?

Die Kennzeichnung verschiedener Artefakte oder Verlinkungen als Sicht eines bestimmten Stakeholders ist sinnvoll, da verschiedene Stakeholder beispielsweise ein anderes Video oder Bild entsprechend ihrer Vorstellung hinzugefügt haben, sodass sich unterschiedliche Zustände und Ansichten zu einem Szenario ergeben. Somit kann es hilfreich sein, Artefakte je nach Sicht eines Stakeholders abzurufen und abzuspeichern, um diese zu vergleichen und getrennt voneinander betrachten zu können.

9. Wie sollen die Daten organisiert und gespeichert werden?

Da ein zentrales Szenario im Mittelpunkt steht, sollen die Dateien gekapselt pro Szenario gespeichert werden, sodass über das jeweilige Szenario die damit verknüpfte Menge von Artefakten zu finden ist. Dementsprechend ist die Ordnerstruktur so aufgebaut, dass je ein Ordner für ein Szenario vorhanden ist und dieser mehrere Unterordner für die jeweiligen verknüpften Artefakte sowie für die einzelnen Schritte

5. Konzept des Werkzeugs

mit wiederum verknüpften Artefakten besitzt. Außerdem müssen auch die nicht verknüpften Artefakte in einem separaten Ordner gespeichert werden.

Zudem müsste sich auch eine mögliche Sortierung nach Sichten verschiedener Stakeholder in der Ordnerstruktur wiederfinden, sodass auch dort zu erkennen ist, welche verknüpften Artefakte von welchem Stakeholder gewählt wurden.

Bezüge zu den Hypothesen

Nachdem nun die Konzeptfragen beantwortet wurden, wird im Folgenden geklärt, wie diese zur Erfüllung der aufgestellten Hypothesen über den Nutzen des Werkzeugs beitragen.

H1: Die Verständlichkeit der Anforderungen für die Stakeholder wird verbessert.

Zur Erfüllung dieser Hypothese tragen die Konzepte 1 und 2 bei, da durch die Verwendung der genannten multimedialen Repräsentationsformen und deren Wahlmöglichkeiten nach persönlichen Präferenzen die Verständlichkeit der Anforderungen verbessert werden soll.

H2: Zusätzliche neue Anforderungen werden gefunden.

Zu dieser Hypothese trägt Konzept 1 bei, da durch die Nutzung der multimedialen Repräsentationsformen wie beispielsweise Videos neue Anforderungen entdeckt werden können.

H3: Der Umgebungskontext wird besser verstanden.

Diese Hypothese wird von Konzept 4 gestützt, da durch das direkte Aufnehmen von Videos, Fotos oder Audiodateien Kontextinformationen mit einfließen können.

H4: Die Interaktion und Beteiligung der Stakeholder in Interviews wird verbessert.

Diese Hypothese wird von Konzept 2 gestützt, da durch das Eingehen auf persönliche Präferenzen die Interaktion der Stakeholder verbessert wird. Außerdem wird sie durch Konzept 4 gestützt, da Stakeholder direkt mit dem Werkzeug interagieren und Medien aufnehmen können. Außerdem trägt Konzept 5 zur Erfüllung dieser Hypothese bei, da durch die Verknüpfung verschiedener Medien und damit die Reichhaltigkeit der Medien eine effektive Kommunikation ermöglicht wird.

H5: Die Validierung wird verbessert, da sofortiges Feedback erfolgt.

Diese Hypothese wird durch Konzept 4 gestützt, da durch direkte Eingaben wie beispielsweise Annotationen sofortiges direktes Feedback eingeholt und dokumentiert werden kann.

H6: Die Elicitation- und Validation-Phase werden beschleunigt.

Diese Hypothese wird durch Konzept 1 gestützt, da Medien wie Audioaufnahmen oder Videos einen Sachverhalt schneller darstellen können als diesen textuell zu beschreiben. Außerdem wird sie durch Konzept 4 gestützt, da durch direkte Eingaben schnelles Feedback eingeholt werden kann.

5.2. Benutzeroberfläche

Der Entwurf der Benutzeroberfläche des REQconnectors ist in Abbildung 5.3 skizziert.

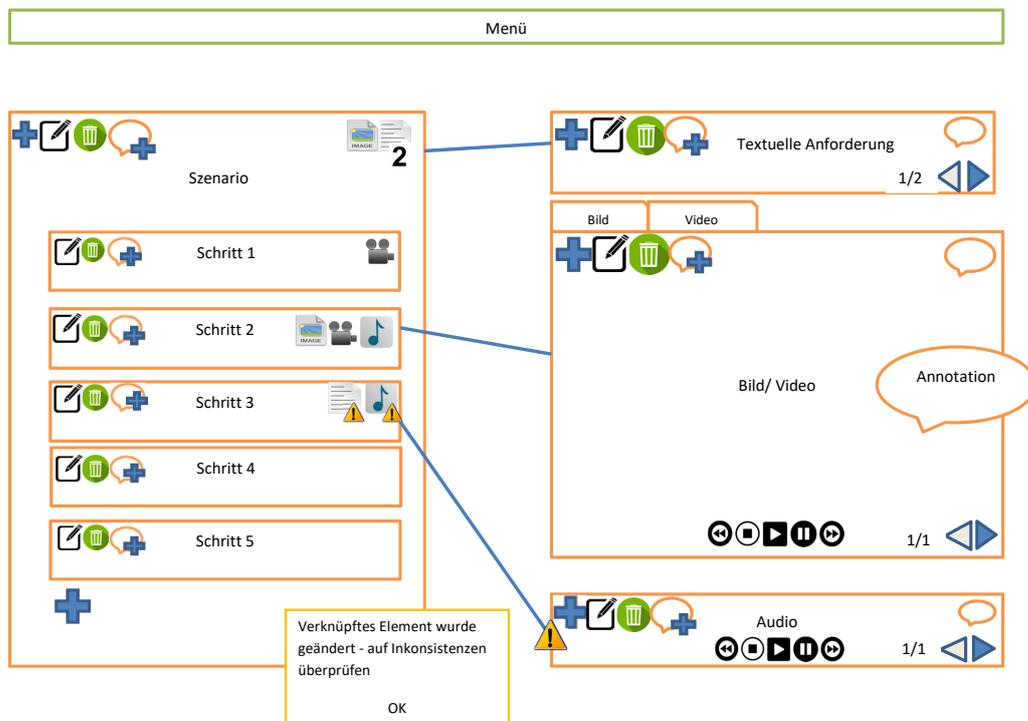


Abbildung 5.3.: Skizze der Benutzeroberfläche

Die Benutzeroberfläche baut auf den vorher aufgestellten Modellen zu den Konzeptfragen aus dem Unterkapitel 5.1 auf. Die verwendeten Repräsentationsformen entsprechen dabei den Formen aus dem Datenmodell 5.1 und die Verknüpfungen und Beziehungen zwischen den Artefakten erfolgen wie im Modell 5.2.

Hauptansicht und Verknüpfungen

Wie in Abbildung 5.3 zu erkennen ist, zeigt die Hauptansicht des Werkzeugs auf der linken Seite einen festen Bereich für ein Szenario mit den jeweiligen Schritten in Textform. Auf der rechten Seite befinden sich ein Bereich für textuelle Anforderungen, Bilder, Videos und Audioaufnahmen. Dabei werden Bilder und Videos mit Tabs getrennt dargestellt, um die Übersichtlichkeit zu gewährleisten.

Verknüpfungen sind zwischen der linken und rechten Seite über eine verbindende Linie möglich, d. h. von einem Szenario oder einem Schritt zu einem oder mehreren Anforderung-, Bild-, Video- und Audioartefakten. Damit ist zwar keine direkte Verbindung von textuellen Anforderungen zu den Multimedia-Artefakten möglich, diese

5. Konzept des Werkzeugs

ist aber immer über die Verbindung zum Szenario verfolgbar. Diese Entscheidung der Behandlung von textuellen Anforderungen wurde getroffen, da zu einem Szenario mehrere Anforderungen gehören können und für die Anwendung des Werkzeugs immer ein Szenario im Mittelpunkt steht.

In den jeweiligen Bereichen wird immer nur ein Artefakt zu einem Zeitpunkt dargestellt. Wenn mehrere Artefakte eines Typs in der aktuellen Verknüpfung vorhanden sind, können diese nacheinander mit Pfeilen nach rechts oder links durchlaufen werden. Die Anzeige in einem Bereich bezieht sich also immer auf die zur aktuellen Verknüpfung gehörenden Medien.

Wenn Anforderungen oder Medien neu hinzugefügt werden, werden diese vorerst ohne Verknüpfung gespeichert und angezeigt, d. h. es befinden sich keine weiteren Artefakte in der angezeigten Liste. Im späteren Verlauf können diese dann einem Szenario oder Schritt zugeordnet werden.

Die Verknüpfung von zwei Elementen wird durch eine Linie zwischen diesen dargestellt. Diese kann auf dem Touch-Display oder mit der Maus gezogen werden. Am Szenario und den Schritten werden die verknüpften Artefakttypen als kleines Symbol dargestellt, bei mehreren Artefakten wird auch die Anzahl am Symbol angezeigt. Diese Artefakte können dann durch Klicken auf das Symbol in ihren Bereich auf der rechten Seite geladen werden. Sind mehrere Artefakte mit einem Element verknüpft, können diese im jeweiligen Bereich mit den Pfeilen nacheinander durchlaufen werden, wobei auch die Anzahl und Position, beispielsweise 1/2, an den Pfeilen angezeigt wird.

Bestehende Verknüpfungen können gelöscht werden, indem man auf den jeweiligen Link klickt und auf der erscheinende Schaltfläche „Verknüpfung löschen“ wählt. Anschließend wird nochmals gefragt, ob die Verknüpfung wirklich gelöscht werden soll, was bestätigt werden muss.

Neben einer Verknüpfung zu einem Artefakt kann auch eine Annotation zu jedem Element hinzugefügt werden, wofür in jedem Bereich ein Symbol angezeigt wird. Wurde bereits eine Annotation zu einem Element hinzugefügt, wird dies ebenfalls als Symbol dargestellt, worüber diese wieder geladen werden kann.

Konsistenz und Warnungen

Um die Konsistenz verknüpfter Artefakte sicherzustellen, werden beim Ändern oder Löschen von Szenarien und Schritten oder Vertauschen von zwei Schritten Warnungen gemäß Tabelle 5.1 angezeigt, um mögliche auftretende Inkonsistenzen bei den verknüpften Elementen zu entdecken. Dazu wird ein Warnsymbol an den Symbolen der verknüpften Artefakte und an den jeweiligen Bereichen angezeigt, wenn diese geladen wurden. Wird bestätigt, dass die Überprüfung der verknüpften Artefakte vorgenommen wurde, wird die Warnung nicht mehr angezeigt.

Die Abbildung 5.4 zeigt, was passiert, wenn ein Szenario geändert wurde. Bei den Symbolen der verknüpften Artefakte werden kleine Warnsymbole angezeigt. Beim Klicken auf das Artefaktsymbol wird das Artefakt geladen und die Warnung

erscheint dort am großen Warnsymbol am jeweiligen Bereich. Wurde das Artefakt überprüft oder angepasst, kann die Warnung geschlossen werden.

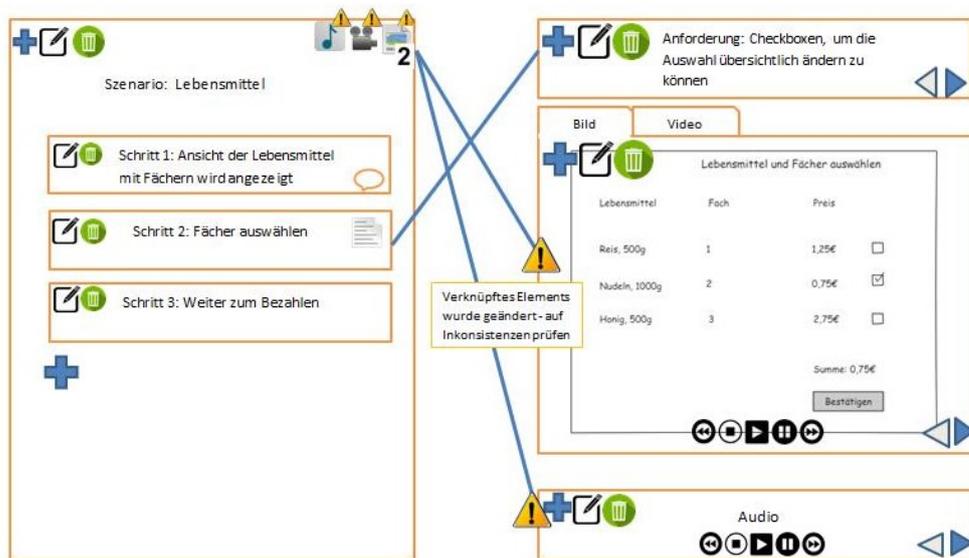


Abbildung 5.4.: Warnung bei Änderung eines Szenarios

Die Abbildung 5.5 zeigt, was passiert, wenn eine Anforderung geändert wurde. Das Warnsymbol und die Warnung werden links am Ende der Verknüpfung am Schritt oder Szenario angezeigt.

Hinzufügen, Editieren und Löschen von Artefakten

In jedem Bereich ist ein Menü mit Symbolen für verschiedene Aktionen vorhanden. Artefakte können hinzugefügt werden, wobei neue erstellt oder vorhandene geladen werden können, editiert oder gelöscht werden. Da bereits vorhandene Artefakte geladen werden können, wird hier die Wiederverwendung von Artefakten für andere Szenarien und Schritte ermöglicht. Für die Bedienung des Werkzeugs ist immer nur eine Aktion zentral möglich, d.h. wenn beispielsweise ein Foto oder Video aufgenommen wird, ist zur gleichen Zeit keine andere Aktion möglich.

Wird ein Artefakt geladen, sollen vorhandene Verlinkungen angezeigt werden, falls diese bereits bestehen, ansonsten können einfach neue Verknüpfungen hinzugefügt werden.

Weitere Ansichten

Bilder und Videos sollen auch vergrößert über den ganzen Bildschirm dargestellt werden können, damit diese gut zu erkennen sind. Dies gilt ebenso für das Aufnehmen von Fotos und Videos, auch hier soll die Kameraansicht über den gesamten Bildschirm ausgedehnt sein.

Eine zweite Ansicht soll außerdem die Szenarien aufgelistet mit den verbundenen Artefakten zeigen und ist in Abbildung 5.6 skizziert.

5. Konzept des Werkzeugs

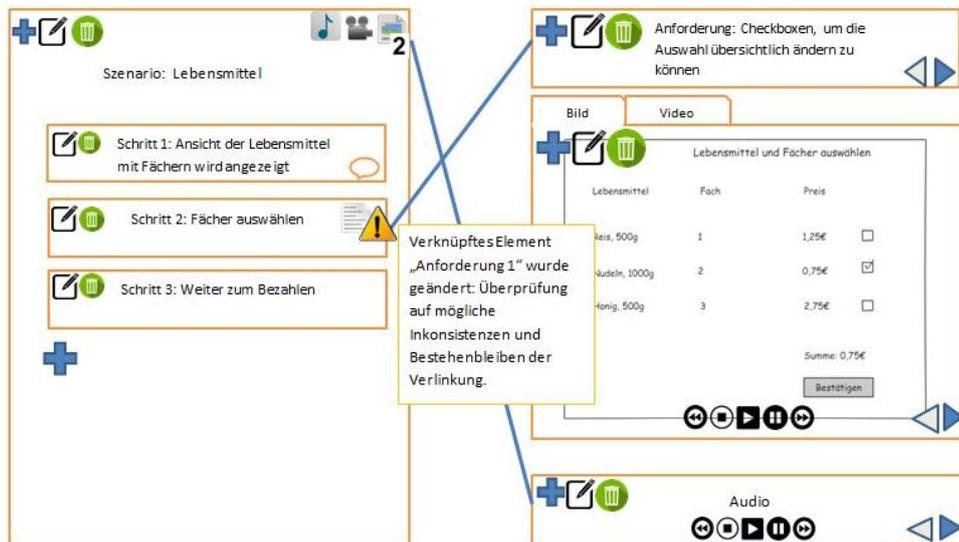


Abbildung 5.5.: Warnung bei Änderung einer Anforderung

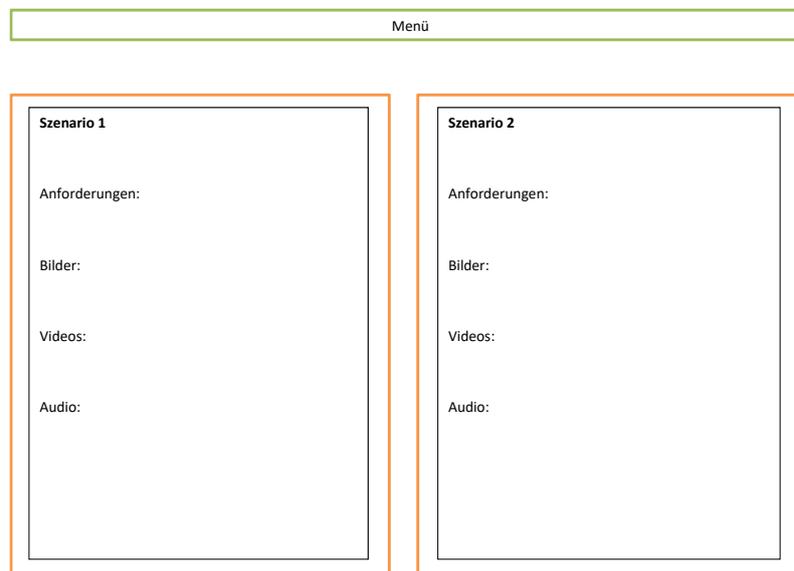


Abbildung 5.6.: Zweite Ansicht: Auflistung der Szenarien

5.3. Beispielablauf im Projekt „Mobiler Mensch“

Um die Benutzung des Werkzeugs zu veranschaulichen, wird ein Beispielablauf im Projekt „Mobiler Mensch“ beschrieben. Hier wird das Beispiel gewählt, dass Anforderungen für einen Automaten, an dem in ländlichen Gebieten Lebensmittel gekauft werden können, erhoben werden sollen. Die Ansicht dieses Ablaufs im Werkzeug ist in Abbildung 5.7 skizziert.

Die Ausgangssituation ist, dass sich der Anforderungsingenieur mit einem Stakeholder trifft, um Anforderungen für den Lebensmittel-Kaufautomaten zu erfassen. Sie treffen sich vor dem Supermarkt, wo der Automat später stehen soll.

1. Der Anforderungsingenieur hat auf dem Tablet das Werkzeug gestartet und das Szenario „Lebensmittel auswählen“ angelegt.
2. Der Stakeholder beschreibt die Schritte, die er sich unter dem Szenario vorstellt: 1. Ansicht der Lebensmittel mit entsprechenden Fächern wird angezeigt, 2. Fächer auswählen, 3. Bestätigen.
3. Der Anforderungsingenieur fügt diese Schritte hinzu und zeigt sie dem Stakeholder.
4. Der Stakeholder ergänzt, dass beim Auswählen der Fächer übersichtlich die Auswahl geändert und dargestellt werden soll, beispielsweise durch Checkboxen.
5. Der Anforderungsingenieur fügt diese Anforderung hinzu und verknüpft sie mit Schritt 2, indem er eine Linie zieht.
6. Der Stakeholder merkt an, dass das Szenario nur passieren kann, wenn der Supermarkt geschlossen ist.
7. Der Anforderungsingenieur fügt eine Annotation zu Schritt 1 hinzu und macht ein Foto von den Öffnungszeiten des Supermarkts, das er mit dem Szenario verknüpft.
8. Der Stakeholder merkt an, dass der Automat in der Nähe stehen muss, wenn man vor geschlossenen Türen steht und diesen noch nicht kennt, damit man ihn bemerkt und nutzt.
9. Der Anforderungsingenieur macht ein Video von der Umgebung und den Platzmöglichkeiten, wo der Automat später stehen könnte, und fügt eine Annotation hinzu: „Nähe zu Supermarkt und Sichtbarkeit des Automaten beachten.“
10. Der Stakeholder skizziert auf dem Tablet, wie er sich die Benutzeroberfläche des Automaten vorstellt.
11. Der Anforderungsingenieur verbindet diese Skizze mit dem Szenario.

5. Konzept des Werkzeugs

- Der Anforderungsingenieur ist wieder zurück im Büro und pflegt die handschriftlichen Annotationen ein.

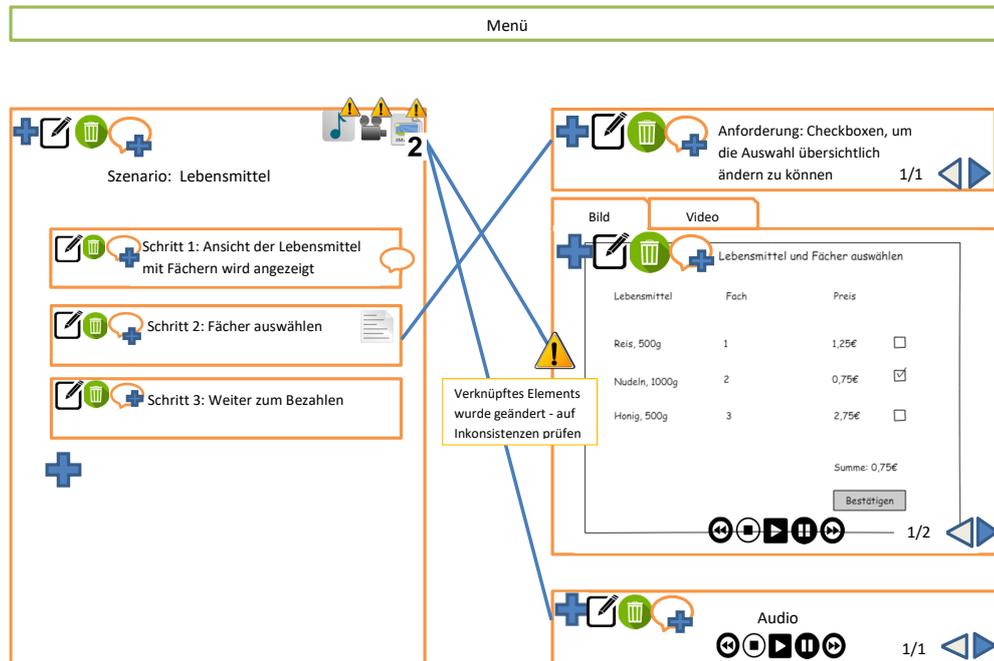


Abbildung 5.7.: Beispielablauf 1

In einer zweiten Situation trifft der Anforderungsingenieur einen weiteren Stakeholder im Büro, um ihm die bisherigen Aufzeichnungen zu zeigen und mit ihm abzustimmen. Die Ansicht dieser Situation im Werkzeug ist in Abbildung 5.8 skizziert.

- Der Stakeholder bemerkt, dass in Schritt 3 der Text „Weiter zur Bezahlung“ statt „Bestätigen“ angezeigt werden soll.
- Der Anforderungsingenieur passt den Schritt dementsprechend an.
- Eine Warnung erscheint: „Verknüpftes Element wurde geändert: auf Inkonsistenzen prüfen und evtl. Änderung vornehmen.“
- Der Anforderungsingenieur ändert im Bild „Bestätigen“ zu „Weiter zur Bezahlung“.
- Der Stakeholder will erklären, wie genau er sich das Szenario vorstellt.

5.3. Beispielablauf im Projekt „Mobiler Mensch“

6. Der Anforderungsingenieur nimmt eine Audiodatei auf, während der Stakeholder seine Vorstellung erklärt: „Man kommt zum Supermarkt, merkt, dass er geschlossen ist, und sieht den Automaten in der Nähe stehen. Man kann dann einfach die gewünschten Lebensmittel auswählen, wobei der Preis und die Summe angezeigt wird.“
7. Der Anforderungsingenieur verknüpft die Audioaufnahme mit dem Szenario.
8. Der Anforderungsingenieur trifft den nächsten Stakeholder, falls es noch weitere gibt, und erhebt Anforderungen für weitere Szenarien. Anschließend nutzt er das Material, um die Spezifikation zu erstellen.

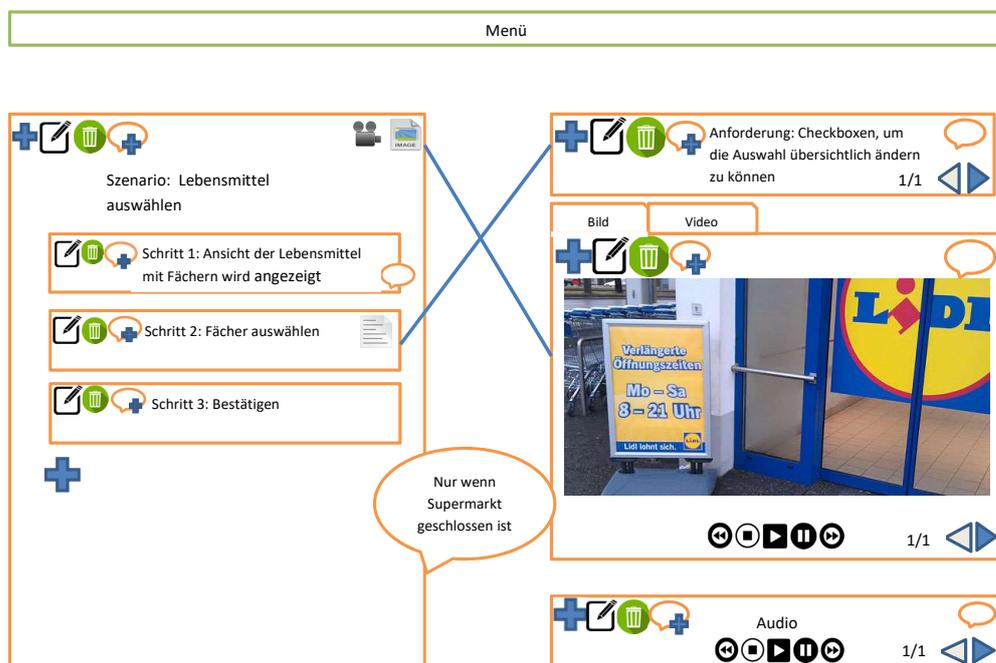


Abbildung 5.8.: Beispielablauf 2

Um den Ablauf zu veranschaulichen und zu zeigen, wie die Benutzung des Werkzeugs aussieht, wurde ein Vision Video mit Paper-Prototypen erstellt. Dieses befindet sich auf der beiliegenden CD.

5.4. Konzeptauswahl für die Implementierung

Alle Konzeptideen können im zeitlichen Rahmen der Masterarbeit nicht im Prototypen implementiert werden. Deshalb sollen die wichtigsten Konzepte und Funktionen herausgefiltert werden, die der Prototyp auf jeden Fall beinhalten soll, um die grundlegende Funktionalität zu bieten und im praktischen Einsatz erprobt werden zu können.

Zunächst soll nur die Hauptansicht wie beschrieben angezeigt werden können. Dafür soll in allen Bereichen das jeweilige Medium dargestellt werden können, also textuelle Szenarien, Anforderungen, Bilder, Videos und Audioaufnahmen, um die Repräsentationen aus Konzept 1 abzudecken und die Darstellung aus Konzept 2 und 3 zu übernehmen.

Außerdem sollen Artefakte hinzugefügt werden können, indem diese direkt aufgenommen oder textuell hinzugefügt werden, womit Konzept 4 erfüllt wird.

Die Verknüpfung von Repräsentationsformen durch das Ziehen einer Linie soll möglich sein, womit Konzept 5 erfüllt wird. Dafür reicht es zunächst aus, wenn Szenarien und Schritte mit je einem Anforderungs-, Bild-, Video- und Audio-Artefakt verknüpft werden können.

Die Konsistenzprüfungen und Warnungen in Konzept 6, zeitlich bedingte Links und Bearbeitungen für Videos in Konzept 7 sowie die verschiedenen Sichten von Stakeholdern in Konzept 9 sind nicht in der Minimalanforderung enthalten, sondern können als mögliche Ergänzung gesehen werden. Zunächst sollen die Videos ohne zeitliche Links und ohne zu schneiden verwendet werden und es soll nur eine Stakeholder-Sicht betrachtet werden, ohne die Artefakte je nach Stakeholder zu kennzeichnen.

Außerdem soll eine Ordnerstruktur angelegt werden, die die Artefakte wie in Konzept 10 beschrieben strukturiert.

6. Implementierung des Prototypen

In diesem Kapitel wird beschrieben, wie die Konzepte des REQconnectors umgesetzt und auf dem Microsoft Surface prototypisch implementiert wurden. Dazu wird zuerst eine Priorisierung der Funktionalitäten für den Prototypen vorgenommen. Anschließend werden die technische Basis, Design- und Entwurfsentscheidungen und schließlich Einschränkungen sowie mögliche Erweiterungen beschrieben.

6.1. Priorisierung der Funktionalitäten

Aus den entwickelten Konzepten für das Werkzeug ergeben sich eine Vielzahl einzelner Funktionalitäten, die im Prototypen umgesetzt werden können. Wie im vorherigen Kapitel beschrieben, können im zeitlichen Rahmen dieser Arbeit nicht alle Konzepte umgesetzt werden, weshalb bereits eine Konzeptauswahl in Kapitel 5.4 erfolgte. Im Folgenden werden darauf aufbauend alle Funktionen, die sich aus den aufgestellten Konzepten für den Prototypen ergeben, aufgelistet und priorisiert.

Folgende Funktionen sind essentiell für die Grundfunktionalität des REQconnectors und werden mit Priorität 1 bewertet:

- Das Werkzeug soll die Darstellung von textuellen Szenarien, textuellen Anforderungen, Bildern, Videos und Audioaufnahmen in festen Bereichen ermöglichen, wobei Bilder und Videos in einem Bereich mit Tabs voneinander getrennt sind.
- Sind mehrere Anforderungen, Bilder, Videos oder Audioaufnahmen im jeweiligen Bereich geladen, sollen diese nacheinander durchlaufen werden können.
- Die Elemente sollen gemäß dem aufgestellten Datenmodell verknüpft werden können, indem eine Linie gezogen wird, was in beide Richtungen und sowohl auf dem Touch-Display als auch mit der Maus möglich sein soll.
- Das Werkzeug soll die Anzeige von Start- und Endpunkten für die Verknüpfungslinien ermöglichen.
- Linien und entsprechende Verknüpfungen sollen gelöscht werden können, indem man darauf klickt.
- Wenn eine Verknüpfung erfolgt, wird am Szenario bzw. Schritt der jeweilige Button mit dem Icon des Medientyps angezeigt.

6. Implementierung des Prototypen

- Das Laden von verknüpften Elementen soll per Klick auf den Icon-Button möglich sein, dabei wird auch die entsprechende Linie gezeichnet.
- Das Werkzeug soll eine Ordnerstruktur für Artefakte bieten, in der diese als Dateien gespeichert werden können.
- Das Werkzeug soll das Editieren vorhandener textueller Artefakte und das Speichern der Änderungen in den jeweiligen Dateien ermöglichen.
- Das Werkzeug soll das Löschen vorhandener Artefakte ermöglichen, wobei auch die Verknüpfung und die entsprechende Datei gelöscht wird.
- Das Werkzeug soll das Laden und Anzeigen bereits vorhandener Artefakte ermöglichen.
- Das Werkzeug soll das Importieren von Artefakten ermöglichen, indem eine Datei aus dem Dateisystem ausgewählt wird.
- Im Werkzeug soll es möglich sein, Anforderungsartefakte und Szenarien per Tastatur neu hinzuzufügen und zu speichern.
- Im Werkzeug soll es möglich sein, Skizzen auf dem Touch-Display zu zeichnen und als Bild hinzuzufügen.
- Im Werkzeug soll es möglich sein, Foto-, Video-, und Audio-Artefakte direkt aufzunehmen und hinzuzufügen.
- Im Werkzeug soll der Zustand des Projekts, etwa die aktuell angezeigten und verknüpften Artefakte, abgespeichert und geladen werden können.

Diese mit Priorität 1 bewerteten Funktionen wurden alle für den Prototypen implementiert, was im folgenden Kapitel genauer beschrieben wird.

Folgende Funktionen werden mit Priorität 2 bewertet:

- Im Werkzeug soll es möglich sein, Annotationen auf dem Touch-Display hinzuzufügen und als Bild abzuspeichern sowie auch als Audiodatei hinzuzufügen.
- Im Werkzeug sollen die Medien vergrößert dargestellt werden können.
- Das Werkzeug soll die Anzeige von Warnungen bezüglich der Konsistenz gemäß der aufgestellten Regeln ermöglichen.
- Das Werkzeug soll zeitliche Verknüpfungen für Videos ermöglichen, indem diese mit dem für die Verknüpfung relevanten Zeitpunkt versehen werden.
- Das Werkzeug soll eine zweite Ansicht mit der Auflistung der Szenarien und den verknüpften Medien beinhalten.
- Im Werkzeug soll es möglich sein, Schritte zu vertauschen.

Von diesen Funktionen, die mit Priorität 2 bewertet wurden, wurde der erste Punkt soweit implementiert, dass Annotationen auf dem Touch-Display in Form von Bilddateien hinzugefügt werden können. Die weiteren Funktionalitäten wurden nicht mehr implementiert, werden aber im weiteren Verlauf dieses Kapitels noch genauer beschrieben.

Die folgenden Funktionen werden mit Priorität 3 bewertet und können als Ergänzung gesehen werden:

- Im Werkzeug soll es möglich sein, Sichten verschiedener Stakeholder abzuspeichern und diese gefiltert anzuzeigen.
- Im Werkzeug soll es möglich sein, Videos und Audiodateien zu schneiden, indem Begrenzungen vom Start- und Endpunkt gewählt werden.
- Im Werkzeug soll es möglich sein, Skizzen, die hinzugefügt wurden, wieder zu editieren.
- Im Werkzeug soll es möglich sein, ein Video für ein Szenario aus Videos für einzelne Schritte zu generieren.

Von diesen Funktionen wurden keine implementiert, da wegen des zeitlichen Rahmens dieser Arbeit die Implementierung nur als mögliche Ergänzung gesehen wurde. Im weiteren Verlauf dieses Kapitels wird die mögliche Umsetzung dieser Ergänzungen noch genauer beschrieben.

6.2. Technische Basis

Der Prototyp wurde in der Programmiersprache Java für das Microsoft Surface entwickelt, da dieses sowohl als Laptop als auch als Tablet genutzt werden kann und für die geplanten Einsatzmöglichkeiten des Werkzeugs gut geeignet ist. Da die plattformunabhängige Programmiersprache Java gewählt wurde, kann die Anwendung zukünftig auch auf anderen Geräten genutzt werden.

Insbesondere wurde das Framework JavaFX verwendet, welches für die Benutzeroberfläche genutzt wird und sich gut eignet, um Medien wie Videos und Audiodateien einzusetzen.

Für die Aufnahme von Videos, Fotos und Audiodateien wurde JavaCV verwendet, welches Bibliotheken zur Nutzung multimedialer Inhalte bereitstellt. Dabei wurde größtenteils auf den von Karras entwickelten Videorecorder für den Requirements Video Analyzer (ReqVidA) zurückgegriffen [Kar15] und für die Nutzung im REQconnector und die Aufnahme von Audiodateien und Fotos angepasst.

Die unterstützten Dateiformate für Bilder sind PNG und JPEG. Für Videos kommen mit der Nutzung von JavaFX nur FLV und MP4-Dateien in Frage. Hier wurde das Format MP4 gewählt, da diese Dateien eine geringere Datengröße besitzen. Für die Audiodateien wird das MP3-Format unterstützt.

6.3. Design- und Entwurfsentscheidungen

Im Folgenden werden die Design- und Entwurfsentscheidungen des Prototypen beschrieben, wobei zuerst auf die Struktur des Programms und anschließend auf die Umsetzung konkreter Funktionalitäten eingegangen wird.

Struktur des Programms

Im Programm wurde das MVC-Architekturmuster verfolgt, wodurch eine Aufteilung in die Pakete Datenmodell, Benutzeroberfläche und Controller erfolgte. Eine Übersicht der Modellklassen ist im Klassendiagramm in Abbildung 6.1 zu sehen. Die Struktur der Modellklassen ist so aufgebaut, dass eine abstrakte Klasse *Artefact* im Mittelpunkt steht, von der die einzelnen Artefaktklassen erben. Für jeden Artefakttypen gibt es eine eigene Klasse mit dem jeweiligen Namen, der ID, dem Dateipfad, der Mediendatei, den verknüpften Artefakten und den dazugehörigen Annotationen. Für die Annotationen gibt es eine eigene Modellklasse, die den Text und die zugehörige Bilddatei enthält.

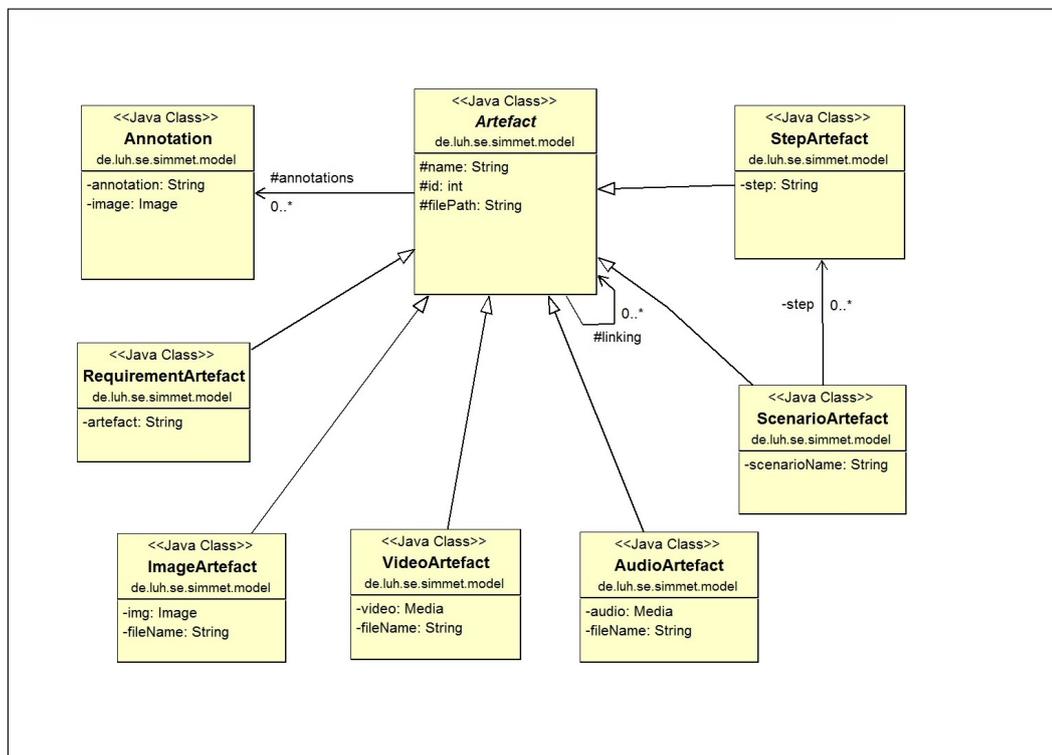


Abbildung 6.1.: Klassendiagramm der Modellklassen

Eine Übersicht der Klassen der Benutzeroberfläche ist im Klassendiagramm in Abbildung 6.2 dargestellt. Diese View-Klassen sind so aufgebaut, dass die Klasse *MainView* die Hauptansicht darstellt und die einzelnen Views für die jeweiligen Artefakte beinhaltet. Für jeden Artefaktbereich gibt es eine eigene View, wobei die Klasse *PlayerView* sowohl für die Ansicht für Videos als auch für Audiodateien

eingesetzt wird. Die *ScenarioView* beinhaltet für jeden Schritt eine eigene *StepView*. Außerdem sind die Menüs zum Hinzufügen, Editieren und Löschen von Artefakten, die sich an jedem Bereich befinden, in die eigene View-Klasse *ArtefactMenuView* ausgelagert.

Für jede View gibt es einen entsprechenden Controller, der die Interaktionen mit der Benutzeroberfläche steuert.

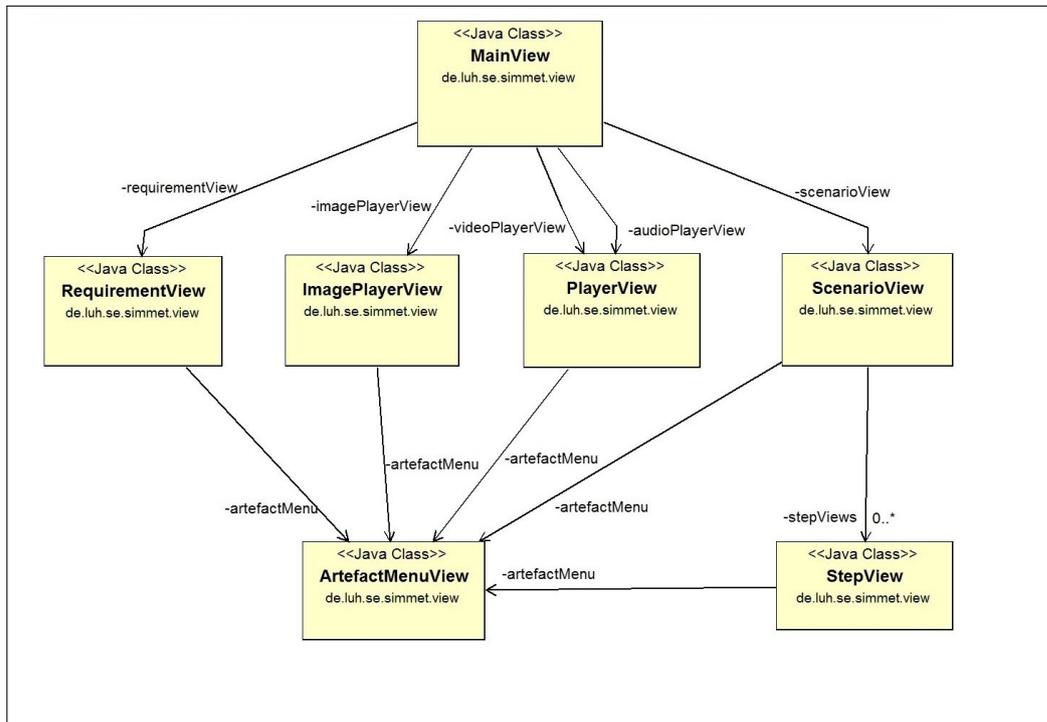


Abbildung 6.2.: Klassendiagramm der Viewklassen

Zentrales Fenster der Benutzeroberfläche

Das zentrale Fenster der Benutzeroberfläche des REQconnectors ist in Abbildung 6.3 zu sehen. Wie im Konzept beschrieben wurde, gibt es feste Bereiche für jeden Artefakttypen, was auch in der Implementierung umgesetzt wurde.

Wie in der Abbildung zu sehen ist, befindet sich auf der linken Seite ein textuelles Szenario, das ein Textfeld mit der Benennung des Szenarios sowie einen Bereich für jeden Schritt beinhaltet. Die Schritte beinhalten wiederum Textfelder mit der Beschreibung des Schritts. Für die Schritte sind sieben feste Bereiche mit fester Position vorhanden. Durch die festen Bereiche kann übersichtlich dargestellt werden, dass sieben Schritte zur Verfügung stehen. Die Anzahl orientiert sich dabei an der Richtlinie für Use Cases, für durchschnittlich komplexe Use Cases nicht mehr als sieben Schritte zu verwenden. Diese Richtlinie wird hier auf ein Szenario übertragen, wobei es hier für komplexere Szenarien auch vorkommen kann, dass mehr als sieben Schritte benötigt werden. Die Anzeige von sieben festen Bereiche für die Schritte wurde dennoch zur Vereinfachung gewählt, da diese übersichtlich auf dem Gerät

6. Implementierung des Prototypen

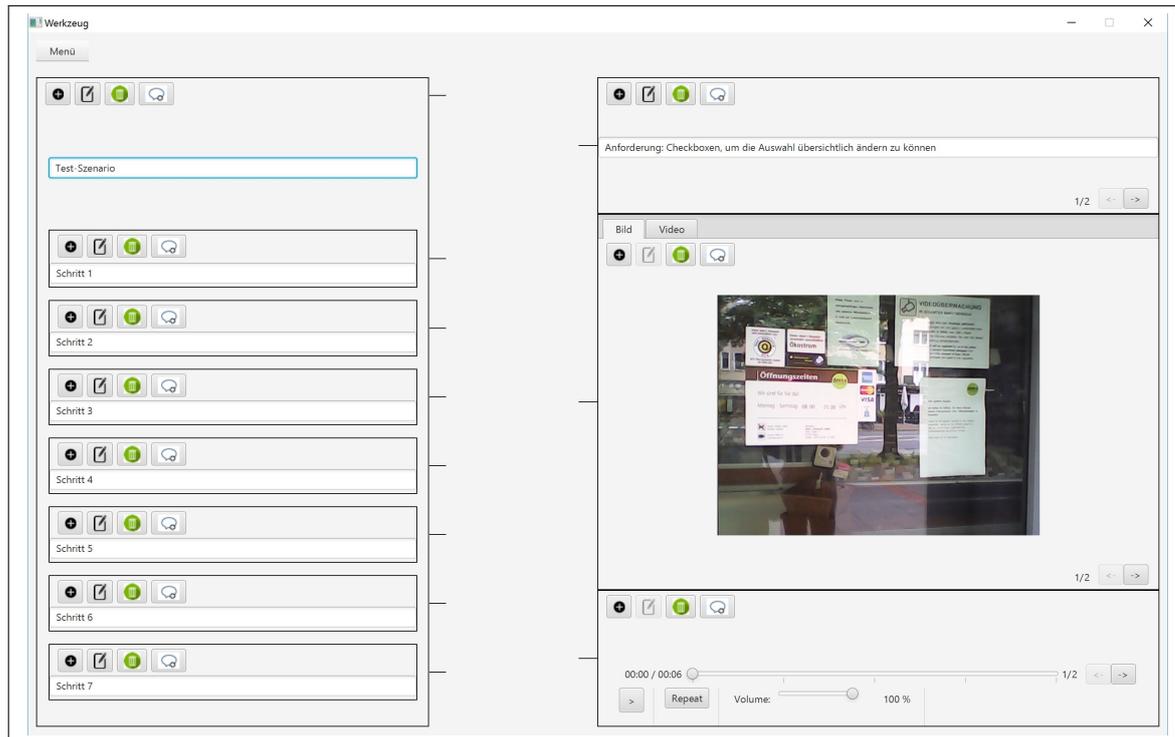


Abbildung 6.3.: Benutzeroberfläche des REQconnectors

dargestellt werden können und die Koordinaten der festen Bereiche für das Zeichnen der Verknüpfungslinien verwendet werden. Für komplexere Szenarien mehr als sieben Schritte hinzuzufügen, ist aktuell im Prototypen nicht möglich und kann noch als Erweiterung gesehen werden.

Auf der rechten Seite befindet sich im oberen Drittel ein Bereich für textuelle Anforderungen mit einem Textfeld, darunter ein Bereich zur Anzeige von Bildern in einem Tab und zum Abspielen von Videos im anderen Tab und im unteren Bereich eine Anzeige zum Abspielen von Audiodateien.

Der Video-Player bietet genau wie der Audio-Player grundlegende Funktionen wie die Bewegung des Sliders zur Steuerung der Zeit, Pausieren und Starten, Regelung der Lautstärke und die Möglichkeit der automatischen Wiederholung des Mediums. Die Ansicht des Video-Players wird in Abbildung 6.4 dargestellt.

In jedem Bereich gibt es ein Menü mit vier Buttons mit entsprechenden Icons, die zum Hinzufügen, Editieren und Löschen von Artefakten sowie zum Hinzufügen von Annotationen dienen. In Abbildung 6.4 ist auch das Menü mit den verschiedenen Buttons zu erkennen, das für jeden Bereich vorhanden ist. Mit dem ersten Button, der durch ein Plus-Symbol gekennzeichnet ist, können Artefakte hinzugefügt bzw. geladen werden. Der zweite Button, gekennzeichnet durch ein Stift-Symbol, dient zum Editieren von Artefakten und kann aktuell nur für die textuellen Anforderungen, Schritte und Szenarien genutzt werden. Der dritte Button mit einem

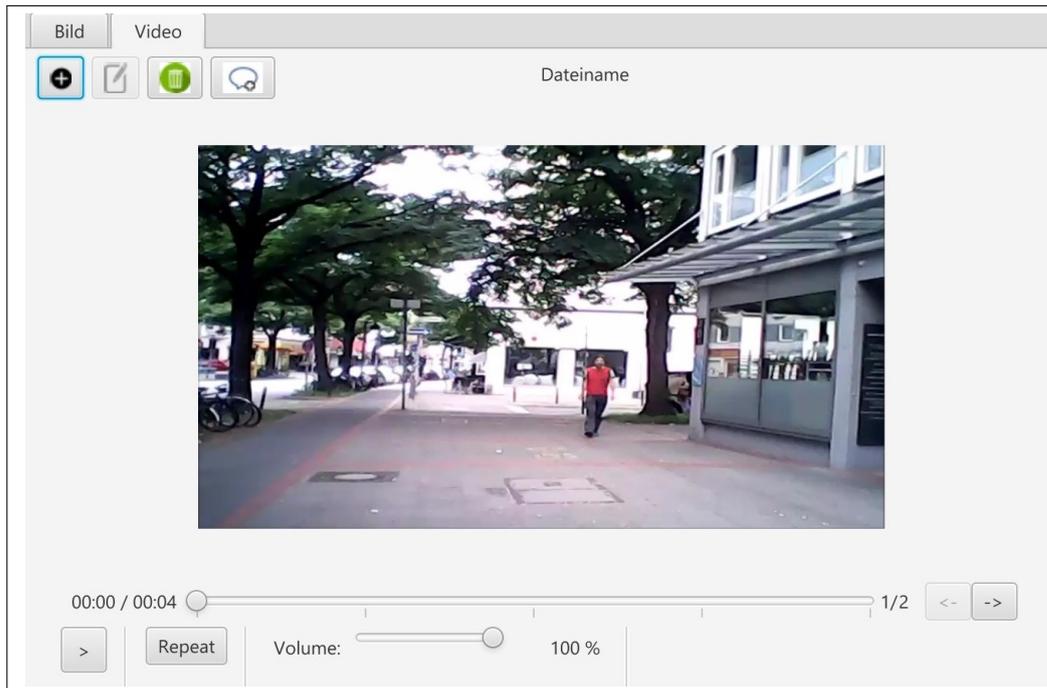


Abbildung 6.4.: Video-Player

Mülleimer-Symbol dient zum Löschen von Artefakten. Außerdem gibt es einen vierten Button mit Sprechblasen-Symbol, der zum Hinzufügen von Annotationen dient. Für die Buttons der Menüs werden zusätzlich zu den Icons Tooltips angezeigt, die die Funktion des jeweiligen Buttons beschreiben.

Zwischen dem linken und rechten Bereich befindet sich ein *Canvas*, der als Zeichenfläche für die Verknüpfungslinien genutzt wird.

Im oberen Bereich befindet sich zudem ein Menü zum Speichern und Laden von Zuständen eines Projekts.

Verknüpfung von Artefakten

Artefakte können verknüpft werden, indem mit der Maus oder auf dem Touch-Display eine Linie von links nach rechts oder von rechts nach links gezogen wird. Dafür ist in der Mitte ein *Canvas* vorhanden, der die gezeichnete Linie verfolgt und anzeigt. Um das Ziehen von Linien für den Nutzer intuitiv darzustellen, sind an jedem Bereich kurze Linien als Start- bzw. Ziellinien gekennzeichnet. Nur wenn die Kombination der Start- und Endartefakte der gezeichneten Linie erlaubt ist, d. h. wenn eine Linie zwischen einem Szenario oder Schritt und einem Medium der rechten Seite gezeichnet wurde, erfolgt auch die Verknüpfung. Die erlaubten Verknüpfungen beruhen auf dem in Kapitel 5.1 aufgestellten Datenmodell in Abbildung 5.2. Wurde eine valide Verknüpfung hinzugefügt, wird eine gerade Linie zwischen den beiden Bereichen gezeichnet. Im Szenario oder Schritt wird dann das entsprechende Icon des verknüpften Mediums als Button angezeigt, über den das verknüpfte Artefakt wieder geladen werden kann.

6. Implementierung des Prototypen

Wird in einem Bereich ein neues Element hinzugefügt und somit das vorher angezeigte verknüpfte Element nicht mehr angezeigt, wird auch die Verknüpfungslinie nicht mehr dargestellt. Erst, wenn das Element wieder geladen wird, wird auch die entsprechende Linie wieder gezeichnet. Auch beim Wechsel der Tabs zwischen Bildern und Videos wird die Anzeige vorhandener Verknüpfungslinien entsprechend angepasst, sodass nur die Linien zum Bereich im aktuell ausgewählten Tab gezeichnet werden.

Eine Verknüpfung kann auch wieder gelöscht werden, indem man auf die Linie klickt. Dazu muss dies bestätigt werden, wenn nach dem Klicken in einem Dialog danach gefragt wird. Anschließend wird die Linie nicht mehr angezeigt und die gespeicherte Verknüpfung der Artefakte gelöscht.

Hinzufügen und Laden von Artefakten und Annotationen

Im Menü zum Hinzufügen von Artefakten gibt es mehrere Möglichkeiten. Zum einen können schon vorhandene abgespeicherte Artefakte geladen werden, indem diese aus der Ordnerstruktur des REQconnector-Projekts ausgewählt werden können und somit zur Wiederverwendung geeignet sind. Desweiteren können Artefakte importiert werden, indem man Medien mit dem passenden Dateiformat aus dem Dateisystem auswählt. Die textuellen Anforderungen werden dabei aus Textdateien ausgelesen, für Bilder sind .jpg- und .png-Dateien erlaubt, für Videos .mp4-Dateien und für Audioaufnahmen .mp3-Dateien. Aus der jeweiligen Datei wird dann das entsprechende Artefakt erzeugt und das Medium wird in die Ordnerstruktur des Projekts eingefügt. Außerdem kann man Medien direkt neu hinzufügen. Dabei wird für die textuellen Anforderungen, Szenarien und Schritte die Beschreibung über ein Textfeld eingegeben und dann in eine Textdatei geschrieben. Fotos, Videos und Audioaufnahmen können direkt über die Kamera des Geräts aufgenommen werden. Außerdem kann eine Skizze auf dem Tablet gemacht und als Bild abgespeichert werden. Die erzeugten Dateien werden ebenfalls im jeweiligen Projektordner des REQconnectors abgespeichert. Vorhandene Artefakte, die bereits verknüpft wurden, können auch wieder über den jeweiligen Button mit dem Icon des Mediums in ihren Bereich geladen werden.

Das Menü zum Hinzufügen bzw. Laden von Artefakten wird am Beispiel der Bild-Artefakte in Abbildung 6.5 gezeigt. Für das Aufnehmen von Videos, Fotos und Audiodateien wird die Kameraansicht in einem separaten Fenster angezeigt. Diese Ansicht ist in Abbildung 6.6 dargestellt.

Außerdem können zu jedem Artefakt Annotationen hinzugefügt werden, indem ähnlich wie beim Hinzufügen einer Skizze mit dem Stift auf dem Touch-Display eine Notiz erfolgt. Wurde eine Annotation hinzugefügt, erscheint ebenfalls ein Button mit dem entsprechenden Icon im Bereich des Artefakts, über den die Annotationen wieder geladen und angezeigt werden können.

6.3. Design- und Entwurfsentscheidungen

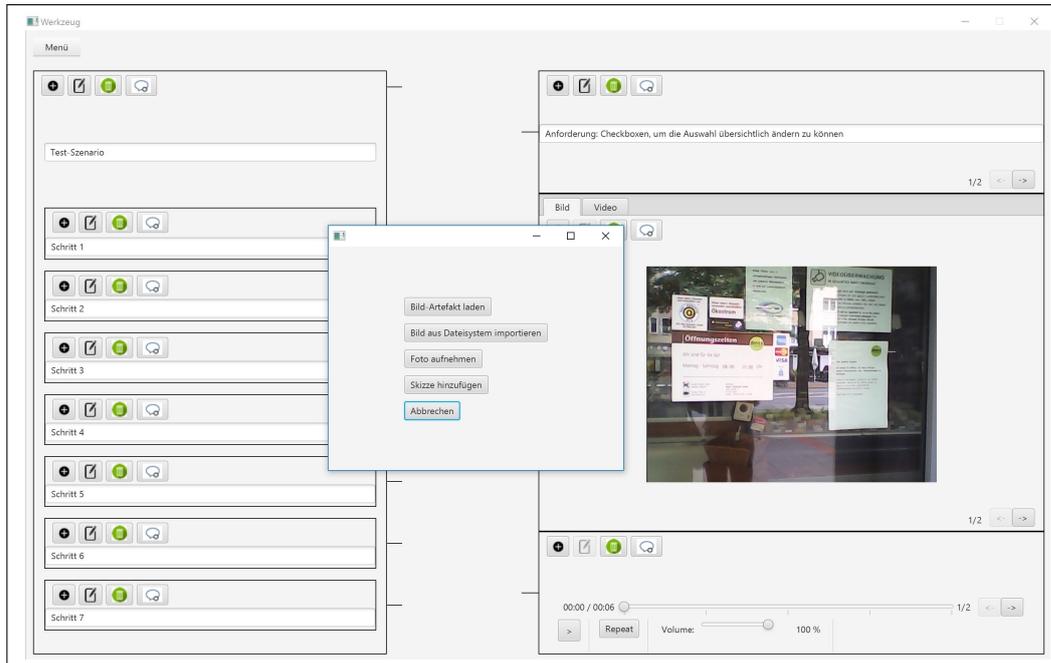


Abbildung 6.5.: Bildartefakte hinzufügen oder laden

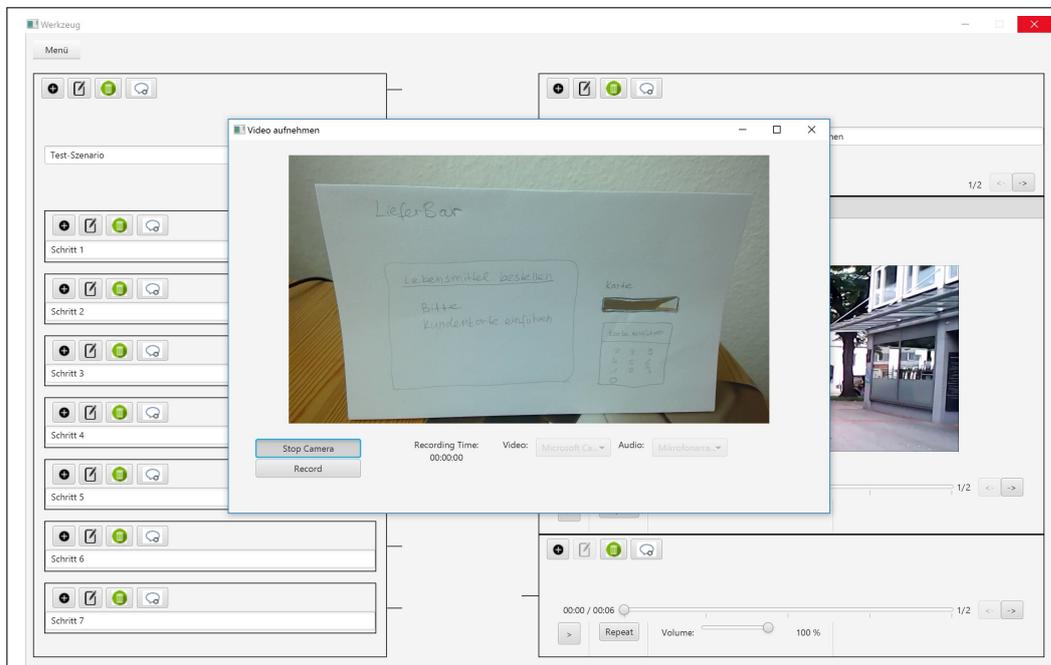


Abbildung 6.6.: Video aufnehmen

6. Implementierung des Prototypen

Ordnerstruktur

Das Speichern der Artefakte erfolgt nach einer bestimmten Struktur und ist in Abbildung 6.7 zu sehen. Zunächst gibt es im jeweiligen Projekt einen Ordner *Bibliothek*, in dem neu hinzugefügte Artefakte abgespeichert werden. Außerdem ist ein Ordner für jedes Szenario mit den verknüpften Artefakten vorhanden. Darin befinden sich eine Textdatei mit der Benennung des Szenarios sowie die Unterordner für die Schritte und die verknüpften Anforderungen, Bilder, Videos und Audiodateien. In den Ordnern der Schritte befindet sich wieder jeweils die textuelle Beschreibung als Textdatei und je ein Ordner für die verknüpften Artefakte. Die Schritte und Szenarien werden direkt aus der Textdatei ausgelesen bzw. abgespeichert. Die verknüpften Artefakte sind in den Unterordnern nicht als Bild-, Video- oder Audio-Dateien abgelegt, um redundante Datenhaltung zu vermeiden. Stattdessen werden Textdateien als Verweise auf die jeweilige Datei in der Bibliothek angelegt, die die ID des verknüpften Artefakts enthalten. Erfolgte eine Verknüpfung mit einem Artefakt, wird die jeweilige Datei in dem entsprechenden Ordner des Szenarios oder Schritts erzeugt. Somit wird ein Medium, das mit mehreren Schritten oder Szenarien verknüpft ist, nicht mehrmals abgespeichert. Zudem kann die Datei beim Editieren des Artefakts auch nur an einer Stelle in der Bibliothek geändert werden, um Inkonsistenzen zu vermeiden.

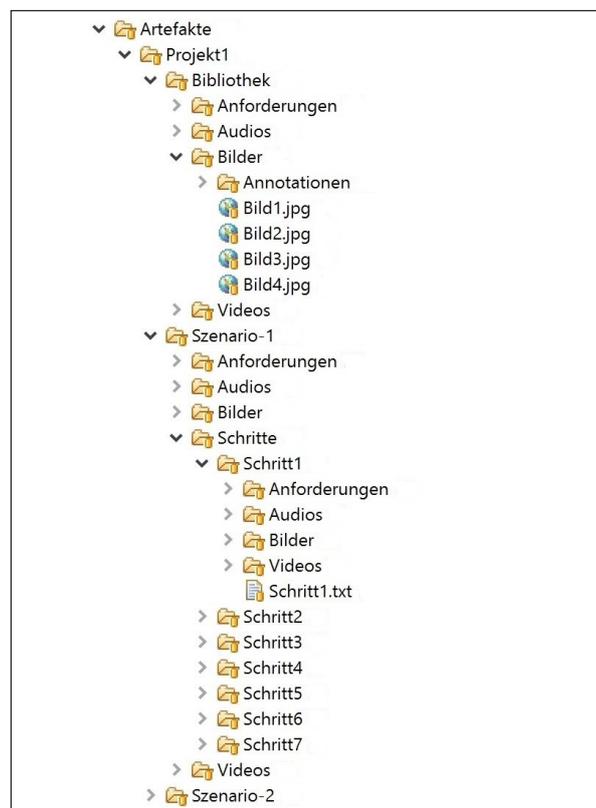


Abbildung 6.7.: Ordnerstruktur

Speichern und Laden von Projektzuständen

Mithilfe der Nutzung von Serialisierung in Java können Objekte und somit Zustände des Werkzeugs gespeichert und geladen werden. Diese beinhalten die Ansicht des Szenarios und die angezeigten Medien, die Verknüpfungslinien und die gespeicherten Elemente und Verknüpfungen. Dazu befindet sich im oberen Bereich der Hauptansicht ein Menü, in dem *Speichern* oder *Laden* gewählt werden kann und dementsprechend die Auswahl eines Speicherorts bzw. einer Datei erfolgt. Die Dateien werden in der Ordnerstruktur im jeweiligen Projektordner abgelegt.

6.4. Einschränkungen und mögliche Erweiterungen

Im Folgenden werden Einschränkungen in der Implementierung des Prototypen beschrieben, Erweiterungen durch die aufgestellten Funktionalitäten erklärt und zusätzliche Ideen zur Erweiterung des Prototypen entwickelt.

Einschränkungen

Wenn mehrere Artefakte eines Typs mit einem Szenario oder Schritt verknüpft sind, müssten die Buttons, die mit den jeweiligen Icons die verknüpften Artefakte anzeigen, noch mit kleinen Nummern versehen werden, die die Anzahl der Artefakte symbolisieren. Momentan wird die Anzahl der verknüpften Artefakte nur erkannt, wenn die Dateien in den jeweiligen Bereich geladen wurden. Dies lässt sich durch die Verwendung eines Icons realisieren, das unten rechts in der Ecke die jeweilige Anzahl beinhaltet.

Weiterhin kann die feste Anzahl von sieben Schritten, die zur Vereinfachung gewählt wurde, ein Problem darstellen. Wenn mehr als sieben Schritte in einem komplexen Szenario vorhanden sein sollen, müsste hier das flexible Hinzufügen von Schritten realisiert werden. Da diese dann nicht mehr übersichtlich auf einen Blick dargestellt werden können, bietet sich ein Bereich zum Scrollen an. Da damit keine festen Bereiche mehr vorhanden sind, müssten auch die Positionen der Verknüpfungslinien angepasst und mit dem Scrollen fortlaufend verändert werden.

Eine allgemeine Einschränkung ist außerdem, dass die Ansicht des Werkzeugs genau auf die Größe und Seitenverhältnisse des Microsoft Surface zugeschnitten ist. Für die Benutzung auf einem anderen Gerät müsste dies eventuell noch insofern angepasst werden, dass die Größe des Fensters auch für die Größe des jeweiligen Geräts gut passend ist.

Erweiterungen durch aufgestellte Funktionalitäten

Die Funktionen, die mit Priorität 2 oder 3 bewertet wurden und nicht mehr im Prototypen implementiert wurden, können noch als Erweiterungen gesehen werden und werden im Folgenden genauer beschrieben.

Annotationen sollen auch als Audiodatei hinzugefügt werden können. Dabei kann auf den Audiorecorder zurückgegriffen werden, der zur Aufnahme für die Audio-Artefakte dient. Beim Hinzufügen einer Annotation kann in einem Menü ausgewählt

6. Implementierung des Prototypen

werden, ob dies als Bild oder Audiodatei erfolgen soll. In der Modellklasse *Artefact* müsste dafür noch ein Attribut für eine Audiodatei hinzugefügt werden.

Die vergrößerte Ansicht der Medien kann durch einen zusätzlichen Menüpunkt realisiert werden, der das jeweilige Medium in einem eigenen Fenster anzeigt, welches über den gesamten Bildschirm reicht, und auch wieder geschlossen werden kann.

Die Anzeige von Warnungen bezüglich der Konsistenz wurde bereits in Kapitel 5 in Tabelle 5.1 genau erklärt. Bei einer Änderung eines Elements muss für die verknüpften Elemente eine Warnung erfolgen, dass diese Elemente auf mögliche Inkonsistenzen überprüft werden sollen, wobei die aufgestellten Regeln befolgt werden müssen. Erfolgt eine Warnung, müssen sowohl an den Icon-Symbolen für die verknüpften Artefakte also auch am Ende der Verknüpfungslinie am jeweiligen Bereich Warnsymbole angezeigt werden. Fährt man mit der Maus über das Icon, erscheint der Text der Warnung als Tooltip. Durch Klicken auf das Warnsymbol kann über einen Menüpunkt die Warnung geschlossen werden, wenn das betroffene Element überprüft bzw. angepasst wurde.

Die zeitlich bedingten Links für Videos und Audiodateien können so umgesetzt werden, dass an eine Verknüpfung ein Zeitpunkt angeheftet werden kann, der an der Linie angezeigt und auch mit abgespeichert wird. Wenn eine Verknüpfung zu einem Video oder einer Audiodatei erfolgt, wird die Zeit auf den aktuellen Zeitpunkt des Videos bzw. der Audiodatei gesetzt. Nachträglich kann der Zeitpunkt auch über einen Menüpunkt geändert werden, indem im Medium der Zeitpunkt ausgewählt und bestätigt wird. Zusätzlich könnte an der Timeline des Mediums ein Punkt zur Markierung angezeigt werden, sodass der passende Zeitpunkt direkt ersichtlich ist und abgespielt werden kann.

Eine zweite Ansicht neben der Hauptansicht der Anwendung soll die Szenarien aufgelistet mit den verknüpften Artefakten zeigen. Dafür kann in der Ansicht jeweils ein Szenario geladen werden, welches alle verknüpften Medien sowie alle Schritte mit den verknüpften Medien anzeigt. Die Szenarien sollen nacheinander durchlaufen werden können.

Zwei Schritte eines Szenarios zu vertauschen kann so realisiert werden, dass ein Schritt per Drag and Drop bewegt werden und an eine andere Position gezogen werden kann. Dabei würden die zugehörigen verknüpften Artefakte für den Schritt beibehalten werden. Anschließend würde eine Warnung gemäß der Regeln zur Konsistenzprüfung in Tabelle 5.1 erscheinen, dass überprüft werden soll, ob die verknüpften Artefakte zu den Schritten beibehalten werden oder eventuell auch vertauscht werden sollen.

Die verschiedenen Stakeholder-Sichten könnten so realisiert werden, dass bei der Bearbeitung eines Szenarios für jede Verknüpfung und jedes gewählte Medium eine Kennzeichnung für den jeweiligen Stakeholder hinzugefügt wird. Dafür müsste jede Modellklasse noch ein Attribut für den Stakeholder besitzen. Außerdem wird in der Ordnerstruktur das jeweilige Szenario in mehrere Ordner für jeden Stakeholder aufgeteilt. Für jeden Stakeholder kann dann eine eigene Datei gespeichert und geladen werden.

6.4. Einschränkungen und mögliche Erweiterungen

Das Schneiden von Videos kann mit einer integrierten Videobearbeitung realisiert werden, die mithilfe von zwei Begrenzungen auf einem Slider die Videos vorne und hinten beschneiden kann. Dies soll in einem zusätzlichen Fenster realisiert werden, das über einen Menü-Button im Video-Bereich erreicht werden kann.

Skizzen können editierbar gemacht werden, indem die Zeichenfläche mit den gezeichneten Linien abgespeichert wird und wieder geladen werden kann.

Videos für Szenarien aus Videos für einzelne Schritte zu generieren ist nur möglich und sinnvoll, wenn für alle Schritte Videos vorliegen oder ein Bild vorliegt, aus dem dann eine Videosequenz erzeugt wird. Dann könnte über einen Menüpunkt im Szenario die Option gewählt werden, ein Video hinzuzufügen, das aus den einzelnen Videos generiert wird, indem es diese einfach hintereinander verknüpft.

Zusätzliche Ideen zur Erweiterung

Außerdem gibt es über die aufgestellten Funktionalitäten hinaus noch einige Ideen, die zusätzlich nützlich wären und im Folgenden kurz erklärt werden.

Eine zusätzliche Idee für den REQonnector ist, eine Exportfunktion anzubieten, die die Grundlage für eine Spezifikation aus den erstellten Inhalten generiert. Dafür könnte je eine Ansicht mit einem Szenario so exportiert werden, dass in einer Datei das Szenario mit den verknüpften Anforderungen und Bildern sowie Verweisen auf die Video- und Audiodateien angezeigt wird. Dies erfolgt auch für die einzelnen Schritte.

Eine weitere Idee ist, für die Darstellung der Bilder und Videos neben der Position und Anzahl auch kleine Preview-Bilder anzuzeigen, um schon eine Vorschau auf die weiteren vorhandenen Medien zu ermöglichen.

Zudem könnte das Hinzufügen von Skizzen im REQonnector durch verschiedene Farben, Linienarten und Radierer ergänzt werden, um aussagekräftige und detailliertere Zeichnungen zu ermöglichen.

Außerdem könnte es hilfreich sein, wenn mittels Sprachsteuerung einerseits Befehle im Werkzeug erkannt werden, beispielsweise „Video aufnehmen“, und andererseits Text erkannt wird, der somit nicht über die Tastatur eingegeben werden muss.

7. Fallstudie

In diesem Kapitel wird die Evaluation des REQconnectors anhand einer Fallstudie beschrieben, in der ein beispielhafter praktischer Einsatz im Projekt „Mobiler Mensch“ erfolgte. Zuerst werden das Umfeld „Mobiler Mensch“ und der Prozess einer individuellen Fallstudie dargestellt. Anschließend folgen die Planung, Durchführung und Auswertung der Studie.

7.1. Umfeld: Projekt „Mobiler Mensch“

Der REQconnector soll im Rahmen des Projekts „Mobiler Mensch“ an Beispielen praktisch eingesetzt und erprobt werden. Die Forschungsinitiative „Mobiler Mensch: Intelligente Mobilität in der Balance von Autonomie, Vernetzung und Security“ ist eine Zusammenarbeit zwischen vielen Beteiligten und behandelt ein gemeinsames Forschungsfeld, das von informatischen und technischen Konzepten bis in den Bereich juristischer, ethischer und gesellschaftlicher Fragestellungen reicht. Neben dem Fachgebiet Software Engineering ist auch eine Gruppe von Stadtplanern aus dem Fachgebiet Planungs- und Architektursoziologie der Fakultät für Architektur und Landschaft beteiligt. Da hier bereits eine enge Zusammenarbeit mit dem Fachgebiet Software Engineering besteht, soll die Fallstudie mit einer Mitarbeiterin o. g. Fakultät durchgeführt werden.

Das praktische Beispiel, das in der Fallstudie behandelt werden soll, orientiert sich an der am Fachgebiet Planungs- und Architektursoziologie entwickelten *LieferBar*, welche einen Automaten zum Kaufen von Lebensmitteln in ländlichen Gebieten darstellt [Sch+17]. Die *LieferBar* verhält sich wie eine Packstation mit Fächern von verschiedenen Anbietern, die verschiedene Waren für die lokalen Bedürfnisse bereitstellen. Die Anbieter, darunter Fleischer, Bäcker und Apotheker, sind dafür verantwortlich, die Produkte für die *LieferBar* zu liefern, wobei Waren sowohl dauerhaft angeboten werden als auch je nach Nachfrage bestellt werden können. Die *LieferBar* soll dazu beitragen, neue lokale Versorgungsinfrastrukturen zu entwickeln, um das Problem der großen Distanzen und damit verbundene Abhängigkeit vom Transport der ländlichen Bewohner zu lösen. Im Projekt „Mobiler Mensch“ wird dieses Ziel damit verbunden, herauszufinden, wie die Beteiligung und Kooperation von Stakeholdern und damit verbundene Methoden des Requirements Engineering zu Lösungen beitragen können. Hier stellt der Einsatz des REQconnectors einen Ausschnitt dar, um einzelne Stakeholder mithilfe von multimedialen Repräsentationen von Anforderungen zu involvieren.

Die Szenarien zur Nutzung der *LieferBar*, unter anderem zur Bestellung und

7. Fallstudie

Abholung von Waren, sollen nun genutzt werden, um die Erhebung und Validierung von Anforderungen zu diesen Szenarien von einem Stakeholder am REQconnector durchzuspielen.

7.2. Prozess der individuellen Fallstudie

Die Evaluation des REQconnectors soll mit einer Stadtplanerin des Projekts „Mobiler Mensch“ als Stakeholder am Beispiel der *LieferBar* durchgeführt werden, wobei das Werkzeug gemeinsam anhand von Beispielen genutzt und durchgespielt werden soll, um den praktischen Einsatz zu erproben. Dazu sollen zum einen Anforderungen zusammen mit der Teilnehmerin erhoben werden und zum anderen sollen vorhandene Anforderungen präsentiert werden, die von der Teilnehmerin gesichtet und validiert werden sollen.

Als Methode für diese Art von Evaluation wird eine individuelle Fallstudie gewählt. Diese stellt eine Strategie zur Erforschung eines bestimmten Phänomens in dessen Kontext unter Nutzung verschiedener Methoden der Datensammlung dar, wobei nur eine Person detailliert involviert ist und befragt wird [RM15]. Die individuelle Fallstudie ist geeignet, um exploratorisch ein Gefühl für die Handhabung und Benutzung des Werkzeugs zu bekommen und durch die Nutzung in realem Kontext ein tieferes Verständnis zu erlangen. Die Fallstudie liefert keine statistische Signifikanz wie beispielsweise Experimente, kann aber durch verschiedene Arten von Evidenz, Aussagen und Dokumenten zusammen eine starke Schlussfolgerung unterstützen.

Im Folgenden wird der Prozess für die Durchführung einer Fallstudie beschrieben. Nach Wohlin et al. [Woh+00] lässt sich diese in fünf Schritte einteilen.

Schritt 1: Design der Studie

Im ersten Schritt wird die Studie geplant, wobei der Projektkontext, der Grund für die Studie, die Ziele der Studie, Forschungsfragen sowie Methoden und Aktivitäten festgehalten werden.

Schritt 2: Vorbereitung der Datensammlung

Im zweiten Schritt werden die Methoden und Aktivitäten zur Erhebung der Daten beschrieben sowie Hilfsmittel wie beispielsweise Protokolle oder Fragebögen vorbereitet.

Schritt 3: Datensammlung

Im dritten Schritt wird die Sammlung der Daten für den vorliegenden Fall ausgeführt, wobei die geplanten Aktivitäten aus dem zweiten Schritt durchgeführt und dokumentiert werden.

Schritt 4: Analyse der Daten

Im vierten Schritt werden quantitative oder qualitative Schlussfolgerungen aus den gesammelten Daten abgeleitet, wobei Hypothesen aus den Daten generiert oder vorhandene Hypothesen untersucht werden können.

Schritt 5: Berichterstattung

Im fünften Schritt wird ein Bericht darüber verfasst, was das Ziel der Studie war, wie sie ablief und welche Schlussfolgerungen gezogen werden. Dabei können Ausschnitte der Daten, beispielsweise Zitate, dargestellt werden.

Die folgende Fallstudie wurde anhand dieser fünf Schritte entwickelt und wird im Folgenden genau beschrieben. Der erste Schritt (Design der Studie) finden sich in Abschnitt 7.3 wieder, im nächsten Abschnitt 7.4 zur Durchführung der Studie werden der zweite Schritt (Vorbereitung der Datensammlung) und der dritte Schritt (Datensammlung) beschrieben und der vierte Schritt (Analyse der Daten) ist in Abschnitt 7.5 zur Auswertung der Studie enthalten.

7.3. Planung und Design der Studie

In diesem Kapitel wird das Design der Studie beschrieben, wobei unter anderem Ziele definiert, Forschungsfragen aufgestellt und Aktivitäten geplant werden.

Der Kontext und Grund für die Studie besteht darin, das in dieser Arbeit entwickelte mobile Werkzeug zur multimedialen Anforderungserhebung zu erproben, indem ein praktischer Einsatz in einer Beispielanwendung im Projekt „Mobiler Mensch“ erfolgt.

Der Fall der Studie ist die Benutzung des Werkzeug im realen Kontext. Dabei handelt es sich um einen *Single Case*, da nur eine Teilnehmerin in der Studie involviert ist.

Das Ziel der Studie ist, zu untersuchen, wie die Handhabung des Werkzeugs im realen Kontext erfolgt und inwieweit es zu einer effektiven Anforderungserhebung und -validierung beiträgt. Dazu werden im Folgenden einige Forschungsfragen aufgestellt, die das Ziel konkretisieren.

Die aufgestellten Forschungsfragen sollen zeigen, welche Ergebnisse in der Studie herausgefunden werden müssen, um das aufgestellte Ziel zu erreichen:

- Wie funktioniert die Benutzung des Werkzeugs in realer Anwendung?
- Wie wird die Bedienbarkeit empfunden? Treten Schwierigkeiten auf?
- Welche Medien werden genutzt und präferiert?
- Wird die Chance zur Verbesserung der Anforderungserhebung gesehen?
- Wie ist der Unterschied zu bisherigen Techniken?
- Werden neue Anforderungen durch Multimedia stimuliert?
- Werden viele und detaillierte Anforderungen durch Multimedia erhoben?
- Werden dokumentierte Anforderungen erkannt und verstanden?
- Werden durch Multimedia viele Anmerkungen und Feedback vom Kunden stimuliert, werden beispielsweise Missverständnisse aufgedeckt?

7. Fallstudie

Einige der Forschungsfragen sind an die aufgestellten Hypothesen in Kapitel 4.3 angelehnt, damit Tendenzen zur Erfüllung dieser Hypothesen herausgefunden werden und in der späteren Auswertung der Ergebnisse betrachtet werden können.

Die verwendeten Methoden und Aktivitäten zum Sammeln von Daten beinhalten die Nutzung eines semistrukturierten Interviews zusammen mit der Benutzung des REQconnectors und einen anschließenden Fragebogen. Für das interaktive Interview werden Tabellen als Leitfaden bzw. Protokoll benutzt, um den Ablauf und erhobene Daten zu dokumentieren. Die Benutzung des Werkzeugs wird in zwei Teile aufgeteilt, zum einen die Erhebung von Anforderungen und zum anderen die Validierung von Anforderungen. Dabei wird jeweils das beispielhafte Szenario durchlaufen, wobei Fragen gestellt und dokumentiert werden. Anschließend sollen mit einem Fragebogen weitere Fragen zur Benutzung des Werkzeugs gestellt werden.

Als Vorbereitung dafür müssen im REQconnector zwei Szenarien vorbereitet werden, ein Szenario ohne verknüpfte Medien für die Anforderungserhebung und ein Szenario mit bereits verknüpften Medien für die Validierung. Als Material für die Studie ist neben dem Microsoft Surface und den Protokollen auch ein Modell der *LieferBar* aus Papier gebastelt worden, das für die Aufnahme von Fotos oder Videos genutzt werden kann.

7.4. Durchführung der Studie

In diesem Kapitel wird die konkrete Durchführung der Studie und somit die Erhebung der Daten beschrieben, wobei auf die Population, den Ablauf der Sitzung und verwendete Techniken eingegangen wird.

Zur Population gehört eine Einzelperson, eine Stadtplanerin aus dem Projekt „Mobiler Mensch“. Diese kennt sich mit der *LieferBar* aus und es besteht bereits intensiver Kontakt im Projekt mit dem Fachgebiet Software Engineering, daher ist sie gut als Teilnehmerin für die Studie geeignet.

Die Sitzung läuft im Büro der Teilnehmerin ab. Zunächst wird das Werkzeug sowie der Kontext der Studie kurz erklärt. Dann wird die Verwendung des REQconnectors am Beispiel der *LieferBar* am Microsoft Surface durchgespielt, wobei Fragen gestellt und mithilfe des Protokolls dokumentiert werden. Dieses Vorgehen wird in zwei Phasen aufgeteilt. Als erstes werden zu einem vorgegebenen Szenario Anforderungen mithilfe des Werkzeugs erhoben, als zweites wird ein Szenario mit vorgegebenen verknüpften Medien präsentiert und validiert. Dazu wurde ein Modell der LieferBar aus Papier hergestellt, von dem Fotos und Videos gemacht werden können, da die Studie im Büro abläuft. Nach dem Durchspielen der beiden Szenarien am REQconnector werden noch einige Fragen gestellt und dokumentiert. Zur Dokumentation werden einerseits die Protokolle ausgefüllt, außerdem werden die Zustände des Werkzeugs abgespeichert und Screenshots gemacht, um hinzugefügte Medien und Verknüpfungen von der Teilnehmerin festzuhalten.

Das Protokoll für die beiden Anwendungsbeispiele ist in Tabelle 7.1 dargestellt. Darin wird dokumentiert, welche Aktion in der jeweiligen Phase von der Teilnehmerin durchgeführt wurde, welche Schwierigkeiten oder Probleme auftauchten und welche Anmerkungen von der Teilnehmerin genannt wurden.

Tabelle 7.1.: Protokoll für die Fallstudie

Aktion / Frage des Interviewers	Aktion der Teilnehmerin	Schwierigkeiten und Probleme	Anmerkungen
<p>Erhebung von Anforderungen: Szenario „Lebensmittel abholen“ (Schritte vorgegeben)</p> <p>Schritte anpassen oder hinzufügen?</p> <p>Anforderung hinzufügen?</p> <p>Bild hinzufügen?</p> <p>Video hinzufügen?</p> <p>Audioaufnahme hinzufügen?</p>			
<p>Validierung von Anforderungen: Szenario „Lebensmittel bestellen“</p> <p>Vorgegebenes, ungenaues bzw. fehlerhaftes Material anschauen</p> <p>Änderungen vornehmen?</p>			

Im Folgenden werden die drei Phasen der Fallstudie nacheinander genau erklärt.

Erster Teil: Erhebung von Anforderungen

Im ersten Teil der Studie wurde die Erhebung von Anforderungen am Beispiel des Szenarios „Lebensmittel abholen“ durchgespielt. Die Vorlage für das erste Szenario ist in Abbildung 7.1 zu sehen. Dabei waren die Schritte schon vorgeschlagen:

1. Karte einführen,
2. PIN eingeben,

7. Fallstudie

3. Automatische Öffnung des Fachs und Ware entnehmen,
4. Fach schließen,
5. Bezahlen.

Nachdem der Teilnehmerin das Szenario mit den Schritten gezeigt wurde, wurde zunächst gefragt, ob die Schritte angepasst werden sollen oder ob Schritte hinzugefügt werden sollen. Anschließend wurde gefragt, ob zum Szenario oder zu einzelnen Schritten Anforderungen, Bilder, Videos oder Audioaufnahmen hinzugefügt werden sollen und dies entsprechend zusammen am REQconnector durchgeführt.

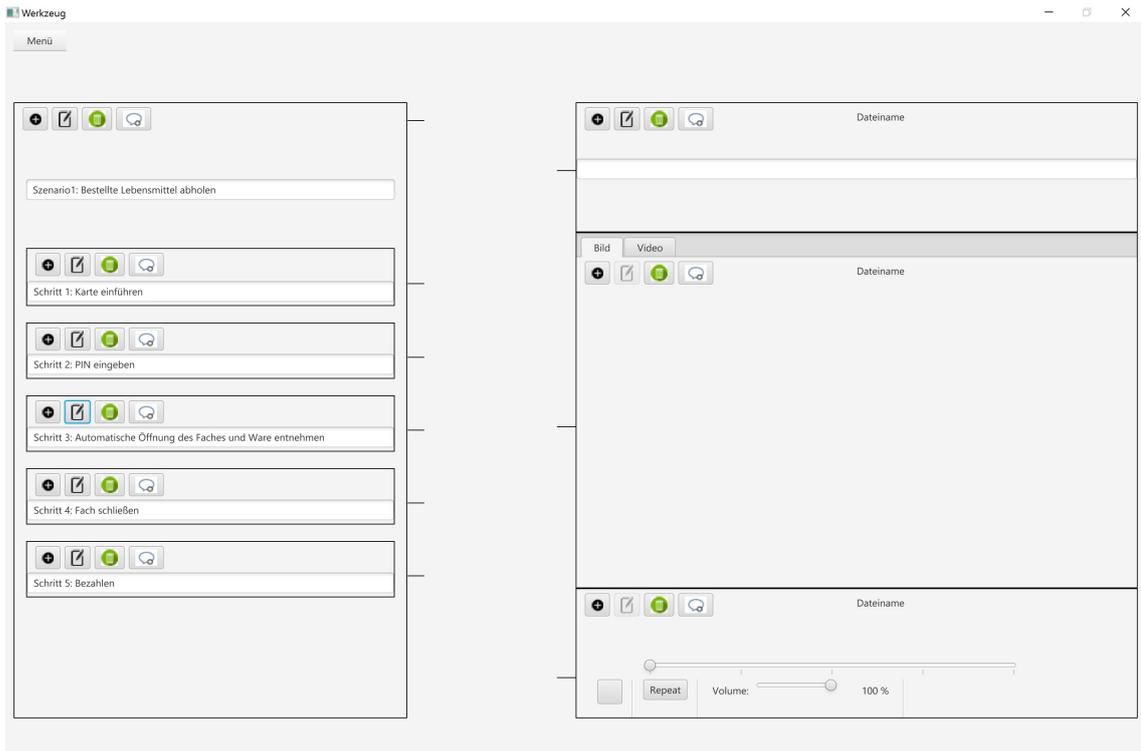


Abbildung 7.1.: Vorlage des Szenarios „Lebensmittel abholen“

Zweiter Teil: Validierung von Anforderungen

Im zweiten Teil der Studie wurde die Validierung von Anforderungen am Beispiel des Szenarios „Lebensmittel bestellen“ durchgespielt. Dabei wurde vorgegebenes Material präsentiert, das zum Teil fehlerhaft oder ungenau war und in der Realität die Ergebnisse von Interviews mit einem anderen Stakeholder oder erstellte Inhalte vom Anforderungsingenieur darstellen kann. Anschließend wurde gefragt, an welchen Stellen die Teilnehmerin andere Vorstellungen hat und Änderungen vorgenommen werden sollen. So soll herausgefunden werden, ob und inwieweit das vorgegebene Material verstanden und kritisch hinterfragt wurde. Die Vorlage des Szenarios im REQconnector ist in Abbildung 7.2 zu sehen. Die vorgegebenen Schritte des Szenarios sind:

1. Kundenkarte einführen,
2. Ansicht der Lebensmittel wird angezeigt,
3. Lebensmittel auswählen,
4. Bestätigen und Karte entnehmen.

Mit dem Szenario und einzelnen Schritten wurden bereits multimediale Anforderungen verknüpft. Mit Schritt 3 „Lebensmittel auswählen“ war die textuelle Anforderung „Möglichkeit der Auswahl barrierefreier Fächer“ verknüpft und außerdem eine Skizze, die die Ansicht der Lebensmittel zeigt. Außerdem war ein Video mit dem Szenario verknüpft, das den gesamten Prozess anhand des aus Papier gebastelten Modells der *LieferBar* visualisiert. Bei der Erstellung der Inhalte wurden absichtlich ungenaue Elemente eingebaut, um möglichst viele Anmerkungen und Änderungswünsche bei der Teilnehmerin zu wecken. Beispielsweise ist bei den Schritten die Eingabe der PIN nicht vorhanden und die Skizze ist sehr rudimentär gehalten, sodass dort beispielsweise die Anzahl oder Größe der Waren nicht angezeigt wird. Die Änderungswünsche wurden gemeinsam am REQconnector hinzugefügt und dokumentiert.

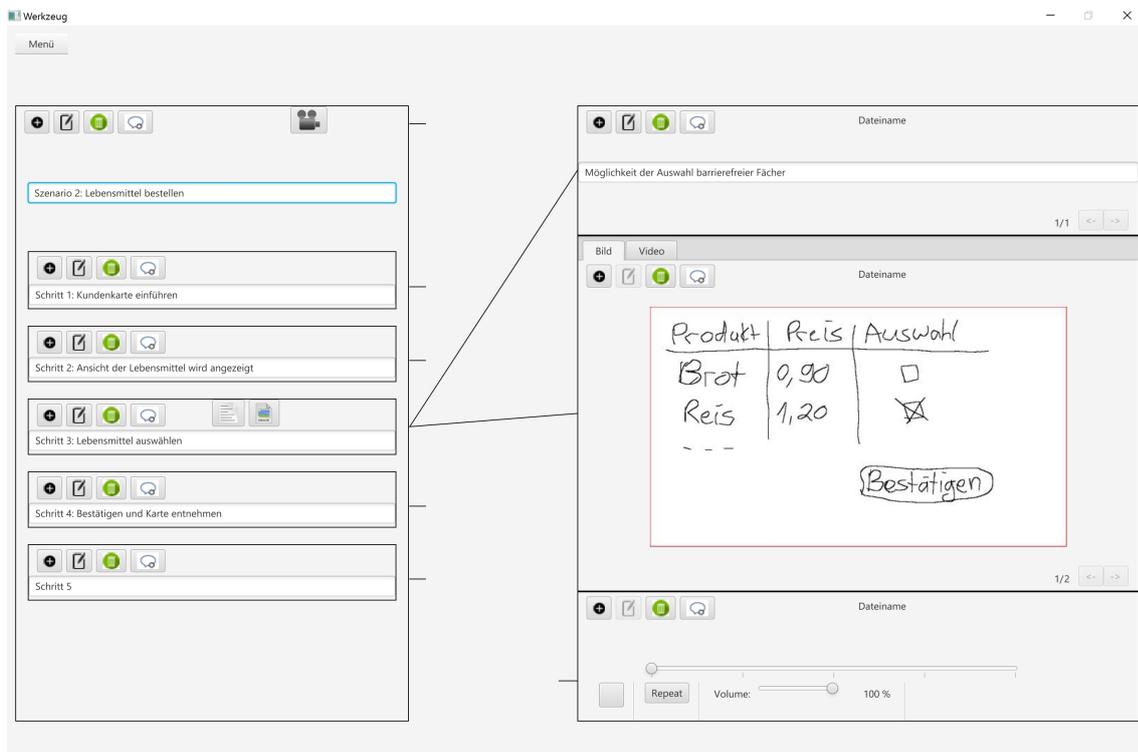


Abbildung 7.2.: Vorlage des Szenarios „Lebensmittel bestellen“

Dritter Teil: Fragebogen

Als dritte Phase der Studie wurde ein Fragebogen zur Benutzung des Werkzeugs und Erfassung von Präferenzen der Teilnehmerin vorbereitet, wobei der Teilnehmerin diese Fragen gestellt und anschließend dokumentiert wurden. Die Fragen lauteten wie folgt:

1. Welche Repräsentationsformen bevorzugen Sie? Bilden Sie ein Ranking der Medien Text, Bild, Video, Audio.

Beantworten Sie, wie Sie die folgenden Aussagen zur Bedienbarkeit einschätzen.

2. Das Werkzeug ist einfach zu bedienen.

Stimme zu Stimme eher zu Weder noch Stimme eher nicht zu Stimme nicht zu

3. Aktionen wie beispielsweise Medien hinzufügen, editieren oder verknüpfen sind intuitiv zu finden und durchzuführen.

Stimme zu Stimme eher zu Weder noch Stimme eher nicht zu Stimme nicht zu

4. Das Werkzeug ist sinnvoll, um eine effektive Anforderungserhebung zu gewährleisten.

Stimme zu Stimme eher zu Weder noch Stimme eher nicht zu Stimme nicht zu

5. Wo werden Vorteile im Einsatz des Werkzeugs gesehen?

6. Werden Probleme oder Schwierigkeiten gesehen?

7. Welche Techniken und Medien nutzen sie sonst? Können Sie diese ebenfalls in ein Ranking bringen?

Die Antworten des Fragebogens sowie die Ergebnisse der beispielhaften Benutzung des REQconnectors werden im folgenden Kapitel dargestellt.

7.5. Auswertung der Studie

7.5.1. Ergebnisse der Studie

Im Folgenden werden die Ergebnisse der Studie dargestellt, wobei einzeln auf die drei Abschnitte eingegangen wird.

Teil 1: Erhebung von Anforderungen

Die Aktionen und Anmerkungen der Teilnehmerin zur Erhebung der Anforderungen zum Szenario „Lebensmittel abholen“ werden im Folgenden beschrieben. Die Ansicht des Werkzeugs am Ende der Phase ist in Abbildung 7.3 dargestellt.

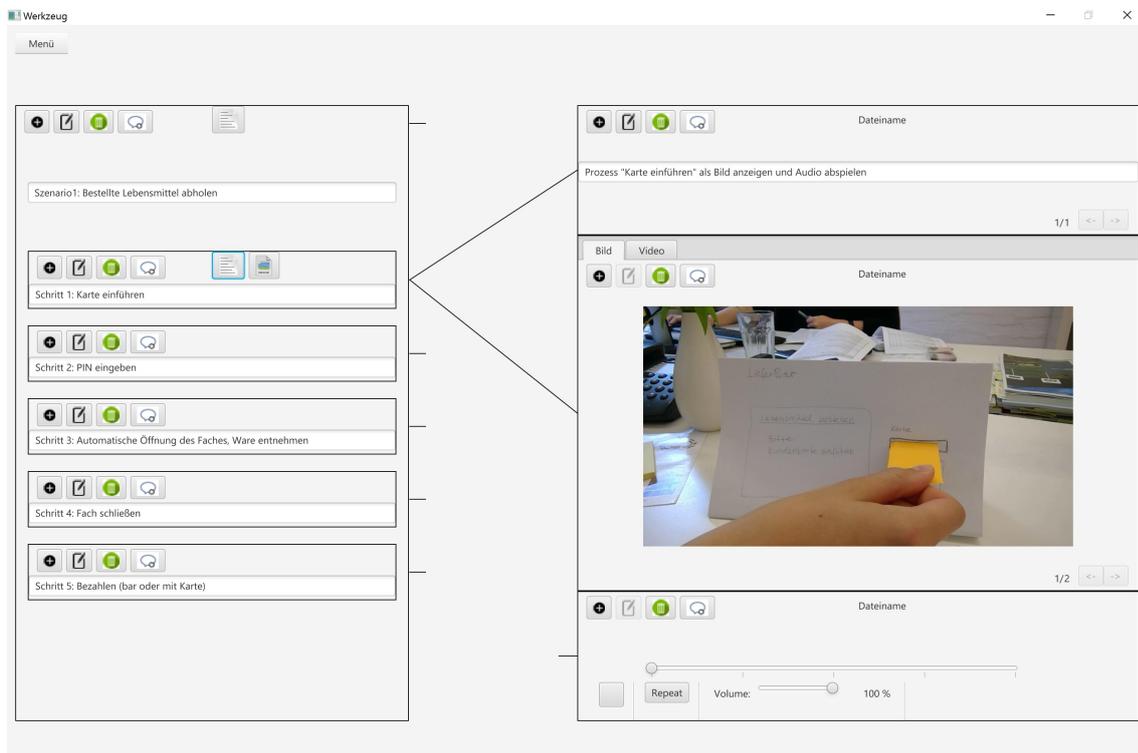


Abbildung 7.3.: Szenario „Lebensmittel abholen“

Zuerst wurde eine Anmerkung zum Szenario gemacht, dass sich dieses auf das Abholen von bereits bestellten Lebensmitteln bezieht. Außerdem soll es auch möglich sein, Lebensmittel ohne vorherige Bestellung zu kaufen. Deshalb wurde das Szenario umbenannt in „Bestellte Lebensmittel abholen“.

Anschließend wurde Schritt 5 „Bezahlen“ konkretisiert, indem „Bar oder mit Karte“ zur Beschreibung des Schritts hinzugefügt wurde.

Danach wurde zu Schritt 1 „Karte einführen“ die Anforderung hinzugefügt, dass der Prozess des Einführens als Bild angezeigt werden soll und auch als Audiodatei abgespielt werden soll, um eine barrierefreie Nutzung zu ermöglichen.

7. Fallstudie

Anschließend wurde ein Foto mit dem Gerät aufgenommen, das das Einführen der Karte mithilfe des Modells der *LieferBar* zeigt, und mit Schritt 1 verknüpft.

Danach wurde die Anforderung zum Szenario hinzugefügt, dass das Anzeigen eines Bildes und Abspielen einer Audiodatei zur Visualisierung nicht nur für Schritt 1, sondern für alle Schritte gelten soll.

Bei dem Durchspielen der Erhebung von Anforderungen sind einige Schwierigkeiten und Anmerkungen genannt worden. Zum einen wurde genannt, dass manche Teilnehmer sich womöglich nicht trauen, ein Video oder eine Audiodatei aufzunehmen. Die Teilnehmerin wollte ungern eine Zeichnung machen, da sie ihrer Meinung nach nicht gut zeichnen kann, sondern hat lieber ein Foto aufgenommen. Außerdem wurde angemerkt, dass ein Video in diesem Szenario nicht notwendig ist, da die Abläufe einfach und klar sind.

Teil 2: Validierung von Anforderungen

Die Aktionen und Anmerkungen der Teilnehmerin zur Erhebung der Anforderungen zum Szenario „Lebensmittel bestellen“ werden im Folgenden beschrieben. Die Ansicht des Werkzeugs am Ende der Phase ist in Abbildung 7.4 dargestellt.

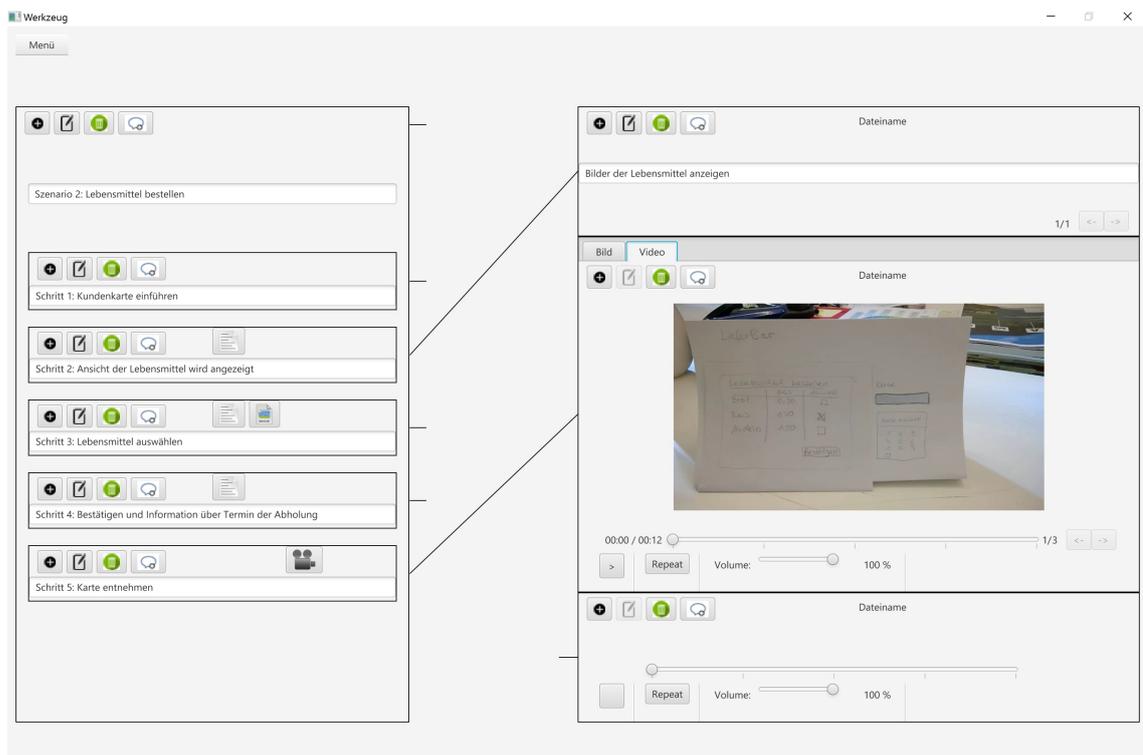


Abbildung 7.4.: Szenario „Lebensmittel bestellen“

Als erstes wurde zum Szenario angemerkt, dass unklar war, dass sich dieses auf die Bestellung am Automaten bezieht, da die Bestellung auch von zu Hause aus am PC oder auf einer App möglich sein soll.

Als nächstes wurde eine Anmerkung zur Skizze genannt, die die Auswahl der Lebensmittel darstellt. Hier wurde eine Annotation hinzugefügt, dass auch die Anzahl der Lebensmittel angezeigt und ausgewählt werden soll.

Danach wurde die Anforderung zu Schritt 2 „Ansicht der Lebensmittel wird angezeigt“ hinzugefügt, dass Bilder zu den Lebensmitteln angezeigt werden sollen, um diese zu visualisieren, sowie eine Information, woher das Produkt stammt.

Anschließend wurde Schritt 5 hinzugefügt, mit der Beschreibung, dass eine Information über den Termin der Abholung angezeigt werden soll.

Als nächstes sollten Schritt 4 „Karte entnehmen“ und Schritt 5 „Information über Termin der Abholung“ getauscht werden. Da das direkte Vertauschen von zwei Schritten im Prototypen nicht möglich ist, wurde dazu Schritt 4 umbenannt in „Bestätigung und Information über Termin der Abholung“ und Schritt 5 in „Karte entnehmen“.

Danach wurde ein Video von dem Modell der *LieferBar* aufgenommen und zu Schritt 5 hinzugefügt, das zeigt, wie erst auf „Bestätigen“ gedrückt wird und anschließend der Termin der Abholung angezeigt wird.

Zuletzt wurde eine Annotation zu Schritt 5 hinzugefügt, dass die Information über den Termin zur Abholung auch per Mail geschickt werden soll.

In diesem Beispiel traten ebenfalls einige Probleme und Anmerkungen auf. Eine Linie erschien falsch, wo sie nicht sollte, und das Löschen einer Linie hat nicht richtig funktioniert. Außerdem wäre es sinnvoll und einfacher, wenn man zwei Schritte direkt tauschen könnte, als beide umzubenennen. Zudem wäre es sinnvoll, wenn Annotationen auch mit der Tastatur hinzugefügt werden können, anstatt nur auf dem Touch-Display, da in dieser Einsatzsituation das Gerät wie ein Laptop behandelt wurde und somit die Nutzung der Tastatur einfacher ist.

Teil 3: Fragebogen

Die Antworten der Teilnehmerin auf die Fragen des Fragebogens werden im Folgenden dargestellt.

1. Welche Repräsentationsformen bevorzugen Sie? Bilden Sie ein Ranking der Medien Text, Bild, Video, Audio.

Antwort: Text, Bild, Video, Audio. Auf dieses Ranking konnte sich die Teilnehmerin schnell festlegen, wobei auffiel, dass sofort die Aussage „Text ist am wichtigsten“ genannt wurde. Außerdem merkte die Teilnehmerin an, dass sich dieses Ranking auf die Fallbeispiele der Studie bezieht und in anderen Anwendungsfällen eventuell anders aussehen könnte.

Beantworten Sie, wie Sie die folgenden Aussagen zur Bedienbarkeit einschätzen.

2. Das Werkzeug ist einfach zu bedienen.

Stimme zu Stimme eher zu Weder noch Stimme eher nicht zu Stimme nicht zu

7. Fallstudie

3. Aktionen wie beispielsweise Medien hinzufügen, editieren oder verknüpfen sind intuitiv zu finden und durchzuführen.

Stimme zu Stimme eher zu Weder noch Stimme eher nicht zu Stimme nicht zu

4. Das Werkzeug ist sinnvoll, um eine effektive Anforderungserhebung zu gewährleisten.

Stimme zu Stimme eher zu Weder noch Stimme eher nicht zu Stimme nicht zu

5. Wo werden Vorteile im Einsatz des Werkzeugs gesehen?

Antwort: Das Werkzeug kann dazu dienen, Informationen einfacher darzustellen, indem beispielsweise ein Foto gemacht wird, anstatt einen langen Text zu schreiben. Für die Kunden kann das Interview einfacher empfunden werden, da das Tablet interaktiv genutzt wird und mit einem bereits vorhandenen anschaulichen Szenario zur Mitarbeit anregt. Außerdem dienen die Medien dazu, Anforderungen einfacher zu verstehen und Missverständnisse zu vermeiden.

6. Werden Probleme oder Schwierigkeiten gesehen?

Antwort: Vielleicht trauen sich manche Teilnehmer nicht, Videos oder Audiodateien aufzunehmen oder Skizzen zu zeichnen, da dies als unangenehm empfunden wird. Außerdem waren die Abläufe in den Beispielen sehr einfach, weshalb Videos nicht unbedingt benötigt wurden.

7. Welche Techniken und Medien nutzen Sie sonst? Können Sie diese ebenfalls in ein Ranking bringen?

Antwort: Üblicherweise werden zum Erklären von beispielsweise Abläufen oder Konzepten Texte, Pläne und Skizzen verwendet, welche den Repräsentationsformen Text und Bild entsprechen. Im Ranking werden Text und Bilder als gleichwertig angesehen. Hier wurde angemerkt, dass Videos eventuell auch sinnvoll sein könnten, um mehrere Bilder zusammenzufassen und Zeit zu sparen. Allerdings wurde auch vermutet, dass dies an die Qualität eines einzelnen Bildes nicht heranreicht und eventuell doch keine Zeit einspart, wenn das Video noch bearbeitet oder geschnitten werden muss.

Abschließend wurde von der Teilnehmerin angemerkt, dass die Benutzung des Werkzeugs Spaß gemacht hat.

7.5.2. Bewertung der Ergebnisse

In diesem Kapitel werden die im vorherigen Kapitel beschriebenen Ergebnisse der Studie analysiert und bewertet. Dabei werden die Daten nur qualitativ analysiert, da eine quantitative Analyse für eine Fallstudie mit nur einer Person nicht möglich ist.

Dazu werden zunächst allgemeine Erkenntnisse aus der Studie und in Bezug zum Ziel erläutert. Anschließend werden die aufgestellten Forschungsfragen beruhend auf den Ergebnissen beantwortet. Schließlich werden Schlussfolgerungen bezüglich der angestrebten Ziele und Hypothesen in der Arbeit, die anfangs aufgestellt wurden, gezogen.

Allgemeine Erkenntnisse und Bezug zum Ziel der Studie

Das allgemeine Ziel der Studie war es, die Handhabung des Werkzeugs im realen Kontext und dessen Beitrag zu einer effektiven Anforderungserhebung und -validierung zu untersuchen. Dazu konnten einige Erkenntnisse gewonnen werden, die zeigen, dass der Einsatz des Werkzeugs insgesamt gut funktioniert und das Potenzial besitzt, zu einer effektiven Requirements Analysis beizutragen.

Um die Erfüllung des Ziels genauer zu betrachten, werden im Folgenden die aufgestellten Forschungsfragen beantwortet.

Beantwortung der Forschungsfragen

1. Wie funktioniert die Benutzung des Werkzeugs in realer Anwendung?

Die Bedienung des Werkzeugs funktioniert insgesamt gut, wie das Durchspielen der Beispiele und die Antworten der anschließenden Fragen zeigen. Die von der Teilnehmerin genannten Anforderungen konnten mit der Tastatur oder direkt als Foto oder Video mit dem Gerät aufgenommen werden. Die Teilnehmerin hat einige Medien hinzugefügt und verknüpft, wodurch der Zweck des Werkzeugs korrekt genutzt wurde. Zur Frage, ob die Aktionen leicht zu finden und zu benutzen waren, wurde mit „Stimme voll zu“ geantwortet. Da das Werkzeug als Laptop im Büro genutzt wurde, kann hier keine genaue Aussage darüber getroffen werden, wie es als Tablet in einer anderen Umgebung funktionieren würde. Die abschließende Bemerkung der Teilnehmerin war, dass die Benutzung des Werkzeugs Spaß gemacht hat, was für eine gute Benutzbarkeit spricht.

2. Wie wird die Bedienbarkeit empfunden? Treten Schwierigkeiten auf?

Die Bedienbarkeit wurde als gut empfunden, wie die Antworten des Fragebogens zeigen, da die Aussage, dass das Werkzeug einfach zu bedienen ist, mit „Stimme voll zu“ beantwortet wurde. Bei der Benutzung traten kleinere Probleme auf, die noch verbessert werden können. Einmal tauchte beim Zeichnen der Linien ein Fehler auf, da diese an der falschen Stelle erschien. Außerdem wäre es sinnvoll, wenn Schritte direkt vertauscht werden können, anstatt diese jeweils umzubenennen. Zudem sollten Annotationen auch mit der Tastatur hinzugefügt werden können, da dies einfacher ist, wenn das Microsoft Surface wie in der Studie als Laptop genutzt wird. Darüber

7. Fallstudie

hinaus wäre es sinnvoll, Videos aus einzelnen Schritten verknüpfen zu können, da in der zweiten Phase bereits ein Video für das Szenario vorlag und ein weiterer Schritt mit einem Video hinzugefügt wurde, der damit an das vorherige Video angehängt werden könnte.

3. Welche Medien werden genutzt und präferiert?

Textuelle Anforderungen wurden am häufigsten genutzt, es wurde je ein Bild und ein Video hinzugefügt und Audiodateien wurden gar nicht verwendet. Die im Fragebogen aufgestellten Präferenzen bestätigen, dass Text die wichtigste Form ist. Bilder werden als zweitwichtigste Form gesehen und Videos als drittwichtigste. Die hohe Präferenz für Bilder kann auch darauf zurückzuführen sein, dass die Stadtplanerin in ihrem Bereich bereits häufig mit Bildern arbeitet und somit die Arbeit mit Videos oder Audioaufnahmen eher als ungewohnt angesehen wird. Für die Platzierung der Videos wurde angemerkt, dass diese für die einfachen Szenarien in den beiden Beispielen nicht unbedingt nötig waren und deshalb mit Rang drei bewertet wurden, was in anderen Beispielen möglicherweise anders aussehen könnte. Insgesamt bezieht sich das aufgestellte Ranking nur auf die Beispielszenarien in der Studie. Audioaufnahmen wurden im Ranking mit dem letzten Platz bewertet, was daran liegen kann, dass die Studie im Büro durchgeführt wurde. Wenn das Werkzeug als Tablet in einer anderen Umgebung angewendet wird, ist es möglicherweise einfacher, Audiodateien aufzunehmen, als Text einzugeben.

4. Wird die Chance zur Verbesserung der Anforderungserhebung gesehen?

Die Frage, ob das Werkzeug zu einer effektiven Anforderungserhebung beiträgt, wurde mit „Stimme zu“ beantwortet und es wurden sowohl Vorteile als auch Schwierigkeiten gesehen. Die Teilnehmerin nannte die Vorteile, dass mithilfe des Werkzeugs Informationen einfacher dargestellt werden können und ein besseres Verständnis ermöglicht wird, wozu auch die direkte interaktive Nutzung des Tablets beiträgt. Allerdings wurde die Schwierigkeit gesehen, dass manche Teilnehmer sich nicht trauen könnten, ein Video oder eine Audiodatei aufzunehmen oder eine Skizze zu zeichnen. Insgesamt zeigt das Durchspielen der Anwendungsbeispiele, dass das Werkzeug den Vorstellungen entsprechend genutzt wurde und deshalb auch eine Tendenz dazu gesehen wird, dass es zur Verbesserung der Anforderungserhebung und -validierung beitragen kann.

5. Wie ist der Unterschied zu bisherigen Techniken?

Die Teilnehmerin antwortete im Fragebogen, dass üblicherweise Text und Bilder, insbesondere Skizzen und Pläne, gleichwertig genutzt werden. Hier wird deutlich, dass die Gruppe der Stadtplaner mit der Nutzung von Bildern vertrauter ist als mit anderen Medien, was sich auch in der Benutzung des Werkzeugs widerspiegelt.

6. Werden neue Anforderungen durch Multimedia stimuliert?

In der ersten Phase, der Erhebung von Anforderungen, wurde kein Video aufgenommen, wodurch Anforderungen hätten stimuliert werden können, aber durch

das aufgenommene Foto wurde eine weitere Anforderung entdeckt. In der Phase der Validierung konnten einige neue Anforderungen stimuliert werden. An der vorhandenen Skizze wurden fehlende darzustellende Informationen entdeckt und dazu eine Annotation hinzugefügt. Im Video fehlte der Schritt, dass der Zeitpunkt der Lieferung angezeigt werden soll, was schließlich als weiterer Schritt hinzugefügt und mit einem Video versehen wurde. Durch dieses Video wurde wiederum die Anforderung stimuliert, dass die Information auch per Mail verschickt werden soll.

7. Werden viele und detaillierte Anforderungen durch Multimedia erhoben?

In der Phase der Erhebung von Anforderungen wurden einige textuelle Anforderungen hinzugefügt, Schritte angepasst und ein Bild hinzugefügt. In der Phase der Validierung wurden ebenfalls textuelle Anforderungen und Annotationen hinzugefügt, außerdem wurde ein Schritt hinzugefügt und ein neues Video aufgenommen. Insgesamt lässt sich also festhalten, dass detaillierte Anforderungen durch das Hinzufügen von multimedialen Inhalten und außerdem dadurch stimulierte Anforderungen erhoben wurden.

8. Werden dokumentierte Anforderungen erkannt und verstanden?

Das Anschauen und Verstehen der vorhandenen Anforderungen in der Phase der Validierung hat gut funktioniert. Die Teilnehmerin hat über die Inhalte gesprochen und diese verbessert, was ein Verständnis voraussetzt. Die Anzeige der Medien und das Sichten von vorhandenen Verknüpfungen im Werkzeug hat hier ein gutes Verständnis ermöglicht.

9. Werden durch Multimedia viele Anmerkungen und Feedback vom Kunden stimuliert, werden beispielsweise Missverständnisse aufgedeckt?

Die Teilnehmerin hat viele Anmerkungen genannt und Feedback gegeben. In der Skizze wurde ein Fehler entdeckt, wodurch eine Anmerkung stimuliert wurde. In einem Video wurde angemerkt, dass ein Schritt fehlte und dieser wurde anschließend hinzugefügt. Dies zeigt, dass durch Multimedia ein gutes Verständnis ermöglicht wird und deshalb auch Missverständnisse angesprochen werden oder anderes Feedback gegeben wird.

Schlussfolgerungen bezüglich angestrebter Ziele und Hypothesen

Nachdem nun die aufgestellten Forschungsfragen zur Studie beantwortet wurden, sollen anschließend die vorherigen aufgestellten Erwartungen über den Nutzen des Werkzeugs in Form der Hypothesen aus Kapitel 4.3 betrachtet werden, wobei untersucht wird, inwieweit diese beantwortet werden können. Da nur eine Person beteiligt war und keine quantitativen Schlussfolgerungen erfolgten, können nur Tendenzen zur Erfüllung oder Widerlegung der Hypothesen genannt werden. Außerdem sind die Hypothesen so formuliert, dass eine Verbesserung gegenüber herkömmlicher Anforderungserhebung ohne verschiedene Medien erfolgt. Wie bereits in den Forschungsfragen angepasst wurde, ist hier kein Vergleich möglich, sondern es

7. Fallstudie

wird der Beitrag des multimedialen Werkzeugs zur effektiven Anforderungserhebung und -validierung untersucht.

Die übergeordnete Hypothese zum Nutzen des Werkzeugs lautet:

Hypothese: Der mobile, multimediale Ansatz des Werkzeugs hat einen hohen Nutzen für die Requirements Analysis, weil detaillierte, verständliche, validierte und viele Anforderungen in kurzer Zeit erhoben werden können.

Für diese Hypothese liefern die Ergebnisse der Studie eine positive Tendenz. Im Folgenden wird dies anhand der aufgeschlüsselten Hypothesen erläutert.

H1: Die Verständlichkeit der Anforderungen für die Stakeholder wird verbessert.

Wie die Beantwortung der Forschungsfragen zeigt, wurden bereits dokumentierte Anforderungen erkannt und verstanden. Da auch einige Anmerkungen gemacht und Feedback gegeben wurde, spricht dies ebenfalls für ein Verständnis der Inhalte. Außerdem wurde im Fragebogen die Einschätzung gegeben, dass durch Multimedia das Verständnis verbessert wird.

H2: Zusätzliche neue Anforderungen werden gefunden.

Wie in Forschungsfrage 6 und 7 beschrieben wurde, wurden einige neue Anforderungen durch Multimedia stimuliert. Insgesamt wurden viele Anforderungen erhoben, deshalb ist hier eine positive Tendenz zu erkennen.

H3: Der Umgebungskontext wird besser verstanden.

Zu dieser Hypothese kann keine direkte Tendenz ausgesprochen werden, da die Fallstudie im Büro und nicht direkt in der Umgebung einer möglichen Software eingesetzt wurde. Durch das gebastelte Modell konnte der Kontext allerdings nachgespielt und auch verstanden werden, wobei auch die Möglichkeit der direkten Aufnahme von Fotos, Videos und Audiodateien mit dem Werkzeug dafür spricht, dass Kontextinformationen in anderen Umgebungen eingefangen und verstanden werden können.

H4: Die Interaktion und Beteiligung der Stakeholder in Interviews wird verbessert.

Für diese Hypothese ist klar eine positive Tendenz zu erkennen. Die Teilnehmerin hat direkt mit dem Werkzeug gearbeitet und viele Funktionen genutzt. Sie fand es gut, dass direkt ein Szenario zu sehen war und damit weitergearbeitet werden konnte. Auch Forschungsfrage 1 trägt dazu bei, dass eine hohe Beteiligung bei der Benutzung des Werkzeugs zu sehen war. Durch Forschungsfrage 9 wurde auch gezeigt, dass viele Anmerkungen von der Teilnehmerin kamen und dadurch auch zu einer guten Interaktion beigetragen wurde.

H5: Die Validierung wird verbessert, da sofortiges Feedback erfolgt.

Wie in den Forschungsfragen 8 und 9 beantwortet wurde, wurden viele Anmerkungen von der Teilnehmerin genannt. Die Anforderungen wurden gut verstanden und konnten deshalb auch Feedback hervorrufen. Dies trägt zu einer direkten Validierung bei, da die Änderungen auch direkt im Werkzeug dokumentiert werden konnten.

H6: Die Elicitation- und Validation-Phase werden beschleunigt.

Diese Frage ist nicht direkt zu beantworten, da keine Zeit gemessen wurde und kein Vergleich zu rein textueller Anforderungserhebung untersucht wurde. Es wird vermutet, dass durch die direkte Validierung und die Erhebung von detaillierten Anforderungen weitere spätere zeitintensive Treffen zur Validierung sowie spätere Änderungen eingespart werden, da auch mögliche Missverständnisse früh erkannt werden, und dies zu einer Beschleunigung der Phasen beiträgt.

Die Ergebnisse der Studie zeigen, dass für die Erfüllung der übergeordneten Hypothese eine klare positive Tendenz zu erkennen ist und das Werkzeug das Potenzial hat, zu einer effektiven Anforderungserhebung und -validierung beizutragen. Um die Evaluation zu erweitern und offene Fragen zu beantworten, könnte zusätzlich ein Vergleich zu rein textueller Anforderungserhebung gezogen werden und außerdem eine quantitative Analyse erfolgen, was eventuell durch ein Experiment mit einer höheren Teilnehmerzahl realisiert werden kann.

7.5.3. Bedrohungen der Validität

In diesem Kapitel wird auf die Bedrohungen der Validität eingegangen, d. h. die Einschränkungen der Ergebnisse der Studie gegenüber der Realität, und Taktiken, um diese zu reduzieren. Dazu werden die vier zu unterscheidenden Arten getrennt betrachtet und kurz basierend auf Wohlin et al. beschrieben [Woh+00].

Construct Validity

Die *Construct Validity* beschreibt, dass sichergestellt wird, dass in der Durchführung der Studie das behandelte Konstrukt gut reflektiert wird.

Die Studie wurde nicht direkt in einer realen Anwendung durchgeführt, da es sich um kein zu entwickeltes Projekt handelte und die Teilnehmerin keine echte Kundin darstellte. Allerdings handelt es sich bei der *LieferBar* um ein reales Produkt, mit dem passende Situationen durchgespielt wurden, indem ein Modell der *LieferBar* genutzt wurde. Außerdem ist die Teilnehmerin mit dem Projekt vertraut und deshalb in der Lage, Vorstellungen und Anforderungen zu der *LieferBar* auszudrücken. Auch die Nutzung der verschiedenen Methoden, eines semistrukturierten Interviews mit gleichzeitiger Benutzung des Werkzeugs und anschließendem Fragebogen, sind hilfreich, um die Einstellungen der Teilnehmerin gut zu reflektieren.

Internal Validity

Die *Internal Validity* beschreibt, dass im Fall von kausalen Relationen, d. h. wenn eine Beziehung zwischen Studie und Ergebnis beobachtet wurde, sichergestellt werden muss, dass diese Beziehung nicht das Ergebnis eines nicht kontrollierbaren oder gemessenen Faktors ist.

Hier bestand die Gefahr, dass die Teilnehmerin nicht kritisch ist und bei den vorgegebenen Materialien nur anmerkt, dass alles in Ordnung ist und nichts hinzugefügt werden muss. Deshalb wurden die Materialien so vorbereitet, dass einige fehlerhafte

7. Fallstudie

oder ungenaue Elemente vorhanden waren, sodass hier Anmerkungen stimuliert werden. Außerdem wurden im Fragebogen detaillierte Fragen unter anderem zu Vor- und Nachteilen gestellt, womit umgangen wird, dass die Teilnehmerin alles als gut befindet und keine Schwierigkeiten nennt.

Conclusion Validity

Die *Conclusion Validity* beschreibt das Ableiten von korrekten Schlussfolgerungen aus den Beziehungen zwischen der Studie und den Ergebnissen, wobei diese Beziehungen statistische Signifikanz aufweisen sollen.

Da nur eine Teilnehmerin vorhanden war, können keine statistischen Aussagen getroffen werden, dafür wäre eine größere Teilnehmerzahl notwendig. Um korrekte qualitative Schlussfolgerungen zu ziehen, wurden dafür viele detaillierte Beispiele durchgeführt und Fragen gestellt, wobei intensiver Kontakt und direkter Austausch mit der Teilnehmerin erfolgte.

External Validity

Die *External Validity* beschreibt, inwiefern die Ergebnisse außerhalb der Umgebung der Studie generalisiert werden können.

Da nur eine Teilnehmerin befragt wurde, können die Ergebnisse nur schwer generalisiert werden. Allerdings kann die Teilnehmerin repräsentativ für die Gruppe der Stadtplaner im Projekt betrachtet werden. Teilnehmer aus anderen Gruppen können allerdings andere Ansichten haben, über die hier keine Aussage getroffen werden kann. Außerdem erfolgte die Studie nicht mit einem realen Kunden für ein Projekt, hier könnten die Ergebnisse ebenfalls anders aussehen. Dieses Beispielprojekt ist jedoch an einem realen Projekt angelehnt und deshalb in gewisser Weise bereits auf eine reale Situation übertragbar.

8. Fazit und Ausblick

Dieses Kapitel dient dazu, einen abschließenden Überblick über die Inhalte und die wichtigsten Ergebnisse der Arbeit zu geben. Anschließend erfolgt ein Ausblick auf mögliche Verbesserungen und Erweiterungen des REQconnectors sowie mögliche weitere Evaluationen.

8.1. Fazit

In dieser Arbeit wurde der REQconnector, ein mobiles Werkzeug zur multimedialen Anforderungserhebung, konzipiert und entwickelt. Dabei wurden textuelle Szenarien mit Bildern, Videos, Audioaufnahmen und textuellen Anforderungen kombiniert, um ein besseres Verständnis der Anforderungen zu ermöglichen. Die Nutzung eines mobilen Tablets, auf dem die Medien direkt mit dem Stakeholder zusammen hinzugefügt werden können, eignet sich gut, um Kontextinformationen einzufangen und die Interaktion der Stakeholder in Interviews zu verbessern. Dazu trägt auch bei, dass die verschiedenen Formen von Anforderungen gegenübergestellt und verknüpft werden können, sodass verschiedene Blickwinkel zur Stimulation neuer Anforderungen beitragen und das Verständnis für die Stakeholder verbessern können.

Zunächst wurden ähnliche Ansätze aus der Literatur vorgestellt und damit Hypothesen über den Nutzen des zu entwickelnden Werkzeugs aufgestellt und begründet. Basierend darauf wurden detaillierte Konzepte entwickelt und anschließend ein Prototyp für das Microsoft Surface implementiert. Dieser enthält die wichtigsten Funktionen aus den Konzepten und erlaubt es, zusammen mit Stakeholdern verschiedene Formen von Anforderungen im Gerät hinzuzufügen, darzustellen und miteinander zu verknüpfen.

Außerdem wurde der praktische Einsatz des Prototypen in einer Fallstudie im Projekt „Mobiler Mensch“ erprobt. Dabei wurden mit einer Projektteilnehmerin beispielhafte Abläufe am REQconnector zur Erhebung und Validierung von Anforderungen durchgeführt sowie anschließend ein Fragebogen zur Handhabung des Werkzeugs und persönlichen Präferenzen eingesetzt. Die Ergebnisse der Fallstudie lassen eine positive Tendenz für die aufgestellten Hypothesen zum Nutzen des Werkzeugs erkennen und deuten darauf hin, dass der entwickelte Ansatz zu einer effektiveren Anforderungserhebung und -validierung beitragen kann.

8.2. **Ausblick**

Um den Lösungsansatz des REQconnectors zu erweitern, können noch einige Punkte zur Ergänzung aufgeführt werden.

Für den Prototypen wurden einige Funktionalitäten aufgestellt, die nicht mehr implementiert wurden und noch zur Ergänzung genutzt werden können. Zu den wichtigen Punkten zählt zum einen die Betrachtung verschiedener Sichten von Stakeholdern, wobei hinzugefügte und verknüpfte Medien von einem Stakeholder gekennzeichnet und damit mit anderen verglichen werden können. Eine weitere Ergänzung ist das Anzeigen von Warnungen zur Konsistenzprüfung, die bei der Änderung eines Elements auf mögliche Inkonsistenzen bezüglich verknüpfter Elemente aufmerksam machen. Weiterhin können zeitlich bedingte Links für Videos und Audioaufnahmen eingeführt werden, um eine Verknüpfung zu einer bestimmten relevanten Stelle im jeweiligen Medium zu ermöglichen. Darüber hinaus kann die Möglichkeit einer Videobearbeitung innerhalb des Werkzeugs geboten werden, um Videos zu schneiden, zu verbinden oder für Szenarien zu generieren.

Aus der Fallstudie ergibt sich noch eine zusätzliche Ergänzung, um das Werkzeug zu verbessern. Diese besteht darin, Annotationen auch mit der Tastatur hinzufügen zu können, was unter Umständen leichter zu nutzen ist als die Eingabe auf dem Touch-Display. Weiterhin wurde in der Studie deutlich, dass die Möglichkeit, zwei Schritte miteinander zu vertauschen, eingebracht werden sollte.

Als zusätzliche Ideen zur Ergänzung des REQconnectors könnte zum einen eine Exportfunktion hinzugefügt werden, die aus den dokumentierten Anforderungen und Medien die Grundlage für die Erstellung einer Spezifikation ermöglicht. Darüber hinaus könnte es hilfreich sein, wenn mittels Sprachsteuerung Befehle im Werkzeug erkannt werden können sowie Text per Spracheingabe dokumentiert werden kann, um die Benutzerfreundlichkeit weiter zu verbessern.

Um die Evaluation des Werkzeugs zu vertiefen, könnten weitere Fallstudien mit Personen aus anderen Benutzergruppen durchgeführt werden, um andere Blickwinkel und Präferenzen bezüglich genutzter Medien zu betrachten. Außerdem könnte der Einsatz in einem weiteren Projekt erprobt werden, in dem das Werkzeug im realen Umfeld genutzt wird, um somit den Einfluss von Kontextinformationen genauer untersuchen zu können. Als weitere Evaluation des REQconnectors könnte ein Experiment erfolgen, um mehrere Teilnehmer zu involvieren und somit quantitative Ergebnisse zu erlangen. Dabei kann außerdem ein Vergleich zu der Erhebung rein textueller Anforderungen erfolgen, um Verbesserungen zu betrachten und messbar zu machen. Insbesondere können auch zeitliche Aspekte untersucht werden, um der Hypothese, dass die Elicitation- und Validation-Phase mithilfe des Werkzeugs beschleunigt werden, weiter nachzugehen.

Literatur

- [61090] IEEE-STD 610.12-1990. *IEEE Standard Glossary of Software Engineering Terminology*. Institute of Electrical and Electronics Engineers. 1990.
- [Amb02] S. Ambler. *Agile Modeling: Effective Practices for EXtreme Programming and the Unified Process*. Programming, software development. Wiley, 2002.
- [BFP92] P. L. Brouse, N. A. Fields und J. D. Palmer. “A multimedia computer supported cooperative work environment for requirements engineering”. In: *[Proceedings] 1992 IEEE International Conference on Systems, Man, and Cybernetics*. Okt. 1992, 954–959 vol.2.
- [BG16] O. Boruszewski und epubli GmbH. *Unterstützung der Koexistenz von agilen und traditionellen Anforderungsartefakten*. 2016.
- [BSK10] O. Brill, K. Schneider und E. Knauss. “Videos vs. Use Cases: Can Videos Capture More Requirements under Time Pressure?” In: *Requirements Engineering: Foundation for Software Quality: 16th International Working Conference, REFSQ 2010, Essen, Germany, June 30–July 2, 2010. Proceedings*. Hrsg. von Roel Wieringa und Anne Persson. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 2010, S. 30–44.
- [BW95] F. Brun-Cottan und P. Wall. “Using Video to Re-present the User”. In: *Commun. ACM* 38.5 (Mai 1995), S. 61–71.
- [Coc01] A. Cockburn. *Writing Effective Use Cases*. Addison-Wesley, 2001.
- [Coc02] A. Cockburn. *Agile Software Development*. Boston, MA, USA: Addison-Wesley Longman Publishing Co., Inc., 2002.
- [Cre06] O. Creighton. *Software cinema: employing digital video in requirements engineering*. Dissertation. 2006.
- [ER99] D.L. Parnas E. Börger B. Hörger und H.D. Rombach. “Requirements Capture, Documentation, and Validation”. In: *Dagstuhl Report 242*. Schloss Dagstuhl, 1999.
- [FIC07] S. A. Fahmi, A. Ibrahim und H. J. Choi. “Enhancing Requirements Engineering Activities through the Use of Mobile Technology Devices and Tools”. In: *Future Generation Communication and Networking (FGCN 2007)*. Bd. 2. Dez. 2007, S. 578–581.

Literatur

- [GB06] M. Gall und B. Berenbach. “Towards a Framework for Real Time Requirements Elicitation.” In: *MERE*. Hrsg. von Oliver Creighton und Bernd Bruegge. IEEE Computer Society, 2006, S. 4.
- [Kar+17] O. Karras u. a. “Video as a By-Product of Digital Prototyping: Capturing the Dynamic Aspect of Interaction”. In: *Proceedings of 3rd International Workshop on Usability and Accessibility focused Requirements Engineering (UsARE 2017), RE2017*. IEEE, 2017.
- [Kar15] O. Karras. *Werkzeugunterstützte Analyse von Requirements-Workshop-Videos*. Masterarbeit. 2015.
- [Kit09] I. Kitzmann. *Konzept und Implementierung eines Werkzeugs für multimediale Anforderungserhebung und -validierung*. Masterarbeit. 2009.
- [KT07] M. I. Kamata und T. Tamai. “How Does Requirements Quality Relate to Project Success or Failure?” In: *15th IEEE International Requirements Engineering Conference (RE 2007)*. Okt. 2007, S. 69–78.
- [MS15] H. Wittkugel M. Stade und N. Seyff. “Evaluation des iRequire-Ansatzes: Anforderungsermittlung in der Praxis”. In: *Mensch und Computer 2015 - Proceedings*. Hrsg. von Sarah Diefenbach, Niels Henze und Martin Pielot. Berlin: De Gruyter Oldenbourg, 2015, S. 43–52.
- [NG09] N. Maiden N. Seyff F. Graf und P. Grünbacher. “Scenarios in the Wild: Experiences with a Contextual Requirements Discovery Method”. In: *Requirements Engineering: Foundation for Software Quality: 15th International Working Conference, REFSQ 2009 Amsterdam, The Netherlands, June 8-9, 2009 Proceedings*. Hrsg. von Martin Glinz und Patrick Heymans. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 2009, S. 147–161.
- [NP11] N. Seyff N. Qureshi und A. Perini. “Satisfying User Needs at the Right Time and in the Right Place: A Research Preview”. In: *Requirements Engineering: Foundation for Software Quality: 17th International Working Conference, REFSQ 2011, Essen, Germany, March 28-30, 2011. Proceedings*. Hrsg. von Daniel Berry und Xavier Franch. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 2011, S. 94–99.
- [OS16] J. Klünder O. Karras und K. Schneider. “Enrichment of Requirements Specifications with Videos - Enhancing the Comprehensibility of Textual Requirements”. In: *TPDL2016: 20th International Conference on Theory and Practice of Digital Libraries*. Zenodo, 2016.
- [Pha+12] R. Pham u. a. “Interactive Multimedia Storyboard for Facilitating Stakeholder Interaction: Supporting Continuous Improvement in IT-ecosystems”. In: *2012 Eighth International Conference on the Quality of Information and Communications Technology*. Sep. 2012, S. 120–123.
- [Poh08] K. Pohl. *Requirements Engineering - Grundlagen, Prinzipien, Techniken*. dpunkt.verlag, 2008.

- [Poh10] K. Pohl. *Requirements Engineering - Fundamentals, Principles, and Techniques*. Springer, 2010.
- [PR11] K. Pohl und C. Rupp. *Basiswissen Requirements Engineering: Aus- und Weiterbildung zum Certified Professional for Requirements Engineering - Foundation Level nach IREB-Standard*. Heidelberg: dpunkt, 2011.
- [Rab+06] R. Rabiser u. a. “Capturing Multimedia Requirements Descriptions with Mobile RE Tools”. In: *2006 First International Workshop on Multimedia Requirements Engineering (MERE’06 - RE’06 Workshop)*. Sep. 2006, S. 2–2.
- [Ras+06] A. Rashid u. a. “Visual Requirement Specification In End-User Participation”. In: *2006 First International Workshop on Multimedia Requirements Engineering (MERE’06 - RE’06 Workshop)*. Sep. 2006, S. 6–6.
- [Ras+08] A. Rashid u. a. “Bringing Developers and Users Closer Together: The OpenProposal Story”. In: *PRIMIUM*. 2008.
- [RM15] C. Robson und K. McCartan. *Real World Research*. Wiley, 2015.
- [Rup14] C. Rupp. *Requirements-Engineering und -Management*. Hanser, 2014.
- [Sch+17] K. Schneider u. a. “Reframing Societal Discourse as Requirements Negotiation: Vision Statement”. In: *CoRR* abs/1708.00279 (2017).
- [Sch06] K. Schneider. “Rationale Management in Software Engineering”. In: Hrsg. von A. H. M. Dutoit, I. Mistrik und Barbara Paech. Berlin, Heidelberg: Springer, 2006. Kap. Rationale as a By-Product, S. 91–109.
- [Sch07] K. Schneider. “Generating Fast Feedback in Requirements Elicitation”. In: *Requirements Engineering: Foundation for Software Quality: 13th International Working Conference, REFSQ 2007, Trondheim, Norway, June 11-12, 2007. Proceedings*. Hrsg. von Pete Sawyer, Barbara Paech und Patrick Heymans. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 2007, S. 160–174.
- [Sch10] K. Schneider. “Anforderungen klären mit Videoclips”. In: *Software Engineering*. 2010.
- [Sch16] K. Schneider. *Vorlesung Requirements Engineering*. Leibniz Universität Hannover. 2016.
- [Sey+07] N. Seyff u. a. “The Mobile Scenario Presenter: A Tool for in situ Requirements Discovery with Scenarios”. In: *15th IEEE International Requirements Engineering Conference (RE 2007)*. Okt. 2007, S. 365–366.
- [SGB16] G. C. Smoots, A. Garstenauer und T. Blackburn. “Measuring System Usability during Requirement Engineering: Requirements Engineering”. In: *2016 International Conference on Information Systems Engineering (ICISE)*. Apr. 2016, S. 68–72.

Literatur

- [SOB11] N. Seyff, G. Ollmann und M. Bortenschlager. “iRequire: Gathering end-user requirements for new apps”. In: *2011 IEEE 19th International Requirements Engineering Conference*. Aug. 2011, S. 347–348.
- [ST14] F. Fotrousi S. Fricker K. Schneider und C. Thuemmler. “Workshop videos for requirements communication.” In: *Requirements Engineering (2014)*.
- [Sut02] A. Sutcliffe. *User-Centered Requirements Engineering: Theory and Practice*. Secaucus, NJ, USA: Springer-Verlag New York, Inc., 2002.
- [SZ15] R. Grau S. Fricker und A. Zwingli. “Requirements Engineering: Best Practice”. In: *Requirements Engineering for Digital Health*. Hrsg. von Samuel A. Fricker, Christoph Thümmler und Anastasius Gavras. Cham: Springer International Publishing, 2015, S. 25–46.
- [WCS94] D. P. Wood, M. G. Christel und S. M. Stevens. “A multimedia approach to requirements capture and modeling”. In: *Proceedings of IEEE International Conference on Requirements Engineering*. Apr. 1994, S. 53–56.
- [WGS12] T. Wehrmaker, S. Gärtner und K. Schneider. “ConTexter feedback system”. In: *2012 34th International Conference on Software Engineering (ICSE)*. Juni 2012, S. 1459–1460.
- [Woh+00] C. Wohlin u. a. *Experimentation in Software Engineering: An Introduction*. Norwell, MA, USA: Kluwer Academic Publishers, 2000.
- [ZM04] K. Zachos und N. Maiden. “ART-SCENE: enhancing scenario walkthroughs with multi-media scenarios”. In: *Proceedings. 12th IEEE International Requirements Engineering Conference, 2004*. Sep. 2004, S. 360–361.

Abbildungsverzeichnis

1.1. Modes of communication [Amb02]	2
2.1. Referenzmodell des Requirements Engineering [ER99]	6
5.1. Datenmodell: Repräsentationsformen der Anforderungen	23
5.2. Datenmodell: Verknüpfung der Repräsentationsformen	25
5.3. Skizze der Benutzeroberfläche	29
5.4. Warnung bei Änderung eines Szenarios	31
5.5. Warnung bei Änderung einer Anforderung	32
5.6. Zweite Ansicht: Auflistung der Szenarien	32
5.7. Beispielablauf 1	34
5.8. Beispielablauf 2	35
6.1. Klassendiagramm der Modellklassen	40
6.2. Klassendiagramm der Viewklassen	41
6.3. Benutzeroberfläche des REQconnectors	42
6.4. Video-Player	43
6.5. Bildartefakte hinzufügen oder laden	45
6.6. Video aufnehmen	45
6.7. Ordnerstruktur	46
7.1. Vorlage des Szenarios „Lebensmittel abholen“	56
7.2. Vorlage des Szenarios „Lebensmittel bestellen“	57
7.3. Szenario „Lebensmittel abholen“	59
7.4. Szenario „Lebensmittel bestellen“	60
A.1. Fragebogen	77
A.2. Protokoll zur Erhebung von Anforderungen	78
A.3. Protokoll zur Validierung von Anforderungen	79
A.4. Ausgefüllter Fragebogen	80
A.5. Ausgefülltes Protokoll zur Erhebung von Anforderungen	81
A.6. Ausgefülltes Protokoll zur Validierung von Anforderungen	82
A.7. Szenario „Lebensmittel abholen“ (Zweite Ansicht)	83
A.8. Vorlage des Szenarios „Lebensmittel bestellen“ (Zweite Ansicht)	84
A.9. Szenario „Lebensmittel bestellen“ (Zweite Ansicht)	84
A.10. Szenario „Lebensmittel bestellen“ (Dritte Ansicht)	85

A. Anhang

A.1. Vorlagen der Evaluationsbögen

Welche Repräsentationsformen präferieren Sie? Bilden Sie ein Ranking der Medien Text, Bild, Video, Audio.

	Text	Bild	Video	Audio
Rang 1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Rang 2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Rang 3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Rang 4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Beantworten Sie, wie Sie die folgenden Aussagen zur Bedienbarkeit Einschätzen.

Das Werkzeug ist einfach zu bedienen.

Stimme zu	Stimme eher zu	Weder noch	Stimme eher nicht zu	Stimme nicht zu
<input type="checkbox"/>				

Aktionen wie z.B. Medien hinzufügen, editieren oder verknüpfen sind intuitiv zu finden und durchzuführen.

<input type="checkbox"/>				
--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------

Das Werkzeug ist sinnvoll, um eine effektive Anforderungserhebung zu gewährleisten.

<input type="checkbox"/>				
--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------

Wo werden Vorteile im Einsatz des Werkzeugs gesehen?

Werden Probleme oder Schwierigkeiten gesehen?

Welche Techniken und Medien nutzen Sie sonst? Können Sie diese ebenfalls in ein Ranking bringen?

Rang 1:
Rang 2:
Rang 3:

Abbildung A.1.: Fragebogen

A. Anhang

Aktion/ Frage des Interviewers	Aktion der Teilnehmerin	Probleme und Schwierigkeiten	Anmerkungen
<p>Erhebung von Anforderungen: Szenario „Lebensmittel abholen“ (Schritte vorgegeben)</p> <ul style="list-style-type: none"> - Schritte anpassen oder hinzufügen? - Anforderung hinzufügen? - Bild hinzufügen? - Video hinzufügen? - Audioaufnahme hinzufügen? 			
<p>Forschungsfragen (Bezug zu Hypothesen)</p> <ul style="list-style-type: none"> - werden neue Anforderungen durch Multimedia stimuliert? - werden viele/detaillierte Anforderungen durch Multimedia erhoben? 			

Abbildung A.2.: Protokoll zur Erhebung von Anforderungen

A.1. Vorlagen der Evaluationsbögen

Aktion/ Frage des Interviewers	Aktion der Teilnehmerin	Probleme und Schwierigkeiten	Anmerkungen
<p>Validierung von Anforderungen: Szenario „Lebensmittel bestellen“</p> <ul style="list-style-type: none"> - Vorgegebenes, ungenaues bzw. fehlerhaftes Material anschauen - Änderungen vornehmen? 			
<p>Forschungsfragen (Bezug zu Hypothesen)</p> <ul style="list-style-type: none"> - werden dokumentierte Anforderungen erkannt und verstanden? - wurden mit Multimedia zusätzliche Anforderungen stimuliert? - kommen durch Multimedia viele Anmerkungen/Feedback vom Kunden, z.B. Missverständnisse? 			

Abbildung A.3.: Protokoll zur Validierung von Anforderungen

A. Anhang

A.2. Ausgefüllte Evaluationsbögen

Welche Repräsentationsformen präferieren Sie? Bilden Sie ein Ranking der Medien Text, Bild, Video, Audio.

	Text	Bild	Video	Audio
Rang 1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Rang 2	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Rang 3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Rang 4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

→ bei diesen Fallbeispielen

Beantworten Sie, wie Sie die folgenden Aussagen zur Bedienbarkeit einschätzen.

Das Werkzeug ist einfach zu bedienen.

Stimme zu Stimme eher zu Weder noch Stimme eher nicht zu Stimme nicht zu

Aktionen wie z.B. Medien hinzufügen, editieren oder verknüpfen sind intuitiv zu finden und durchzuführen.

Das Werkzeug ist sinnvoll, um eine effektive Anforderungserhebung zu gewährleisten. (vgl. zu Text)

Wo werden Vorteile im Einsatz des Werkzeugs gesehen?

- Informationen einfacher darstellen z.B. Foto statt langer Text
- für Kunden einfacher wegen Tablet: sehen schon Szenario, einfacher zu verstehen, Missverständnisse vermeiden durch Medien

Werden Probleme oder Schwierigkeiten gesehen?

- man freut sich evtl. nicht, etwas aufzunehmen

Welche Techniken und Medien nutzen Sie sonst? Können Sie diese ebenfalls in ein Ranking bringen?

- Texte, Pläne, Skizzen (um Abläufe zu erklären z.B.)

Rang 1: Text/Bild

Rang 2:

Rang 3:

- kein Video/Audio

- Video könnte sinnvoll sein, um Bilder zusammenzufassen, aber kommt an Qualität vom Bild nicht ran → was geht schneller?

- hat Spaß gemacht

Abbildung A.4.: Ausgefüllter Fragebogen

A.2. Ausgefüllte Evaluationsbögen

Aktion/ Frage des Interviewers	Aktion der Teilnehmerin	Probleme und Schwierigkeiten	Anmerkungen
Erhebung von Anforderungen: Szenario „Lebensmittel abholen“ (Schritte vorgegeben) - Schritte anpassen oder hinzufügen? - Anforderung hinzufügen? - Bild hinzufügen? - Video hinzufügen? - Audioaufnahme hinzufügen?	- Szenario angepasst → so stellte Lebensmittel - Schritt "Bezahlen" angepasst - zu Schritt 1 - Auf: zu Szenario - Foto zu Schritt 1 - Video nicht nötig	- wenig Schritte - man kratzt sich nicht so, Video/ Audio aufzunehmen	
Forschungsfragen (Bezug zu Hypothesen) - werden neue Anforderungen durch Multimedia stimuliert? Durch das Bild ja, Videos wurden nicht hinzugefügt? - werden viele/detaillierte Anforderungen durch Multimedia erhoben? ja			

Abbildung A.5.: Ausgefülltes Protokoll zur Erhebung von Anforderungen

Aktion/ Frage des Interviewers	Aktion der Teilnehmerin	Probleme und Schwierigkeiten	Anmerkungen
<p>Validierung von Anforderungen: Szenario „Lebensmittel bestellen“</p> <ul style="list-style-type: none"> - Vorgegebenes, ungenaues bzw. fehlerhaftes Material anschauen - Änderungen vornehmen? 	<p>→ Szenario an Teilnehmerin oder zuhause</p> <ul style="list-style-type: none"> - Bild angepasst: Anmerkungen - Anforderung zu Schnitt 2: Bild der Lebensmittler anzeigen - Schnitt 5 hinzugefügt: Lieferwin - Video zu Schnitt 5 - Schnitt 4/5 vertauscht 	<ul style="list-style-type: none"> - eine Linie erschieben falsch - Schritte tauschen nicht direkt möglich 	
<p>Forschungsfragen (Bezug zu Hypothesen)</p>			
<p>- werden dokumentierte Anforderungen erkannt und verstanden? <i>ja</i></p>			
<p>- wurden mit Multimedia zusätzliche Anforderungen stimuliert? <i>ja</i> <i>am Bild Fehler entdeckt, am Video fehler Schnitt 5</i></p>			
<p>- kommen durch Multimedia viele Anmerkungen/Feedback vom Kunden, z.B. Missverständnisse? <i>Am Bild Fehler entdeckt</i></p>			

Abbildung A.6.: Ausgefülltes Protokoll zur Validierung von Anforderungen

A.3. Weitere Screenshots aus der Evaluation

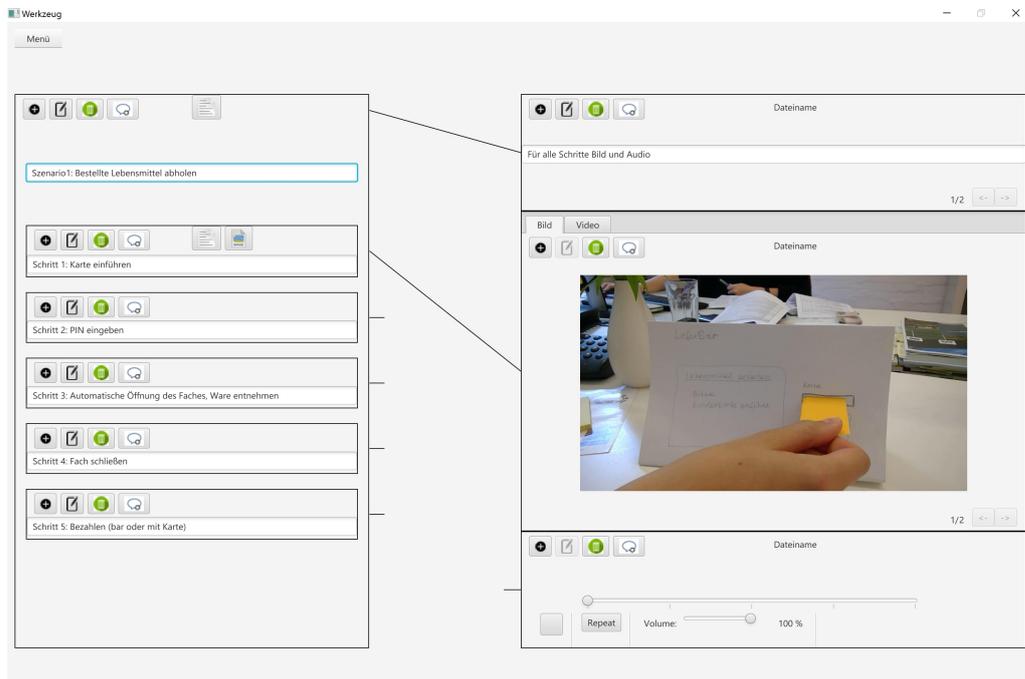


Abbildung A.7.: Szenario „Lebensmittel abholen“ (Zweite Ansicht)

A. Anhang

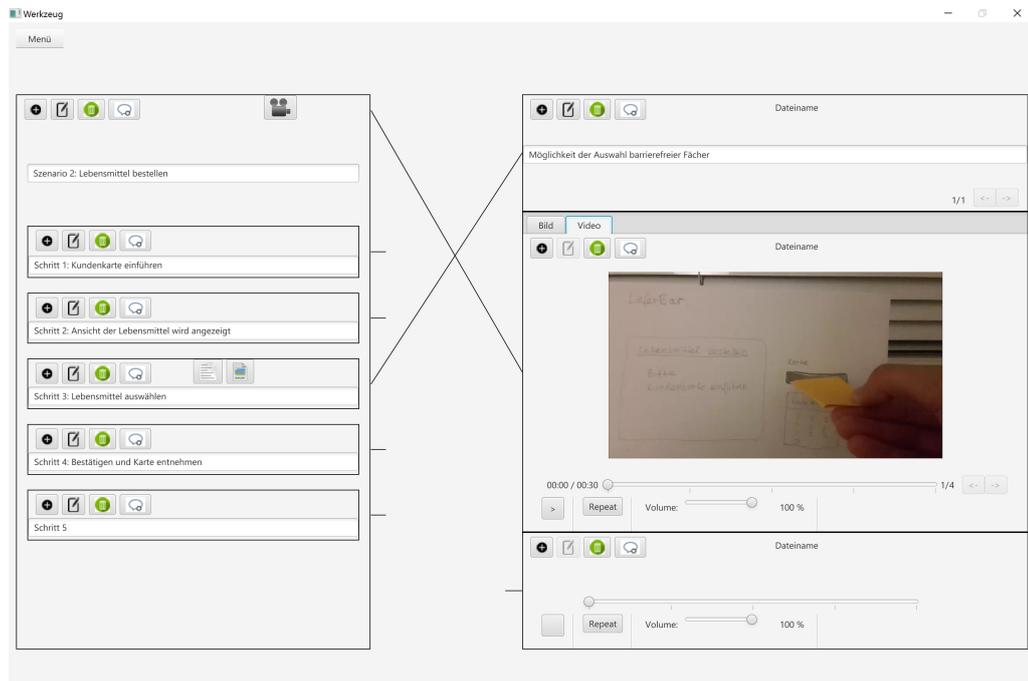


Abbildung A.8.: Vorlage des Szenarios „Lebensmittel bestellen“ (Zweite Ansicht)



Abbildung A.9.: Szenario „Lebensmittel bestellen“ (Zweite Ansicht)

A.3. Weitere Screenshots aus der Evaluation

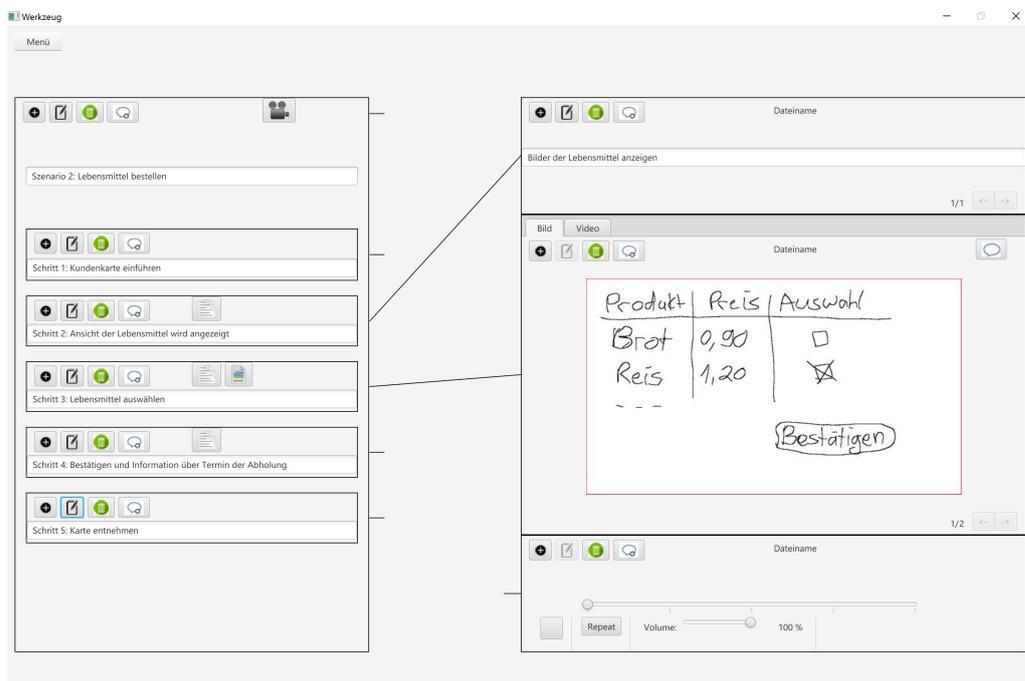


Abbildung A.10.: Szenario „Lebensmittel bestellen“ (Dritte Ansicht)

A.4. Inhalt der CD

Die beiliegende CD beinhaltet folgende Ergebnisse und Materialien:

- Masterarbeit in digitaler Form (PDF-Datei)
- Evaluationsunterlagen bestehend aus:
 - Vorlagen der Fragebögen und Protokolle
 - ausgefüllte Fragebögen und Protokolle
 - erzeugte Videos und Fotos aus der Fallstudie
 - Screenshots der Beispielszenarien
- Vision Video für den REQconnector
- Quellcode des REQconnectors als Eclipse-Projekt
- Ausführbare Version des REQconnectors als .jar-Datei