

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

Mechanismen zur Interaktiven Betrachtung von Vision Videos im Requirements Engineering

**Mechanisms for Interactive Viewing of Vision Videos in
Requirements Engineering**

Masterarbeit

im Studiengang Informatik

Christian Mergenthaler

**Prüfer: Prof. Dr. Kurt Schneider
Zweitprüfer: Dr. Daniel Lübke
Betreuer: M.Sc. Oliver Karras**

Hannover, 18. Juli 2019

Erklärung der Selbstständigkeit

Hiermit versichere ich, dass ich die vorliegende Masterarbeit selbständig 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 18. Juli 2019

Christian Mergenthaler

Zusammenfassung

Mechanismen zur Interaktiven Betrachtung von Vision Videos im Requirements Engineering

Im Requirements Engineering werden verschiedene Stakeholder in den Prozess der Anforderungsermittlung eingebunden, um deren Vorstellungen, Interaktionen und Tätigkeiten mit dem zukünftigen System zu erkennen. Dabei ist es wichtig, eine gemeinsame Vision des Systems zwischen den Stakeholdern zu etablieren, weshalb während des Requirements Engineering-Prozesses unter anderem Vision Videos eingesetzt werden. Dadurch können bereits in einer frühen Phase des Projekts mögliche Missverständnisse und Fehlinterpretationen bzgl. der Vision vermieden bzw. geklärt werden. Insbesondere aus dem Bereich des E-Learnings geht allerdings hervor, dass bei der Betrachtung von Videos eine passive Informationsaufnahme erfolgt und dadurch Informationen weniger effizient verarbeitet werden können. Folglich nehmen Betrachter eine passive Rolle ein und tendieren zu Inaktivität, Unkonzentriertheit sowie Langeweile. Um diesen Problemen entgegenzuwirken, werden Lernvideos meist mit interaktiven Elementen unterstützt.

Die vorliegende Masterarbeit untersucht den Einsatz von Interaktivität in Vision Videos während des Requirements Engineering-Prozesses. Konkret wurde der Mehrwert von interaktiven Vision Videos für das Requirements Engineering, insbesondere während der Elicitation-Phase, bei der Vermittlung und Klärung der Vision untersucht. Dazu wurde der Einsatz von interaktiven Videos während einzelner Phasen des Requirements Engineering-Prozesses geprüft und aufbauend davon ein detailliertes Konzept für die Szenarien-Technik der Elicitation-Phase ausgearbeitet. Dabei war stets der Nutzen sowohl für den Betrachter des Videos als auch für den Requirements Engineer bedeutsam. Zur abschließenden Beurteilung und Bewertung der Konzepte, wurde eine Evaluation des entwickelten Prototyps mit 12 Teilnehmern durchgeführt.

Mithilfe der Evaluation konnten statistisch signifikante Ergebnisse erzielt werden, welche größtenteils positive Erkenntnisse aus den Konzepten schließen lassen. Insbesondere die aktive Auseinandersetzung mit den Inhalten konnte durch interaktive Elemente in Vision Videos gesteigert werden, was die Verbesserung des Verständnisses zur Folge hatte. Des Weiteren konnten positive Erkenntnisse bezüglich der Aufnahme von Zusatzinformationen in textueller Form durch interaktive Elemente gezogen werden. Bei der Einbringung von Beiträgen durch Stakeholder wurden dagegen keine Unterschiede zwischen den Betrachtungsformen beobachtet.

Im Vergleich zu der traditionellen Betrachtung von Vision Videos konnten klare Unterschiede durch die verwendeten Mechanismen zur Betrachtung von interaktiven Vision Videos in dieser Arbeit erzielt werden. Diese betreffen insbesondere die Auseinandersetzung des Betrachters mit den dargestellten Informationen in den Vision Videos sowie die Wahrnehmung und Verarbeitung dieser Informationen.

Abstract

Mechanisms for Interactive Viewing of Vision Videos in Requirements Engineering

The process of requirements engineering involves various stakeholders in order to identify their expectations, interactions, and activities with the future system. It is crucial to share a common vision of the system between stakeholders, which is why vision videos are used during the process of requirements engineering. Thus, possible misunderstandings and misinterpretations regarding the vision can be avoided or clarified during the early phases of a project. However, the experiences gained in the area of e-learning indicate that viewing a video is a passive way of gathering information and therefore information processing can be less efficient. Consequently, viewers adopt a passive role and tend to be inactive, unfocused and bored. As a solution to this problem, interactive elements are added to educational videos.

This master thesis focuses on the integration of interactivity into vision videos during the process of requirements engineering. More specifically, the goal was to examine the added value of interactive vision videos for requirements engineering, especially during the elicitation phase, in terms of communicating and clarifying the vision. In this context, the use of interactive videos during the process of requirements engineering has been investigated. Based on the results of this investigation, a detailed approach of integrating interactive vision videos into scenarios during the elicitation-phase has been developed. The benefits for the viewer of the video as well as for the requirements engineer have been key aspects in the elaboration. In order to conduct a final assessment of the approach, an evaluation of the prototype with 12 participants was carried out.

The results of the evaluation showed some statistically significant improvements with the implemented concepts. Particularly, the active engagement with the content has been improved by adding interactive elements to vision videos and thereby enhanced the understanding of the content. Furthermore, positive findings regarding the processing of additional information in written form were achieved by adding interactive elements. However, there were no statistically significant differences in adding contributions from stakeholders between interactive and non-interactive viewing.

By using the mechanisms for interactive viewing of vision videos investigated in this work, noticeable differences compared to non-interactive viewing were achieved. These relate mainly to the viewer's engagement with the content presented in the vision videos as well as the perception and processing of these contents.

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung	1
1.1. Motivation	1
1.2. Zielsetzung	3
1.3. Struktur der Arbeit	6
2. Grundlagen	7
2.1. Requirements Engineering	7
2.1.1. Requirements Analysis	8
2.1.2. Requirements Management	11
2.1.3. Schaffung eines gemeinsamen Verständnisses	12
2.1.4. Vision Videos	13
2.2. Informationsverarbeitung	15
2.3. Interaktive Videos	17
2.3.1. Kategorisierung	18
2.3.2. Interaktionsoptionen	20
3. Konzeption	25
3.1. Anforderungen an Vision Videos	25
3.2. Allgemeine Anforderungen an interaktive Videos	26
3.3. Einsatzmöglichkeiten im Requirements Engineering	27
3.4. Interaktive Vision Videos in der Elicitation	30
3.4.1. Prüfung von interaktiven Vision Videos in einzelnen Techniken	31
3.4.2. Methoden des gemeinsamen Verständnisses während Elicitation-	
Techniken	34
3.4.3. Auswahl einer geeigneten Techniken	37
3.5. Interaktive Vision Videos für Szenarien-Technik	39
3.5.1. Fundamentale Voraussetzungen	42
3.5.2. Alternative Pfade	42
3.5.3. Verständnisüberprüfung	45
3.5.4. Anmerkungen	47
3.5.5. Übersichtsmenü der Szenen	49
3.5.6. Exportfunktion	51
3.5.7. Anforderungen an interaktive Vision Videos in Szenarien . . .	53
3.5.8. Beispielhaftes Einsatzszenario	53
3.6. Verwandte Arbeiten	55
4. Prototypische Umsetzung	59
4.1. Technische Basis	59
4.2. Designentscheidungen	61
4.2.1. Erzeugung von interaktiven Videos	62
4.2.2. Interaktive Betrachtung der erzeugten Videos	62

4.3. Interaktionssystem	63
4.4. Abgrenzung des Prototyps von der Konzeption	67
5. Evaluation	69
5.1. Vorbereitung mittels GQM	69
5.2. Planung und Design	71
5.3. Durchführung	73
5.3.1. Population	73
5.3.2. Ablauf einer Sitzung	74
5.4. Auswertung	75
5.4.1. Ergebnisse der Evaluation	75
5.4.2. Bewertung der Ergebnisse	82
5.4.3. Bedrohungen der Validität	86
6. Fazit und Ausblick	87
6.1. Fazit	87
6.2. Ausblick	88
Anhang	91
A. Liste an Anforderungen	91
B. Abbildungen des Prototyps	93
C. Evaluation: Abstraction Sheets	95
D. Evaluation: Fragen, Metriken, Indikatoren	96
E. Inhalte der CD	97
Literaturverzeichnis	99
Abbildungsverzeichnis	105
Tabellenverzeichnis	107

1. Einleitung

Dieser Abschnitt dient der Beschreibung der Problemstellung und der daraus resultierenden Motivation dieser Arbeit. Ausgehend von der betrachteten Forschungsfrage werden das Hauptziel und die dafür erforderlichen Teilziele dieser Thesis ermittelt. Abschließend folgt der grundlegende Aufbau der Arbeit.

1.1. Motivation

In der Softwareentwicklung ist es essentiell, Anforderungen an das zu entwickelnde System zwischen verschiedenen Stakeholdern auszutauschen und zu kommunizieren. Als Stakeholder werden alle Personen bezeichnet, die ein Interesse und Einfluss auf das System haben [1]. Die Erhebung und Dokumentation von qualitativ hochwertigen Anforderungen ist eine zentrale Aufgabe im Requirements Engineering (RE). Fehlerhafte oder qualitativ schlechte Anforderungen sind einer der häufigsten Gründe für den Misserfolg von Projekten [2]. Im Requirements Engineering werden Anforderungen üblicherweise in einer textuellen Spezifikation dokumentiert und kommuniziert. Allerdings stellte bereits 2002 Ambler [3] fest, dass es bei der Kommunikation basierend auf textueller Dokumentation deutlich an Effektivität und Reichhaltigkeit fehlt. Ambler [3] zeigte auch, dass Videos eine bessere Dokumentationsoption für Kommunikation darstellen, da sie sowohl den auditiven als auch den visuellen Kanal ansprechen und somit deutlich effektiver und reichhaltiger gegenüber textuellen Darstellungen sind. Demnach ist es sinnvoll, Videos nicht nur als Dokumentationsoption für die Kommunikation zwischen Stakeholdern zu verwenden, sondern diese auch als Werkzeug zum Ermitteln von Anforderungen in einer frühen Phase des Requirements Engineering-Prozesses zu verwenden. Dieser Einsatz von Videos wird u.a. als *Vision Videos* bezeichnet. Vision Videos visualisieren die Vision des zukünftigen Systems mittels Storytelling und werden an diverse Stakeholder vermittelt. Eine Vision umfasst das adressierte Problem, eine Lösung zum Problem sowie den möglichen Mehrwert dieser Lösung. Vision Videos eliminieren zwar bereits eine Reihe an möglichen Missverständnissen beim Austausch von Informationen [4], allerdings ergeben sich hierbei einige Herausforderungen und Schwächen, wie z.B. ein hoher Aufwand bei der Produktion oder eine leichte Verwirrung des Betrachters, die den Einsatz von Vision Videos erschweren [5].

In der bisherigen Literatur werden die Probleme von Vision Videos zwar größtenteils auf den hohen Aufwand der Produktion dieser Videos adressiert, dennoch lassen sich auch Schwächen bei der Betrachtung von Vision Videos ableiten. Vor allem in Hinsicht auf Inaktivität, Unkonzentriertheit und Langeweile bei der Betrachtung des Videos. Letzteres konnte in einer Studie von Fricker et al. [6] über den Einsatz von Videos beim Requirements Engineering als Dokumentationsform als negativer Nebeneffekt beobachtet werden. Laut Broll et al. [7] geraten Betrachter eines langen Vision Videos

schnell in einen „*consumer mode*“ und befinden sich damit auch in einem inaktiven Zustand.

Generell können kommunizierte Informationen auf zwei verschiedene Arten vom Empfänger verarbeitet werden: *passiv* und *aktiv* [8]. Während das passive Verarbeiten voraussetzt, dass der Empfänger die Informationen nur entgegen nimmt, erfordert aktives Verarbeiten, dass der Empfänger sich kognitiv mit den Informationen auseinandersetzt. Aufgrund dessen ist aktives Verarbeiten von übermittelten Informationen in Form von Analysieren, Bewerten und Zusammenfassen dem passiven Verarbeiten im Sinne von Empfangen und Memorieren vorzuziehen [9]. Beim aktiven Verarbeiten können Informationen besser verstanden werden, da sich der Empfänger bewusst mit dem Inhalt auseinandersetzt. Ein Beispiel ist das aktive Lesen von Texten mithilfe von der Markierung wichtiger Sätze oder dem Notieren von Anmerkungen. Da sich der Leser bewusst mit dem Text auseinandersetzt, indem er interaktiv Markierungen und Notizen erzeugt, erfolgt ein besseres Verständnis als beim passiven Lesen [8].

Im E-Learning Bereich wird der Vorteil von aktiver Informationsverarbeitung bei der Kommunikation bereits seit längerer Zeit genutzt. Laut einer Studie von Zhang et al. [10] erzielen interaktive Videos beim E-Learning eine höhere Effektivität. Dabei wurde das Lernergebnis mittels interaktiver Videos, im Vergleich zu nicht-interaktiven Videos und keinen Videos evaluiert. Interaktivität wurde in dieser Studie als Mittel zum freien Zugriff auf einzelne Videosequenzen definiert. Dadurch wurde die Linearität des Videos eliminiert und die Probanden konnten den Ablauf selbst kontrollieren. Außerdem konnte gezeigt werden, dass nicht-interaktive Videos, im Vergleich zu keinen Videos nicht ausreichen, um die Lernergebnisse zu verbessern. In einer weiteren Studie von Vural [11] konnte aufgezeigt werden, dass interaktive Videos mit eingebauten Fragen die Effektivität beim Lernen fördern. Dabei dienten interaktive Videos ohne eingebauten Fragen, bei denen die Betrachter den Ablauf zwar selbst kontrollierten, eine direkte Interaktion mit dem Video aber nicht gefordert wurde, als Vergleich. Durch die eingebauten Fragen in das interaktive Video, sowie die Wiederholung des Videos bei falscher Beantwortung, erhöhte sich die mit dem Video auseinandergesetzte Zeit. Eingebaute Fragen bringen den Betrachter somit zum Reflektieren des Gesehenen und stellen sicher, dass die Kernaussagen verstanden wurden [12]. Demnach konnten bereits verschiedene Studien [10][11] aufzeigen, dass interaktive Elemente in Lernmaterialien ein wichtiger Faktor für die Verbesserung der Lernerfolge im E-Learning sind.

Die positiven Auswirkungen von interaktiven Elementen beim E-Learning lassen sich auch auf das Lehren von Soft Skills¹ in Software Projekten übertragen. Normalerweise werden diese Fähigkeiten durch Coaching und kontinuierlichem Feedback von Experten gelehrt [13]. Während in der freien Wirtschaft innerhalb eines Projektes erfahrene Mitarbeiter die Rolle des Experten einnehmen können, sind dies bei simulierten

¹Fähigkeiten, um mit anderen Personen effektiv und effizient zu interagieren (Bsp. kritisches Denken, Kommunizieren, Diskutieren, etc.).

Projekten in der Universität meist Tutoren oder Dozenten. Für diese Vorgehensweise haben viele Unternehmen nur beschränkte Ressourcen (Budget und Zeit), weshalb der Ansatz des *Active Video Watching* (AVW) entstand [13]. Die Betrachtung von Videos stellt eine passive Aktivität dar und der Betrachter könnte deshalb zu Inaktivität und Unkonzentriertheit tendieren [9]. Für eine erfolgreiche und effektive Lernumgebung sollte sich der Lernende demzufolge mit den Informationen auseinandersetzen und mit diesen interagieren. Dies kann durch interaktive Aktivitäten in Videos, wie das Kommentieren des Videos, die Beantwortung von Fragen oder eine Diskussionen mit anderen Betrachtern über das Video, erreicht werden [13]. Bei dem von Galster et al. [13] verwendeten AVW-System wurde sich vor allem auf die Diskussion mit anderen Lernenden über eine Onlineplattform konzentriert. Durch das Kommentieren eines Videos konnten sich Lernende an Diskussionen beteiligen. Dabei konnten Studenten in einer ersten Studie bereits ihre Lernerfahrung steigern. In einer ähnlichen Studie von Mitrovic et al. [14] konnte gezeigt werden, dass durch AVW die Betrachter der Videos sich bewusster mit diesen auseinandersetzen und nachdenklicher zeigten.

Ausgehend von den erfolgreichen Studien im E-Learning Bereich und AVW im Bezug auf interaktives Betrachten von Videos sowie den ähnlichen Problemen von Vision Videos könnte die Verwendung von interaktiven Elementen bei Vision Videos eine interessante Option sein und einen positiven Mehrwert für das RE bieten. Daher untersucht diese Arbeit folgende Forschungsfrage:

Forschungsfrage

Welchen Mehrwert bietet das interaktive Betrachten eines Vision Videos zur Vermittlung und Klärung der Vision eines software-basierten Produktes im Requirements Engineering?

1.2. Zielsetzung

Um die Zielsetzung dieser Arbeit aufzuzeigen, muss die Nutzung von interaktiven Vision Videos in den RE-Prozess eingeordnet werden. Hierzu beschreiben Brill et al. [15] drei mögliche Gelegenheiten während des RE-Prozesses, um Videos in diesen Prozess zu integrieren (siehe Abbildung 1). Das Hauptaugenmerk dieser Arbeit liegt auf der Integrierung von interaktiven Videos in die erste Gelegenheit, der Elicitation-Phase² (markiert durch rote Umrandung). Zu diesem Zeitpunkt sind Details des Projektes noch unbekannt und Analysten benötigen ein genaueres Verständnis zum geplanten System. Deshalb ist es wichtig, während Elicitation-Meetings zu den gezeigten Videos von Stakeholdern Feedback zu sammeln [15]. Eine genaue Beschreibung und Einordnung der Gelegenheiten geschieht in Kapitel 3.3. In dieser Arbeit sollen Kon-

²Phase, in der Anforderungen an das zu entwickelnde System erhoben werden.s

zepte entwickelt werden, die die Interaktivität von Vision Videos unterstützen, indem der potentielle Mehrwert der Konzepte für Elicitation-Meetings ermittelt wird. Die Konzepte werden anschließend prototypisch in einem Werkzeug umgesetzt. Eine Integration von interaktiven Vision Videos in die Opportunitäten 2 und 3 wird in dieser Arbeit nur nebensächlich behandelt und stellt daher für zukünftige wissenschaftliche Arbeiten ein potentielles Forschungsfeld dar.

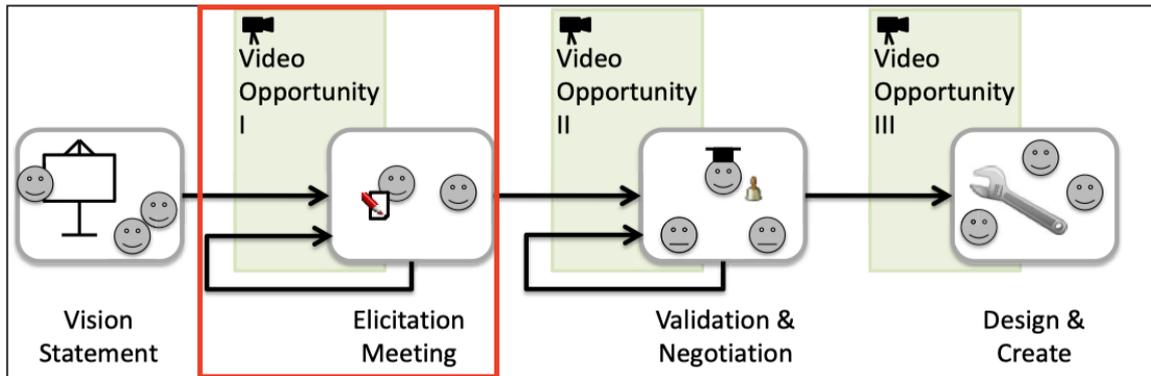


Abbildung 1: Gelegenheiten zur Verwendung von Videos im Requirements Engineering (Eigene Darstellung nach [15])

Der in Abbildung 2 gezeigte Zielbaum dient als Überblick der Zielsetzung dieser Arbeit. Zur Erreichung des Hauptziels (G) und zur Beantwortung der Forschungsfrage (F) sind die untergeordneten Teilziele hilfreich. Das zentrale Ziel dieser Arbeit besteht demzufolge darin, den Mehrwert von Vision Videos bzgl. ihrer Effektivität und Effizienz zu erhöhen, um den Prozess der Vermittlung und Klärung der Vision zu verbessern. Nach ISO 9241 Teil 11 ist die Effektivität durch Genauigkeit und Vollständigkeit, mit der das Ziel erreicht wird und Effizienz durch das Verhältnis aufgewendeter Mittel zur Zielerreichung definiert [16]. Demnach soll das Ziel dieser Arbeit die Erfüllung der Vermittlung und Klärung von Visionen, sowie die Minimierung des Aufwands zum Erreichen dieser Erfüllung sein.

Wie bereits im vorherigen Abschnitt gezeigt, sind Vision Videos bereits ein gutes Medium zur Vermittlung und Klärung der Vision, sie stehen aber auch vor den gleichen Problemen wie Videos mit anderen Verwendungszwecken, wie die passive Verarbeitung von Informationen und des consumer mode. Aus diesem Grund gilt es Anforderungen an interaktive Videos aus anderen Bereichen (E-Learning und Active Video Watching) auszuarbeiten und diese auf Eignung für die Elicitation Phase im RE zu überprüfen. Zur Ermittlung von Anforderungen an die interaktive Betrachtung von Vision Videos in der Elicitation Phase, sollen zum einen die geeigneten Anforderungen an interaktive Videos adaptiert und zum anderen bestehende Anforderungen an Vision Videos im RE beschrieben werden. Dadurch soll die Einbeziehung der Stakeholder

in Elicitation-Meetings durch aktive Teilnahme an den Videos gefördert werden. In Folge dessen soll die Vision besser verstanden werden, der *consumer mode* verhindert werden sowie das Einbringen von Beiträgen durch Stakeholder verbessert werden. Als Beitrag ist all das anzusehen, was die Steigerung des Verständnisses fördert. Dies können neben neuen Ideen, auch neue Fragen, Anforderungen sowie Rationale³ sein [19].

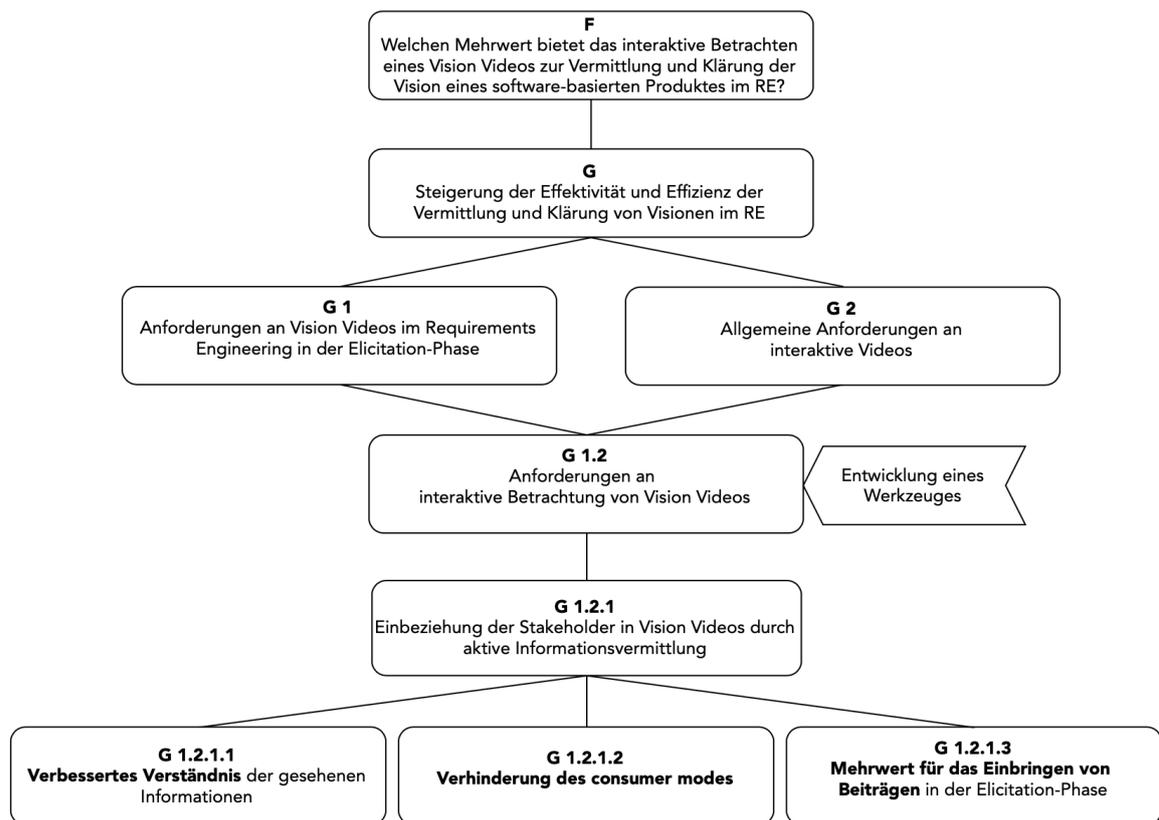


Abbildung 2: Zielbaum der Arbeit

Im Zuge dieser Arbeit wird ein prototypisches Werkzeug entwickelt, um die ausgearbeiteten Konzepte zu evaluieren und deren Anwendbarkeit zu überprüfen. Das Werkzeug soll dabei zum einen für das interaktive Betrachten der Vision Videos dienen, zum anderen bietet es auch die Möglichkeit mithilfe eines Editors Vision Videos zu schneiden und interaktive Elemente in das Video einzubauen. Der Schwerpunkt liegt dabei allerdings eindeutig bei der interaktiven Betrachtung der Videos und weniger bei deren Bearbeitung.

³Rationale dokumentieren Entscheidungen oder Gründe einer Anforderung. Hierdurch lassen sich wichtige Entscheidungen zurückverfolgen und es kann aus Fehlern bzw. aus Erfolgen in der Vergangenheit gelernt werden [17][18].

1.3. Struktur der Arbeit

Die vorliegende Arbeit ist in sechs Kapitel gegliedert, welche in diesem Abschnitt kurz vorgestellt werden sollen. Das erste Kapitel dient dem Einstieg in die Thematik der interaktiven Betrachtung von Vision Videos. Dabei sollen bestehende Problematiken von traditioneller Videobetrachtung aufgezeigt werden und das zentrale Ziel der Arbeit beschrieben werden. Aufbauend darauf wird die zu betrachtende Forschungsfrage, die es während dieser Arbeit zu klären gilt, definiert.

In Kapitel 2 werden anschließend grundlegende Aspekte beschrieben, die für das weitere Verständnis der Arbeit erforderlich sind. Nach der Einführung in die Phasen des RE-Prozesses, werden Grundlagen zur Schaffung eines gemeinsamen Verständnisses, zu Vision Videos und zu Theorien der Informationsverarbeitung erläutert. Abschließend wird das Basisverständnis zu interaktiven Videos aufgezeigt. Dazu werden bisherige Definitionen aus der Literatur aufgegriffen und eine gültige Definition für diese Arbeit festgelegt. Außerdem wird eine Kategorisierung zur Einordnung von Interaktionselementen eingeführt und beispielhafte interaktive Elemente aus bestehenden wissenschaftlichen Arbeiten abgebildet.

Der umfangreichste Teil dieser Arbeit, dargestellt in Kapitel 3, befasst sich mit der ausführlichen Entwicklung eines Konzeptes zur interaktiven Betrachtung von Vision Videos im Requirements Engineering. Dazu werden mögliche Einsatzmöglichkeiten von interaktiven Vision Videos in Phasen des RE-Prozesses beschrieben und aufbauend davon auf die Unterstützung von Vision Videos durch Interaktivität in der Elicitation-Phase eingegangen. Des Weiteren wird der Einsatz von Methoden zur Schaffung eines gemeinsamen Verständnisses während einzelnen Elicitation-Techniken untersucht und anhand dessen die detaillierte Konzeption von interaktiven Vision Videos während der Szenarien-Technik durchgeführt. Abschließend wird ein konkretes Einsatzszenario beschrieben und die Abgrenzung gegenüber verwandten Arbeiten durchgeführt.

Kapitel 4 beschreibt die Implementierung eines Prototyps, welcher auf Grundlage der entwickelten Konzepte entworfen wurde. Dabei gilt es mithilfe einer technischen Basis verwendete Frameworks, Patterns, Techniken und Bibliotheken zu erfassen. Außerdem werden Designentscheidungen sowohl des entworfenen Editors als auch des Players dargelegt. Abschließend wird das Interaktionssystem anhand eines konkreten Beispiels ausführlich vorgestellt und der Prototyp vom Sollzustand der Konzeption abgegrenzt.

Eine Evaluation des entworfenen Konzeptes findet in Kapitel 5 statt. Hierbei wird auf die Vorbereitung, die Planung, die Durchführung und die abschließende Auswertung des Experimentes eingegangen.

Abschließend beschreibt Kapitel 6 das Fazit und den Ausblick dieser Arbeit. Dabei werden die Ergebnisse dieser Arbeit diskutiert, die zentrale Forschungsfrage beantwortet und mögliche Ideen für zukünftige Arbeiten dargestellt.

2. Grundlagen

Die im Zuge dieser Arbeit zu beantwortende Forschungsfrage ist dem Gebiet des Requirements Engineering zuzuordnen. Daher wird in diesem Kapitel ein Überblick der Grundlagen des RE-Prozesses geschaffen. Hierzu werden die einzelnen Phasen des RE-Prozesses beschrieben und die zugehörigen Tätigkeiten aufgezeigt. Ferner werden grundlegende Themen und Aspekte der Informationsverarbeitung beschrieben. Abschließend wird ein Einblick in interaktive Videos gegeben. Dazu werden bisherige wissenschaftliche Definitionen dargelegt und daraus eine für diese Arbeit gültige Definition formuliert. Des Weiteren gilt es, eine Kategorisierung zur Einordnung von Interaktionselementen einzuführen und insbesondere bestehende Interaktionsoptionen zu beschreiben.

2.1. Requirements Engineering

Laut des *International Requirements Engineering Boards* (IREB)⁴ [1] gilt für das *Requirements Engineering* folgende Definition:

Definition 1: Requirements Engineering

Das Requirements Engineering entspricht einem systematischen und disziplinierten Ansatz zur Spezifikation und zum Management von Anforderungen mit diversen Zielen:

- Alle 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.
- Wünsche und Bedürfnisse der Stakeholder zu verstehen und zu dokumentieren.
- Ein System auszuliefern, welches den Wünschen der Stakeholder entspricht, indem alle Anforderungen spezifiziert und verwaltet werden.

Anhand dieser Definition lassen sich zwei wesentliche Aufgabenbereiche im Requirements Engineering erschließen: Die *Requirements Analysis* und das *Requirements Management*. Ersterer umschließt die Spezifikation und Analyse der Anforderungen, letzterer dagegen die Verwaltung der Anforderungen. Diese Bereiche lassen sich weiter aufteilen in einzelne Phasen, denen jeweils unterschiedliche Tätigkeiten zugeordnet

⁴Internationale Non-Profit-Organisation zur Personenzertifizierung von Fachkräften im Requirements Engineering.

sind. Börger et al. [20] haben diese untergeordneten Phasen im Referenzmodell (siehe Abbildung 3) den beiden Bereichen zugeordnet. Dabei ist zu beachten, dass der Requirements-Engineering Prozess ein inkrementeller und iterativer ist und parallel zu anderen Prozessen in der Projektentwicklung ablaufen kann [21].

Die folgenden Abschnitte betrachten die beiden Bereiche des RE-Prozesses genauer und gehen auf die zugehörigen Aktivitäten ein.

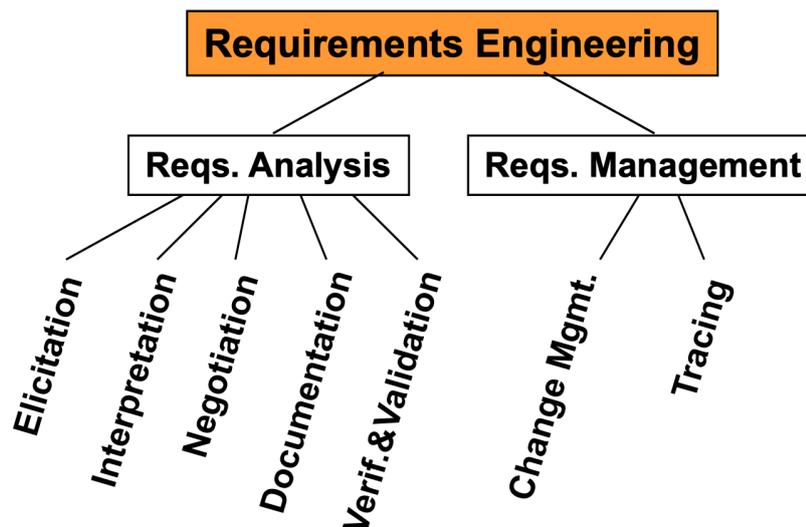


Abbildung 3: Referenzmodell des Requirements Engineerings [22]

2.1.1. Requirements Analysis

Zur erfolgreichen Realisierung eines Projektes beschäftigt sich die Requirements Analysis (dt. Anforderungsanalyse) mit der Ermittlung, Erfassung, Verknüpfung sowie der Dokumentation von Anforderungen. Ausgehend von den Wünschen und Bedürfnissen des Kunden, ist es essentiell notwendig eine gemeinsame Basis für das Verständnis und Wissen über die Anforderungen zwischen allen beteiligten Stakeholdern herzustellen. Im Folgenden werden die einzelnen Phasen und Aktivitäten der Requirements Analysis einzeln beschrieben. In der Regel finden diese Phasen am Anfang des Entwicklungsprozesses statt. Die folgenden Ausführungen basieren größtenteils auf den Erkenntnissen von Schneider [23] und Rupp [24].

Elicitation

Dies ist die erste Phase der Requirements Analysis und ausgehend von den Zielen dieser Arbeit steht die Elicitation im besonderen Fokus der Thesis. Die Elicitation fokussiert sich auf die Untersuchung und Beschaffung von Anforderungen basierend auf den Wünschen der Stakeholder von verschiedenen Standpunkten aus [21][25]. In einem frühen Stadium gilt es die Identifikation von Stakeholdern, die von dem zu entwickelnden System betroffen sind und dadurch direkten oder indirekten Einfluss auf die Anforderungen haben, sicherzustellen [26]. Dazu zählen u.a. Personen wie Auftraggeber, Kunden, Entwickler und Benutzer. Letztere spielen bei interaktiven Systemen eine besonders große Rolle, da die Benutzerfreundlichkeit des Systems nur bei Identifizierung der Zielgruppe gewährleistet werden kann [27]. Neben der Erfassung der Stakeholder können auch Dokumente oder laufende Systeme nützliche Informationen liefern, die zur Beschaffung von Anforderungen beitragen [27][25]. Des Weiteren ist die Erlangung des Verständnisses über die Domain, also der Anwendungsbereich, in dem das System eingesetzt werden soll, ein weiteres Ziel der Elicitation [25]. Ist die Identifikation der Stakeholder und die Aneignung des Domainwissens abgeschlossen, gilt es alle Informationen und deren Quellen zu sammeln und aus diesen, mithilfe von verschiedenen Techniken und Tools, Rohanforderungen zu ermitteln. Rohanforderungen sind eine große Menge an Anforderungen, die weder analysiert, strukturiert oder in einer für Anforderungen geeigneten Notation formuliert wurden [21]. Abhängig von den zur Verfügung stehenden Ressourcen für den Requirements Engineer und den benötigten Informationen, ist die Auswahl der Ermittlungstechniken für jedes Projekt verschieden [27]. Beispiele hierfür sind neben der Befragung von Stakeholdern mittels Interviews und Fragebögen, auch die Durchführung von Workshops, die Analyse von existierenden Dokumentationen [27] und Problembereichten sowie die Beobachtung von Benutzern eines bestehenden Systems [23]. Die aus der Elicitation-Phase gewonnenen Rohanforderungen sind die Grundlage für die weiteren Phasen des RE-Prozesses. Die Dokumentation der Rohanforderungen geschieht meist durch Use-Cases, User-Stories oder Fließtext. Dabei ist zu beachten, dass Rohanforderungen auch im Konflikt zueinander stehen können, weshalb die weiteren Phasen besonders wichtig sind [21].

Interpretation

In der Interpretationsphase werden die in der Elicitation-Phase verfassten Rohanforderungen strukturiert, klassifiziert und in Beziehung zueinander gesetzt. Dadurch wird die Übersichtlichkeit der Anforderungen optimiert. Außerdem ist das Identifizieren von Schnittmengen ähnlicher bzw. doppelter Rohanforderungen möglich und eine Verschmelzung dieser wird erleichtert [1]. Ziel der Interpretationsphase ist es, mittels dieser Vorgehensweisen aus den Rohanforderungen, echte Anforderungen abzuleiten und zu konkretisieren. Wichtig dabei ist, dass die Anforderungen in einem leicht verständlichem Schreibstil verfasst werden und ggf. genauer erläutert werden [23]. Dieser Ablauf ist bedeutsam, da als Folge dessen Unklarheiten erkannt werden können und

durch Rücksprache mit Stakeholdern korrigiert werden müssen. Weiterhin lassen sich Konflikte und Widersprüche zwischen den Anforderungen erkennen, welche anschließend in der Negotiation-Phase gelöst werden.

Negotiation

Während der Negotiation gilt es die identifizierten Konflikte und Widersprüche aus der Interpretationsphase aufzulösen und mit den Stakeholdern abzusprechen [23][20]. Hierbei ist es wichtig, die Auflösung der Konflikte zu realisieren, ohne dabei die Wünsche und Bedürfnisse einzelner Stakeholder zu vernachlässigen [27]. Dafür ist es notwendig, die Quellen der in Konflikt stehenden Rohanforderungen zu lokalisieren, damit mit den entsprechenden Ansprechpartnern eine für beide Seiten zufriedenstellende Lösung ermittelt werden kann. Dabei kann es hilfreich sein, Rohanforderungen und deren Ziele zu priorisieren. Die Negotiation-Phase hilft dabei, eine einheitliche Basis an Anforderungen zu bilden und einen vollständigen Eindruck dieser zu erhalten [28].

Documentation

Aufgrund von neuen Erkenntnissen zu jeder Zeit im RE-Prozess, finden die Aufgaben der Documentation-Phase generell während allen Phasen statt und sind sehr wichtig für den Erfolg des Projektes. Dadurch können Informationen und Ergebnisse einer jeden Phase zurückverfolgt und weiter verwendet werden. Zweck der Documentati-on ist die Erstellung einer Spezifikation, in welcher alle Informationen eines Systems dokumentiert und festgehalten werden. Dabei sollte darauf geachtet werden, dass die Documentation mithilfe von linguistischen Regeln in einer verständlichen und strukturierten Form verfasst wird. Zur Ausformulierung der Anforderungen kann auf verschiedene Techniken (Diagramme, Neuro-Linguistisches Programmieren, Schablonen, etc.) zurückgegriffen werden. Hierdurch soll vor allem die Klarheit der Anforderungen gefördert werden [23][29]. Die Spezifikation dient nicht nur der formalen Beschreibung des Projektes, sondern auch der rechtlichen Verbindlichkeit zwischen Auftraggeber und Requirements Engineer [29].

Verification & Validation

Dies ist die letzte Phase der Anforderungsanalyse und betrachtet die inhaltliche Überprüfung der zuvor erfassten Anforderungen. Die Prüfung der Übereinstimmung der dokumentierten Anforderungen gegenüber den erfassten Rohanforderungen findet in der Verification-Phase statt. Dies soll gewährleisten, dass zwischen den Rohanforderungen und den echten Anforderungen keine Abweichungen entstanden und somit keine Informationen vergessen wurden. Die Validierung dagegen prüft, ob die dokumentierten Anforderungen den Wünschen und Bedürfnissen der Stakeholder entsprechen. Die Durchführung der Validation kann durch direkte Rücksprache mit den Stakeholdern nach der Erfassung der Rohanforderungen oder auch durch Prototyping

geschehen [21]. Eine genauere und zeitintensivere Durchführung der Verification- und Validation-Phase, um inhaltliche Fehler in der Dokumentation zu finden, ist dem zu schnellen Wechsel in die Phase der Entwicklung vorzuziehen [30]. Der Grund hierfür sind die erhöhten Kosten für Änderungen in einem späteren Stadium des Entwicklungsprozesses [31].

2.1.2. Requirements Management

Der zweite Aufgabenbereich des Requirements Engineerings ist das Requirements Management (dt. Anforderungsmanagement). Laut Rupp [24] gelten zwei grundsätzliche Annahmen, auf welchen die Aufgaben und Phasen des Requirements Management basieren. Erstens ist anzunehmen, dass sich die Anforderungen im Laufe eines Projektes ändern, also dass Stakeholder zu jeder Zeit ihre Anforderungen an das Projekt abändern oder revidieren können. Der Beweggrund von Abänderungen scheint das geringe Vorstellungsvermögen der Stakeholder bzgl. des Endproduktes zu Beginn des Projektes und der erst im Laufe der Entwicklung konkretisierteren Vorstellung der Stakeholder zu sein. Zweitens ist annehmbar, dass Anforderungen im Verlauf des Entwicklungsprozesses weiterverwendet werden. Aufgrund der Annahmen ist es essentiell notwendig die Anforderungen zu verwalten und Änderungen an diesen zu dokumentieren, damit zu jedem Zeitpunkt des Entwicklungsprozesses der aktuelle Stand dokumentiert und nachvollziehbar ist. Die Realisierung dessen ermöglichen die beiden Phasen *Change Management* und *Tracing*. Die Konzepte und genauen Aufgaben der beiden Phasen werden nachfolgend genauer beschrieben.

Change Management

Das Change Management hat zum Ziel, Änderungswünsche an Anforderungen während der gesamten Software-Projektlaufzeit effizient zu verwalten und negative Auswirkungen durch die Änderungen zu vermeiden. Dabei beinhaltet sie die Prüfung, Verwaltung, Dokumentation sowie die Autorisierung von Änderungswünschen [24][21]. Eine Änderung wird in Form eines *Change Requests* beschrieben, in dem alle notwendigen Informationen enthalten sind. Für eine erfolgreiche Durchführung des Change Managements und die dadurch verbundene Änderung von Anforderungen ist eine disziplinierte und strukturierte Vorgehensweise entscheidend. Um dies zu realisieren, muss ein Ausschuss, das sogenannte *Change Control Board*, regelmäßig Änderungswünsche analysieren, bewerten und priorisieren [24]. Ebenfalls entscheidet der Ausschuss, ob Änderungswünsche überhaupt akzeptiert und anschließend umgesetzt werden. In allen Fällen werden die Entscheidungen des Change Control Boards dokumentiert und an die jeweiligen Änderungswünsche angeheftet. Diese Aufgaben können allerdings erst angegangen werden, sobald die Anforderungsanalyse abgeschlossen ist und die Anforderungen an das Projekt bereits umgesetzt wurden [23]. Das Änderungsmana-

gement befasst sich demnach nur mit den Änderungen an Anforderungen und nicht an die Erzeugung neuer Anforderungen.

Tracing

Die zweite und letzte Phase des Requirements Managements dient der Verknüpfung von dokumentierten Anforderungen und den dazugehörigen Informationen mittels *Trace Links*. Dabei ist das Ziel, zu jedem Zeitpunkt des Projektverlaufs Verbindungen und Abhängigkeiten zwischen Anforderungen, Annahmen, Entscheidungen und Informationen nachvollziehen zu können [24]. Durch diese Dokumentation und Verknüpfung entsteht ein Graph, sodass es möglich ist, eine Anforderung bis zu ihrer Quelle in der Elicitation zurückzuverfolgen. Dieser Vorgang wird *Pre-Tracing* genannt [23]. Des Weiteren können mithilfe des Graphes die Auswirkungen und der Einfluss einer Anforderung und deren Änderungen auf das entwickelte System analysiert werden. Dies wird wiederum als *Post-Tracing* bezeichnet [23]. Insgesamt lässt sich durch das Tracing die Qualität des Entwicklungsprozesses bewerten und schafft somit die Grundlage für ein effizientes und qualitativ hochwertiges Requirements Management [24]. Um dies zu gewährleisten, ist es allerdings notwendig, bereits von Beginn an alle Zusammenhänge zwischen den Anforderungen und den Informationen zu dokumentieren.

2.1.3. Schaffung eines gemeinsamen Verständnisses

Das Einsatzgebiet des gemeinsamen Verständnisses ist breitflächig und spielt für viele Bereiche eine fundamentale Rolle. Deshalb lässt sich zu diesem Thema Literatur zu den unterschiedlichsten Forschungsgebieten finden. Von der Verwendung von Sprache sowie Kommunikation zwischen Menschen über eine kollaborative Zusammenarbeit bis hin zum Software- und Requirements-Engineering. Eine wichtige Voraussetzung für ein gemeinsames Verständnis bildet dabei jegliche Art der Kommunikation. Gemeinsames Verständnis ist aber auch eine wichtige Determinante für die erfolgreiche Durchführung verschiedener Aktivitäten. So ist beispielsweise der Erfolg eines Projektes in hohem Maße von einem gemeinsamen Verständnis zwischen Stakeholdern abhängig [32][33]. Obwohl Stakeholder keine Experten auf jedem Gebiet sind, an denen der Entwicklungsprozess angrenzt, benötigen sie die Fähigkeit eigenes Wissen angemessen zu integrieren und zu vermitteln [33]. Problematisch ist dabei die unterschiedliche Ausdrucksweise der Stakeholder. So kann es sein, dass für ein Konzept verschiedene Ausdrücke gewählt oder aber für mehrere Konzepte ein Ausdruck verwendet wird [33]. Ein gemeinsames Verständnis zwischen Stakeholdern lässt sich durch den Prozess der Anforderungserhebung und Spezifikationserzeugung erreichen [32]. Schnelles Aufbauen von guten Beziehungen zwischen den Stakeholdern und eine große Auswahl an Interaktionsmöglichkeiten zur Kommunikation optimieren die

Schaffung eines gemeinsamen Verständnisses [34].

Dabei muss zwischen zwei Arten von gemeinsamen Verständnis zwischen den Stakeholdern unterschieden werden:

Explizites gemeinsames Verständnis beschreibt die Interpretation von erfassten Spezifikationen, wie Anforderungen, Anleitungen und Dokumenten [32]. Aufgrund der Notwendigkeit von Spezifikationen in Softwareprojekten ist ein explizites gemeinsames Verständnis äußerst wichtig, wodurch die Erzeugung der Spezifikation und eine klare, verständliche Ausdrucksweise gefordert ist.

Implizites gemeinsames Verständnis hingegen bezieht sich auf das Verständnis von nicht-spezifischem Wissen, wie Annahmen, Meinungen, Eindrücken und Einschätzungen [32].

Weiterhin kann das gemeinsame Verständnis entweder *wahr* oder *falsch* sein [32]. Letzteres ist der Fall, wenn angenommen wird, dass ein gemeinsames Verständnis vorhanden ist, tatsächlich aber Missverständnisse existieren.

2.1.4. Vision Videos

Da der Begriff *Vision Video* in der Literatur unter den verschiedensten Terminologien auftaucht und nicht einheitlich definiert ist, wird in diesem Abschnitt eine für diese Arbeit gültige Definition erarbeitet und aufbauend auf dieser in Abschnitt 3.1 grundlegende Anforderungen an Vision Videos abgeleitet.

Abbildung 4 vergleicht die Reichhaltigkeit einzelner Kommunikationskanäle mit der Effektivität der Kommunikationsmodi. Dabei werden die Kommunikationskanäle in die Kategorien der Dokumentation und Modellierung unterteilt. Anhand dieser Grafik ist zu erkennen, dass Video ein optimales Medium als Dokumentationsoption für Kommunikation darstellt. Ebenso dient die Videokonversation als ein reichhaltiges und effektives Medium für die Modellierung. Durch die grüne Markierung innerhalb der Abbildung sind diese zwei Optionen besonders hervorgehoben. Gemeinsam stellen diese Optionen den Mehrwert von Vision Videos im Bezug auf die Reichhaltigkeit und die Effektivität dar. Dennoch ist zu bedenken, dass die Verwaltung und Erstellung von Videos deutlich komplexer im Gegensatz zur korrespondierenden textuellen Darstellung ist.

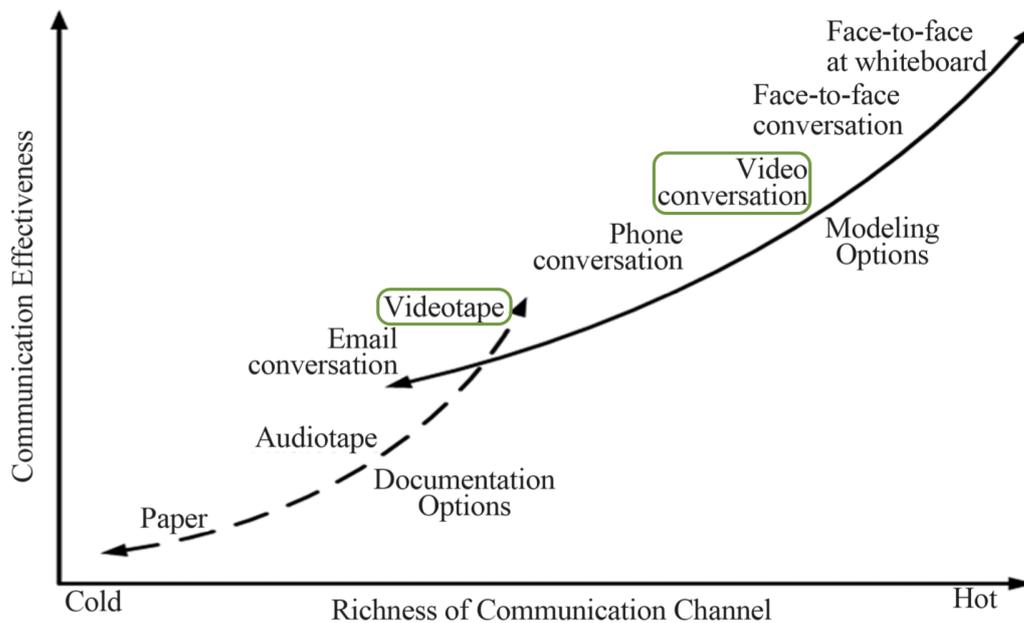


Abbildung 4: Modes of Communication (Eigene Darstellung nach [3])

Trotz der hohen Reichhaltigkeit und Effektivität des Mediums gibt es auch hier einige Nachteile, die eine Verwendung von Vision Videos in der Praxis erschweren. Insbesondere der hohe zeitliche Aufwand bei der Produktion von Vision Videos sowie die ständige Veränderung der Anforderungen sind Gründe hierfür. Ebenso erschweren fehlende Prinzipien und Richtlinien zur Darstellung einer Produktvision in Vision Videos die Erstellung von sinnvollen Videos. Häufig besteht deshalb die Gefahr, irrelevante Videoszenen zu erzeugen [15].

Broll et al. [7] konnten dennoch, anhand des Feedbacks bei beispielhafter Verwendung von Video Clips in ausgewählten Fokusgruppen, eine hohe Effektivität bzgl. der Vermittlung einer Produktidee bei Verwendung von Video Clips erkennen. Die Videos Clips wurden in einer frühen Phase des Projektes als Medium verwendet, um Anforderungen in Fokusgruppen auszuarbeiten. Ein Video Clip zeigte dabei das allgemeine Projektziel, konkrete Nutzungsszenarien sowie eine grobe Übersicht der technischen Lösungsidee.

Auch Creighton et al. [35] stellen visionäre Szenarien mittels Video dar. Durch die Verwendung dieses konkreten Mediums lassen sich klare Erwartungen an das System definieren sowie vorgestellte Aktionen effizienter wahrnehmen. Ziel ist es ein Realitäts-Modell, welches verständlich für jeden Stakeholder ist, sowie eine komplette Systembeschreibung für involvierende Entwickler bereitzustellen. Ein Video soll demnach Szenarien beinhalten, welche bekannte Situationen aus dem realen Leben

beschreiben, um diese als Grundlage für die spätere Umsetzung des Systems zu verwenden.

Nach dem Verständnis von Schneider et al. [19] beschreibt die Vision eine Phantasie der Zukunft - in einer positiven Art und Weise. Sie bezieht sich demnach auf die Features, Fähigkeiten und Qualitätsaspekte einer Realität, die noch nicht existiert aber vorstellbar ist. Folgernd stellt ein Vision Video typischerweise ein existierendes Problem, eine visionäre Lösung und den Mehrwert oder Einfluss der Lösung dar. Diese Definition entspricht den Erwartungen von Vision Videos unter Berücksichtigung einer zukünftigen Unterstützung durch Interaktivität im Kontext dieser Arbeit. Vision Videos stellen demnach ein Szenario aus der realen Welt dar, welches die Nutzung des zukünftigen Systems aufzeigt. Anhand dessen ist durch die Betrachtung das Problem, die Lösung sowie der Mehrwert der Lösung zu erkennen.

Definition 2: Vision Video

Vision Video ist ein Video, das ein Szenario in der realen Welt darstellt, welches das existierende Problem, eine visionäre Lösung sowie den Mehrwert bzw. Einfluss der Lösung adressiert.

2.2. Informationsverarbeitung

In dieser Arbeit gilt es ein Konzept zu entwickeln, wodurch u.a. Informationen effizienter verstanden werden sollen. Um das Verstehen von Informationen im späteren Verlauf der Arbeit bewerten zu können, wird an dieser Stelle ein kurzer Einblick in die Grundlagen der Informationsverarbeitung gegeben.

Grundsätzlich lässt sich zwischen drei Speichern unterscheiden, in denen Informationen abgelegt werden können, die von Atkinson und Shiffrin [36] beschrieben wurden. Demnach gelangen Informationen zuerst durch visuelle oder akustische Reize in den *sensorischen Speicher*, wo sie weder kategorisiert noch priorisiert werden. Von dort aus gelangen die Informationen, sofern die Aufmerksamkeit auf diese gerichtet ist, weiter in den *Kurzspeicher*, in welchem nur begrenzte Kapazität und Speicherdauer möglich ist. Zuletzt gelangen die Informationen in den *Langzeitspeicher*, wo sie durch mehrfache Wiederholung kodiert abgelegt werden können.

Die *Cognitive Information Processing Theory* (CIP) beruht auf diesem Ansatz und fokussiert kognitive Prozesse beim Erlernen von Wissen [37]. Gemäß dieser Theorie werden Informationen erst empfangen, dann organisiert und anschließend mit Vorkenntnissen verknüpft. Zuletzt werden die Informationen verschlüsselt und in den Langzeitspeicher transferiert [11]. Voraussetzung für diese Theorie ist die Annahme, dass die Aufmerksamkeit eines jeden limitiert und somit selektiv ist [38]. Mit einer flexibleren und selbstgesteuerten Lernmethode ist das Erlangen von Wissen laut CIP

am effektivsten [11][37][38]. Interaktivität fördert dabei den kognitiven Lernprozess [11][10].

CIP erweitert die *Constructivism Theory*, welche die Erlangung von Wissen durch Aufbauen von eigenem Verständnis über den Inhalt beschreibt [39][40]. Die Bildung des Verständnisses wird durch aktive Beteiligung an Aktivitäten [11] und der Zuordnung des erlangten Verständnisses zu bisherigem Wissen über ein Thema [39] gefördert. Nach Verständnis des Konstruktivismus werden neue Informationen mit vorhandenem Verständnis und Erfahrungen abgeglichen und dann entschieden, ob das Verständnis verändert oder die neuen Informationen verworfen werden sollen [40].

Die kognitive Belastung bei Lernprozessen wird durch die *Cognitive Load Theory* (CLT) von Sweller [41] beschrieben. Dabei wird angenommen, dass die Aufnahme von Informationen effizienter ist, wenn die kognitive Belastung so niedrig wie möglich gehalten wird. Dies wird mit dem Hintergrund begründet, dass das menschliche Kurzzeitgedächtnis nur über begrenzte Kapazitäten verfügt. Sweller empfiehlt in seiner Theorie außerdem, wie das verwendete Material zu gestalten ist, um eine optimale Nutzung der verfügbaren kognitiven Ressourcen sicherzustellen.

Ein weiterer Ansatz zur Informationsverarbeitung von Baddeley [42] teilt das Arbeitsgedächtnis in vier Module (Abbildung 5): Die *Phonologische Schleife* (Phonological loop) dient zur Verarbeitung von auditiven Informationen, der *Räumlich visuelle Notizblock* (Visuo-spatial sketch-pad) dagegen dient der Verarbeitung von visuellen Informationen. Die *Exekutive* (Central Executive) übernimmt die Koordination zwischen diesen beiden Modulen. Besteht ein Zusammenhang zwischen auditiven und visuellen Informationen können diese besser vom Arbeitsgedächtnis verstanden werden und werden zuletzt vom *Episodischen Speicher* (Episodic Buffer) zu komplexen Episoden verknüpft, die besser memoriert werden können [24].

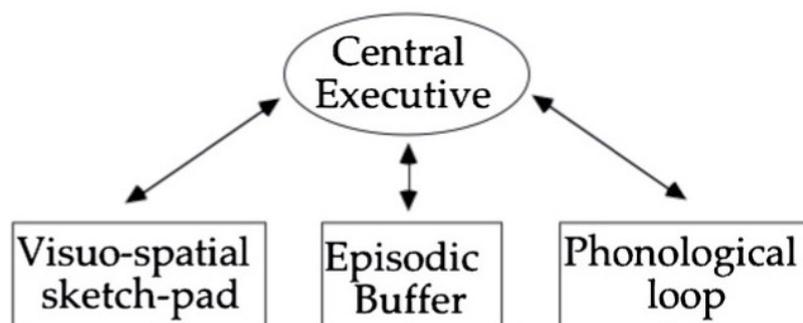


Abbildung 5: Vier Module des Arbeitsgedächtnisses [42]

2.3. Interaktive Videos

Der Begriff Interaktive Videos wurde bereits Anfang der 80er Jahre von Eric Parsloe ausführlich untersucht [43][44][45]. Dabei bezogen sich die damaligen Videos auf Lern- und Trainingsmaterial. Parsloe definiert den Begriff *Interaktive Videos* als die Vermischung von jeder Form von Video und Computertechnologie [44]. Dabei spielt es erstmal keine Rolle wie genau der Betrachter mit dem Video interagiert, sondern dass der Betrachter das Video kontrollieren kann [43]. Dies kann u.a. durch Pausieren oder Wiederholen von Abschnitten geschehen. Die Interaktivität von Videos ermöglicht aber auch neue Einsatzmöglichkeiten, wie z.B. die Beeinflussung von Abspielsequenzen durch das Treffen von Entscheidungen durch den Betrachter [44]. Interaktive Videos müssen laut Parsloe auch für jeden ohne Computerwissen und ohne spezielle Einführung nutzbar sein [43]. Obwohl viele Konzepte zu interaktiven Videos bereits seit Jahrzehnten existieren, sind einige erst seit der Einführung von digitalen Videos umsetzbar. Mussten VHS-Videos damals noch mühsam manuell geschnitten und zusammengefügt werden, ist das Produzieren heutzutage vereinfacht. Deshalb wurden in den letzten Jahren immer mehr Forscher aus den Bereichen Mensch-Maschine-Kommunikation und Multimedia auf interaktive Videos aufmerksam [46].

Durch das große Spektrum an Anwendungsbereichen existieren in der Literatur bereits unterschiedliche Definitionen, was das allgemeine Definieren des Begriffs *Interaktive Videos* erschwert. Für Stenzler und Eckert [47] sind Videos interaktiv, falls der Betrachter die Abspielsequenz beeinflussen kann und sich das wiederum auf die möglichen Auswahlmöglichkeiten im weiteren Verlauf auswirkt. Für Hammoud [48] hingegen lassen sich interaktive Videos als digitalisierte Form von Videosequenzen, die interaktive Elemente und Navigationsmöglichkeiten besitzen, definieren. Wie bereits erwähnt definiert Parsloe [44] den Begriff als die Vermischung von Video und Computertechnologie. Kearney und Treagust [49] bezeichnen alle Videos als interaktiv, die dem Betrachter mehr Kontrolle als das einfache Kontrollieren von An-Aus bieten. In einer Studie von Kolås [12] wurden Experten, die sich mit der Erzeugung und Betrachtung von interaktiven Videos beschäftigen, dazu aufgefordert, eine Definition zu formulieren. Dabei zeigte sich, dass sogar Experten den Begriff nicht eindeutig definieren konnten. Formulierungen wie ‘Ein Video, bei dem während dem Betrachten etwas getan werden muss’, ‘Ein Video, bei dem der Benutzer teilhaben muss’ oder ‘Ein Video, bei dem der Betrachter aktiv sein muss, wenn es darum geht was als nächstes passiert’ waren das Ergebnis. Für diese Arbeit wird folgende Definition verwendet:

Definition 3: Interaktive Videos

Interaktive Videos sind Videos, die durch aktives Interagieren des Betrachters mithilfe von interaktiven Elementen beeinflusst oder kontrolliert werden können.

2.3.1. Kategorisierung

Interaktivität in Videos kann durch unterschiedlichste Arten erzielt werden. In der Literatur sind bereits unzählige Veröffentlichungen zu sehen, die die Vorteile von interaktiven Elementen nutzen. Um einen Überblick der Video-Interaktionen zu erhalten, führten Schoeffmann et al. [46] eine ausführliche Literaturstudie durch und konnten dabei mehr als 70 Publikationen zusammentragen. Dadurch konnten sie bereits 2015 einen ausführlichen und breitflächigen Forschungsstand beschreiben. Den Nutzen der Interaktivität der einzelnen Veröffentlichungen versuchten sie hierbei zu kategorisieren und mittels zwei Metriken zu differenzieren. Zum einen wurde nach der Eingabemethode, die der Betrachter zum Interagieren verwendet, unterschieden, zum anderen wurde der Typ der Interaktionen innerhalb eines Videos kategorisiert. Durch die gebildeten Metriken ist zu erkennen, dass das Gebiet um Interaktive Videos sehr großflächig ist und Interaktionen des Betrachters in unterschiedlichste Richtungen führen können. Im Laufe der Arbeit sollen die nachfolgenden Metriken adaptiert, für die Verwendung von interaktiven Vision Videos geprüft und ggf. erweitert werden.

Folgende Unterscheidungen der Eingabemethode ergeben sich nach Schoeffmann et al. [46] bei der Verwendung von interaktiven Elementen in Videos:

<i>Eingabemethode</i>	<i>Beschreibung</i>
Tastatur und Maus	Die Interaktion mit dem Video geschieht mittels Tastatur oder Maus für PCs oder Laptops.
Touchscreen	Diese Eingabemöglichkeit dient für Smartphones bzw. Tablets, um das Interagieren mit dem Video zu ermöglichen.
Umgebungsobjekte	Damit sind alle anderen Techniken, wie die Bewegung von Objekten auf einem Tisch, Fernsteuerung oder die Verwendung von Handgesten (z.B. Kinect), als Eingabemethode zu verstehen.

Tabelle 1: Unterschiedliche Eingabemethoden für Interaktionen in Videos

Die Interaktionstypen wurden hingegen in folgende Kategorien eingeordnet:

<i>Kategorie</i>	<i>Beschreibung</i>
Annotation	Inhaltliche Anmerkungen (z.B. Annotationen, Markierungen, Beschriftungen) können vom Betrachter erzeugt und an freie Video-Ausschnitte angeheftet werden.
Durchsuchung	Die indirekte Suche nach Inhalten ist möglich. Dabei ist das Inspizieren des Inhaltes zur Inspiration ohne konkret benötigter Information durch den Betrachter das Ziel der Interaktion.
Gemeinsame Benutzung	Die Interaktion mit dem Material ist in synchronisierter Zusammenarbeit mit anderen Betrachtern möglich. Vorwiegend geschieht dieser Austausch über das Internet. In der Literatur ist zu sehen, dass diese Kategorie vorzugsweise von mobilen Anwendungen genutzt wird.
Direkte Manipulation	Dieser Kategorie können alle Interaktionstypen zugeordnet werden, die es ermöglichen bestimmte Objekte im Video durch Interaktion zu beeinflussen bzw. zu verändern.
Navigation	Navigation fokussiert vor allem den direkten bzw. wahlfreien Zugriff auf Sequenzen eines Videos. Dies geschieht hauptsächlich durch die Positionierung des Balkens der Zeitachse.
Filterung	Inhalte können nach verschiedenen Kriterien durch den Betrachter gefiltert werden. Dies dient meist der direkten Suche von Keyframes durch Eingabe von Suchbegriffen. In der Literatur wird die Filterung meist durch Systeme umgesetzt, die Interaktivität außerhalb von Videos fordern und somit weniger die Definition von Interaktiven Videos für diese Arbeit erfüllen.
Zusammenfassung	Durch das Treffen von Entscheidungen durch den Betrachter und eine somit interaktive Konfiguration der Zusammenfassung wird diese zum Ende des Videos dargestellt.

Tabelle 2: Kategorien der Interaktionstypen mit Beschreibung

2.3.2. Interaktionsoptionen

Dieser Abschnitt greift bestehende Interaktionsoptionen aus der Literatur auf und ordnet diese anschließend den aus Kapitel 2.3.1 definierten Kategorien zu. Da es in der Literatur häufig ähnliche Interaktionselemente mit kleinen Abweichungen gibt, werden in diesem Abschnitt keine detaillierten Beschreibungen der Elemente gegeben.

Nicht-Linearität: Dabei bekommt der Betrachter eine Auswahl an Möglichkeiten zur Verfügung gestellt, die das Video unterschiedlich beeinflussen. Dieser Ansatz wird meist beim Storytelling verwendet und findet Anwendung in den Bereichen E-Learning, E-Commerce, Tourismus und Wissensmanagement [50]. Mittlerweile findet Nicht-Lineares Storytelling auch bei der Betrachtung von Unterhaltungsfilmen Anwendung. So gibt es beispielsweise bereits auf Netflix eine Auswahl an interaktiven Filmen und Serien, bei denen der Betrachter den Verlauf selbst beeinflussen kann [51]. Im E-Learning Bereich ist zu sehen, dass interaktives Storytelling deutlich den Lernerfolg steigert und die Aufmerksamkeit des Studenten erhöht [52]. In Abbildung 6 sind beispielhafte Darstellungen der Auswahloptionen aus verschiedenen Video Playern zu sehen. Je nach Auswahl der Option durch den Betrachter wird eine andere Sequenz abgespielt. Da bei dieser Interaktion die Abspielreihenfolge verändert wird, kann sie den Kategorien *Durchsuchung* und *Navigation* zugeordnet werden. Eine Zuordnung der Kategorie *Direkte Manipulation* ist ebenfalls möglich, da einzelne Objekte im Video sich, je nach Sequenzpfad, unterschiedlich verhalten.

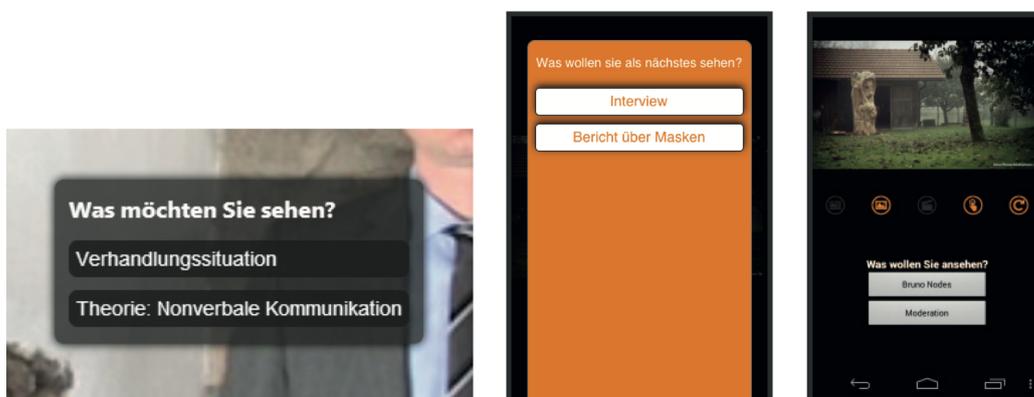


Abbildung 6: Auswahloption von unterschiedlichen Video Playern [53]

Inhaltstabelle: Eine Inhaltstabelle bietet dem Betrachter eine effiziente und einfache Möglichkeit zwischen einzelnen Szenen im Video zu springen. Dabei ist jedem Eintrag in der Tabelle eine Szene im Video zugeordnet [53]. Dies hilft vor allem zur Orientierung und Wahrnehmung des Inhaltes [54]. Beispielhafte Darstellungen von unterschiedlichen Inhaltstabellen sind in Abbildung 7 zu sehen. Durch Auswahl eines

Eintrages springt das Video an eine zu diesem Eintrag festgelegte Szene im jeweiligen Video. Die Interaktion mithilfe einer Inhaltstabelle lässt sich den Kategorien *Naviga-tion* und *Durchsuchung* zuordnen.

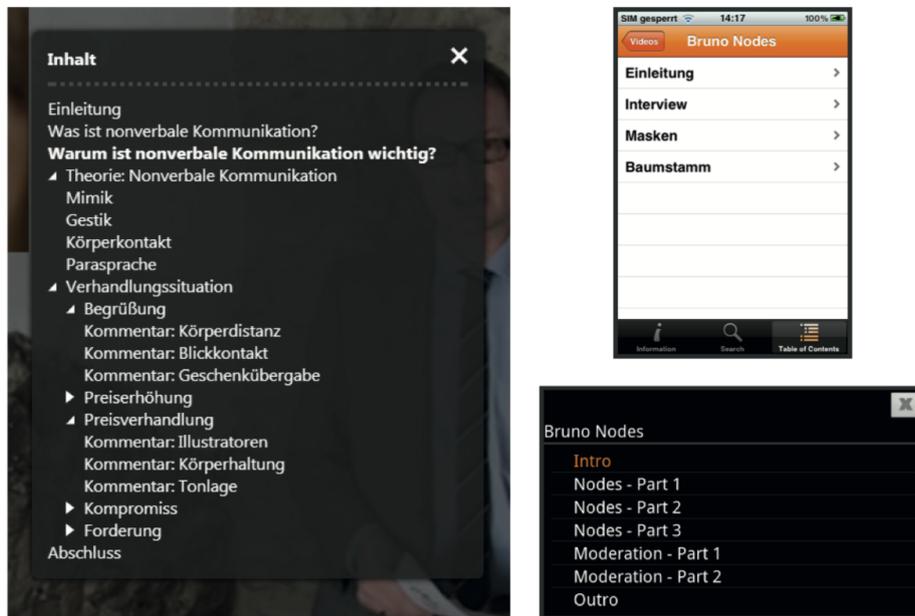


Abbildung 7: Inhaltstabelle von unterschiedlichen Video Playern [53]

Quiz: Genaue Frage-Antwort-Szenarien für das Lernen mit interaktiven Videos wurden von Parsloe bereits 1983 definiert [44]. Abbildung 8 zeigt das einfachste Szenario zur interaktiven Wissensabfrage des Lernenden. Der Betrachter kann erst mit dem Video fortfahren, wenn die Frage über das gesehene Lernmaterial richtig beantwortet wird, ansonsten wird das Video erneut abgespielt. Eingebaute Fragen haben den Vorteil, dass der Betrachter sein Verständnis direkt überprüfen kann und ggf. Feedback vom System erhält [55]. Mithilfe von eingebauten Fragen konnte gezeigt werden, dass Betrachter sich längere Zeit mit dem Video beschäftigen [11]. Diese Interaktionsoption findet vor allem im E-Learning Bereich große Anwendung zur Prüfung des Verständnisses. Die Interaktion kann am ehesten der Kategorie *Durchsuchung* zugeordnet werden, ist aber weniger eindeutig als bei den anderen Interaktionsoptionen.

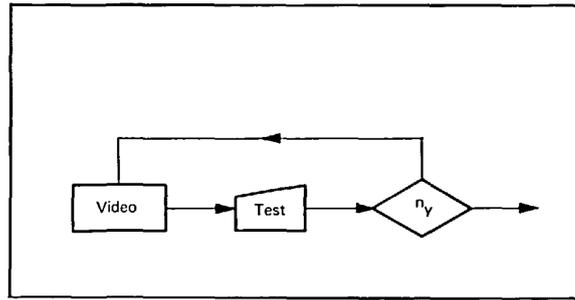
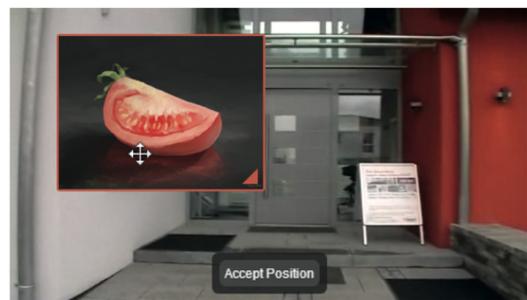


Abbildung 8: Überprüfung des Verständnisses über das Video [44]

Annotation: Annotationen bieten dem Betrachter eine effiziente Möglichkeit, um dem Video persönliche Kommentare anzufügen [56]. Sie sind auch hilfreich für das Kommunizieren mit anderen Betrachtern, die sich das Video von einem entfernten Standort aus ansehen [53]. Dadurch können Kommentare bzw. Annotationen leicht für einen späteren Prozess verwendet werden und intuitiv zusätzliche Informationen empfangen und gesendet werden [56]. Annotationen können aus Text, Bildern, Hyperlinks, Audio- oder Video-Dateien bestehen [53]. Durch neue Technologien ist auch die Eingabe von Annotationen mittels Touchscreen in Form von Zeichnungen möglich (wie in Abbildung 9(a)) [56]. Es gibt auch die Möglichkeit, bereits vorgegebene Annotationen im Video einzubauen, die dann dem Betrachter zu bestimmten Zeitpunkten im Video angezeigt werden. Dadurch können beispielsweise zusätzliche Informationen, Hyperlinks zu einem Produkt oder hilfreiche Dateien angehängt werden. In Abbildung 9(a) ist das Hinzufügen von Annotationen durch zwei Betrachter mittels Touchscreen zu sehen, die jeweils synchronisiert werden. Die in Abbildung 9(b) dargestellte Annotation ist ein Bild, welches vom Betrachter frei platziert werden kann. Annotationen können den Kategorien *Annotation*, *Gemeinsame Benutzung* sowie *Direkte Manipulation* zugeordnet werden.



(a) Geteiltes Hinzufügen von Annotationen [56]



(b) Hinzufügen einer Bild-Annotation [53]

Abbildung 9: Beispiele von Video-Annotationen

Suche: Die Suche ermöglicht es dem Betrachter, sich Szenen im Video anzuzeigen, die nur dem eingegebenen Suchbegriff entsprechen. Dadurch kann gezielt nach Informationen gefiltert werden und, ähnlich wie bei Texten, persönliches Interesse priorisiert werden. Damit das möglich ist, müssen beim Produzieren des Videos einzelnen Szenen Stichwörter zugeordnet werden. Einzelne Screenshots des SIVA Players mit Suchfunktion sind in Abbildung 10 zu sehen. Das interaktive Suchen innerhalb eines Videos lässt sich in die Kategorie *Filterung* einordnen.

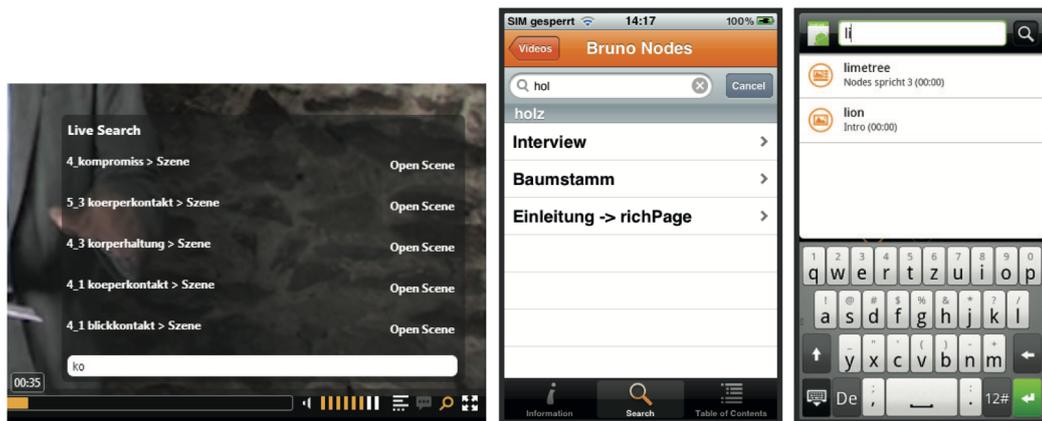


Abbildung 10: Interaktive Suchfunktion innerhalb des Videos [53]

3. Konzeption

Dieses Kapitel beschäftigt sich mit den Konzepten von interaktiven Vision Videos im Requirements Engineering. Dabei werden an erster Stelle sowohl die Anforderungen an Vision Videos als auch allgemeine Anforderungen an interaktive Videos ausgearbeitet. Anschließend wird ein Überblick der Einsatzmöglichkeiten von interaktiven Vision Videos über den RE-Prozess hinweg geschaffen und aufbauend davon detaillierter auf die Unterstützung von Vision Videos durch Interaktivität in der Elicitation-Phase eingegangen. Damit ein konkretes Konzept für interaktive Vision Videos innerhalb einer Technik der Elicitation ausgearbeitet werden kann, werden zuerst wichtige Methoden zur Schaffung eines gemeinsamen Verständnisses abgebildet und mit ausgewählten Elicitation-Techniken abgeglichen. Anschließend wird die Verwendung von interaktiven Vision Videos im Detail für die Szenarien-Technik konzipiert und dabei wichtige Anforderungen ausgearbeitet. Zuletzt werden noch verwandte Arbeiten beschrieben und Gemeinsamkeiten bzw. Abgrenzungen dargelegt.

3.1. Anforderungen an Vision Videos

Die Verwendung von Vision Videos zur Klärung und Vermittlung einer Produktvision hält besonders bei deren Produktion einige Herausforderungen bereit. Da der Einsatz dieser Videos in einer frühen Phase des Projektes stattfindet und es zu diesem Zeitpunkt schwer ist, eine gemeinsame Basis des Verständnisses über das zu entwickelnde System bei allen Stakeholder zu schaffen, gilt es bei der Erstellung von Vision Videos einige Richtlinien einzuhalten. Im Folgenden werden generelle Anforderungen an Vision Videos aufgezeigt, die für den weiteren Verlauf dieser Arbeit gelten und für die Unterstützung durch Interaktivität fundamentale Anforderungen darstellen. Wie in Abschnitt 2.1.4 beschrieben sollen Vision Videos grundlegend visionäre Szenarien des zukünftigen Systems darstellen, die das existierende Problem, eine Lösung zu diesem Problem sowie den Mehrwert dieser Lösung abbilden.

Da der Betrachter von Videos generell eine inaktive Rolle einnimmt und somit Informationen nur passiv verarbeitet, gilt es die Länge der Videos auf wenige Minuten zu beschränken [7]. Längere Videos gilt es in mehrere sinnvoll gegliederte Teilvideos aufzuspalten, damit Betrachter in einem aktiven Modus bleiben. Guo et al. [57] konnten zeigen, dass die Informationsaufnahme bis zu einer Videolänge von maximal sechs Minuten möglich ist, bevor sie ab diesem Zeitpunkt nachlässt. Lackner et al. [58] begrenzen die maximale Videolänge zur effektiven Informationsaufnahme auf 5 bis 10 Minuten.

Neben der Länge des Videos ist auch die Menge an Informationen innerhalb eines Videos eine wichtige Stellschraube [59]. Durch das Einfügen von vielen zusätzlichen Informationen liegt die Verantwortung der Identifizierung der für das Szenario not-

wendigen Informationen beim Betrachter. Für ihn entsteht hierdurch ein deutlicher Mehraufwand, was die Motivation reduziert [59]. Aus diesem Grund ist es wichtig, nur notwendige Informationen in ein Vision Video einzubinden und bei zusätzlichen Informationen mit Zusatzvideos zu arbeiten.

Zur Vereinfachung des Produktionsprozesses sowie zur Vermittlung einer schlüssigen Geschichte über alle Vision Videos hinweg, bietet es sich an, alle fiktiven Elemente der Videos (z.B. Objekte und Personen) konsistent zu gestalten [7]. Dadurch kann die Entstehung von Unklarheiten durch unterschiedliche Darstellungen verhindert werden.

Weiterhin ist die Adressierung von realen Situation von großem Vorteil bei der Vermittlung der Vision mittels Video. Dadurch lässt sich die Idee des Projektes von dem Betrachter leichter vorstellen und begreifen [7]. Auch wenn dadurch der Produktionsaufwand steigt, ist der entstehende Mehrwert für das Vermitteln der Ideen hoch. Dennoch ist darauf zu achten, die Produktionskosten niedrig zu halten, damit die Kosten für irrelevante Videoszenen keinen allzu großen negativen Einfluss auf den Projekterfolg haben [15].

Zusammenfassend lassen sich folgende Anforderungen extrahieren:

- Ein Vision Video sollte ein existierendes Problem, eine Lösung für dieses Problem sowie den Mehrwert dieser Lösung umfassen.
- Die Länge eines Vision Videos sollte auf wenige Minuten beschränkt sein.
- Ein Vision Video muss nur die für das Szenario notwendigen Informationen beinhalten.
- Der Inhalt eines Vision Videos sollte konkrete Anwendungsszenarien in realen Situation adressieren.
- Objekte und Personen sollten über alle Videos eines Projektes hinweg konsistent sein.

3.2. Allgemeine Anforderungen an interaktive Videos

Die Anforderungen an interaktive Videos hängen stark von den einzelnen Interaktionen ab. Dennoch bietet dieser Abschnitt einen kurzen Überblick der allgemeinen Anforderungen für interaktive Videos. Dabei werden die Anforderungen an einzelne Interaktionen vorerst vernachlässigt und eine abstraktere Sichtweise der Anforderungen gewählt. Es gilt demnach allgemeine Anforderungen an interaktive Videos auszuarbeiten und nicht Anforderungen an einzelne Interaktionen. Diese werden im Verlauf der Arbeit an konkreten Beispielen ausgearbeitet. Trotzdem ist zu erwähnen, dass die Anforderungen für die Verwendung von Interaktivität in Videos für diese Arbeit speziell gelten und nicht verallgemeinert werden können.

Da der Einsatz von Interaktivität in Videos relativ variabel ist, gibt es im Vergleich

zu Vision Videos nur wenig allgemeine Anforderungen. Grundsätzlich soll aber durch Interaktivität der Vorteil genutzt werden, dass der Betrachter eine aktive Rolle einnimmt und motiviert wird, aktiv am Geschehen teilzunehmen. Demnach ist es wichtig, interaktive Videos so zu gestalten, dass der Betrachter diesen Vorteil auch wahrnimmt und das Video nicht durch interaktive Elemente negativ gestört wird.

In der Mensch-Maschine-Kommunikation ist eine Grundvoraussetzung die natürliche und intuitive Interaktion zwischen Benutzer und dem System [60]. Genauso ist es für Videos wichtig, eine natürliche und Menschen-ähnliche Interaktion sicherzustellen. Zwar würde dies mit der heutigen Technik eine Interaktion durch sprachliche Konversation voraussetzen, allerdings beschränkt sich diese Arbeit auf die Eingabe mit Tastatur und Maus. Dies bedeutet dann zwangsläufig, dass die Interaktion mithilfe der zur Verfügung stehenden Eingabemethode so menschlich wie möglich abgebildet werden muss. Natürliche Interaktion bedeutet aber auch, dass die Benutzer mit Objekten des Systems interagieren können, wie sie es auch mit Objekten im realen Leben machen würden. Für die Interaktivität von Videos bedeutet dies, dass Objekte beeinflusst werden können oder zusätzliche Informationen abrufbar sind.

Aus diesen Gründen sind folgende Anforderungen zu betrachten:

- Interaktive Elemente sollten den Betrachter des Videos nicht stören.
- Betrachter sollten in einer natürlichen und intuitiven Art und Weise mit dem Video interagieren.

3.3. Einsatzmöglichkeiten im Requirements Engineering

Wie bereits in Abschnitt 1.2 beschrieben, ist der Einsatz von Videos im Requirements Engineering zu mehreren Zeitpunkten möglich und empfehlenswert. Im Folgenden werden mögliche Einsatzszenarien von interaktiven Videos für die drei Gelegenheiten zur Verwendung von Videos im RE-Prozess aus Abbildung 1 beschrieben. Dabei gilt es zuerst eine weniger detaillierte Beschreibung der Einsatzszenarien darzustellen und anschließend in Abschnitt 3.4 die Verwendung von interaktiven Videos auf die Elicitation-Phase einzugrenzen und an dieser Stelle detailliert zu beschreiben.

Elicitation Meeting. Die erste Möglichkeit, um Videos im RE-Prozess zu verwenden ist während der Elicitation-Phase. Da zu diesem Zeitpunkt noch sehr wenig Details über das zu entwickelnde Produkt bekannt sind, ist es entscheidend relevante Informationen von Stakeholdern zu erhalten. Zu den relevanten Informationen können erstmal alle möglichen Beiträge von Stakeholdern, wie Feedback, Ideen, Fragen, Anforderungen und Rationale, zählen. Die Videos für diese Phase basieren auf einer abstrakten Vorstellung des Produktes und lassen die Vision und Idee des Produktes effizienter vermitteln. Aufgrund der hohen Vielfalt an unterschiedlichen Techniken zur erfolgreichen Durchführung der Elicitation-Phase und zur Schaffung eines gemeinsa-

men Verständnisses ist die Verwendung von interaktiven Videos hierbei universal und in mehreren Varianten denkbar. Aus diesem Grund und aufgrund der Tatsache, dass das Vermitteln und das Klären der Vision die Basis eines erfolgreichen Requirements Engineerings sind, wird in Abschnitt 3.4 diese Phase gesondert betrachtet und die Unterstützung durch Interaktivität ausführlich untersucht. Grundsätzlich lässt sich aber sagen, dass interaktive Videos in dieser Phase vor allem dabei helfen sollen, den Stakeholdern eine effizientere Möglichkeit zu bieten, ein verbessertes Verständnis der Vision zu erhalten sowie die Einhaltung einer passiven Rolle zu verhindern. Mithilfe der interaktiven Verwendung von variablen Ablaufsequenzen, Annotationen, Quiz-Fragen, etc. sollen diese Optimierungen erreicht werden.

Validation & Negotiation. Videos in dieser Phase basieren auf den erhobenen Rohanforderungen der Elicitation-Phase und dienen der Identifizierung von fehlenden Details und Missverständnissen sowie der Erkennung von Anforderungen. Dabei ist es wichtig für Stakeholder gesehene Anforderungen zu bestätigen und fehlende zu ergänzen. Zu diesem Zeitpunkt müssen bereits detailliertere Informationen zu dem Produkt vorhanden sein. Der Einsatz von interaktiven Videos könnte in dieser Phase ebenso einen Mehrwert für das Requirements Engineering bieten, wie die Nutzung in der Elicitation-Phase. Während der Fokus der interaktiven Videos in der Elicitation-Phase beim Vermitteln und Klären des Verständnisses liegt, so befindet sich dieser während der Negotiation und Validation bei der semantischen Überprüfung der erhobenen Anforderungen und notierten Informationen. Rupp et al. [24] beschreiben mehrere Techniken zur Prüfung der erhobenen Anforderungen, bei denen vor allem bei sogenannten Reviews die Unterstützung durch interaktive Videos denkbar ist. Das Ziel von Reviews ist die Erkennung von Auffälligkeiten in Anforderungen. Interaktive Videos müssten in dieser Phase demnach so konzipiert werden, dass der Requirements Engineer Rückmeldungen von Stakeholdern erhält, um daraufhin Anpassungen an den erhobenen Anforderungen durchzuführen. Anwendbar wären dafür Annotationen oder Feedback durch eingebaute Fragen. Im Gegensatz zu interaktiven Videos in der Elicitation-Phase bestehen interaktive Videos in der Negotiation- bzw. Validation-Phase aus detaillierten Informationen über das Produkt in Form von Rohanforderungen. Da sich Anforderungen rasch verändern und im kontinuierlichen Prozess stehen, kann es von Vorteil sein, die Interaktivität der Videos so zu gestalten, dass die Inhalte des Videos aktiv manipuliert werden. Dadurch könnten fälschlich erhobene Anforderungen bereits während der Betrachtung des Videos aktiv angepasst und verändert werden. Bereits an diesen Beispielen ist zu erkennen, wie vielschichtig der Einsatz von interaktiven Videos in dieser Phase ist und stellt daher für zukünftige Arbeiten im Gebiet der interaktiven Videos im Requirements Engineering ein potentielles Forschungsfeld dar. Aus diesem Grund wird diese Phase in dieser Thesis nicht weiter betrachtet.

Design & Create. In dieser Phase stehen die ausgearbeiteten Anforderungen kurz vor der Umsetzung durch Systementwickler. Videos zu diesem Zeitpunkt beinhalten konkrete Umgebungskonditionen, involvierte Endnutzer sowie deren Interaktionen mit dem System [15]. Diese Informationen können für Systementwickler von großem Vorteil sein, weshalb die Nutzung von interaktiven Videos für Systementwickler durch den Einsatz von freier Verfügbarkeit einzelner Sequenzen sinnvoll wäre. Dies kann beispielsweise durch eine interaktive Inhaltstabelle, in der konkrete Use-Cases abgebildet werden oder durch die Verwendung von nicht linearer Abspielreihenfolge von Szenarien umgesetzt werden. Des Weiteren ist eine exportierte Version der bereits von Stakeholdern durchgeführten interaktiven Betrachtung der Videos mit allen ausgeführten Interaktionen für Systementwickler von Vorteil. Dadurch können Details und Gedankengänge besser verstanden werden und eine genauere Vorstellung davon erhalten werden. Da der Fokus dieser Arbeit auf der Vermittlung und Klärung der Vision liegt und der Einsatz von Videos in der Design- und Create-Phase die konkrete Anforderungsumsetzung adressiert, wird die Unterstützung dieser Videos durch Interaktivität nicht weiter betrachtet.

Die Nützlichkeit der Unterstützung von Videos zu den Gelegenheiten im RE-Prozess mit Interaktivität lässt sich folgendermaßen (wie in Tabelle 3 dargestellt) zusammenfassen.

<i>Gelegenheit</i>	<i>Nutzen</i>
<i>Elicitation Meeting</i>	Schaffung eines gemeinsamen Verständnisses zwischen Stakeholdern. Betrachter des Videos (Stakeholder) sollen einen Mehrwert durch die Interaktivität von Videos erhalten.
<i>Validation & Negotiation</i>	Rückmeldungen der Stakeholder zu den semantischen Inhalten der Videos sollen generiert werden. Die Verbesserung der erfassten Anforderungen sowie die Beseitigung von inhaltlichen Fehlern ist das Ziel der Unterstützung von Videos durch Interaktivität.
<i>Design & Create</i>	Systementwickler erhalten gezielte Use-Cases und Benutzerinteraktionen mit dem System. Dadurch ist eine effizientere Implementierung des Produktes möglich. Ebenso können Interaktionen mit Videos aus vorherigen Phasen betrachtet werden, wodurch Gedankengänge nachvollziehbarer sind.

Tabelle 3: Nutzen von interaktiven Videos in den drei Gelegenheiten

3.4. Interaktive Vision Videos in der Elicitation

Wie bereits oben beschrieben, kann der Einsatz von interaktiven Vision Videos in der Elicitation-Phase durch die Verhinderung der Einnahme einer passiven Rolle des Betrachters einen potentiellen Mehrwert für das Requirements Engineering darstellen. Um eine detailreiche Ausarbeitung eines Konzeptes für interaktive Vision Videos in der Elicitation-Phase durchzuführen, werden an erster Stelle die einzelnen Technik-kategorien der Elicitation-Phase nach IREB-Standard [61] auf Unterstützung durch interaktive Vision Videos geprüft und anhand dessen relevante Techniken für die weitere Konzeption ausgewählt. Des Weiteren gilt es, eine Auswahl an Methoden zur Schaffung eines gemeinsamen Verständnisses nach Glinz und Fricker [32] zu erläutern und mögliche Kombinationen dieser mit einzelnen Elicitation-Techniken zu finden. Genau diese Kombinationen entsprechen dem Nutzen von interaktiven Vision Videos während der Elicitation-Phase und helfen somit bei der endgültigen Auswahl einer Technik.

Grundsätzlich lassen sich laut IREB [61] die Techniken der Elicitation, wie in Abbildung 11 dargestellt, in drei Kategorien unterteilen: Das Sammeln von Informationen durch Befragungs-, Artefaktbasierte- & Beobachtungstechniken (*Gathering*), die Generierung von Ideen mithilfe von Kreativitätstechniken (*Design and Idea-generating*) und schlussendlich die Unterstützung der vorherigen Techniken durch unterstützende Techniken (*Thinking Tools*). Das Sammeln von Informationen ist dabei nochmals in Unterkategorien eingeteilt, den Befragungstechniken (*Questioning*), den Beobachtungstechniken (*Observation*), sowie den artefaktbasierten Techniken (*Artifact-based*).

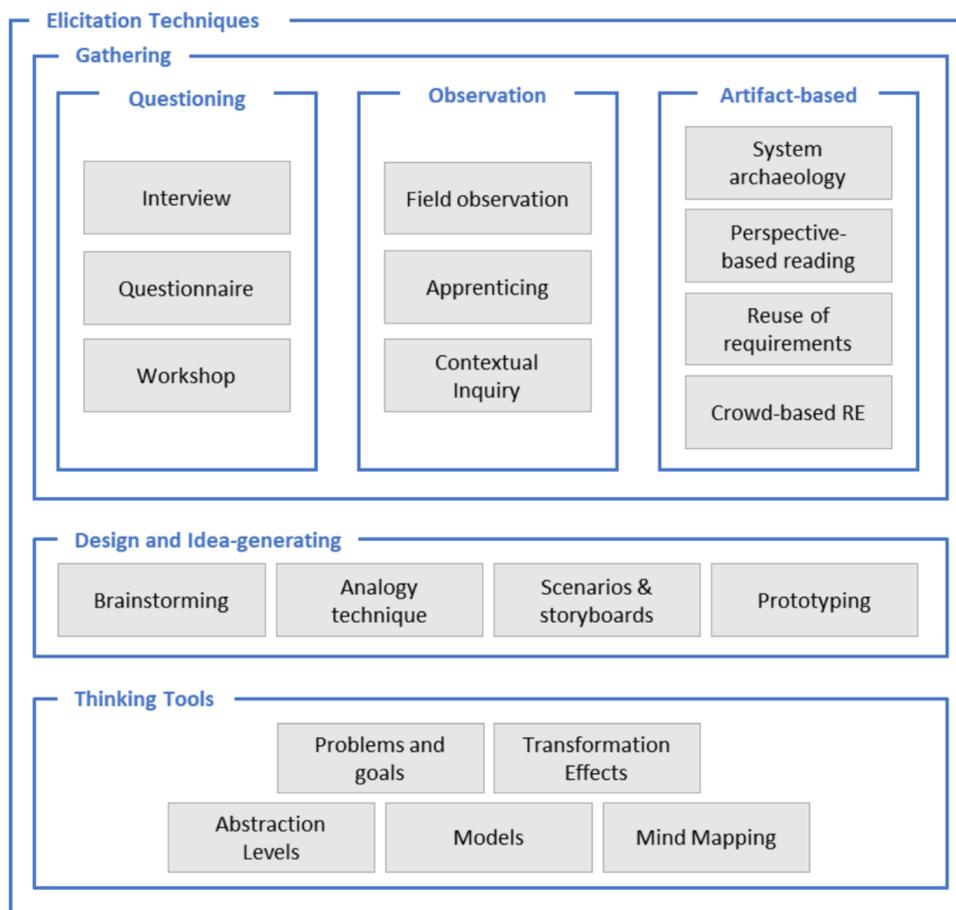


Abbildung 11: Techniken der Elicitation-Phase [61]

3.4.1. Prüfung von interaktiven Vision Videos in einzelnen Techniken

Da die Menge an verfügbaren Techniken in der Elicitation-Phase sehr breitflächig ist und grundsätzlich nicht alle für eine Unterstützung durch interaktive Vision Videos geeignet sind, gilt es in diesem Abschnitt die generelle Eignung von interaktiven Vision Videos in diesen Kategorien zu prüfen. Im nächsten Abschnitt werden dann die Techniken mit potentieller Eignung für die Unterstützung durch interaktive Vision Videos mit den Methoden zur Schaffung eines gemeinsamen Verständnisses verglichen und Kombinationen zwischen diesen genauer betrachtet.

Befragungstechniken:

Befragungstechniken sind die wohl am meisten verwendeten Techniken in der Elicitation-Phase. Dabei werden Stakeholdern gezielte Fragen gestellt, um aus den Antworten heraus Anforderungen zu generieren [61]. Dabei wird grundsätzlich zwischen offenen und geschlossenen Fragen unterschieden. Erstere lassen freie Antworten zu, letztere dagegen nur fest vorgegebene Antwortmöglichkeiten (typischerweise Ja-Nein Fragen). Durch die Verwendung von offenen Fragen können qualitative Daten erhoben werden, mittels geschlossenen Fragen quantitative Daten. In der Elicitation-Phase sind qualitative Daten von größerem Wert als quantitative [61]. Der Einsatz von interaktiven Vision Videos zur Klärung der Vision mit anschließender Erfassung von quantitativen und qualitativen Daten durch interaktive Befragung innerhalb des Videos ist ein grundsätzlicher Ansatz zur Unterstützung von Befragungstechniken durch interaktive Vision Videos. Demzufolge ist eine Unterstützung der Techniken mit interaktiven Vision Videos denkbar und die genauere Betrachtung einzelner Befragungstechniken kann im nächsten Abschnitt geprüft werden.

Beobachtungstechniken:

Die Zielsetzung von diesen Techniken ist das Extrahieren von Anforderungen durch Beobachtung. Diese sind vor allem dann nützlich, wenn nicht jeder Stakeholder das erlangte Wissen über eine Domain sprachlich ausdrücken und wiedergeben kann. Die zeitliche Einschränkung vieler Stakeholder bei der Anforderungsermittlung kann ebenso ein Grund sein, warum sich Beobachtungstechniken lohnen. Da die Techniken zur Beobachtung die aktive Beteiligung des Requirements Engineers in die Arbeitsabläufe von Stakeholdern vor Ort fordert (durch bloßes Beobachten oder durch eigene Teilnahme), bieten sich interaktive Vision Videos in diesem Kontext weniger an. Im Zuge dieser Arbeit wird deshalb die Unterstützung von Beobachtungstechniken durch interaktive Vision Videos nicht detaillierter untersucht.

Artefaktbasierte Techniken:

Artefakte sind alle möglichen Dokumentationen, Altsysteme, Bilder, Videos sowie Audio-Dateien, die in irgendeiner Form in Verbindung mit dem zu entwickelnden System stehen [61]. Artefaktbasierte Techniken verwenden diese Artefakte wieder und stellen somit sicher, dass alle Leistungen von Altsystemen bekannt sind, um auf Basis dessen zu entscheiden, welche Funktionalitäten im zu entwickelnden System zur Verfügung stehen sollen [24]. Insbesondere Basisfaktoren⁵ des Altsystems lassen sich somit ermitteln, aber auch bereits umgesetzte Leistungsfaktoren⁶. Da Artefaktbasierte Techniken generell die Filterung von bestehenden Anforderungen aus Artefakten durch aufwendiges Durchforsten von Altsystemen, Dokumenten, usw. adressieren und

⁵Funktionalitäten, die für Stakeholder als selbstverständlich gelten und deshalb nicht explizit genannt werden.

⁶Funktionalitäten, die explizit zur Umsetzung genannt werden.

somit nur eine schwere Umsetzung von Vision Videos in diesen Techniken möglich ist, fokussiert die Unterstützung der Techniken durch interaktive Vision Videos in dieser Arbeit nicht diese Kategorie. Das bedeutet nicht, dass der Einsatz von interaktiven Videos in diesen Techniken nicht möglich ist. Bei der *Crowd-based RE-Technik* könnte diese Unterstützung durchaus sinnvoll sein, da gerade hierbei Feedback, Bewertungen oder Beurteilungen durch eine große Anzahl an Personen zielführend sind.

Kreativitätstechniken:

Diese Techniken sollen eine Hilfe sein, um ungewöhnliche Ideen im Rahmen des Projektes zu generieren und das Denken in herkömmlichen Bahnen aufzubrechen [24]. Dabei sind diese Techniken besonders qualifiziert für die Entwicklung einer ersten Vision des Systems sowie der Gewinnung eines Überblicks des zu entwickelnden Systems. Die Vorgehensweisen der einzelnen Techniken unterscheiden sich dabei besonders in ihrer Durchführung und Zielsetzung. Von bloßem Aufschreiben der Ideen, über die Erzeugung von typischen Szenarien in einem iterativen Prozess des Systems bis hin zur Erstellung von Prototypen mithilfe von Ideen ist alles denkbar. Besonders die sprachlichen Barrieren (unzufriedene Artikulation, unterschiedliche Sprachen, etc.) können ein großes Hindernis der Kreativitätstechniken darstellen. Um dies zu verhindern und um eine aktive Beteiligung und Einbringung von Ideen von möglichst vielen Stakeholdern zu forcieren, kann die Unterstützung durch interaktive Vision Videos eine große Hilfe darstellen. Demzufolge ist der Einsatz von interaktiven Vision Videos bei diesen Techniken grundlegend denkbar.

Unterstützende Techniken:

Zur Steigerung der Effizienz der oben genannten Techniken, ist die Kombination dieser Techniken mit unterstützenden Techniken von Vorteil [24]. IREB bezeichnet diese als *Thinking Tools*, weil sie dabei helfen sollen, unterschiedliche Arten des Denkens einzusetzen. Sei es durch verschiedene Abstraktionsebenen, Modellierungsebenen oder auch durch Problemstellung und Lösungswege. In Hinsicht auf die Verwendung von interaktiven Vision Videos ist besonders letztere Technik von Interesse, da sie zum einen den Zweck von Vision Videos adressiert und zum anderen Stakeholder meistens nur Teile einer Geschichte erzählen, was für andere Stakeholder das Nachvollziehen derer Vorstellungen und Gründe erschweren kann.

<i>Kategorie</i>	<i>Geeignet</i>
Befragungstechniken	Ja
Beobachtungstechniken	Nein
Artefaktbasierte Techniken	Nein
Kreativitätstechniken	Ja
Unterstützende Techniken	Ja

Tabelle 4: Eignung der Technikkategorien für interaktive Vision Videos

3.4.2. Methoden des gemeinsamen Verständnisses während Elicitation-Techniken

Die hohe Anzahl an verschiedenen Techniken in der Elicitation-Phase und die zeitliche Einschränkung dieser Arbeit verhindern eine detailreiche Untersuchung von interaktiven Vision Videos in jeder einzelnen Technik. Deshalb gilt es in diesem Abschnitt mögliche Kombinationen zwischen den Techniken und den Methoden zur Schaffung eines gemeinsamen Verständnisses zu finden. Aufgrund der Tatsache, dass die unterstützenden Techniken eher die Art und Weise des Denkens in unterschiedliche Richtungen lenken, anstatt konkret ein gemeinsames Verständnis zu schaffen, werden diese auch als solche bei der Auswahl berücksichtigt. Demnach soll die Verwendung von interaktiven Vision Videos nicht für eine unterstützende Technik untersucht werden, sondern die unterstützende Technik den Einsatz von interaktiven Vision Videos während einer Elicitation-Technik fördern.

Glinz und Fricker [32] listen in ihrer Veröffentlichung unterschiedliche Methoden zur Schaffung eines gemeinsamen Verständnis während des gesamten Software Entwicklungsprozesses auf. Um eine übersichtliche Menge an Methoden zur Schaffung eines gemeinsamen Verständnisses zu erhalten, werden für diese Arbeit nur relevante Methoden betrachtet und ähnliche Methoden zusammengefasst. Dies betrifft insbesondere Methoden, die das implizite Verständnis adressieren.

Abbildung 12 zeigt die bereits in Abschnitt 2.1.3 beschriebenen Kategorien und Arten von gemeinsamen Verständnis. Außerdem wurde eine zusätzliche pinke Umrandung eingefügt, die zeigen soll, welcher Bereich für diese Arbeit entscheidend ist. Besonders das implizite gemeinsame Verständnis steht im Fokus dieser Arbeit, da dies der Bereich ist, in welchem das nicht spezifizierte Wissen versucht wird zu klären. Dabei sollen mittels interaktiven Vision Videos sowohl wahres als auch falsches gemeinsames implizites Verständnis aufgezeigt und geklärt werden. Ebenso gilt es mittels Video den Bereich der nicht erkannten Informationen (Bereich 1) abzudecken bzw. dessen Größe einzuschränken und somit das Wahrnehmen von Informationen zu optimieren. Den unteren Bereich (Bereich 3) des impliziten gemeinsamen Verständnisses von relevanten Informationen, welcher die Existenz von Missverständnissen bei Stakeholdern

folgt, gilt es ebenso zu verringern. Demnach ist es für das wahrhafte gemeinsame Verständnis aller Stakeholder notwendig, den mittleren Bereich (Bereich 2) innerhalb der Markierung zu maximieren und die beiden angrenzenden Bereiche zu minimieren.

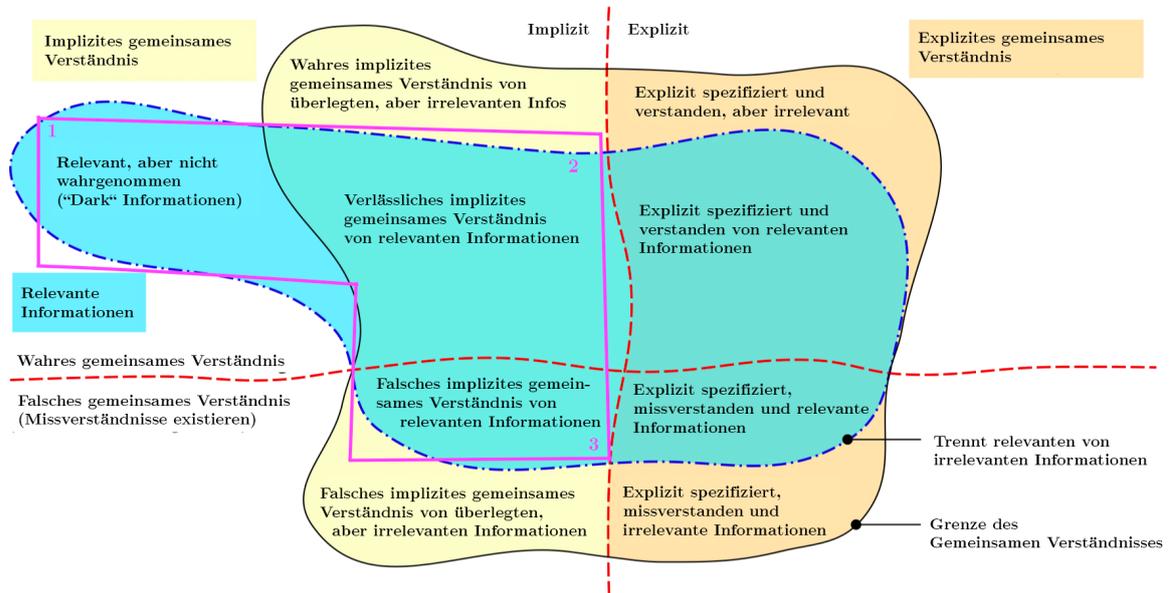


Abbildung 12: Arten und Kategorien von gemeinsamen Verständnis [32] mit zusätzlicher pinker Umrandung, Nummerierung und deutscher Übersetzung

Ausgehend von den wesentlichen Bereichen des gemeinsamen Verständnisses für diese Arbeit kann die Auswahl an Methoden eingeschränkt werden auf diejenigen, die den Fokus auf das relevante, implizite gemeinsame Verständnis legen. Dadurch verringert sich die Menge an Methoden für die weitere Kombination dieser mit den ausgewählten Elicitation-Techniken. In Tabelle 5 werden die ausgewählten Methoden zur Schaffung eines gemeinsamen Verständnisses zwischen Stakeholdern beschrieben. Dies ist nur eine für diese Arbeit relevante Auswahl an existierenden Methoden von Glinz und Fricker [32].

<i>Methode</i>	<i>Beschreibung</i>
Gemeinsames Lernen	Hilft dabei, eine gemeinsame Grundlage an Wissen aufzubauen. Insbesondere wenn Stakeholder das erste mal zusammen arbeiten.
Feedback	Grundlegend für die Sicherstellung des gemeinsamen Verständnisses zwischen zwei Stakeholdern.
Ontologien	Ontologien legen Begriffe für geteiltes Wissen fest und verhindern somit unterschiedliche Definitionen von Begriffen und Konzepten. Dadurch wird ein generelles Verständnis zu Themen und Konzepten sichergestellt.
Prototyping	Die beispielhafte Implementierung von Teilen eines Systems wird als Prototyp bezeichnet. Durch die Erfahrung, wie sich das System verhält, lässt sich ein gemeinsames Verständnis aufbauen.
Referenzsystem	Sind Stakeholder mit Referenzsystemen vertraut, ist die Schaffung eines gemeinsamen Verständnisses vergleichbarer Konzepte des Referenzsystems erleichtert.
Workshops halten	Workshops sind eine gute Hilfe zur Vermeidung von Missverständnissen und zur Schaffung eines gemeinsamen Verständnisses. Durch Diskussionen und andere Interaktionen lässt sich ein Konsens über wichtige Konzepte und Artefakte zwischen Stakeholdern erreichen.
Szenarien verwenden	Durch die Verwendung von konkreten Einsatzszenarien werden die Überlegungen von Stakeholdern greifbar und handfest, was Missverständnisse beseitigt und gemeinsames Verständnis fördert.
Testfälle verwenden	Testfälle beschreiben, wie sich ein System in konkreten Situation verhalten sollte. Genauso wie bei Szenarien werden durch die Beschreibung von Soll-Zuständen Missverständnisse vermieden und gemeinsames Verständnis gefördert.
Fragender Nichtswisser	Eine Person, die wenig Hintergrundwissen über das System besitzt, kann durch ständiges Nachfragen und das Stellen von Fragen mit offensichtlichen Antworten einen großen Effekt auf die Schaffung eines gemeinsamen Verständnisses haben.

Tabelle 5: Beschreibung ausgewählter Methoden zur Schaffung eines gemeinsamen Verständnisses

Aus den geeigneten Kategorien von Elicitation-Techniken für interaktive Vision Videos und der Auswahl an Methoden zur Schaffung eines gemeinsamen Verständnisses lassen sich nun Kombinationen zwischen den Techniken und den Methoden bilden. Um eine übersichtliche Darstellung der Kombinationen zu garantieren, werden die Elicitation-Techniken abgekürzt angezeigt (**I**nterview, **Q**uestionnaire, **W**orkshop, **B**rainstorming, **A**nalogy **T**echnique, **S**cenarios & Storyboards, **P**rototyping). Zur Erfüllung einer Kombination wurde geprüft, ob einzelne Methoden zur Schaffung eines gemeinsamen Verständnisses während der jeweiligen Elicitation-Technik möglich sind. Ist dies der Fall wird die Kombination mit einem X signalisiert. Dabei wurde bei der Einbringung der jeweiligen Methode in die Technik bereits eine etwaige Verwendung von interaktiven Videos beachtet und anhand dessen die Entscheidung beeinflusst. Beispielsweise ist die Schaffung eines gemeinsamen Verständnisses durch gemeinsames Lernen während der Szenarien-Technik möglich, da insbesondere hinsichtlich der Verwendung von interaktiven Videos ein Austausch der Informationen zwischen mehreren Personen stattfindet und teilweise gemeinsames Betrachten hilfreich ist.

	I	Q	W	B	AT	S	P
Gemeinsames Lernen			X	X		X	X
Feedback	X	X	X		X	X	
Ontologien					X	X	X
Prototyping			X			X	X
Referenzsystem							X
Workshops halten			X				
Szenarien verwenden			X			X	X
Testfälle verwenden						X	X
Fragender Nichtswisser	X	X	X				

Tabelle 6: Kombinationen von Methoden zur Schaffung eines gemeinsamen Verständnisses und Elicitation-Techniken

3.4.3. Auswahl einer geeigneten Techniken

Auf Basis der vorherigen Kombinationen können nun die drei relevantesten Techniken (Workshop, Szenarios & Storyboards, Prototyping) auf konkrete Eignung für interaktive Vision Videos geprüft werden und eine Technik für die detailreiche Konzeption im weiteren Verlauf der Arbeit ausgewählt werden. Um im Rahmen dieser Arbeit eine detailreiche Ausarbeitung zu gewährleisten wird die Eingabemethode der Interaktionen mit Vision Videos auf Tastatur und Maus beschränkt. Der Verständlichkeit halber werden die drei Techniken kurz beschrieben und die Verwendung von interak-

tiven Vision Videos in diesen auf einem abstrakten Level skizziert.

Workshops. Diese stellen eine weit verbreitete Technik während der Elicitation-Phase dar und dienen auch der Schaffung des gemeinsamen Verständnisses. Dabei handelt es sich um ein strukturiert geführtes Zusammentreffen von mehreren Stakeholdern mit dem Ziel der kollaborativen Zusammenarbeit [62]. Workshops werden typischerweise von einem neutralen Moderator mit einer festen Agenda und klaren Regeln geführt. Obwohl Workshops hauptsächlich die Schaffung von expliziten gemeinsamen Verständnis fördern, wird auch implizites gemeinsames Verständnis durch das Reduzieren von Missverständnissen adressiert [32]. Heutzutage werden bereits Vision Videos in Workshops verwendet, die die Mensch-Maschine-Interaktion und Vision des zu entwickelnden Systems veranschaulichen. Aufgrund der Tatsache, dass Workshops kein standardmäßiges Vorgehen besitzen, sondern ein bloßes Rahmenwerk für individuelle Abläufe, Pläne und Techniken darstellen [62], lassen sich andere Techniken in Workshops integrieren, wodurch eine strukturiertere Zusammenarbeit mit diesen Techniken möglich ist. Demzufolge ist es schwer zu sagen, welchen konkreten Nutzen interaktive Vision Videos für Workshops darstellen, da die Interaktion in viele unterschiedliche Richtungen gehen kann. Zum Beispiel sind mehrere Ablaufsequenzen denkbar, welche die Linearität von Vision Videos aufheben würden, dies würde der Szenarien-Technik entsprechen. Außerdem könnte die Interaktion durch das Stellen von Fragen innerhalb von Vision Videos abgebildet werden oder Anmerken von Missverständnissen bzw. inhaltlichen Fehlern. Generell würde aber eine Unterstützung der Vision Videos durch Interaktivität in Workshops das Einnehmen einer passiven Rolle der Stakeholder während Workshops verhindern und zu aktiver Informationsverarbeitung beitragen.

Scenarios & Storyboards. Zur Erreichung von Überschaubarkeit und Klarheit der Intentionen von Stakeholdern eignen sich konkrete Beispiele mithilfe von Szenarien besonders gut [32]. Dadurch lassen sich Missverständnisse beseitigen sowie fälschliches implizites gemeinsames Verständnis verringern. Dabei sind Szenarien meist idealisiert und episodenhaft [24]. Der Große Vorteil von Szenarien ist die leichte Verständlichkeit sowie die frühzeitige Überprüfung und Ergänzung von Anforderungen [24]. Dabei ist es wichtig, alternative Ablaufsequenzen zu entwickeln, um ein optimales Endresultat zu erhalten [61]. Da Storyboards die textuelle Dokumentation von Szenarien darstellen und das Ziel eine Video-gestützte Darstellung ist, werden Storyboards nicht weiter in der Arbeit betrachtet, sondern das generelle Konzept von Szenarien. Die Unterstützung von Szenarien durch interaktive Vision Videos gegenüber Szenarien in textueller Form ist besonders bei komplexeren Szenarien oder bei Forderung eines großen Domainwissens vorteilhaft. Dabei kann das Entstehen von unnötigen Missverständnissen vermieden werden, die bei textueller Szenarienbeschreibung unvermeidbar sind [4]. Generell lässt sich die Vision eines Systems mittels Szenarien effizient übermitteln, sowohl in visueller Form als auch in textueller Form, was sich daran zeigt dass dieser

Ansatz mittlerweile weit verbreitet ist [33]. Zwar ist die Verwendung von Szenarien durch Vision Videos bereits vorteilhaft, dennoch könnte Interaktivität in diesem Zusammenhang das Verständnis des Betrachters steigern und somit die Schaffung des gemeinsamen Verständnisses erleichtern. Konkret ist die Einsetzung von Multi-Pfad Videos eine interessante Option. Dabei ist der Betrachter in der Lage, den Verlauf des Videos durch das eigenständige Festlegen der Ablaufreihenfolge einzelner Szenarien selbst zu steuern. Diese Interaktion hat zum einen den Vorteil, dass das Einnehmen einer passiven Rolle des Stakeholders verhindert wird und zum anderen ein besseres Verständnis über das Gesehene sichergestellt werden kann, da eine aktive Informationsverarbeitung gewährleistet wird. Andere Interaktionen im Zusammenhang mit den gesehenen und selbst gewählten Ablaufsequenzen können z.B. durch eingebaute Fragen zur Verständnisüberprüfung oder durch Annotationen von eigenen Anmerkungen abgebildet werden.

Prototyping. Eine Abstraktion zur Verdeutlichung von Charakteristika und alternativen Lösungsansätzen für ein System durch greifbare Erfahrung stellt das Prototyping dar. Prototypen können einfache Papierskizzen, klickbare Oberflächensimulationen oder auch vereinfachte Implementierungen einer Software sein [61]. Das Ziel ist dabei das Erleben eines Teilsystems in einem frühen Stadium des Entwicklungsprozesses, ohne dabei zu viel Aufwand in die prototypische Implementierung gesteckt zu haben. Dadurch ist es nicht schwerwiegend, falls ein entwickelter Prototyp den Wünschen und Ansprüchen der Stakeholder nicht entspricht. Da eine Verwendung von Videos in diesem Fall dem Scenarios-Konzept entsprechen würde, ist es nicht notwendig die Unterstützung des Prototyping-Konzepts durch interaktive Vision Videos näher zu betrachten.

Aufgrund der konkreteren Verwendungsmöglichkeiten von interaktiven Vision Videos für Scenarios und der gleichen Zielvorstellung - die Vermittlung einer Geschichte bzw. die Klärung der Vision - wird im weiteren Verlauf der Arbeit eine detaillierte Konzeption der Verwendung von interaktiven Vision Videos in der Scenario-Technik untersucht. Auch aufgrund der Tatsache, dass Szenarien eine weit verbreitete Technik darstellen und diese Technik vorwiegend mit dem Projekterfolg zusammenhängt [63], fällt die Auswahl der Technik auf Szenarien.

3.5. Interaktive Vision Videos für Szenarien-Technik

Wie im vorherigen Abschnitt beschrieben, sind Szenarien ein gutes Medium um Lösungsansätze für Stakeholder verständlich zu machen und helfen dabei Hintergrundwissen über ein Thema bzw. Problem aufzubauen [61]. Dennoch ist zu beachten, dass Szenarien klar von Use-Cases abzugrenzen sind. Use-Case ist eine Technik zur Doku-

mentation von allgemeinen Interaktionen zwischen dem Benutzer und dem System. Szenarien sind dagegen konkrete Abbildungen von Einsatzszenarien, wie z.B. Testfälle, und lassen sich demnach wie konkrete Instanzen von Use-Cases beschreiben [61].

Derzeit werden Szenarien normalerweise in rein textueller Form dargestellt, z.B. durch Fließtext oder Stichpunkte. Zur Verdeutlichung von Szenarien soll ein Beispiel von Häußer et al. [61, S. 90] beschrieben werden:

John wartet an der Bushaltestation "Market Street". Es ist ein kalter und regnerischer Tag und John möchte einfach so schnell wie möglich nach Hause, unglücklicherweise hat der Bus aber Verspätung. John möchte die Ankunftszeit des Busses überprüfen und nimmt sein Smartphone in die Hand, öffnet die App für öffentliche Verkehrsmittel und wählt die Funktion "Abfahrten von meinem Standort" aus. Die App verwendet nun zur Identifizierung der "Market Street"-Station als John's derzeitigen Standort die Funktionen des Smartphones (z.B. GPS) und präsentiert die derzeitigen Fahrtzeiten inklusive der 11 minütigen Verspätung.

Dies wäre ein typisches Beispiel für ein, als Fließtext definiertes, Szenario. Eine andere Möglichkeit wäre eine strukturierte Darstellung des Szenarios mit Unterpunkten. Dadurch kann pro Unterpunkt schnell eine Interaktion zwischen dem Benutzer und dem System identifiziert werden. Das obige Beispiel als solche Darstellung würde folgendermaßen aussehen:

- 1. John wartet an der Bushaltestation "Market Street". Es ist ein kalter und regnerischer Tag und John möchte einfach so schnell wie möglich nach Hause, unglücklicherweise hat der Bus aber Verspätung. John möchte die Ankunftszeit des Busses überprüfen.*
- 2. John nimmt sein Smartphone in die Hand und öffnet die App für öffentliche Verkehrsmittel.*
- 3. Die App zeigt John das Menü an und er wählt die Funktion "Abfahrten von meinem Standort" aus.*
- 4. Die App verwendet nun zur Identifizierung der "Market Street"-Station als John's derzeitigen Standort die Funktionen des Smartphones (z.B. GPS).*
- 5. Die app präsentiert die derzeitigen Fahrtzeiten inklusive der 11 minütigen Verspätung.*

Zu Beachten ist dabei, dass Szenarien immer spezifisch in Hinsicht auf die beteiligten Personen (John), den Ort (Market Street), die Menge (11 Minuten) sowie den relevanten Umgebungseinflüssen (kalt und regnerisch) sind. Dadurch wird ein Szenario echt und erlebbar [61]. Zwar besitzen für dieses Beispiel die meisten Personen genügend Hintergrundwissen, um die Situation zu verstehen und den Lösungsansatz nachvollziehen zu können, allerdings ist bei komplexeren Szenarien die Nachvollziehbarkeit

stark abhängig vom Hintergrundwissen jedes Einzelnen. Deshalb benötigt es eine Visualisierungsform zum Erzählen einer Geschichte und zur erfolgreichen Vermittlung des großen Ganzen [35]. Die Verwendung von Videos zur Darstellung von Szenarien konnte bereits von Creighton und Bruegge [35] als bessere Visualisierungsform im Vergleich zur textueller Darstellung aufgezeigt werden.

Am obigen Beispiel ist bereits zu erkennen, dass Szenarien typischerweise auf Basis von Problemen und zugehörigen Zielen beschrieben werden. Demnach ist die Verwendung der unterstützenden Technik des Problem- und Zieldenkens sinnvoll. Diese beschreibt, wie Probleme und Ziele zusammenhängen und dass diese erstmal nur mentale Konzepte von Stakeholdern sind. Dabei erzählen Stakeholder oftmals nur Teile der Geschichte wenn sie über Probleme und Ziele diskutieren [61]. Dennoch ist es wichtig, die Hintergründe zu erfahren und zu analysieren. Dafür gilt es nicht nur den Zusammenhang eines Problems und einer Zielvorstellung zu beachten, sondern auch weitere Verbindungen aufzudecken. Zu diesen zählen unter anderem die Ursachen des Problems, weitere mögliche Lösungsansätze und die Auswirkungen einer Lösung auf weitere Stakeholder. Das Denken in Problemen und Zielen ist demnach eine Vorgehensweise zur genaueren Betrachtung des Kontext von Stakeholdern. Genau diese Vorgehensweise ist auch für die Erstellung von Szenarien sinnvoll. Durch das Analysieren der Hintergründe kann eine Lösung gefunden werden, die den größten Wert für eine Problem- und Zielvorstellung hat.

Um ein verständliches und aussagekräftiges Szenario abzubilden, soll vor allem auf die Verwendung von Storytelling zurückgegriffen werden. Storytelling ist ein kraftvolles Werkzeug zur Vermittlung und Erlangung von Wissen, da es eine natürliche Art und Weise ist, um Wissen zu transferieren [64]. Ein großer Vorteil von Szenarien ist, dass sie konkret sind. Mittels Storytelling kann sich auf einfache Art und Weise an diese Szenarien erinnert werden. Um eine optimale Verwendung von Storytelling sicherzustellen, ist es notwendig möglichst kurze und auf den Punkt gebrachte Erzählungen zu verwenden.

Da Video ein optimales und reichhaltiges Medium zur Vermittlung von Szenarien und dem Einsatz von Storytelling ist, ist eine Verwendung von Vision Videos dafür geeignet. Dies zeigt sich bereits in einer relativ großen Überschneidung der Anforderungen an Vision Videos und an der Verwendung von Szenarien. Sowohl bei Vision Videos als auch bei Szenarien gilt es zum einen Probleme und Lösungen abzubilden, zum anderen auch die möglichst kurze aber dennoch aussagekräftige Darstellung von Geschichten zu gewährleisten. Ebenso ist die Adressierung von konkreten Anwendungsszenarien eine zielstrebende Anforderung.

Zusätzlich zur Verwendung von Videos sollen diese eine interaktive Schnittstelle für Stakeholder bieten, um sowohl den *consumer mode* zu verhindern, als auch die Einbringung von Beiträgen von Stakeholdern zu steigern. Ein Problem von Vision Videos in Szenarien könnte sein, dass sich diese nicht schnell anpassen lassen, da ein Video

generell ein statisches Medium ist. Durch Interaktionen zwischen dem Video und dem Betrachter ließe sich dieses Problem verringern, da Inhalte durch steuerbare Interaktionsmöglichkeiten anpassbar sind und die Videos somit nicht mehr als statisches Medium fungieren würden.

In den folgenden Abschnitten werden dafür Techniken ausgearbeitet, um die Interaktion mit Szenarien-basierten Vision Videos zu garantieren. Dabei gilt es einzelne Anforderungen an konkrete Interaktionsoptionen zu extrahieren, um diese bei der späteren prototypischen Umsetzung des Werkzeuges zu beachten.

3.5.1. Fundamentale Voraussetzungen

Bevor konkrete Interaktionsoptionen für Vision Videos in der Szenarien-Technik ausgearbeitet werden, gilt es noch essentielle Grundlagen für die Verwendung solcher Videos zu definieren. Dafür beantworten die folgenden Abschnitte wichtige Fragen, welche eine Basis für interaktive Vision Videos schaffen.

Für welches Gerät sollen die Videos ausgelegt sein?

Grundlegend sind Vision Videos unabhängig vom verwendeten Gerät. Da allerdings durch das Hinzufügen von Interaktivität die Rollenverteilung zwischen Video und Betrachter verändert wird, nämlich von aktiv-passiv zu aktiv-aktiv, muss zwangsläufig nicht nur der Output des Videos garantiert sein, sondern auch der Input vom Betrachter möglich sein. Um eine reibungslose Interaktion zwischen Betrachter und Video zu garantieren, beschränken sich in dieser Arbeit interaktive Vision Videos für Szenarien auf Desktop-basierte Anwendungen.

Welche Eingabemethode zur Interaktion wird verwendet?

Hierbei ist es ähnlich wie bei der vorherigen Frage: Zwar sind durch modernste Technologie viele Eingabemethoden denkbar (z.B. per Sprache, Touch, Bewegungen, etc.), der Einfachheit halber soll die Eingabe von Befehlen aber durch den Benutzer durch die Verwendung einer Maus bzw. Tastatur geschehen.

3.5.2. Alternative Pfade

Ein entscheidender Vorteil von Szenarien gegenüber anderen Techniken ist die Verwendung von Alternativen. Da der Einsatz von Szenarien in einem relativ frühen Stadium des Entwicklungsprozesses stattfindet, ist eine genaue Vorstellung des Endproduktes schwierig zu definieren. Aus diesem Grund ist die Verwendung von Alternativen für alle Stakeholder von großem Wert und ermöglicht die Auswahl von wichtigen Ent-

scheidungsmöglichkeiten für das Projekt. Deshalb ist die Einbindung von alternativen Ablaufpfaden in interaktiven Vision Videos von hohem Interesse. Diese Art von Interaktivität wird bereits in vielen Storytelling Videos verwendet (z.B. bei Unterhaltungsfilmen und -serien auf Netflix). Um den Videofluß nicht zu stören, ist zwar meistens die Zeitspanne beim Auswählen eines Pfades durch den Betrachter begrenzt und die Auswahl ist bei einer Verweigerung der Eingabe zufällig, dennoch sollte bei der Verwendung von interaktiven Vision Videos darauf verzichtet werden. Dies hat zum einen den Grund, dass Betrachter des Videos auch aktiv mit diesem interagieren sollen und zum anderen ist es nicht vorteilhaft bei einem Softwareprojekt wichtige Entscheidungen dem Zufall zu überlassen. Insbesondere wenn es um die Sicherheit von einzelnen Funktionen geht.

In Abbildung 13 ist ein Beispiel für eine Entscheidungsmöglichkeit abgebildet. Hierbei soll festgelegt werden, wie sich ein autonom fahrendes Auto bei Fahrt auf eine Wand bzw. ein Hindernis zu verhalten hat. Dabei wird das Video pausiert und der Betrachter ist gezwungen eine Entscheidung zu treffen. Anhand dessen kann auch geprüft werden, ob Stakeholder die gleiche Vision teilen bzw. gleiche Lösungen zu bestimmten Problemen bevorzugen. An diesem Beispiel ist auch zu erkennen, wie wichtig es ist, dass das Treffen einer Entscheidung vom Stakeholder unternommen wird und nicht durch Zufall nach bestimmter Zeit entschieden wird. Dies ist eine fundamentale Designentscheidung für alternative Pfade in dieser Arbeit und soll auch in der späteren Umsetzung wichtig sein.

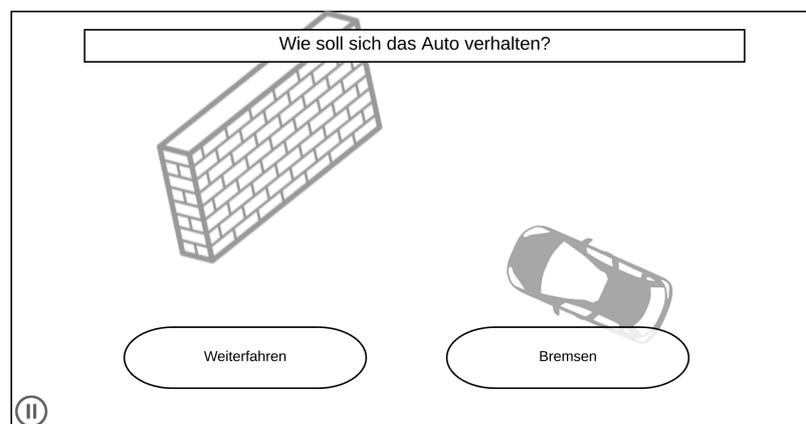


Abbildung 13: Auswahlmöglichkeit in einem Verhaltensvideo von autonomen Fahren

Aufbauend auf mehreren Zeitpunkten im Video für alternative Pfade ergibt sich ein Szenengraph, welcher alle möglichen Abläufe des Videos darstellt. In Abbildung 14 ist das Modell von mehreren möglichen Ablaufpfaden eines Videos abgebildet. Dabei

kann der Betrachter zu definierten Zeitpunkten den weiteren Verlauf des Videos beeinflussen. Anhand dieser Grafik ist zu erkennen, dass die Auswahl zwar die nächste Szene beeinflusst, aber nicht zwangsläufig die beiden Pfade dauerhaft voneinander trennt. Wie zu sehen, ist Pfad 1.2 von beiden Pfaden aus zu erreichen, da dieser zum Beispiel eine Szene abbildet, welche einen potentiellen Mehrwert beschreibt, der von beiden Pfaden erfüllt werden kann. Eine Analyse des durch Auswahl bestimmter Szenarien entstehenden Videos kann im weiteren Verlauf des Requirements Engineerings zur Ermittlung echter Anforderungen hilfreich sein, da damit ein Video mit Szenarien entsteht, die für den Stakeholder als Betrachter von höherem Interesse sind und dadurch priorisiert werden können.

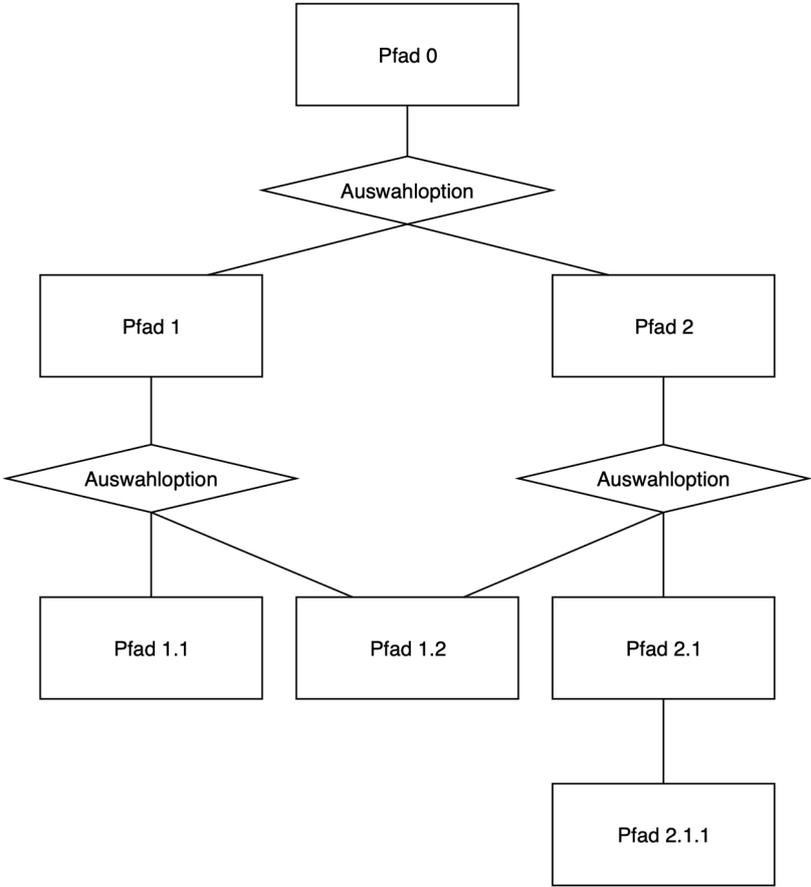


Abbildung 14: Szenengraph mit verschiedenen Pfaden

Bei einer Zuordnung dieser Interaktion in die Kategorien aus Tabelle 2 lassen sich mehrere Überschneidungen finden. So ist die Zuordnung zu der Kategorie *Durchsu-*

chung möglich, da durch das Treffen von Entscheidungen und dadurch das entstehende Inspizieren des Inhaltes ohne konkret benötigter Informationen erfolgt. Des Weiteren lässt sich diese Interaktion in die Kategorie *Zusammenfassung* einordnen, aufgrund der Entstehung eines linearen Vision Videos durch das Auswählen von Pfaden, was schlussendlich nichts anderes als eine Zusammenfassung abbildet. Diese kann am Ende zusammenhängend wiedergegeben und exportiert werden.

Schlussfolgernd lassen sich für alternative Pfade folgende Anforderungen zusammentragen:

- Das Vision Video muss während der Anzeige der Auswahlmöglichkeiten pausieren.
- Eine Entscheidung muss durch den Betrachter erfolgen.
- Die Auswahl sollte nicht zwangsläufig das Erreichen von weiteren Szenen des nicht-ausgewählten Pfades verhindern.

3.5.3. Verständnisüberprüfung

Wie bereits aus Abschnitt 1.1 bekannt, wird im E-Learning bereits seit geraumer Zeit auf die Überprüfung des Verständnisses durch eingebaute Fragen in Lernvideos zurückgegriffen. Da einige Studien [10][11][55] in diesem Bereich gezeigt haben, dass die Verwendung von eingebauten Fragen in Videos vorteilhaft gegenüber einer Trennung von Fragen und dem Video ist, wird auch für interaktive Vision Videos diese Interaktionsoption verwendet. Dadurch kann eine Überprüfung erfolgen, ob Stakeholder die dargestellte Projektvision verstanden haben und eine gemeinsame Wissensbasis besteht. Des Weiteren kann durch die Einbindung von Fragen die mit dem Video auseinandergesetzte Zeit gesteigert werden. Die *Cognitive Information Processing Theory* und die *Constructivism Theory* unterstützen diese These. Im Gegensatz zum Einsatz von eingebauten Fragen im E-Learning soll durch eingebaute Fragen in Vision Videos nicht die Lerneffektivität gesteigert werden, sondern das richtige Verständnis der gesehenen Informationen sichergestellt werden.

Ein großer Aspekt bei eingebauten Fragen im E-Learning ist die Wiederholung der Szene bei falscher Beantwortung der Frage. Um den Videofluss nicht zu stören, soll diese Variante bei Vision Videos nicht gewählt werden. Stattdessen wird bei falscher Beantwortung die Antwort rot markiert und die korrekte Antwort grün markiert. Durch einen späteren Export des Videos und der darin angezeigten ausgewählten Antwort, kann das Verständnis vom Requirements Engineer überprüft werden und bei großen Unklarheiten darauf eingegangen und reagiert werden. In Abbildung 15 ist der Verlauf einer Frage zur Verständnisüberprüfung dargestellt. Dabei bildet Abbildung 15(a) die Frage zu einer gezeigten Situation ab. Der Betrachter wird hier

aufgefordert, die Frage zu beantworten und somit über den vorher gezeigten Inhalt des Videos bzgl. seines Verständnisses geprüft. Nach Eingabe einer Antwort wird, wie in Abbildung 15(b) gezeigt, die Frage aufgelöst und falsche Antworten rot bzw. richtige Antworten grün markiert. Zu erwähnen ist hierbei, dass das Video dabei pausiert wird, um einen zeitlichen Druck zu verhindern und reflektierte Antworten zu erhalten.

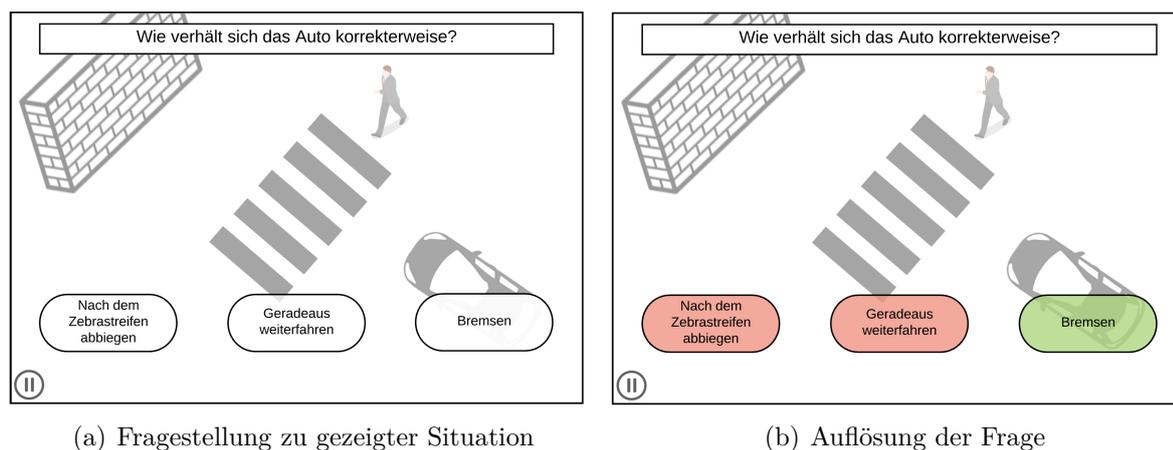


Abbildung 15: Verständnisüberprüfung des Verhaltens eines Autos

Bei Verständnisüberprüfungen ist zu beachten, dass nicht zu viele Fragen eingebaut werden, sondern nur wohl überlegte Fragen, um den Videofluss nicht zu sehr zu stören. Daher gilt es, eine geringe Auswahl an Verständnisfragen in Vision Videos einzubauen, um das gemeinsame Verständnis zwischen Stakeholdern sicherzustellen.

Eine Verständnisüberprüfung durch eingebaute Fragen kann keiner Kategorie aus Tabelle 2 konkret zugeordnet werden, da der weitere Verlauf des Videos nicht von der Eingabe des Betrachters abhängt. Aus diesem Grund wird diese Interaktionsoption einer neuen Kategorie zugeordnet: *Aktionen*. Interaktionen dieser Kategorie beeinflussen das Video nicht direkt, sondern dienen der Durchführung von bestimmten Aktionen.

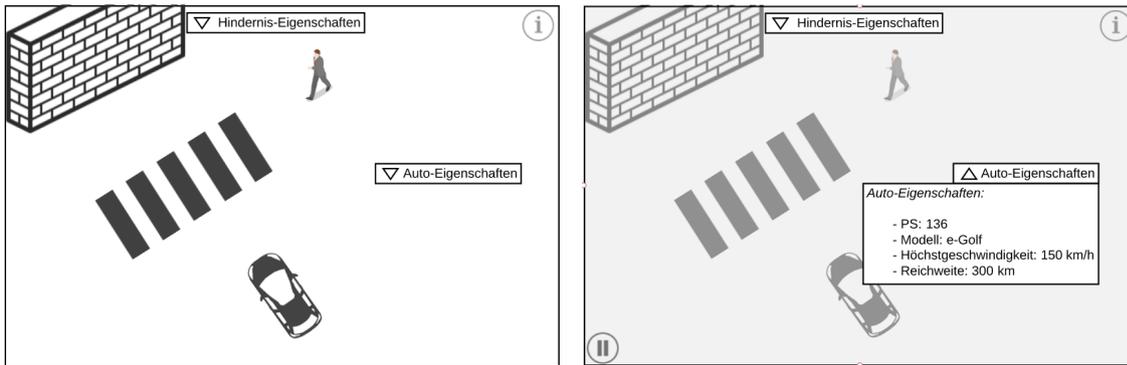
Für die Überprüfung des Verständnisses mittels eingebauten Fragen lassen sich folgende Anforderungen zusammenfassen:

- Das Vision Video muss während der Anzeige der möglichen Antworten pausieren.
- Die Auswahl sollte den weiteren Verlauf des Videos nicht verhindern.
- Eine Auflösung der Frage muss bei Eingabe einer Antwort erfolgen.
- Eine minimale Anzahl an Fragen soll einen angenehmen Videofluss garantieren.

3.5.4. Anmerkungen

Anmerkungen sind eine hilfreiche Unterstützung bzgl. Informationen, welche nicht direkt im Video offensichtlich sind. Dabei wird im Zuge dieser Arbeit zwischen zwei Arten von Anmerkungen unterschieden. Anmerkungen, welche durch den Betrachter an freien Zeitpunkten an das Video angeheftet werden können und Anmerkungen, welche durch den Ersteller des Vision Videos an bestimmten Zeitpunkten eingefügt werden können, die dem Betrachter zusätzliche Informationen zu einzelnen Szenen bieten sollen. Die erste Option dient vor allem dem Notieren von Unklarheiten bzw. Rückfragen. Dennoch ist auch die Einbindung von Hyperlinks, Bildern oder Dateien möglich. Anmerkungen, die vom Ersteller hinzugefügt wurden, sollen dabei nur die Zusatzinformationen vorschlagen und sind deshalb vorerst eingeklappt. Dadurch soll das eigentliche Video nicht zu sehr von Anmerkungen bedeckt sein. Um eine Überlagerung des Videos durch zugeklappte Anmerkungen zu verhindern, sind diese vorerst unsichtbar und können per Info-Button ein- bzw. ausgeblendet werden. Besteht für den Betrachter die Notwendigkeit Zusatzinformationen anzusehen, kann dieser durch Klicken des Info-Buttons die eingeklappten Anmerkungen im Video einblenden und anschließend die jeweilige Anmerkung aufklappen. Ersteller einer Anmerkung müssen dabei stets ein Zeitfenster angeben, in welchem eine Anmerkung zur Verfügung steht.

Abbildung 16(a) stellt die Anzeige von Anmerkungen im zugeklappten Modus dar. Diese Anmerkungen waren zuvor ausgeblendet und wurden durch Klicken des Info-Buttons in der oberen rechten Ecke eingeblendet. Dabei läuft das Video normal weiter und die einzelnen Anmerkungen bleiben für den vom Ersteller der jeweiligen Anmerkung definierten Zeitraum zugeklappt eingeblendet. Ist das Betrachten der Zusatzinformationen vom Betrachter gewünscht, kann die jeweilige Anmerkung per Mausklick aufgeklappt werden und das Video pausiert ab diesem Moment (siehe Abbildung 16(b)). Das Pausieren hat den Grund, dass bei der Verarbeitung der Anmerkungsinformationen keine gleichzeitige Aufnahmen der Informationen aus dem Video erfolgen kann.



(a) Zugeklappte Textanmerkung

(b) Aufgeklappte Textanmerkung

Abbildung 16: Textuelle Anmerkung innerhalb eines Videos

Abbildung 16 deckt die Anzeige von vordefinierten Anmerkungen ab. Will der Betrachter nun eigene Anmerkungen einbauen, so erfolgt dies per Rechtsklick auf das Video und der Auswahl der Anmerkungsart. Dabei kann der Betrachter die Position der Anmerkung festlegen, die zeitliche Anzeige einschränken sowie den Inhalt frei wählen. Abbildung 17 bildet eine solche Situation ab. Hierbei hat der Betrachter bereits über ein Kontextmenü das Hinzufügen einer textuellen Anmerkung ausgewählt und kann nun mithilfe eines Dialogs die Einstellungen der Anmerkung vornehmen oder auch die Anmerkung wieder entfernen. Schließt er den Dialog, wird die Anmerkung automatisch zum derzeitigen Zeitpunkt des Videos für 25 Sekunden eingefügt. Per Drag & Drop kann die Position frei gewählt werden. Während der Bearbeitung einer Anmerkung pausiert das Video im Hintergrund.



Abbildung 17: Erstellung einer textuellen Annotation durch den Betrachter

Die Verwendung von Anmerkungen kann der Kategorie *Annotation* aus Tabelle 2 zugeordnet werden. Im Gegensatz zu den Annotationen aus Abschnitt 2.3.2 ist eine Zuordnung an dieser Stelle in die Kategorien *Gemeinsame Benutzung* sowie *Direkte Manipulation* nicht möglich, da in dieser Arbeit weder die synchrone Zusammenarbeit mit weiteren Betrachtern vorausgesetzt wird, noch eine Beeinflussung der Objekte im Video geschieht.

Zusammenfassend sollten Annotationen folgende Anforderungen erfüllen:

- Das Vision Video muss erst bei aktiver Auswahl einer Anmerkung durch den Betrachter pausiert werden.
- Vom Betrachter erzeugte Anmerkungen sollten frei platziert werden können.
- Die eingeblendete Dauer einer Anmerkung muss frei gewählt werden können.
- Das System sollte als Annotationen nur Zusatzinformationen abbilden.
- Das System sollte die Möglichkeit bieten, Hyperlinks, Text, Bild sowie Dateien als Annotationstypen zur Verfügung zu stellen.

3.5.5. Übersichtsmenü der Szenen

Eine weitere hilfreiche Interaktionsoption stellt die übersichtliche Darstellung möglicher Szenen und Interaktionszeitpunkte als Auswahlmenü dar. Dies entspricht der Interaktionsoption *Inhaltstabelle* aus Abschnitt 2.3.2. Dabei kann vom Ersteller des Videos frei ausgewählt werden, ob eine bestimmte Szene oder ein Zeitpunkt einer Interaktion als Punkt aufgelistet wird. Letzteres hätte vor allem bei alternativen Pfaden den Vorteil, dass der Betrachter schnell und unkompliziert zu der Stelle im Video zurückspringen kann, bei welcher die Auswahl des Pfades vorgenommen wurde und somit einen weiteren Pfad betrachten kann.

In Abbildung 18 ist eine beispielhafte Darstellung eines solchen Menüs zu sehen. Dabei fällt auf, dass den jeweiligen Inhalten zum einen die einzuordnende Kategorie des Zeitpunktes und zum anderen ein kurzer Titel zugeordnet sind. Ersteres soll dazu dienen, dass der Betrachter direkt erkennt, was zu einem bestimmten Zeitpunkt zu sehen ist. Zum Beispiel kann er erkennen, ob eine neue Szene beginnt oder eine Pfadauswahl erfolgt. Der Ersteller des Videos kann dabei die Kategorie nur beeinflussen, indem er die jeweilige Interaktionsart zu diesem Zeitpunkt bestimmt und ob dieser Zeitpunkt im Menü angezeigt werden kann. Letzteres hilft dem Betrachter eine genaue Vorstellung des zu erwartenden Inhaltes an einem bestimmten Zeitpunkt zu erhalten. Den Titel kann der Ersteller dabei bei jedem Eintrag frei wählen.

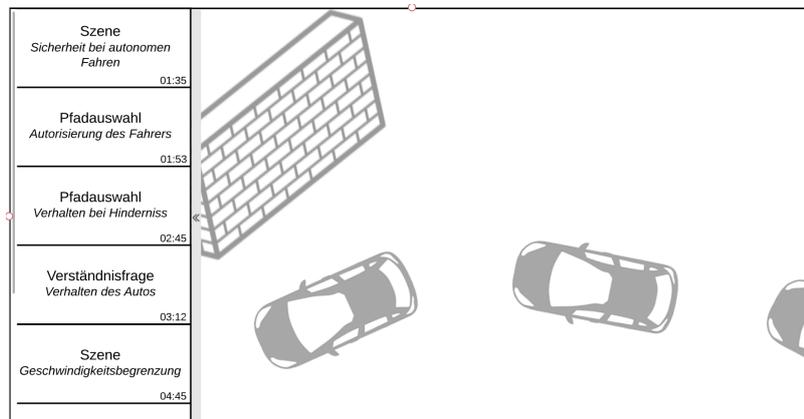


Abbildung 18: Übersichtsmenü mit mehreren auswählbaren Zeitpunkten

Das Aufzeigen des Übersichtsmenüs durch den Betrachter beeinflusst das Video zwar erstmal nicht, dennoch liegt der Fokus des Betrachters nicht mehr auf dem Video selbst. Deshalb ist es notwendig, während der Betrachter innerhalb des Menüs nach Szenen stöbert, das Video zu pausieren. Erst bei der Auswahl einer Option im Menü wird das Video beeinflusst, indem das Video zum gewählten Zeitpunkt springt. Auch hier pausiert das Video nicht zwangsläufig. Wählt der Betrachter aber beispielsweise eine Pfadauswahl-Option aus, pausiert das Video, aufgrund der Anforderung von alternativen Pfaden (siehe Abschnitt 3.5.2), an dem gewählten Zeitpunkt.

Wie die Inhaltstabelle aus Abschnitt 2.3.2 kann das Übersichtsmenü den Kategorien *Durchsuchung* sowie *Navigation* zugeordnet werden. Dies liegt daran, dass einerseits das Menü zur freien Inspizierung verwendet werden kann und andererseits dadurch gezielt auf Szenen zugegriffen werden kann.

Abschließend können folgende Anforderungen für die Verwendung eines Übersichtsmenüs definiert werden:

- Das Vision Video muss während der Anzeige des Menüs pausieren.
- Die aussagekräftige Wahl des Titels für Menüpunkte sollte angestrebt werden.
- Das System muss die Möglichkeit bieten, das Menü durch den Betrachter jederzeit ein- bzw. auszublenden.
- Das System muss nur fähig sein, vorgegebene Kategorien als Menüpunkte durch den Ersteller des Videos zu erlauben.

3.5.6. Exportfunktion

Die gezeigten Interaktionsoptionen für interaktive Vision Videos dienen in erster Linie der effizienteren Übermittlung von Informationen an den Betrachter dieser Videos. Ebenso kann es von Vorteil sein, die getätigten Interaktionen des Betrachters zu protokollieren und mithilfe einer Exportfunktion zum Ende des Videos in Form einer separaten Video-Datei zu exportieren. Konkret sind davon die Interaktionsoptionen *Alternative Pfade*, *Annotationen*, sowie *Verständnisprüfung* betroffen. An dieser Stelle wird kurz erläutert, in welcher Form die einzelnen Interaktionen beim Export sinnvoll sind.

Der Export der ausgewählten Pfade bei *Alternativen Pfaden* kann einen enormen Vorteil für den weiteren Verlauf des RE-Prozesses darstellen. Dadurch können andere Beteiligte, vor allem der Requirements Engineer, die Vorstellungen einzelner Stakeholder konkret nachvollziehen und Gemeinsamkeiten bzw. Unterschiede zwischen Stakeholdern bzgl. deren Visionen identifizieren. Insbesondere wenn es sich dabei um essentielle Entscheidungen und Verhaltensweisen des Systems handelt. Da die Verwendung von interaktiven Vision Videos Unterschiede hinsichtlich der Vision des Systems beseitigen soll, kann eine Analyse von Abweichungen entscheidend sein. Zwar ist dies nicht mehr Aufgabe der Elicitation und liegt somit nicht mehr im Rahmen dieser Arbeit, allerdings ist der Export von getroffenen Entscheidungen der einzelnen Stakeholder eine fundamentale Grundlage dafür. Abbildung 19 zeigt den Szenengraphen von ausgewählten alternativen Pfaden. Zusätzlich wurde der Pfad, welcher als Video exportiert wird, rot markiert. Demnach werden in dem exportierten Video die drei nicht markierten Pfade ignoriert und sind nicht mehr ersichtlich. Dennoch sollen der Vollständigkeit halber im exportierten Video die Auswahloptionen, mit der jeweiligen ausgewählten Option markiert, angezeigt werden. Demnach wird der vom Betrachter ausgewählte Pfad im exportierten Video automatisch abgespielt.

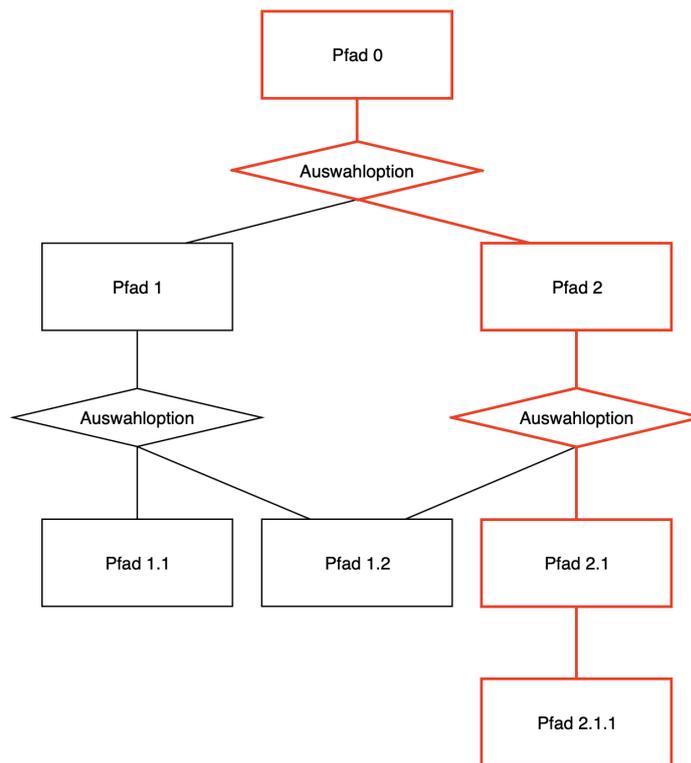


Abbildung 19: Szenengraph des exportierten Pfades

Werden vom Betrachter *Annotationen* im Video eingefügt, macht es Sinn, diese auch zu exportieren. So können angemerkte Unklarheiten bzw. Fragen zu bestimmten Szenen extrahiert und in einer anschließenden Analyse geklärt werden. Auch ist es dadurch möglich, Informationen, welche der Betrachter zu einer bestimmten Szene angehängt hat, zu erlangen und zu prüfen. Dadurch können u.a. bereits vorhandene Modell-Dateien, Hyperlinks zu nützlichen Webseiten oder sinnvolle Ergänzungsbilder angehängt werden, die für den Requirements Engineer von Nutzen sein könnten.

Zuletzt dient der Export von Fragen zur *Verständnisüberprüfung* der Analyse von Antworten einzelner Stakeholder durch den Requirements Engineer. So kann beispielsweise festgestellt werden, ob einzelne Szenen des Videos bzw. der Vision unklar sind oder falsch verstanden werden. Ist dies der Fall, kann zu diesem Zeitpunkt des RE-Prozesses noch auf diese Unklarheiten und Szenen eingegangen werden und somit Missverständnisse zwischen Stakeholdern beseitigt und eine gemeinsame Verständnisgrundlage geschaffen werden. Dadurch erhält der Requirements Engineer Feedback zum Verständnis einzelner Stakeholder und kann darauf reagieren.

3.5.7. Anforderungen an interaktive Vision Videos in Szenarien

Aus den vorherigen Abschnitten werden an dieser Stelle die Anforderungen an interaktive Vision Videos für die Szenarien-Technik zusammengetragen. Die Anforderungen beziehen sich dabei immer konkret auf die Unterstützung von Szenarien durch interaktive Vision Videos. Die Anforderungen an einzelne Interaktionsoptionen sind in den jeweiligen Abschnitten (3.5.2 bis 3.5.5) beschrieben.

- Ein Video sollte ein existierendes Problem, eine Lösung für dieses Problem, sowie den Mehrwert dieser Lösung umfassen.
- Die Länge des Videos sollte sich auf wenige Minuten beschränken.
- Interaktive Elemente sollten den Betrachter und den Videofluss nicht stören.
- Nur die für das Szenario notwendigen Informationen müssen dargestellt werden.
- Der Inhalt muss konkrete Anwendungsszenarien in realen Situationen adressieren.
- Interaktionen sollten in einer natürlichen und intuitiven Art und Weise stattfinden.
- Als Eingabemethode wird Maus und Tastatur verwendet.
- Die Videos werden vorerst für die Nutzung auf Desktop-Computern ausgelegt.

3.5.8. Beispielhaftes Einsatzszenario

Um die Konzepte anhand eines konkreten Beispiels besser zu verstehen, wird in diesem Abschnitt ein kurzes Szenario unter der Verwendung von interaktiven Vision Videos beschrieben. Dieses Szenario demonstriert, wie Stakeholder mit den interaktiven Elementen innerhalb eines Vision Videos interagieren können.

Zur Entwicklung eines Entertainment-Systems während dem autonomen Fahren, soll die Requirements Ingenieurin Mila die Vision des zukünftigen Systems an einzelne Stakeholder vermitteln. Damit soll eine gemeinsame Basis geschaffen werden. Dazu erzeugt sie ein interaktives Vision Video, welches das Problem, die Lösungsidee, sowie den Mehrwert mittels Szenarien veranschaulicht. Dafür gilt es die notwendigen Szenen aufzunehmen und anschließend das Video mittels der Software an einem Computer zu schneiden und interaktive Elemente einzubauen. Dabei können die Elemente an freien Stellen platziert und individualisiert werden. Ist das Video fertig geschnitten und die interaktiven Elemente eingefügt, kann Mila das Video exportieren und somit als Zip-Datei speichern. Diese Zip-Datei kann nun beliebig oft über den interaktiven Player der Software geöffnet und das interaktive Vision Video wiedergegeben werden.

Bevor Stakeholder zu einem gemeinsamen Workshop zusammentreffen, ist es für jeden Stakeholder empfehlenswert, die Zip-Datei im Player der Software an einem Computer

zu öffnen und durch das Video zu navigieren. Paul ist ein potentieller Tester des zukünftigen Systems und somit einer der Stakeholder, die sich in einer Woche zu einem Workshop mit Mila treffen. Um das System später ausführlich und korrekt testen zu können, benötigt er ein genaues und fehlerfreies Verständnis des Soll-Zustandes und der Vision des Systems. Aus diesem Grund erhält er per Mail von Mila das erzeugte interaktive Vision Video in Form einer Zip-Datei. Er startet die Software zum interaktiven Betrachten von Vision Videos und lädt die Zip-Datei ein. Anschließend kann er direkt mit der Wiedergabe des Videos beginnen.

Während der ersten Minute des Videos wird das Problem von bisherigen Entertainment-Systemen demonstriert. Darauf folgend erfährt Paul, wie sich ein Autoinsasse am zukünftigen System autorisieren kann, um potentiellen Missbrauch zu verhindern. Dabei fragt sich Paul, was bei Gastfahrern passiert, also diejenigen, die das Auto nur ausnahmsweise fahren. Mithilfe der Maus wählt er über das Rechtsklick-Menü die Option "*Text-Annotation hinzufügen*" aus und notiert diese Unklarheit an der gezeigten Videosequenz mit der Einstellung, diese Anmerkung für 15 Sekunden einzublenden. Während er die Anmerkung erzeugt pausiert das Video und Paul kann sich vollkommen auf die Anmerkung konzentrieren. Er beendet nun den Annotationsvorgang und das Video fährt weiter fort. Bevor die nächste Szene gezeigt wird, pausiert das Video und Paul wird vor eine Entscheidung gestellt. Dabei soll er auswählen, ob das Video als nächstes die Registrierung von Zahlungsmitteln oder das Ausleihen eines Filmes wiedergeben soll. Paul entscheidet sich für die zweite Option und wählt diese per Mausklick aus. Er erfährt dadurch, wie die Insassen des Autos sich während dem autonomen Fahren Filme ausleihen und diese anschließend ansehen können. Dabei verläuft der Bezahlvorgang vollkommen automatisch, was für Paul offensichtlich nicht eindeutig genug war. Denn nach dem Ausleihen eines Filmes pausierte das Video erneut und eine Frage zur Überprüfung des Verständnisses wurde eingeblendet, bei der Paul auswählen sollte, welche Funktionen im Bestellvorgang nicht abgewickelt wurden. Zur Auswahl standen *Bezahlung*, *Altersüberprüfung* und *Keine*. Paul entschied sich für die erste Option. Diese Antwort wird ihm darauf folgend als falsch angezeigt und die richtige Antwort wird eingeblendet. Paul ist verunsichert und möchte sich nun doch den alternativen Pfad ansehen, bei welchem die Registrierung von Zahlungsmitteln gezeigt werden soll. Dafür blendet er das Übersichtsmenü ein, springt zu der vorherigen Pfadauswahl zurück und wählt hier nun den entsprechenden Pfad aus. Während dem Ansehen der Registrierung von Zahlungsmitteln fällt ihm auf, dass dort die Option "Automatisches Bezahlen" ausgewählt ist. Nun versteht Paul die Antwort der obigen Frage und fährt weiter mit dem Video fort. Im weiteren Verlauf des Videos muss Paul immer wieder die nächsten Pfade auswählen und Verständnisfragen beantworten. Schlussendlich ist das Video am Ende angelangt und Paul kann die Vision des Systems leichter nachvollziehen. Da er während dem Video einige kleine Unklarheiten angemerkt hat, will er diese Mila zukommen lassen und exportiert das gesehene Video inklusive der Annotationen als Video-Datei und schickt diese Mila zu.

5 Tage vor Stattfinden des Workshops sammelt Mila alle per Mail erhaltenen expor-

tierten Video-Dateien und geht diese durch. Dabei gilt es vor allem alle angemarkten Annotationen von Stakeholdern zu notieren und bestenfalls Antworten vorzubereiten, um diese im kommenden Workshop zu klären. Außerdem befasst sich Mila mit der Analyse der getätigten Antworten der Stakeholder und bereitet bei oftmals falsch beantworteten Fragen weiteres Klärungsmaterial vor. Dadurch sollen im bevorstehenden Workshop alle bekannten Missverständnisse beseitigt werden und eine gemeinsame Basis geschaffen werden.

3.6. Verwandte Arbeiten

Die Unterstützung von Videos durch interaktive Elemente stellt keinen neuen Forschungsbereich dar. Bereits seit Jahrzehnten besteht das Konzept des Verbesserns des Verständnisses durch die aktive Beteiligung an Videos mittels Interaktivität. Dennoch definieren zahlreiche wissenschaftliche Arbeiten diese Unterstützung unterschiedlich, und erschließen verschiedenste Nutzen aus interaktiven Videos. Zwar gibt es bereits einige interaktive Unterstützungen von unterschiedlichen RE-Techniken, besonders wenig erforscht ist allerdings der Einsatz von interaktiven Videos im Requirements Engineering.

Dieser Abschnitt stellt eine Auswahl an Veröffentlichungen dar und kristallisiert Gemeinsamkeiten sowie Unterschiede zu den Konzepten und Zielen dieser Arbeit heraus. Konkret gilt es zwischen drei Themenbereiche zu unterscheiden: Die Verwendung von interaktiven Videos im E-Learning Bereich, die interaktive Unterstützung von RE-Techniken und schlussendlich der Einsatz von interaktiven Videos im Requirements Engineering.

Interaktive Videos im E-Learning:

Der Einsatz von interaktiven Videos ist wohl im E-Learning Bereich am weitesten verbreitet und deckt das größte Spektrum der verwandten Arbeiten ab. Bereits in den 1980er Jahren, als das Konzept von Interaktivität in Videos das erste Mal von Parsloe [43][44][45] dokumentiert wurde, wurde der Fokus auf die Unterstützung von Lernvideos gelegt. Es entstanden bereits konkrete Ansätze für die Verwendung von eingebauten Fragen zur Überprüfung des Wissens sowie der Beschreibung von technischem Einsatz der Interaktionen. Eine erste große empirische Studie über den Einfluss von interaktiven Videos bzgl. der Effektivität von E-Learning wurde 2006 von Zhang et al. [10] durchgeführt. Dabei wurde geprüft, ob einfache interaktive Elemente den Lernerfolg steigern und das Verständnis des Lernenden verbessern. Die interaktiven Elemente waren dabei auf das Einblenden von Zusatzinformationen, Vor- und Zurückspringen, sowie das direkte Springen zu bestimmten Szenen limitiert. Darauf aufbauend hat Vural [11] 2013 eine Studie durchgeführt, um zu zeigen, dass das Einbauen von Fragen am Ende einer Szene die Beteiligung am Lernmaterial fördert und das Ver-

ständnis verbessert. Dabei wurden einzelne Szenen, zu denen Fragen falsch beantwortet wurden, nochmals abgespielt, um sicherzustellen, dass Themenblöcke vollständig verstanden werden. Cummins et al. [55] unterstützen die Ergebnisse mit ihrer Studie zur Steigerung der Beteiligung an Videos mittels eingebauter Fragen. Sie entwickelten dabei einen Prototypen, der das interaktive Beantworten von Fragen innerhalb des Videos und das direkte Vermitteln von Feedback an Lernende ermöglicht. Dabei konnten Betrachter zu beliebigen Szenen im Video mit entsprechenden Buttons springen und einer linearen Abspielreihenfolge entgegenwirken. Kolås [12] führte eine Studie durch, in welcher Lehrende, welche Erfahrung mit dem Erstellen von interaktiven Videos mithilfe unterschiedlicher Software haben, über den Mehrwert von interaktiven Videos im Lernprozess und ausgewählte Interaktionsoptionen diskutieren. Als Resultat wurde besonders hervorgehoben, dass interaktive Videos die Aktivität des Lernenden steigern und nicht jede Interaktionsoption für jedes Szenario geeignet ist.

Alle Arbeiten aus dem E-Learning Segment fokussieren sich auf die Steigerung der Lerneffektivität durch interaktives Betrachten von Videos. Im Gegensatz dazu ist das Ziel dieser Thesis das verbesserte Verständnis der dargestellten Informationen, weshalb das grundlegende Ziel der Thesis von den Zielen der verwandten Arbeiten aus dem E-Learning Bereich abzugrenzen ist. Dennoch entsteht durch das Verfolgen des gemeinsamen Teilziels, die Verhinderung einer passiven Rolle und des consumer modes, eine Übereinstimmung in Hinsicht der Zielvorstellung. Mit den bereits erforschten Interaktionsoptionen und den daraus folgenden positiven Auswirkungen auf den Betrachter, entstand eine hervorragende Ausgangsbasis für die Ausarbeitung von Interaktionsoptionen in dieser Thesis.

Storytelling durch interaktive Videos:

Da Vision Videos dem Betrachter vor allem eine Geschichte vermitteln sollen, sind Arbeiten, in denen Storytelling mittels interaktiven Videos untersucht werden, ebenfalls ein verwandter Themenbereich. Meixner et al. [50][53][65][66] stellen mit ihrem Werkzeug *SIVA Suite* zur Erzeugung (im Producer) und Betrachtung (im Player) von interaktiven, nicht-linearen Videos eine der wichtigsten verwandten Arbeiten dar. In einem konkreten Anwendungsszenario wird mithilfe der entstandenen Software eine Tour durch ein Appartement durchgeführt. Durch die Verwendung von alternativen Pfaden ist es dem Betrachter freigestellt, welche Räume betrachtet werden sollen. Des Weiteren sind zusätzliche Informationen einzelner Räume mithilfe von Overlays im Video eingeblendet. Diese zwei Interaktionsoptionen wurden besonders detailliert ausgearbeitet und mit zusätzlichen Funktionen ausgestattet. So ist mithilfe von mehreren Anmerkungseditoren das Hinzufügen von unterschiedlichen Arten an Anmerkungen im Producer möglich. Beispielsweise können HTML-Seiten eingebettet werden oder Bilder eingefügt und bearbeitet werden. Zwar definieren Meixner et al. keine konkreten Ziele des Werkzeuges, beziehen sich aber auf die Ziele von interaktiven Videos aus anderen Bereichen, wie dem E-Learning oder dem Tourismussektor. Insbesondere

letzteres scheint einen priorisierten Fokus zu erhalten, da das Besichtigen von Mietobjekten des Öfteren in den Publikationen konkretisiert wird. Des Weiteren werden formale Definitionen und formale Regeln für interaktive nicht-lineare Videos eingeführt. Weiterführend wurde das Streamen der interaktiven Videos dem lokalen Abspielen vorgezogen und verschiedene Technologien sowie Algorithmen bezüglich Cache Management und Bandbreite getestet. In einer abschließenden Dissertation von Meixner [53] wurden die Konzepte zusammengetragen und in einer anschließenden Evaluation insbesondere die Algorithmen geprüft. Im Gegensatz dazu wurde in dieser Thesis auf das Streamen von den Videos verzichtet und nur die lokale Nutzung beachtet, da im Requirements Engineering keine möglichst hohe Anzahl an Betrachtern angestrebt werden soll, sondern die Klärung der Vision im Vorfeld gewährleistet sein soll. Demnach sind auch hier wieder ähnliche Teilziele vorhanden. Das wesentliche Ziel weicht aber von dieser Thesis ab. Dies spiegelt sich auch in den Interaktionsoptionen wieder. Konzentrieren sich die Interaktionen mit dem Video in dieser Thesis auf die effiziente Vermittlung der Vision, gibt es für die SIVA Suite keine konkrete Zielvorstellung bezüglich der Interaktionen, sondern sind für die unterschiedlichsten Situationen allgemeingültig. In der Medizin kam Anfang der 2000er das Konzept der gemeinsamen Entscheidungsfindung mithilfe von interaktiven Videos auf. Dabei betrachten Patienten gemeinsam mit Ärzten interaktive Videos und können dadurch eine gemeinsame Entscheidung bzgl. der weiteren Behandlung treffen. Deyo et al. [67] führten dazu eine umfangreiche Studie durch, bei welcher Patienten die Präsentation kontrollieren, Szenen wiederholen und zusätzliche Segmente mit optionalen Informationen einblenden konnten. Zusätzlich erhielten Patienten zum Ende eine gedruckte Version mit Ausgangswahrscheinlichkeiten einzelner Behandlungen und dem behandelnden Arzt wurde eine Kopie mit gesehenen Szenen zugesendet. Das Ergebnis der Studie war eine höhere Zufriedenheit der Patienten bei der Findung einer gemeinsamen Entscheidung. Das Ziel dieser Verwendung von interaktiven Videos ähnelt dem Hauptziel dieser Arbeit: Das effiziente Vermitteln einer Vision mit deren Auswirkungen. In der Medizin ist außerdem das Vermitteln der Vorgehensweise einzelner Möglichkeiten ein wichtiges Teilziel. Demnach sollen hierbei Informationen effizienter und effektiver an die Patienten übertragen werden.

Interaktive Videos im Requirements Engineering:

Die Nutzung von interaktiven Videos speziell im RE ist ein relativ unerforschtes Gebiet. Dennoch gibt es insbesondere von Creighton und Bruegge Veröffentlichungen [4][35], welche die Verwendung von interaktiven Videos im RE aufzeigen. Im Rahmen dieser Veröffentlichungen wurde das Werkzeug *Xrave* zur Erzeugung und zur Betrachtung von interaktiven Videos entworfen. Das Ziel hierbei war das Erzeugen von visionären Szenarien in Videoform über den gesamten RE-Prozess hinweg und die stetige Weiterentwicklung dieser Videos. Dazu können über das Internet mehrere Personen kollaborativ an Videos arbeiten, indem dem Moderator Anweisungen per Audio-Chat gegeben werden und dieser diese Anweisungen in *Xrave* umsetzt. Der Fo-

kus der möglichen Interaktionen lag im Zusammenhang von Xrave bei der Auswahl von Pfaden, dem Ansehen von zusätzlichen Informationen durch Anmerkungen, der semantischen Identifizierung von Regionen sowie der Zuordnung dieser zu Modellobjekten. Mithilfe eines Sequenzeditors kann zu bestimmten Zeitpunkten der Fluss von Events modelliert werden. Die Bindung von visueller Darstellung und Modellobjekten ermöglicht mehrere, unabhängige Multi-Media Präsentationen und Editiermodi. Die wohl größte Gemeinsamkeit zwischen Xrave und die Konzepte dieser Arbeit ist das Ziel, die Vermittlung von Projektvorstellung mithilfe von interaktiven Videos zu optimieren. Auch wenn Xrave dies in szenarien-basierter Form umsetzt, wenden Creighton und Bruegge ihr Werkzeug hauptsächlich in der Negotiation-Phase an. Im Gegensatz dazu, fokussiert diese Thesis die Elicitation-Phase und meidet die kontinuierliche Weiterentwicklung der Videos über den RE-Prozess hinweg. Weiterhin bietet Xrave nicht die Möglichkeit, das Verständnis der Betrachter zu überprüfen. Demnach kann nicht direkt geprüft werden, inwiefern Stakeholder während des Betrachtens die gezeigten Informationen verarbeitet und verstanden haben.

4. Prototypische Umsetzung

Dieses Kapitel beschreibt die konkrete prototypische Umsetzung der entworfenen Konzepte. Im ersten Bereich werden dafür die technischen Grundlagen geklärt und aufbauend auf diesen die getroffenen Designentscheidungen in Abschnitt 4.2 beschrieben. Aufgrund des festgelegten Zeitrahmens der Arbeit und der höheren Priorität der Konzeption von interaktiven Vision Videos gegenüber einer vollständigen Implementierung der Konzepte, besteht der Prototyp nicht aus allen zuvor entworfenen Konzepten. Vielmehr wurden besonders wichtige Konzepte versucht umzusetzen, um die spätere Evaluation zur Beantwortung der zentralen Forschungsfrage zu ermöglichen. Abschnitt 4.3 verdeutlicht das Interaktionssystem mit den umfassenden Interaktionsoptionen, die Erstellung dieser im Editor, deren Speicherung im exportierten Endresultat, sowie das Abspiel dieser im Player.

4.1. Technische Basis

In diesem Abschnitt wird die technische Basis, auf welcher die prototypische Umsetzung erfolgt ist, beschrieben. Dazu gilt es grundlegende Technologien, einzelne Bibliotheken und Frameworks sowie die Dateistruktur eines interaktiven Videos zu begründen.

Eine grundlegende Anforderung an das Werkzeug war die Umsetzung mittels der plattformunabhängigen Programmiersprache Java. Zur Implementierung und Unterstützung einer grafischen Oberfläche wurde dementsprechend das Framework JavaFX⁷ verwendet. Für den Benutzer des Programmes wird zur Vereinfachung des Aufwandes eine ausführbare JAR-Datei⁸ bereitgestellt, welche alle notwendigen Bibliotheken, Frameworks und Dateien beinhaltet. Dadurch ist eine freie Auswahl des Betriebssystems zur Verwendung des Werkzeuges möglich, vorausgesetzt es ist mindestens Java-Version 8 installiert. Dabei besteht das Werkzeug aus zwei separaten Teilwerkzeugen: Dem Editor und dem Player. Ersteres ist für die Erzeugung eines interaktiven Videos notwendig, letzteres für das interaktive Betrachten des Videos.

Die beiden Teilwerkzeuge folgen dabei stets den Architekturmustern von JavaFX, vor allem aber dem *Model-View-Controller* Design Pattern (MVC). Dadurch ist die strikte Trennung von interner Datenhaltung, grafischer Oberfläche und Logik möglich. Dies führt einerseits zu einer geringen Kopplung, andererseits zu einer guten Wiederverwendbarkeit und Wartbarkeit. Die grafische Oberfläche wird dabei in einzelnen gekapselten FXML-Dateien⁹ beschrieben und mittels CSS-Dateien gestaltet. Die einzelnen Bedienelemente der FXML-Dateien können mittels entsprechenden An-

⁷<http://docs.oracle.com/javase/8/javafx/get-started-tutorial/jfx-overview.htm>

⁸<https://docs.oracle.com/javase/8/docs/technotes/guides/jar/jarGuide.html>

⁹https://docs.oracle.com/javase/8/javafx/api/javafx/fxml/doc-files/introduction_to_fxml.html

notationen im Java-Quelltext der Controller-Klassen gesteuert werden und entsprechende Methoden bei Benutzereingaben aufrufen. Durch das Konzept des *Bindings* ist es möglich, Eigenschaften der grafischen Elemente mit Eigenschaften der Datenhaltung zu verknüpfen. Dadurch kann sichergestellt werden, dass sowohl die Werte des Datenmodells, als auch die Werte der Benutzeroberfläche synchronisiert sind.

Zur Exportierung des erzeugten interaktiven Videos im Editor wird die Bibliothek JavaCV¹⁰ verwendet. Der Benutzer ist dabei in der Lage, beliebig viele Videodateien in den Editor einzufügen und anzuordnen. Auch das Kürzen einzelner Videos ist per Drag & Drop möglich. Ebenso kann der Benutzer im Editor beliebig viele Interaktionselemente zu frei-wählbaren Zeitpunkten in das Video einbauen. Schlussendlich ist der Export der einzelnen Videos zu einem gesamten Video möglich. Für das Zusammenschneiden der einzelnen Videos und das Zusammenfügen zu einer Video-Datei wird JavaCV verwendet. Dabei werden die Videos nur in den zuvor eingegrenzten Abschnitten in die zu erzeugte Video-Datei eingefügt. Da an dieser Stelle ein Videoformat gewählt werden muss und JavaFX für das Abspielen von Mp4-Dateien optimiert ist, wird derzeit nur das Einfügen von Vision Videos als Mp4-Datei unterstützt. Zusätzlich sind in JavaFX Video-Codecs auf H.264/MPEG4 AVC und Audio-Codecs auf AAC beschränkt, was die Menge an möglichen Video-Dateiformaten einschränkt. Dadurch kann allerdings gewährleistet werden, dass importierte Videos die selben Voraussetzungen erfüllen und die Codecs mit denen des exportierten Videos übereinstimmen.

Um die einzelnen Interaktionen im Zusammenhang mit dem erzeugten Video zu speichern, wurde eine Ordnerstruktur, bestehend aus den einzelnen Interaktionen als Json-Dateien¹¹ und des erzeugten Videos als Mp4-Datei, gewählt. Mithilfe des Editors ist ein Export des erzeugten interaktiven Videos in eine eigenständige Zip-Datei möglich, welche intern die Ordnerstruktur bereithält. Der Player kann diese Zip-Datei einlesen und aus den beinhaltenden Json-Dateien die Interaktionselemente bilden. Zusätzlich zu der exportierten Video-Datei und den Interaktionselementen werden die einzelnen importierten Video-Dateien, sowie die jeweiligen Json-Dateien, welche die Start- und Endzeiten beschreiben, gespeichert. Dadurch kann eine spätere Bearbeitung des interaktiven Videos durchgeführt werden. Abbildung 20 visualisiert die Ordnerstruktur der Zip-Datei. Dabei sind für den Player nur die Dateien im Ordner *Interactions* sowie die *video.mp4* relevant. Für den Editor dagegen sind nur die Dateien aus den Ordnern *Videos* und *Interactions* relevant.

¹⁰<https://github.com/bytedeco/javacv>

¹¹<http://www.json.org>

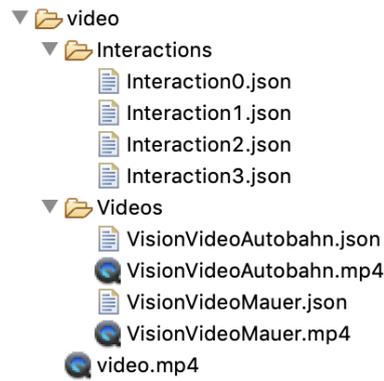


Abbildung 20: Ordnerstruktur der exportierten Zip-Datei

Mithilfe der Bibliothek *FX-Gson*¹² ist das (De-)Serialisieren von JavaFX Objekten in das Json Format möglich. Aufgrund der Nutzung von Binding-Objekten innerhalb des Datenmodells, lassen sich diese nicht ohne weiteres mit herkömmlichen Bibliotheken in Json umwandeln. FX-Gson löst genau dieses Problem und ist für die Umwandlung von JavaFx-Binding-Objekte optimiert.

4.2. Designentscheidungen

Da das Erzeugen von interaktiven Videos derzeit noch nicht ohne Weiteres mit einer externen Software erstellt werden kann, brauchte es bei der Implementierung eines Video-Players, welcher die Betrachtung von interaktiven Vision Videos ermöglicht, auch eine Software zur Erzeugung dieser interaktiven Vision Videos. Deshalb besteht das Werkzeug aus den beiden Teilwerkzeugen *Editor* und *Player*. Der Editor ermöglicht es dabei, entweder ein neues Projekt zu erzeugen oder ein bereits exportiertes nachträglich zu bearbeiten. Für das Einfügen von Videos und Interaktionselementen werden unterschiedliche grafische Elemente bereitgestellt. Der Player hingegen ermöglicht das Einlesen einer zuvor exportierten Zip-Datei und das Abspielen des Vision Videos mit eingebauten Interaktionselementen. Zu erwähnen ist hierbei, dass ein nicht-interaktives Video ebenfalls mit dem erzeugten Werkzeug wiedergegeben werden kann. In den folgenden Abschnitten wird die technische Umsetzung dieser Teilwerkzeuge genauer betrachtet.

¹²<https://github.com/joffrey-bion/fx-gson>

4.2.1. Erzeugung von interaktiven Videos

Bevor eine interaktive Betrachtung von Videos ermöglicht werden kann, bedarf es zuvor der Erzeugung von interaktiven Videos. Aus diesem Grund wurde ein Editor implementiert, welcher zur intuitiven Erstellung von interaktiven Vision Videos dient.

Dazu wurde eine Oberfläche entworfen, bestehend aus einer Zeitleiste, die aus den eingebundenen Videos und den eingefügten Interaktionselementen besteht, einem vereinfachten Video-Player, sowie den Buttons zur Einbindung neuer Videos bzw. Interaktionen. Abbildung 36 im Anhang B zeigt die grafische Oberfläche des Editors. Der relevanteste Teil davon ist dabei der untere Bereich, welcher die zeitliche Abfolge der einzelnen Videos und der Interaktionselemente darstellt. Mithilfe von einfachem Drag & Drop kann der Zeitleisten-Cursor verschoben und somit der Video-Player aktualisiert werden. Die Anordnung der Videos innerhalb dieser Zeitleiste erfolgt ebenfalls per einfachem Drag & Drop, wodurch die Videos vom Benutzer frei angeordnet und zurecht geschnitten werden können. Die Interaktionselemente im unteren Bereich der Zeitleiste, sowie die einzelnen Buttons zur Erzeugung dieser Elemente sind je nach Interaktionstyp farblich markiert (gelb = Annotation, blau = Pfadauswahl, grün = Verständnisüberprüfung). Da die Option *Pfadauswahl* mehrere Pfade beinhalten kann, sind alle Pfade, die zu einem Zeitpunkt ausgewählt werden können, in einer separaten Zeile. Um die einzelnen Balken eindeutig zuordnen zu können, besitzen diese Tooltips, wodurch ein kurzer Infotext bei MouseOver eingeblendet wird. Außerdem ist die Zeitleiste dynamisch skalierbar, d.h. es können beliebig viele Videodateien mit beliebiger Länge eingebunden werden, da die Zeitleiste das horizontale Scrollen ermöglicht. Demnach ist die Maximalzeit des interaktiven Vision Videos theoretisch nicht beschränkt.

4.2.2. Interaktive Betrachtung der erzeugten Videos

Das Mithilfe des Editors erzeugte interaktive Vision Video lässt sich anschließend in den Player des Werkzeuges einbinden und abspielen. Dafür ist lediglich die exportierte Zip-Datei sowie das Werkzeug als Jar-Datei notwendig. Die Software überprüft dabei die geladene Zip-Datei auf Vollständigkeit, in dem sie die innere Ordnerstruktur untersucht. Ist diese nicht wie im vorherigen Abschnitt beschrieben aufgebaut, erhält der Benutzer eine entsprechende Benachrichtigung. Bei gültiger Auswahl, werden alle relevanten Dateien des Zip-Archivs eingelesen und in Java-Objekte umgewandelt. Da die Hauptfunktionalität des Players das Abspielen des Videos ist, besteht die grafische Oberfläche größtenteils aus einem Mediaplayer, der diese Funktion übernimmt. Um eine Interaktion zwischen Betrachter und dem Video zu ermöglichen, besitzt die Ansicht, in welcher der Mediaplayer eingebaut ist, ein sogenanntes *Overlay*. Dies ist nichts anderes als eine weitere Ansicht mit transparentem Hintergrund. Sind alle Elemente des Zip-Archivs eingelesen und konvertiert worden, werden dem Mediaplayer

Marker an bestimmten Zeitpunkten hinzugefügt. Dadurch werden intern Events zu gegebenen Zeitpunkten angestoßen, die das Einblenden von interaktiven Elementen im Overlay signalisieren. In Abschnitt 4.3 wird dies für einzelne Interaktionselemente spezifischer beschrieben. Zusätzlich zu den interaktiven Elementen innerhalb des Videos besteht für den Betrachter ebenso die Möglichkeit, das Video an einem beliebigen Zeitpunkt zu pausieren sowie die Lautstärke anzupassen. Weiterhin ist es möglich, das interaktive Inhaltsmenü zu jeder Zeit zu öffnen und mit diesem zu interagieren. Dafür besitzt der Player unterhalb des Videos eine Leiste mit entsprechenden klickbaren Elementen. Abbildung 35 im Anhang B stellt die allgemeine Ansicht des Players ohne besondere interaktive Elemente dar.

4.3. Interaktionssystem

Das Interaktionssystem beschreibt den internen Aufbau der Interaktionsoptionen sowohl im Editor, als auch im Player. Dabei besitzt jedes interaktive Element eigene Eigenschaften sowie eigene grafische Oberflächen. Konkret sind die Funktionen *Datenhaltung*, *Editorzeitleiste*, *Editordialog* und *PlayerOverlay* jeder Interaktion zuzuordnen. Im Folgenden werden diese Funktionalitäten erläutert. Zur Verdeutlichung dieser Funktionen werden diese anhand eines konkreten Beispiels aufgezeigt. Dabei wird die Pfadauswahl aus Abbildung 13 des Abschnittes 3.5.2 in der Umsetzung verdeutlicht.

Datenhaltung:

Die Datenhaltung beschreibt die interne Speicherung von einzelnen Interaktionsoptionen. Dabei besitzt jede Option eigene Eigenschaften, wodurch diese beschrieben und identifiziert werden kann. Abbildung 21 zeigt das vereinfachte Klassenmodell dieser Datenhaltung. Durch eine allgemeine, abstrakte Oberklasse *AbstractInteraction* können abstrahierte Eigenschaften, welche für alle Unterklassen gelten sollen, in der oberen Ebene festgelegt werden. Zur Vermeidung von redundantem Code und zur Generalisierung von Objekten, ist diese Modellierungsform optimal. Die Verwendung einer Enumeration-Klasse *InteractionType* ermöglicht die eindeutige Zuweisung des Interaktionstyps an das erzeugte Objekt, was vor allem bei der Deserialisierung von Json-Dateien zur Unterscheidung der Interaktionsoptionen führt. Mithilfe der Wrapper-Klassen *StringProperty* und *ObjectProperty* lassen sich die Eigenschaften an unterschiedliche grafische Elemente binden, wodurch die Synchronität zwischen der Datenhaltung und der grafischen Oberfläche gewährleistet wird. JavaFX stellt damit sicher, dass zwei gebundene Properties jederzeit den gleichen Wert besitzen und der Programmierer nicht das Anpassen der Werte übernehmen muss. Wie bereits zuvor beschrieben, wird die Datenhaltung bzw. das Modell dazu verwendet, sämtliche Eigenschaften des interaktiven Videos zu speichern und diese beim Export des erzeugten

Videos in das Json-Format umzuwandeln und als Datei abzuspeichern.

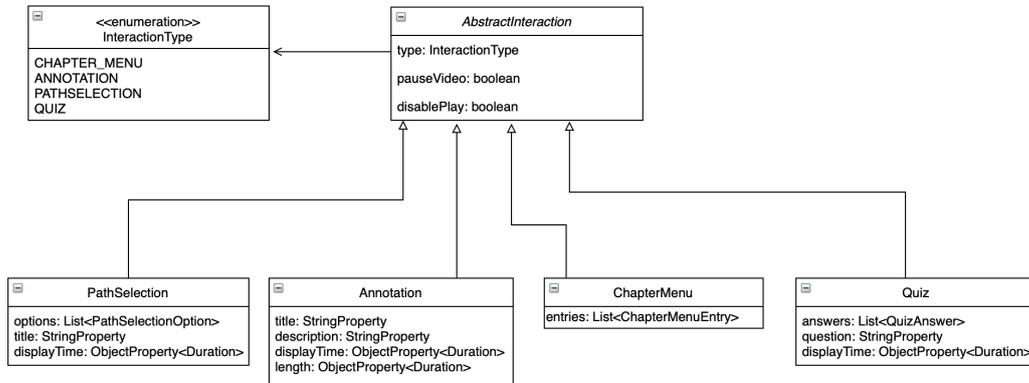


Abbildung 21: UML Klassendiagramm der Speicherung von interaktiven Elementen

Die nachfolgende Abbildung zeigt das Objektdiagramm der konkreten Umsetzung der Pfadauswahl aus Abschnitt 3.5.2. Zu erkennen ist, dass der rechte Teil des Diagramms die einzelnen Pfade beschreibt, also die späteren Auswahlmöglichkeiten des Betrachters im Player. Jede Möglichkeit besitzt demnach eine Sprungzeit, eine Endzeit und eine Sprungzeit nach Ende des Pfades. Ebenso ist der anzuzeigende Text des Pfades beschrieben.

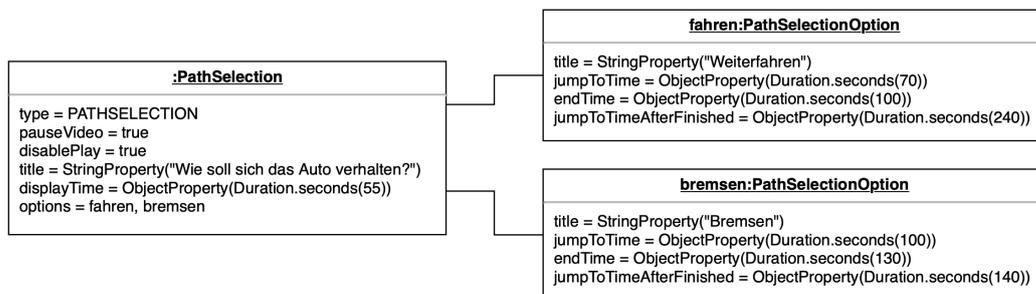


Abbildung 22: UML Objektdiagramm der beispielhaften Pfadauswahl

Editordialog:

Damit interaktive Elemente im Player verwendet werden können, ist es notwendig, diese Elemente durch den Editor in das Video einzubinden. Aus diesem Grund ist

jede Interaktionsoption mit einem eigenen grafischen Dialog innerhalb des Editors verknüpft. Die Auslöser zur Anzeige eines solchen Dialogs sind ein einfacher Button (zur Erstellung eines neuen Elementes) sowie ein Menübutton bei Rechtsklick in der Zeitleiste (zur Bearbeitung eines bestehenden Elementes). Da jede Interaktionsoption eigene Eigenschaften besitzt, sind die Dialoge dementsprechend unterschiedlich aufgebaut. Abbildung 23 bildet den Dialog zur Erzeugung einer Pfadauswahl ab. Hierbei ist zu erkennen, dass jeder Eigenschaft aus dem Datenmodell ein grafisches Element zuzuordnen ist, wodurch das JavaFX-Konzept des *Bindings* diese Beziehung unterstützt und die Abhängigkeit vereinfacht.

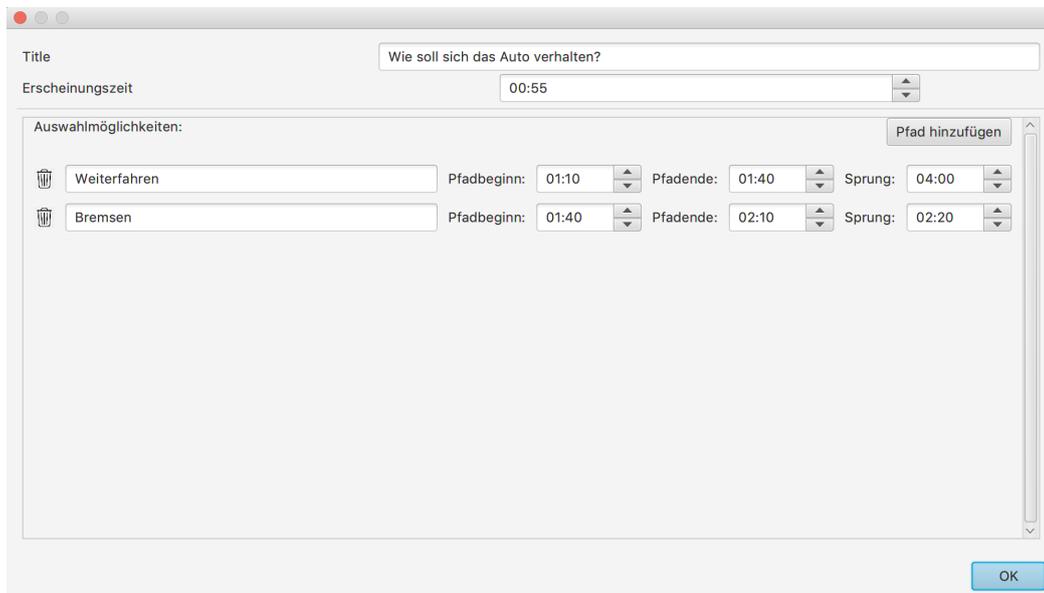


Abbildung 23: Dialog zur Erzeugung einer Pfadauswahl

Editorzeitleiste:

Um einer logischen Darstellung und Bearbeitung der eingebauten interaktiven Elemente im Editor zu entsprechen, ist die Zeitleiste so gestaltet, dass diese Elemente eindeutig zu bestimmten Zeitpunkten abgebildet werden. In Abbildung 24 ist der relevante Teil der Zeitleiste des Beispiels mit bereits eingebauten interaktiven Elementen zu sehen. Die gesamte Zeitleiste liegt dabei in einer ScrollPane, die das horizontale Scrollen ermöglicht. Um die Übersichtlichkeit der Interaktionen sicherzustellen, werden zum einen die jeweiligen Interaktionsoptionen farblich markiert, und zum anderen in separaten Zeilen angeordnet. Einzige Ausnahme hierbei ist die Pfadauswahl. Da diese pro alternativem Pfad zwei Boxen in Anspruch nimmt (Pfadablauf und Sprung am Ende des Pfades), umfasst jede Pfadauswahl eine separate Zeile. Durch das Einblen-

den von Tooltips beim Halten des Mauszeigers über den Boxen, werden detailliertere Informationen eingeblendet. Per Rechtsklick können einzelne Elemente bearbeitet und gelöscht werden.

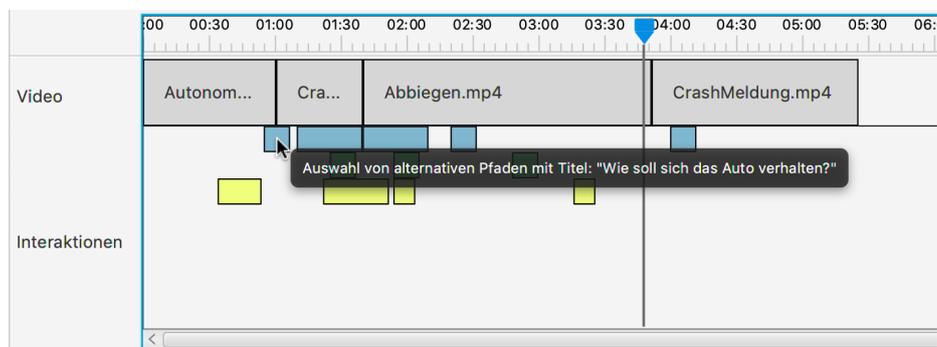


Abbildung 24: Ausschnitt der Zeitleiste zur Identifikation der interaktiven Elemente

PlayerOverlay:

Das Overlay innerhalb des Players stellt die zentrale Interaktion zwischen Software und Betrachter dar. Dadurch soll die Interaktivität des Betrachters gesteigert und der passive Modus verhindert werden. Dabei gilt es, die Interaktion so intuitiv und einfach wie möglich zu halten, um diese Ziele erreichen zu können. Deshalb konzentriert sich das Overlay auf die nötigsten Anzeigeelemente, die der Betrachter benötigt, um eine sinnvolle Interaktion durchführen zu können. Je nachdem, ob die Interaktion das Pausieren des Videos beansprucht, wird das eigentliche Video grau eingefärbt, um die Interaktionselemente hervorzuheben. Generell werden die meisten Interaktionen zu bestimmten Zeitpunkten eingeblendet, wodurch die Aufforderung zur Interaktion vom Player gesteuert werden kann. Eine Ausnahme stellt das Inhaltsmenü dar, welches jederzeit vom Betrachter ein- bzw. ausgeblendet werden kann. Abbildung 25 zeigt die Aufforderung zur Interaktion mithilfe des interaktiven Overlays im Player für obiges Beispiel. Der Betrachter muss bei pausiertem Video entscheiden, welcher Pfad weiter verfolgt werden soll, wobei das eigentliche Video in den Hintergrund rückt. Alle weiteren interaktiven Elemente der unteren Kontrollleiste, mit Ausnahme des Lautstärkereglers, sind dabei bis zur Auswahl einer Option deaktiviert. Wird eine Auswahl getroffen, springt das Video in diesem Beispiel zur jeweiligen Szene und läuft anschließend weiter.

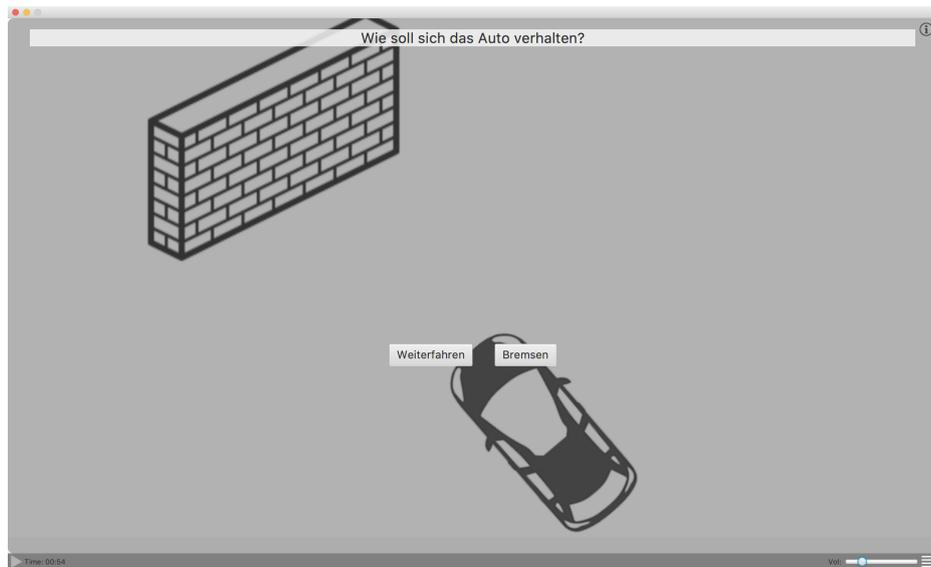


Abbildung 25: Ansicht einer Pfadauswahl im interaktiven Player

4.4. Abgrenzung des Prototyps von der Konzeption

Aufgrund der zeitlichen Beschränkung der Arbeit und der Festlegung des Hauptaugenmerks auf eine detailreiche Ausarbeitung von Konzepten für interaktive Vision Videos im Requirements Engineering, konnten nicht alle entworfenen Konzepte in den Prototypen integriert werden. Anstelle einer Entwicklung eines vollständigen und fehlerfreien Prototypen, konzentrierte sich die Implementierung vielmehr auf eine Software-Programmierung, mit welcher die anschließende Evaluation der wichtigsten Konzepte durchgeführt werden kann. Der Prototyp dient demnach hauptsächlich als Mittel zur Durchführung einer Studie über die grundlegenden Konzepte. Aus diesem Grund wurde insbesondere darauf geachtet, dass die Erstellung eines Videos mit den wichtigsten Interaktionsoptionen, sowie die Betrachtung dieses interaktiven Videos möglich ist. An dieser Stelle wird kurz beschrieben, welche Sollzustände aus der Konzeption nicht bzw. nur bedingt in den entwickelten Prototypen integriert wurden.

Von den entworfenen Interaktionsoptionen wurde lediglich das Hinzufügen von Anmerkungen durch den Betrachter nicht implementiert. Dies hat den Hintergrund, dass diese Option in Relation zum notwendigen Aufwand der Implementierung den geringsten Mehrwert für die anschließende Evaluation darstellt. Während der Evaluation können Probanden mögliche Unklarheiten, welche als Annotation angemerkt werden könnten, direkt mit dem Versuchsleiter klären. Aus zeitlichen Gründen konnte deshalb

auf diese Interaktionsoption verzichtet werden. Des Weiteren wurde auf die Exportfunktion des betrachteten Videos (siehe Abschnitt 3.5.6) verzichtet, da diese Option während der Studie nicht genutzt wird, sondern der Versuchsleiter ausgewählte Optionen und Pfade notiert. Zuletzt besitzt die Anmerkungs-Interaktion die Einschränkung, dass diese nicht an freien Orten im Video, sondern nur zeitlich uneingeschränkt platziert werden kann. Infolgedessen werden Anmerkungen immer zentriert im Bild platziert und horizontal angeordnet. Dies beruht auf einer Einschränkung des Editors, da dieser zum jetzigen Zeitpunkt keine interaktiven Overlays im Video-Player darstellen kann. Innerhalb des Editors wird zum Zeitpunkt des Schneidens jedem importierten Video ein eigener Video-Player zugeordnet, welcher zu bestimmten Zeitpunkten eingeblendet wird. Zwar steigert dies die Performanz des Editors, allerdings entsteht dadurch die obige Einschränkung und wäre nur mit zusätzlicher Zeit aufzulösen. Da die Performanz höher priorisiert wurde, als das Einblenden der interaktiven Option innerhalb der Videos im Editor, wurde diese Option gewählt.

5. Evaluation

Das fünfte Kapitel befasst sich mit der Evaluation des entwickelten Prototyps, um die ausgearbeiteten Konzepte auf Praxistauglichkeit zu prüfen. Dabei wird zunächst die Vorbereitung und Planung des Experimentes erläutert und anschließend die Durchführung beschrieben. Zuletzt gilt es die Ergebnisse der Evaluation zu präsentieren, eine detaillierte Auswertung dieser durchzuführen, sowie aus den Erkenntnissen verschiedene Schlussfolgerungen bezüglich der Forschungsfragen zu ziehen.

5.1. Vorbereitung mittels GQM

Um die Planung des Experimentes strukturiert durchführen zu können, wird in diesem Abschnitt die Vorbereitung des Experimentes mithilfe der systematischen Vorgehensweise des *Goal-Question-Metric* Paradigmas (GQM) von Solingen et al. [68] näher beschrieben. Dadurch sollen ausgehend von den konkreten Zielen aus Abschnitt 1.2 Fragen, Metriken und Indikatoren definiert werden, um die Messung der angestrebten Ziele zu ermöglichen und geeignete Schlussfolgerungen in Bezug auf diese Ziele zu ziehen. Dazu gilt es, Fragen zu definieren und entsprechende Metriken, mit welchen diese Fragen beantwortet werden können, zu suchen. Grundlegendes Ziel von GQM ist die Reduzierung des Aufwandes der Datenerfassung während des Experimentes, da bereits während der Vorbereitung die zu erfassenden Daten definiert werden. Durch die Beziehungen zwischen den Messzielen und den erfassten Daten, lassen sich Fehlinterpretationen der Daten vermeiden.

Ausgehend von der untersten Ebene der Ziele (G1.2.1.1, G1.2.1.2, G1.2.1.3) dieser Thesis aus Abschnitt 1.2, galt es diese genauer zu betrachten und in weitere Unterziele zu konkretisieren. Darauf aufbauend wurden Fragen, Metriken und Indikatoren zur Beurteilung der angestrebten Ziele mithilfe der erfassten Daten ermittelt. Dadurch soll überprüft werden, ob die ausgearbeiteten Konzepte in der Praxis anwendbar sind und zur Steigerung der Effizienz und Effektivität der Vermittlung und Klärung von Visionen im RE beitragen. Letztlich soll dadurch die Beantwortung der Forschungsfrage aus Abschnitt 1.2 unterstützt werden. Abbildung 26 zeigt die einzelnen konkretisierten Ziele. Ausgehend davon wurden Zielfacetten aufgestellt und diese jeweils in Abstraction Sheets ausgearbeitet. Dadurch können Ziele klassifiziert werden und von einer Ausgangshypothese unter Berücksichtigung konkreter Qualitätsfaktoren der aktuellen Situation eine Einflusshypothese und verschiedene Einflussfaktoren auf die Qualitätsfaktoren abgeleitet werden.

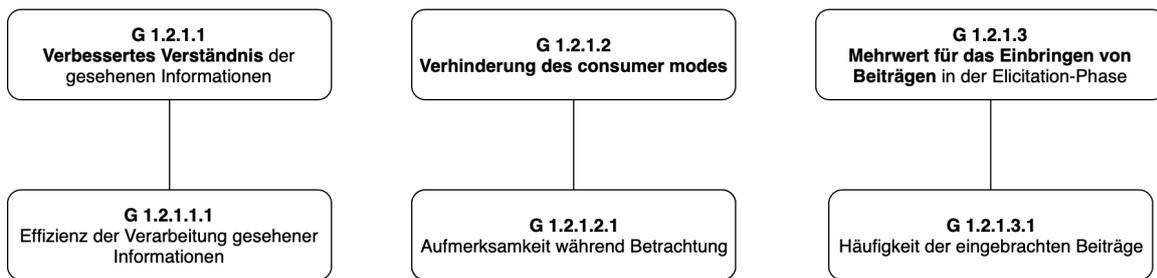


Abbildung 26: Konkretisierung einzelner Ziele

Mithilfe der verfeinerten Ziele aus Abbildung 26 wurden zu jedem Unterziel Abstraction Sheets erzeugt und ausgearbeitet. Abbildung 27 zeigt dieses mit der Zielfacette der *Steigerung der Effizienz der Verarbeitung gesehener Information aus der Perspektive eines Stakeholders*. Als letztes müssen die Qualitätsfaktoren und die Einflussfaktoren einzelner Abstraction Sheets gegenübergestellt werden und zugehörige Fragen, Metriken und Indikatoren identifiziert werden. Die Gegenüberstellung des Unterziels aus Abbildung 27 ist in Abbildung 28 dargestellt.

Zweck	Qualitätsaspekt	Betrachtungsgegenstand	Perspektive
Steigere	Effizienz	Verarbeitung gesehener Informationen	Stakeholder
Qualitätsfaktoren		Einflussfaktoren	
<ul style="list-style-type: none"> - Anzahl richtig beantworteter Verständnisüberprüfung-Fragen - Mit Video auseinandergesetzte Zeit 		<ul style="list-style-type: none"> - Aktive Beeinflussung des Videos durch alternative Pfade und Inhaltsmenü - Aufnahme von Zusatzinformationen durch Anmerkungen 	
Ausgangshypothese		Einflusshypothese	
Die prozentuale Anteil der richtig beantworteten Fragen ist niedrig. Die mit dem Video auseinandergesetzte Zeit ist ebenso gering.		Durch die aktive Beeinflussung des Videos und das Einblenden zusätzlicher Informationen werden die Informationen besser verstanden. Die Anzahl der richtig beantworteten Fragen steigt und die mit dem Video auseinandergesetzte Zeit verbessert sich.	

Abbildung 27: Abstraction Sheet: Effizienz der Verarbeitung gesehener Informationen

	Qualitätsfaktor	Einflussfaktor
Faktoren	<ul style="list-style-type: none"> - Anzahl richtig beantworteter Verständnisüberprüfung-Fragen - Mit Video auseinandergesetzte Zeit 	<ul style="list-style-type: none"> - Aktive Beeinflussung des Videos durch alternative Pfade und Inhaltsmenü - Aufnahme von Zusatzinformationen durch Anmerkungen
Frage	<p>Wie viele Verständnis-Fragen werden richtig beantwortet? Wie lange beschäftigt sich der Stakeholder mit dem Video?</p>	<p>Kann mithilfe von zusätzlichen Informationen im Video die Anzahl richtig beantworteter Fragen maximiert werden? Kann die mit dem Video auseinandergesetzte Zeit durch interaktive Elemente optimiert werden?</p>
Metrik/Indikator	<ul style="list-style-type: none"> - Verständnis-Fragen (Gemessen in [Korrekte Antworten in Prozent]) - Beschäftigungszeit (In Minuten) 	<ul style="list-style-type: none"> - Maximale Anzahl der korrekt beantworteten Verständnis-Fragen - Durchschnittliche Beschäftigungszeit

Abbildung 28: Gegenüberstellung: Effizienz der Verarbeitung gezeigter Informationen

Die jeweiligen Abstraction Sheets und Gegenüberstellungen der beiden Ziele G1.2.1.2.1 und G1.2.1.3.1 sind in Anhang C und D zu finden.

5.2. Planung und Design

Aufbauend auf den definierten Zielen, Fragen und Metriken aus dem vorherigen Abschnitt können nun die (un-)abhängigen Variablen, die zu beantwortenden, detaillierten Forschungsfragen und die Hypothesen beschrieben werden. Dieses Unterkapitel stellt die Details zur Planung des Experimentes vor und geht auf wichtige Designentscheidungen ein.

Das Experiment verwendet das Between-Subjects Design, d.h. jedem Probanden wird nur eine der unabhängigen Variablen zugeordnet. Der Grund dafür ist sowohl die zeitliche Beschränkung des Versuchsablaufs, als auch die Schwierigkeit, zwei äquivalent komplexe Videos zu konstruieren. Würde ein Proband beide Video-Player verwenden, müssten zwei unterschiedliche Videos erzeugt werden, da sonst ein Proband zwei mal dasselbe Video nur mit verschiedenen Techniken betrachten würde.

Da die Zielgruppe von interaktiven Vision Videos generell Stakeholder sind, können Probanden all diejenigen Personen sein, welche die Domäne des Vision Videos nachvollziehen können. Im Rahmen der Studie zählen dazu spätere Benutzer des gezeigten Systems, Software Engineers und Requirements Engineers.

Unabhängige Variablen: Da das Hauptziel der Evaluation die Bestimmung des Mehrwerts einer interaktiven Betrachtung von Vision Videos gegenüber traditioneller Videobetrachtung ist, gilt es diese beiden Techniken zu betrachten. Damit stellen diese die unabhängigen Variablen dar:

- Interaktiver Video Player (Proband betrachtet Vision Video über den interaktiven Video Player)
- Traditioneller Video Player (Proband betrachtet Vision Video über den traditionellen Video Player *QuickTime Player*)

Forschungsfragen: Basierend auf der Forschungsfrage dieser Arbeit aus Abschnitt 1.2 und den mithilfe von GQM ermittelten Zielen und Fragen, gilt es in der Evaluation folgende Forschungsfragen zu beantworten:

1. Gibt es einen Unterschied in der Anzahl an richtig beantworteten Verständnis-Fragen zwischen den Video-Playern?
2. Gibt es einen Unterschied hinsichtlich der mit dem Video verbrachten Zeit zwischen den Video-Playern?
3. Existiert ein Unterschied zwischen den Betrachtern der unterschiedlichen Video-Playern bezüglich der Fokussierung?
4. Gibt es einen Unterschied bezüglich der Auseinandersetzung mit dem Video zwischen den Video-Playern?
5. Existiert ein Unterschied in der Anzahl an eingebrachten Beiträgen zwischen den Video-Playern?

Abhängige Variablen: Anhand der Forschungsfragen und den Erkenntnissen des GQM-Paradigmas können nun die abhängigen Variablen identifiziert werden, mit welchen die Effekte der einzelnen Techniken zu messen sind [69]. Folgende abhängige Variablen wurden definiert:

- Die Anzahl an richtig beantworteter Verständnis-Fragen.
- Die Gemessene Zeit, die der Proband benötigt hat, um das Video vollständig anzusehen.
- Der subjektiv empfundene Fokus des Probanden durch den Versuchsleiter.
- Die Anzahl an freiwillig getätigten Interaktionen.
- Die Anzahl an gesehenen Pfaden.
- Die Anzahl an eingebrachten Beiträgen.

Hypothesen: Um eine spätere Schlussfolgerung zu ziehen, werden Hypothesen aufgestellt, welche in der späteren Auswertung entweder akzeptiert oder verworfen [69]. Dazu wird zu jeder Forschungsfrage eine Nullhypothese, mit der Notation $H_{i_0}, i \in \{1, 2, 3, 4, 5\}$, formuliert. Folgende Nullhypothesen wurden aufgestellt:

- H1₀ Es gibt keinen Unterschied bezüglich der Anzahl an korrekt beantworteten Verständnis-Fragen zwischen den Video-Playern.
- H2₀ Es gibt keinen Unterschied der mit dem Video verbrachten Zeit zwischen den Video-Playern.
- H3₀ Es gibt keinen Unterschied zwischen den Betrachtern der unterschiedlichen Video-Playern bezüglich der Fokussierung.
- H4₀ Es gibt keinen Unterschied hinsichtlich der Auseinandersetzung mit dem Video zwischen den Video-Playern.
- H5₀ Es gibt keinen Unterschied an eingebrachten Beiträgen zwischen den Video-Playern.

Es wird angenommen, dass für jede Alternativhypothese $H_{i_1}, i \in \{1, 2, 3, 4, 5\}$ das Gegenteil der Nullhypothesen, also ein respektiver Unterschied der Aspekte, gilt.

5.3. Durchführung

In diesem Abschnitt gilt es, die konkrete Durchführung des Experiments zu beschreiben. Im ersten Teil wird die Population der Teilnehmer des Experiments beschrieben und im zweiten Teil sowohl der Ablauf einer Sitzung mittels des interaktiven Players, als auch mithilfe des traditionellen Players dargestellt.

5.3.1. Population

An der Studie haben insgesamt 12 Personen teilgenommen (19-31 Jahre), wovon drei weiblich und acht männlich waren. Insgesamt waren 11 der Teilnehmer aus dem Bereich der Informatik und einer aus dem Bereich Physik/Mathematik. Des Weiteren war die Hälfte der Probanden noch im Bachelor Studiengang, vier bereits im Master und zwei haben bereits ein abgeschlossenes Master-Studium oder einen Dokortitel. Da die Zielgruppe von interaktiven Vision Videos Stakeholder sind und diese keine besonderen Informatik-Kenntnisse benötigen, wurden an dieser Stelle keine technischen Vorkenntnisse abgefragt. Die einzelnen Techniken (Interaktiv oder Traditionell) wurden den Probanden abwechselnd zugeordnet, wodurch alle Probanden mit gerader Nummer den traditionellen Video-Player zugeordnet bekamen und Probanden mit ungerader Nummer den interaktiven Video-Player.

5.3.2. Ablauf einer Sitzung

Nachdem der Proband begrüßt wurde, wurde ihm entweder der interaktive oder der traditionelle Video Player zugeordnet. Anschließend erfolgte eine kurze Einführung in den Kontext des Videos und mögliche Interaktionsoptionen des jeweiligen Players. Des Weiteren wurde die grundlegende Aufgabenstellung - das Beantworten von Fragen, dem freiwilligen Durchlesen von Anmerkungen, das Auswählen von Pfaden, sowie das Einbringen von Beiträgen zu gegebenen Zeitpunkten - erläutert. Weiterhin wurde dem Betrachter mitgeteilt, dass er sich zu jeder Zeit frei im Video bewegen kann, um einzelne Szenen erneut, oder um andere Pfade anzusehen. Während der Studie wurde jede Sitzung einzeln in einem separaten Raum durchgeführt, um Störfaktoren auszuschließen. Der Proband betrachtete dabei das Video auf einem Laptop mit Maus und Tastatur als Eingabemethode. Während der Betrachtung wurde die Zeit gestoppt, die der Proband zum vollständigen Betrachten, inklusive aller Interaktionen, benötigt. Da die Aufgaben je nach Player in unterschiedlicher Reihenfolge stattfanden, wird die folgende Durchführungsbeschreibung getrennt betrachtet.

Interaktiver Video-Player: Während der Proband das Video betrachtet, erscheinen immer wieder Overlays mit Interaktionsoptionen im Player. Dabei ist das Auswählen von Pfaden und das Beantworten von Verständnisfragen verpflichtend, das Lesen von Anmerkungen oder das Verwenden des Übersichtsmenüs hingegen freiwillig. Ebenso wird der Betrachter zu festen Zeitpunkten gebeten, freiwillig Beiträge zum gesehenen Inhalt einzubringen.

Traditioneller Video-Player: Im Gegensatz zum interaktiven Video-Player erhält der Betrachter eine ausgedruckte Liste mit den Anmerkungen in Textform und kann diese freiwillig zu jeder Zeit verwenden. Des Weiteren wurden alle Fragen zum gesehenen Inhalt erst am Ende des Video gestellt, wobei der Betrachter jedoch die Möglichkeit hatte, im Video nach der Antwort zu suchen. Zur Auswahl von Pfaden wurde der Proband zwischendrin vom Versuchsleiter mündlich dazu aufgefordert, einen Pfad zu wählen und anschließend zu dem entsprechenden Zeitpunkt im Video zu springen. Dabei erhielt der Betrachter den Hinweis, dass auch hier die Möglichkeit besteht, zur Auswahlzene zurückzuspringen und andere Pfade zu betrachten. Das Einbringen von Beiträgen wurde wie beim interaktiven Player gehandhabt.

Wurde das Video vollständig betrachtet und alle Aufgaben absolviert, galt es abschließend demografische Daten zu erheben. Des Weiteren konnten Probanden noch persönliches Feedback zur Betrachtung des Vision Videos abgeben.

5.4. Auswertung

Diese Unterkapitel dienen der Darstellung und Analyse der Ergebnisse der Evaluation. Dazu werden verschiedene statistische Tests durchgeführt und anhand dessen die aufgestellten Hypothesen untersucht. Zuletzt werden einzelne Bedrohungen der Validität der Evaluation beschrieben.

5.4.1. Ergebnisse der Evaluation

In diesem Abschnitt werden die Ergebnisse der Evaluation präsentiert. Darauf aufbauend folgt im nächsten Abschnitt die Bewertung der Ergebnisse und die Beantwortung der Forschungsfragen. Um eine übersichtliche Darstellung der Ergebnisse zu erzielen, werden im Folgenden die Ergebnisse in thematische Rubriken aufgeteilt, welche aus den Forschungsfragen resultieren. Die einzelnen Messdaten werden in Säulendiagrammen dargestellt und mittels geeigneter statistischer Tests auf Signifikanz untersucht. Die Auswahl des Tests hängt dabei von der Art der erhobenen Daten und des Ergebnisses der Überprüfung auf Normalverteilung mittels des Shapiro-Wilk-Tests ab. Um die unabhängigen Variablen übersichtlich abzubilden werden die Abkürzungen IVP (Interaktiver Video-Player) und TVP (Traditioneller Video-Player) verwendet.

Anzahl richtig beantworteter Fragen

Da die Probanden nur die Fragen zu sehen bekamen, die für die von ihnen ausgewählten Szenen relevant waren, muss hierbei zwischen zwei Werten unterschieden werden. Einmal gilt es die Anzahl an beantworteten Fragen zu untersuchen und einmal die Anzahl an richtigen Antworten zu betrachten. Abbildung 29 zeigt das zugehörige Säulendiagramm. Die blauen Säulen zeigen dabei, wieviele Fragen während des Betrachtens beantwortet wurden und die orangenen Säulen, wieviele davon richtig beantwortet wurden. Dabei ist zu erwähnen, dass maximal sechs Fragen während des gesamten Video zu Verfügung standen, von denen vier aufgrund des Verlaufs des Videos automatisch erschienen. Demnach gab es zwei Fragen, die nur gestellt wurden, wenn entsprechende Pfade freiwillig betrachtet wurden. Dennoch war allen Probanden des Experiments bewusst, dass bestimmte Fragen nur bei der Betrachtung von entsprechenden Pfaden auftauchen. Sie konnten sich somit durch den Umgang mit dem Video frei dazu entscheiden, ob alle Fragen oder nur eine Auswahl an Fragen gestellt werden. Folglich wird bei der Untersuchung auf Signifikanz die Anzahl an richtig beantworteten Fragen in Bezug auf alle sechs möglichen Fragen betrachtet. Da dabei eine Normalverteilung gegeben ist, wird der t-Test verwendet. Alle Mittelwerte, Mediane sowie Standardabweichungen gruppiert nach den jeweiligen Techniken werden in Tabelle 7 dargestellt. Dabei zeigte sich, dass es **einen signifikanten Unterschied in der Anzahl an richtig beantworteter Fragen für IVP (Mittelwert = 5; Standardabweichung = 0,89) und TVP (Mittelwert = 3,6; Standardabwei-**

chung = 0,55) gibt; $t(5) = 3,50$; $p = 0,006 < 0,05$.

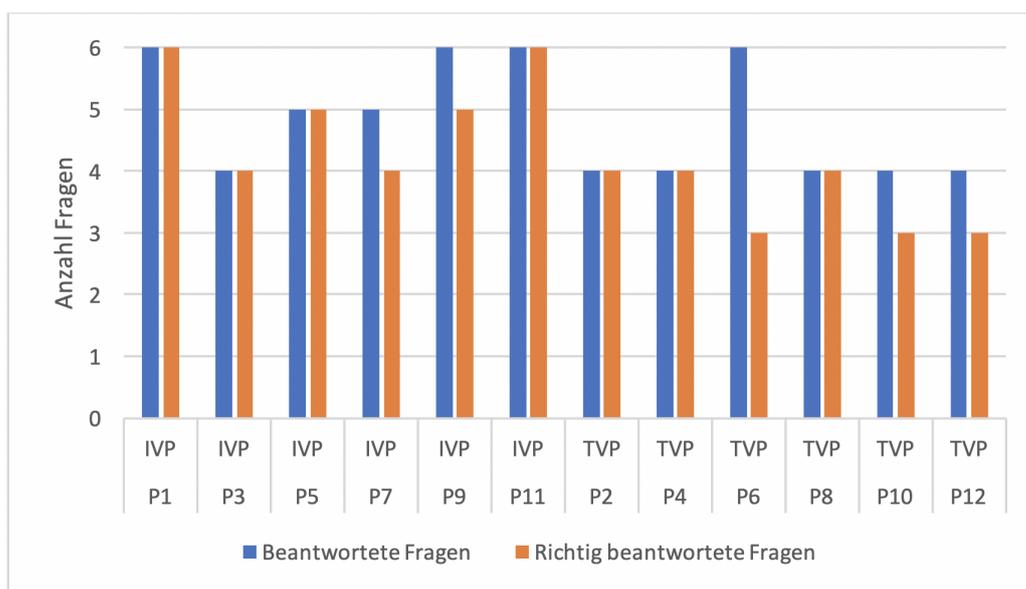


Abbildung 29: Beantwortete Fragen einzelner Probanden

	<i>Mittelwert</i>	<i>Median</i>	<i>Standardabweichung</i>
<i>IVP blau</i>	5,3	5,5	0,82
<i>IVP orange</i>	5	5	0,89
<i>TVP blau</i>	4,4	4	0,82
<i>TVP orange</i>	3,6	4	0,55
<i>Alle blau</i>	4,8	4,5	0,94
<i>Alle orange</i>	4,3	4	1,06

Tabelle 7: Mittelwert, Median und Standardabweichung der beantworteten Fragen gruppiert nach Techniken

Mit dem Video verbrachte Zeit

Die gemessenen Zeiten der einzelnen Probanden sind in Abbildung 30 zu sehen. Dabei ist die Gruppe, welche IVP benutzte blau und die Gruppe, die den TVP verwendete gelb gefärbt. Anhand des Diagramms ist zu sehen, dass es Unterschiede zwischen den beiden Techniken gibt. Die Mittelwerte und der Median der beiden Techniken

unterscheiden sich ebenfalls um mehr als eine Minute. Während des Experimentes konnte beobachtet werden, dass Probanden des TVP von Beginn an häufig eine passive Haltung hatten und möglichst schnell mit dem Video abschließen wollten. Alle Mittelwerte, Mediane und Standardabweichungen zu den mit dem Video verbrachten Zeiten gruppiert nach Betrachtungstechnik sind in Tabelle 8 zu sehen. Da eine Normalverteilung vorhanden ist, erfolgte als Test zur Bestimmung der Signifikanz der t-Test. Der Test ergab, dass es **keinen signifikanten Unterschied der Zeiten für IVP (Mittelwert = 10:12; Standardabweichung = 01:26) und TVP (Mittelwert = 08:30; Standardabweichung = 00:47); $t(11) = -0,09$; $p = 0,926 > 0,05$.**

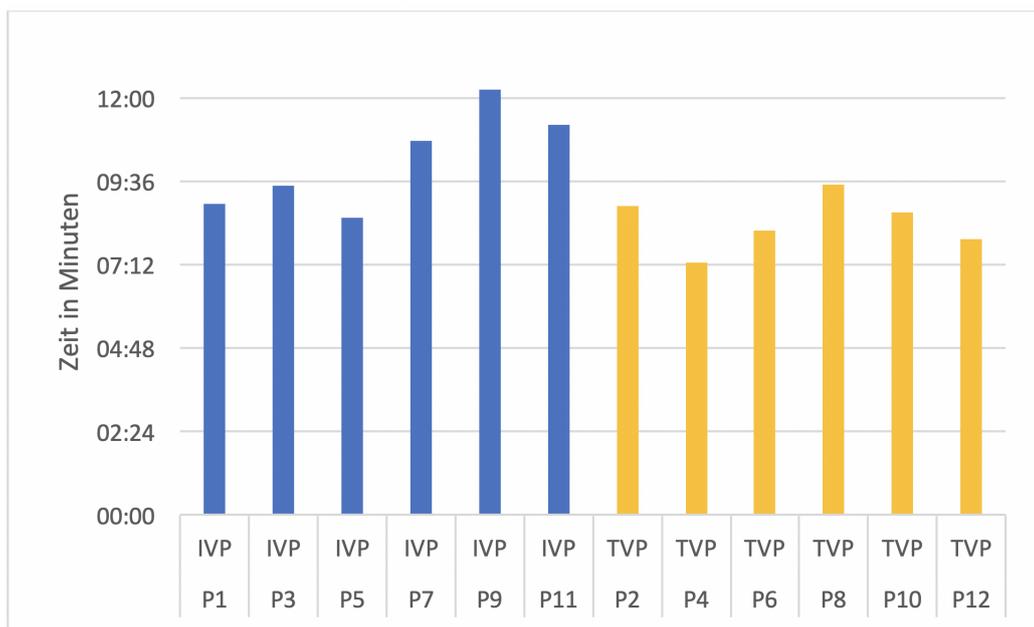


Abbildung 30: Mit dem Video verbrachte Zeit der Probanden

	<i>Mittelwert</i>	<i>Median</i>	<i>Standardabweichung</i>
<i>IVP</i>	10:12	10:07	01:26
<i>TVP</i>	08:30	08:42	00:47
<i>Alle</i>	09:18	08:56	01:26

Tabelle 8: Mittelwert, Median und Standardabweichung der mit dem Video verbrachten Zeiten gruppiert nach Techniken

Subjektiv empfundener Fokus

Zur Bestimmung der Aufmerksamkeit des Probanden, wurden diese während der Betrachtung des Videos beobachtet. Dabei wurde auf einer Skala von 1-5 (Minimal-Maximal) der jeweilige Fokus bewertet, wobei anzumerken ist, dass dies der subjektiv empfundene Fokus des Versuchsleiters ist. Abbildung 31 zeigt das dazugehörige Säulendiagramm. Anhand der Datenkategorie wurde der Mann-Whitney U Test durchgeführt, um die Signifikanz der Messwerte zu bestimmen. Die Mittelwerte, Mediane und Standardabweichungen zu der Fokussierung der Probanden sind in Tabelle 9 zusammengefasst. Der Test zeigte, dass es **keinen signifikanten Unterschied bezüglich des Fokus zwischen IVP (Median = 5) und TVP (Median = 4) gibt**; $U = 11$; $p = 0,298 > 0,05$.

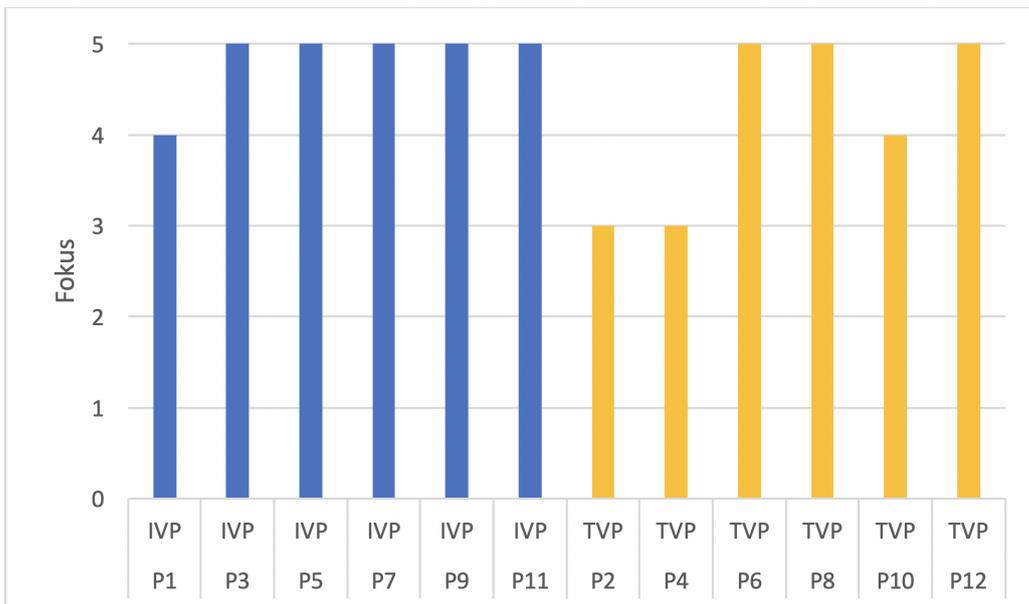


Abbildung 31: Subjektiv empfundener Fokus der Probanden

	<i>Mittelwert</i>	<i>Median</i>	<i>Standardabweichung</i>
<i>IVP</i>	4,8	5	0,41
<i>TVP</i>	4	4	0,98
<i>Alle</i>	4,5	5	0,8

Tabelle 9: Mittelwert, Median und Standardabweichung der Fokusintensität gruppiert nach Techniken

Anzahl freiwilliger Interaktionen

Die Anzahl der freiwilligen Interaktionen während der Betrachtung des Videos wurde gezählt, um Forschungsfrage 4 beantworten zu können. Unter einer freiwilligen Interaktion zählt das Aufklappen einer Anmerkung, das Auswählen eines Eintrags im Inhaltsmenü, sowie das Anschauen eines zusätzlichen Pfades. Abbildung 32 zeigt die getätigten freiwilligen Interaktionen der Betrachter. Blaue Säulen demonstrieren die Ergebnisse der Probanden, welche den interaktiven Video-Player verwendeten und gelbe Balken den traditionellen Video-Player. Da keine Normalverteilung vorhanden ist, wurde zur Überprüfung der statistischen Signifikanz der Mann-Whitney U Test durchgeführt. Auch hier sind die zugehörigen Mittelwerte, Mediane und Standardabweichungen der Techniken in Tabelle 10 zusammengetragen. Dieser zeigte, dass **die Anzahl an freiwilligen Interaktionen für IVP (Median = 15,5) signifikant höher als für TVP (Median = 3,4) ist; $U = 0$; $p = 0,005 < 0,05$.**

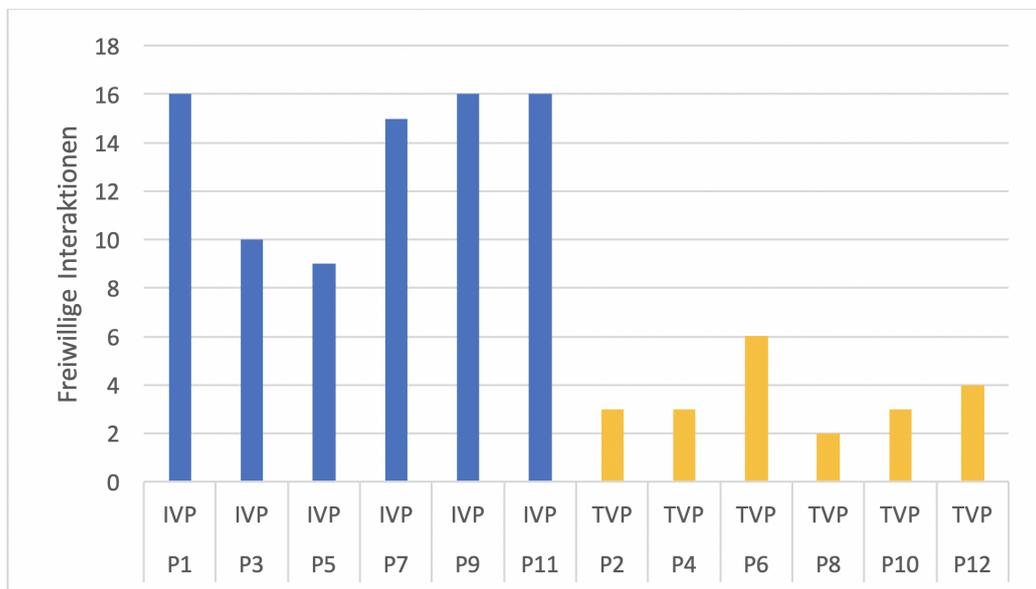


Abbildung 32: Anzahl der freiwilligen Interaktionen durch Probanden

	<i>Mittelwert</i>	<i>Median</i>	<i>Standardabweichung</i>
<i>IVP</i>	13,7	15,5	3,27
<i>TVP</i>	3,4	3	1,37
<i>Alle</i>	8,6	7,5	5,82

Tabelle 10: Mittelwert, Median und Standardabweichung der freiwilligen Interaktionen aller Techniken

Anzahl an gesehenen Pfaden

Da das Darstellen von Alternativen eine hoch priorisierte Interaktionsform in der Konzeption bildet, wurden während des Experimentes die gesehenen Pfade der Probanden dokumentiert. Grundlegend musste jeder Proband mindestens zwei Pfade anschauen, es konnten aber insgesamt sechs Pfade betrachtet werden. Demnach waren vier Pfade freiwillig. Abbildung 33 zeigt die Anzahl der gesehenen Pfade als Säulendiagramm. Auch hier sind die blauen Balken wieder Probanden mit dem IVP zuzuordnen und die gelben Balken denen mit TVP. Zu sehen ist, dass im Durchschnitt zwei Pfade mehr pro Proband des IVP gesehen wurden als pro Proband des TVP. Die Betrachtung des Medians weist sogar 2,5 angesehene Pfade pro Proband mehr durch den IVP auf. Um die Signifikanz der Messwerte zu prüfen, wurde, da eine Normalverteilung vorhanden ist, der t-Test durchgeführt. Die beschriebenen Mittelwerte, Mediane und Standardabweichungen sind in Tabelle 11 dargestellt. Dabei zeigte sich, dass **ein signifikanter Unterschied in der Anzahl an gesehenen Pfaden für IVP (Mittelwert = 5,2; Standardabweichung = 0,98) und TVP (Mittelwert = 3,2; Standardabweichung = 0,98) vorhanden ist; $t(5) = 3,52$; $p = 0,006 < 0,05$.**

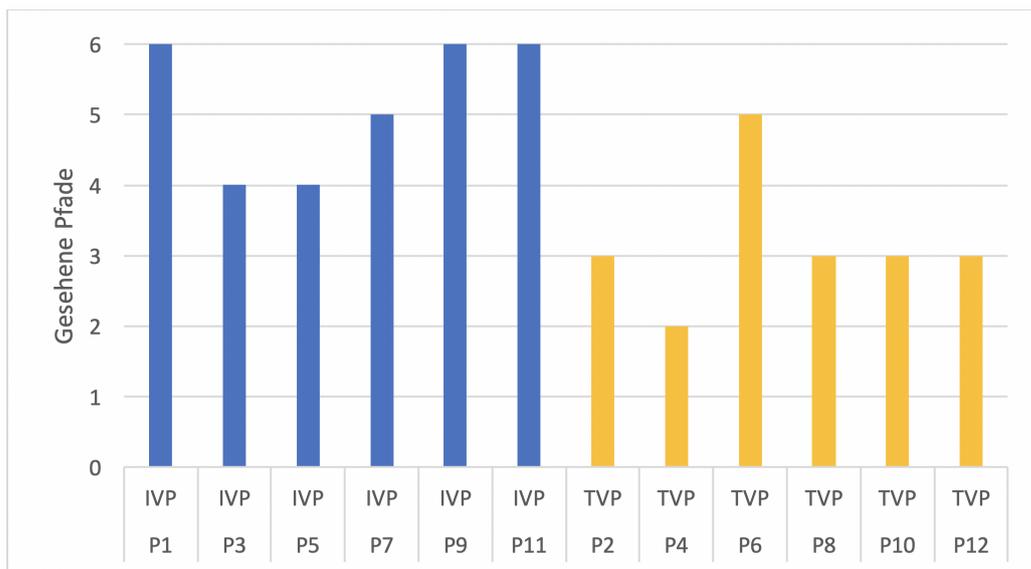


Abbildung 33: Anzahl an gesehenen Pfaden einzelner Probanden

	<i>Mittelwert</i>	<i>Median</i>	<i>Standardabweichung</i>
<i>IVP</i>	5,2	5,5	0,98
<i>TVP</i>	3,2	3	0,98
<i>Alle</i>	4,2	4	1,40

Tabelle 11: Mittelwert, Median und Standardabweichung der gesehenen Pfade gruppiert nach Techniken

Anzahl eingebrachter Beiträge

Während der Betrachtung wurden die Probanden an einigen Stellen gebeten, Beiträge zum gezeigten Inhalt einzubringen. Diese Vorgehensweise wurde aus dem Experiment von Schneider et al. [19] übernommen. Dabei schrieben die Probanden ihre Beiträge selbst auf ein Papier, um Übertragungsfehler zu verhindern. Für die Auswertung wurden nun alle sinnvollen Beiträge (siehe Abschnitt 1.2) gezählt und in einem Säulendiagramm (siehe Abbildung 34) visualisiert. Mit Anwendung des Shapiro-Wilk-Tests ist zu sehen, dass keine Normalverteilung vorhanden ist. Deshalb kann hierbei zur Prüfung der statistischen Signifikanz der Mann-Whitney U Test angewendet werden. In Tabelle 12 sind die einzelnen Mittelwerte, Mediane und Standardabweichungen der eingebrachten Beiträge, gruppiert nach der Betrachtungstechnik zu sehen. Das Ergebnis zeigt, dass es **keinen signifikanten Unterschied bezüglich der Anzahl an eingebrachten Beiträgen zwischen IVP (Median = 3) und TVP (Median = 1,5) gibt**; $U = 13$; $p = 0,472 > 0,05$.

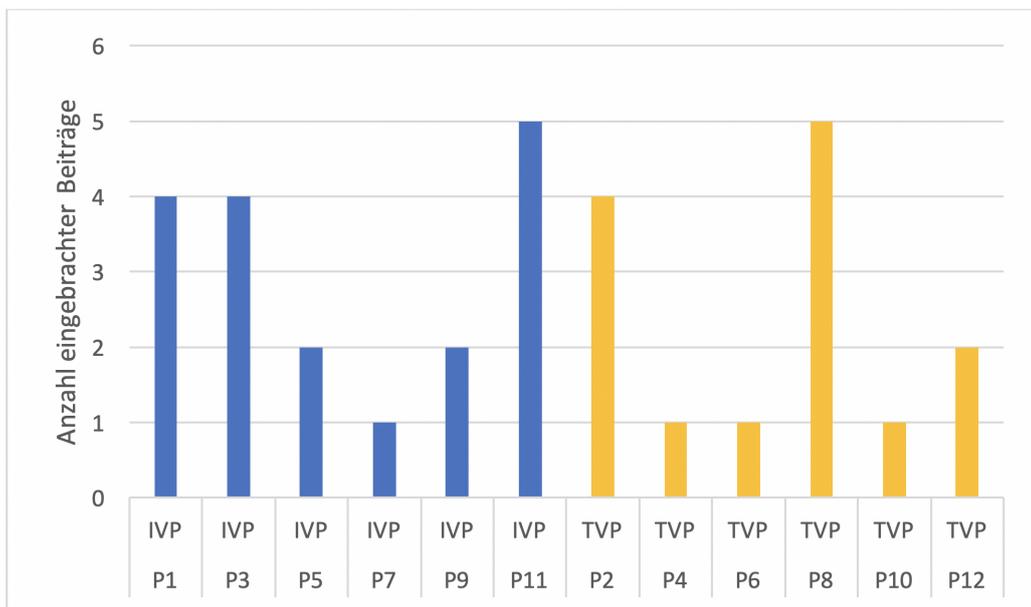


Abbildung 34: Anzahl der eingebrachten Beiträge der Probanden

	<i>Mittelwert</i>	<i>Median</i>	<i>Standardabweichung</i>
<i>IVP</i>	3	3	1,55
<i>TVP</i>	2,3	1,5	1,75
<i>Alle</i>	2,6	2	1,61

Tabelle 12: Mittelwert, Median und Standardabweichung der eingebrachten Beiträge gruppiert nach Techniken

5.4.2. Bewertung der Ergebnisse

Anhand der Darstellungen aus dem vorherigen Abschnitt können die Ergebnisse nun bewertet und anschließend die Beantwortung der einzelnen Forschungsfragen aus Abschnitt 5.2 untersucht werden. Auf Basis dessen folgt die Bildung von Schlussfolgerungen bezüglich der Erreichung der Ziele dieser Arbeit aus Abschnitt 1.2. Abschließend gilt es, in diesem Unterkapitel die zentrale Forschungsfrage dieser Arbeit zu beantworten.

Beantwortung der Forschungsfragen:

Forschungsfrage 1: Gibt es einen Unterschied in der Anzahl an richtig beantworteten Verständnis-Fragen zwischen den Video-Playern?

Die Messwerte der beantworteten Fragen zeigen eine klare Tendenz zur erhöhten Anzahl an richtigen Antworten durch interaktive Elemente. Hinzu kommt, dass aufgrund der erhöhten Anzahl an gesehenen Pfaden mehr Fragen angesehen werden und dies zu einer höheren Anzahl an richtigen Antworten führen kann. Außerdem führt dies zu einem generellen höheren Verständnis des im Video dargestellten Themas, da der Betrachter sich intuitiv länger mit den möglichen Inhalten auseinandersetzt. Der zugehörige T-Test hat gezeigt, dass ein deutlicher signifikanter Unterschied zwischen den Video-Playern zu erkennen ist. Demnach lässt sich die Nullhypothese $H1_0$ verwerfen und die Alternativhypothese $H1_1$ wird akzeptiert: Es gibt einen Unterschied zwischen IVP und TVP, da die Betrachtung des Vision Videos mittels des interaktiven Video-Players zu einer erhöhten Anzahl an richtig beantworteten Fragen führt.

Forschungsfrage 2: Gibt es einen Unterschied hinsichtlich der mit dem Video verbrachten Zeit zwischen den Video-Playern?

Der durchgeführte T-Test bezüglich der Signifikanz der Zeiten zwischen IVP und TVP ergab, dass keine signifikanten Unterschiede vorhanden sind. Dennoch ist zu

erkennen, dass aufgrund der erhöhten Anzahl an gesehenen Pfaden, Probanden, die den IVP verwendeten, sich grundsätzlich länger mit dem Video befasst haben. Dies spiegelt sich auch in den Mittelwerten und Medianen (IVP: 10:12, 10:07; TVP: 08:30, 08:42) der Gruppen wider. Aufgrund des Tests zur statistischen Signifikanz kann die Nullhypothese H_{2_0} nicht verworfen werden. Demnach gibt es keinen Unterschied zwischen den Betrachtungstechniken hinsichtlich der mit dem Video verbrachten Zeit.

Forschungsfrage 3: Existiert ein Unterschied zwischen den Betrachtern der unterschiedlichen Video-Playern bezüglich der Fokussierung?

Der subjektiv empfundene Fokus der Probanden durch den Versuchsleiter ist zwar bei erstem Blick auf das Diagramm (siehe Abbildung 31) unterschiedlich, bei Betrachtung der Mittelwerte und Mediane ist allerdings zu erkennen, dass kein großer Unterschied besteht. Der durchgeführte Mann-Whitney U Test bestätigt dies, indem das Ergebnis auf Signifikanz keinen Unterschied der beiden Gruppen bezüglich des Fokus zeigte. Aus diesem Grund kann hierbei die Nullhypothese H_{3_0} nicht verworfen werden. Folglich existiert kein Unterschied zwischen den Betrachtern der unterschiedlichen Video-Playern bezüglich der Fokussierung.

Forschungsfrage 4: Gibt es einen Unterschied bezüglich der Auseinandersetzung mit dem Video zwischen den Video-Playern?

Um die Auseinandersetzung zu bestimmen, wurde zum einen die Anzahl an freiwillig getätigten Interaktionen und zum anderen die Anzahl an gesehenen Pfaden gemessen. Bei beiden Datensätzen ist bereits im Diagramm (siehe Abbildung 32 und Abbildung 33) zu erkennen, dass ein deutlicher Unterschied zwischen den Video-Playern vorhanden ist. Die Unterschiede der Mittelwerte und Mediane bestätigen diese Annahme. Nach Durchführung des jeweiligen Tests zur Bestimmung der statistischen Signifikanz ist die zugehörige Nullhypothese H_{4_0} eindeutig zu verwerfen und die Alternativhypothese H_{4_1} anzunehmen: Es gibt einen Unterschied hinsichtlich der Auseinandersetzung mit dem Video zwischen Video-Playern, da sowohl die Anzahl an freiwilligen Interaktionen als auch die Anzahl an freiwillig angesehenen Pfaden durch die Verwendung des IVP erhöht sind.

Forschungsfrage 5: Existiert ein Unterschied in der Anzahl an eingebrachten Beiträgen zwischen den Video-Playern?

Das zugehörige Diagramm aus Abbildung 34 sowie die Differenz der Mittelwerte und Mediane sind erste Indizien dafür, dass keine großen Unterschiede bezüglich der Anzahl an eingebrachten Beiträgen zwischen den Techniken vorhanden sind. Der abschließende Mann-Whitney U Test bestätigt dies und zeigt, dass keine statistisch signifikanten Unterschiede zu erkennen sind. Deshalb kann die Nullhypothese H_{5_0} nicht verworfen werden. Es gibt demzufolge keinen Unterschied hinsichtlich der eingebrach-

ten Beiträge zwischen den Video-Playern.

Schlussfolgerungen der Ziele:

Die durchgeführte Evaluation und die anschließende Analyse der Ergebnisse führen im Zusammenhang der Ziele dieser Arbeit zu interessanten Erkenntnissen. Bezüglich des allgemeinen Ziels der *Einbeziehung der Stakeholder in Vision Videos durch aktive Informationsverarbeitung* und dessen Unterziele lassen sich die nachfolgenden Schlussfolgerungen ziehen.

Die Bestätigung der Alternativhypothese $H1_1$, d.h. “Es gibt einen Unterschied bezüglich der Anzahl an korrekt beantworteten Verständnis-Fragen zwischen den Betrachtungsformen”, lässt sich vor allem darauf zurückführen, dass Probanden des IVP deutlich mehr Anmerkungen aktiv betrachtet haben und dadurch mehr Hintergrundinformationen erfahren haben. Ebenso die Tatsache, dass mehr Pfade freiwillig angesehen wurden, führte zu der höheren Anzahl an korrekt beantworteter Fragen. Mithilfe der Zusatzinformationen in Form von interaktiven Anmerkungen ist es also möglich, eine Verbesserung des Verständnisses zu erreichen. Wird nun zusätzlich die mit dem Video auseinandergesetzte Zeit hinzugezogen, ist zu erkennen, dass diese leicht höher für die Betrachtung des Videos mit dem IVP als mit dem TVP ist. Da der Unterschied allerdings nicht signifikant ist und auch nicht in Abhängigkeit mit den gesehenen Pfaden steht, kann hierzu keine eindeutige Schlussfolgerung erfolgen. Insgesamt ist zu verzeichnen, dass die Effizienz der gesehenen Informationen mithilfe des IVP gesteigert werden kann, wobei allerdings im Bezug auf die benötigte Zeit zur Verarbeitung der tatsächlich gesehenen Informationen weitere Experimente nötig sind.

Das Erreichen des zweiten Teilziels der Arbeit (Die Verhinderung des consumer modes) und des zugehörigen konkretisierten Ziels (Die Steigerung der Aufmerksamkeit während der Betrachtung) ist durch die Auswertung der Fokussierung der Betrachter und der interaktiven Auseinandersetzung mit dem Video zu bewerten. Da die Nullhypothese $H3_0$, “Es gibt keinen Unterschied zwischen den Betrachtern der unterschiedlichen Video-Playern bezüglich der Fokussierung”, nicht verworfen werden konnte, führt die Betrachtung der Fokussierung zu keiner Beurteilung bezüglich des Erreichens der Ziele. Dies lässt sich höchstwahrscheinlich der Umgebung des Experimentes zuschreiben, da Probanden sich explizit mit dem Inhalt des Videos beschäftigen mussten und somit nur auf das Video fokussiert waren. Hingegen kann durch die beantwortete Forschungsfrage 4 eine eindeutigere Bewertung des Teilziels erzielt werden. Durch den klaren statistisch signifikanten Unterschied an freiwilligen Interaktionen und freiwillig betrachteten Pfaden zwischen den jeweiligen Playern, kann eine positive Erkenntnis erlangt werden. Durch die Annahme der Alternativhypothese $H4_1$ (“Es gibt einen Unterschied hinsichtlich der Auseinandersetzung mit dem Video zwischen Video-Playern”) kann das Ziel, die Aufmerksamkeit des Betrachters zu steigern, eindeutig erreicht werden. Infolgedessen wird der consumer mode vermieden.

Bezüglich des Mehrwerts für das Einbringen von Beiträgen lässt sich keine positive Erkenntnis aus der Evaluation ziehen. Zur Beurteilung des Ziels wird die gemessene Anzahl an eingebrachten Beiträgen während des Experiments einzelner Probanden untersucht. Diese zeigen, dass keine großen Unterschiede zwischen den Techniken vorhanden sind und durch das Nicht-Verwerfen der Nullhypothese $H5_0$ lässt sich für dieses Teilziel keine positive Tendenz erkennen. Vielmehr sind beide Techniken bezüglich der eingebrachten Beiträge gleich. Ein Grund für dieses Ergebnis könnte im Aufbau des Experiments liegen und wird in Abschnitt 5.4.3 erläutert.

Insgesamt lässt sich bezüglich der angestrebten Ziele dieser Arbeit eine positive Erkenntnis erlangen. Zwar konnte für das Einbringen von Beiträgen kein Unterschied erkannt werden, dennoch zeigt die Bewertung der beiden anderen Teilziele eine positive Tendenz. Demnach lässt sich abschließend für das allgemeine Ziel der Einbeziehung der Stakeholder in Vision Videos durch aktive Informationsverarbeitung ein positives Fazit ziehen und eine Steigerung der Einbeziehung verzeichnen. In Hinsicht auf die Beantwortung der zentralen Forschungsfrage lässt sich Folgendes aussagen:

Antwort auf die zentrale Forschungsfrage

Welchen Mehrwert bietet das interaktive Betrachten eines Vision Videos zur Vermittlung und Klärung der Vision eines software-basierten Produktes im Requirements Engineering?

Insbesondere die Verhinderung des consumer modes und die dadurch entstehende erhöhte Informationsaufnahme und -verarbeitung stellen einen Mehrwert bei der Vermittlung und Klärung der Vision dar. Durch die Steigerung der aktiven Auseinandersetzung mit dem Vision Video kann mit Begründung der Constructivism Theory das Verständnis verbessert werden und stellt somit einen Mehrwert für das Klären der Vision dar. Die Verwendung von interaktiven Elementen zur Betrachtung von alternativen Szenarien hat gezeigt, dass die Betrachter dadurch deutlich mehr alternative Pfade freiwillig betrachten als ohne den Einsatz von interaktiven Elementen. Zusammen mit der erhöhten Anzahl an richtig beantworteten Fragen führt dies zu einer erhöhten freiwilligen Teilnahme an der Thematik des Produktes und könnte diesbezüglich einen Mehrwert im weiteren Verlauf des Projektes liefern. Des Weiteren konnte durch die Evaluation gezeigt werden, dass interaktive Anmerkungen im Video die Aufnahme von Zusatzinformationen zum besseren Verständnis der Inhalte steigern und somit ebenfalls einen wichtigen Mehrwert für die Vermittlung der Vision bieten. Angesichts der Einbringung von Beiträgen konnte mithilfe der Evaluation kein Unterschied erkannt werden. Dies könnte daran liegen, dass bei beiden Techniken die Einbringung von Beiträgen durch selbständiges Schreiben auf Papier geschah. Dadurch wurde keine Unterscheidung der Eingabemethode erzielt, was die ähnlichen Ergebnisse erklären könnte.

5.4.3. Bedrohungen der Validität

Aufgrund der Einschränkungen des Evaluationsaufbaus zur Realität können einzelne Faktoren die Validität der Ergebnisse beeinflusst haben. Dieser Abschnitt beschreibt die einzelnen Einschränkungen um somit die Aussagekraft bestimmter Ergebnisse der Evaluation zu begrenzen. Laut Wohlin et al. [69] gibt es vier Kategorien an Bedrohungen.

Als erstes könnte die *Conclusion validity* bedroht sein, da die Teilnehmerzahl zu gering ist, was das Erkennen von Mustern erschwert bzw. keine statistisch signifikante Aussage zulässt. Allerdings konnten bei der Auswertung der Ergebnisse bereits bei dieser kleinen Menge an Probanden aussagekräftige Trends und Unterschiede erkannt werden.

Durch zu einfach gestellte Fragen bzw. Fragen, die bereits durch Allgemeinwissen ohne Durchführung des Experimentes zu beantworten sind, kann die *Internal validity* bedroht sein. Die Ergebnisse der Evaluation konnten diese Bedrohung bestätigen, da die Mehrheit der Probanden die gesehenen Fragen richtig beantworteten. Ein Ziel von Vision Videos ist, dass diese einfach zu verstehen sind. Demnach war das zu betrachtende Video über alle Probanden hinweg leicht verständlich und führte somit zu einem hohen Anteil an korrekt beantworteten Fragen. Dennoch wurde bei der Planung versucht, möglichst detailreiche Fragen zu formulieren. Damit Probanden keine Erfahrung bzw. Vorkenntnisse in die Beantwortung einzelner Fragen einfließen lassen konnten, wurden zum Teil bewusst nicht korrekte Informationen im Video dargestellt und diese durch Fragen geprüft.

Des Weiteren kann durch zu geringe Praxiserfahrung der Teilnehmer die *Construct validity* bedroht sein. Da die Zielgruppe der Anwendung dieser Thesis Stakeholder sind und Studenten in der Regel noch nie bzw. selten als Stakeholder in der Realität fungierten, stellt dies eine ernst zu nehmende Bedrohung bezüglich der Validität der Ergebnisse dar.

Zuletzt kann die *External validity* bedroht sein, da den Probanden bewusst war, dass das Experiment nur einer Testumgebung und nicht dem Kontext eines realen Projektes entspricht. Dadurch könnten einzelne abhängige Variablen beeinflusst wurden, wie z.B. der Fokus der Probanden, da diese explizit wussten, dass das Video zu betrachten ist. Ebenso könnte das Einbringen von Beiträgen durch die Testumgebung beeinträchtigt sein. Hierbei haben Probanden oftmals passiv gehandelt und direkt das Einbringen von Beiträgen abgelehnt. Die Einschränkung des Prototyps, dass keine Anmerkungen vom Betrachter während dem Betrachten des Videos erstellbar sind, beeinträchtigt das Einbringen von Beiträgen im Experiment.

6. Fazit und Ausblick

In diesem Kapitel wird eine Zusammenfassung der zuvor ausgearbeiteten Konzepte und den erlangten Ergebnissen der Evaluation präsentiert. Abschließend folgt ein Ausblick auf weiterführende Forschung in dieser Thematik unter Verwendung der in dieser Arbeit konzipierten Aspekte und erlangten Ergebnisse.

6.1. Fazit

Die Problematik der ineffizienten Übermittlung von Informationen durch textuelle Darstellung der Informationen, wird bereits durch den Einsatz von sogenannten Vision Videos versucht zu verbessern. Zwar eliminieren Vision Videos bereits eine Vielzahl an Missverständnissen und Problemen, dennoch entstehen hierbei andere Schwächen und Herausforderungen. Größtenteils adressieren diese Probleme die Erstellung von Videos, dennoch lassen sich auch Probleme bei der Betrachtung von Vision Videos erkennen. Insbesondere Inaktivität, Unkonzentriertheit und Langeweile stellen mögliche Bedrohungen bei der Sicherstellung einer effizienten Informationsübermittlung dar. Aus anderen Bereichen, wie z.B. dem E-Learning oder dem Active Video Watching, ist bekannt, dass diese Bedrohungen durch die Verwendung von aktiver Informationsverarbeitung mittels interaktiven Elementen im Video verringert bzw. verhindert werden können.

Um die Ideen und Lösungen aus anderen Bereichen für den Einsatz von interaktiven Vision Videos im Requirements Engineering zu prüfen, wurde ein Konzept zur Integration von interaktiven Vision Videos im Requirements Engineering entwickelt. Dabei wurde zuerst der konzeptionelle Einsatz von interaktiven Vision Videos in einzelnen Phasen des RE-Prozesses geprüft und anschließend detailliert für die Szenarientechnik während der Elicitation-Phase erarbeitet. Zu Beginn der Arbeit wurden einzelne konkrete Ziele (siehe Abbildung 2) definiert, die während der Konzeption zu erfüllen waren. Anhand der Erfüllung der Ziele galt es die zentrale Forschungsfrage der Arbeit zu beantworten.

Die Arbeit befasste sich zuerst mit allgemeinen Einsatzmöglichkeiten über den gesamten RE-Prozess hinweg. Aufbauend darauf wurde der Einsatz von interaktiven Vision Videos während der Elicitation-Phase genauer betrachtet und hierbei in einzelnen Techniken nach IREB-Standard geprüft. Aufgrund der vielfältigen Kombinationsmöglichkeiten zwischen der Szenarientechnik und den Methoden zur Schaffung eines gemeinsamen Verständnisses wurde die detailreiche Ausarbeitung von interaktiven Vision Videos in der Szenarientechnik durchgeführt.

Die Ausarbeitung eines Konzepts zur interaktiven Betrachtung von Vision Videos während der Szenarientechnik bestand hauptsächlich aus der Entwicklung von verschiedenen Interaktionsoptionen. Dabei bestand stets der Anspruch, einen Nutzen für

die Elicitation-Phase zu generieren und die positiven Erkenntnisse des E-Learning und AVW zu transferieren. Zur jeder Interaktionsoption wurden abschließend Anforderungen definiert, um eine positive Wirkung bei der Verwendung der interaktiven Elemente sicherzustellen.

Mithilfe der prototypischen Umsetzung einer Auswahl der entworfenen Konzepte, wurde zuletzt eine Evaluation durchgeführt. Das Ziel dieser war insbesondere eine Beurteilung bezüglich der Einhaltung der konkreten Ziele dieser Arbeit zu erhalten. Die Ergebnisse der Evaluation bestätigen die positiven Erkenntnisse aus dem E-Learning. Es wurden nicht nur positive Tendenzen erkannt, es konnten sogar teilweise statistisch signifikante Messwerte nachgewiesen werden. Besonders bei der Auseinandersetzung der Betrachter mit dem Video konnten positive Ergebnisse erzielt werden. Allerdings konnten einige Nullhypothesen nicht verworfen werden, was Unterschiede zwischen den Betrachtungsformen ausschließt.

Bei der Beurteilung der konkreten Teilziele (G 1.2.1.1 - G 1.2.1.3) lässt sich durch die Ergebnisse der Evaluation das Fazit ziehen, dass insbesondere bei der Verhinderung des consumer modes ein klares Ergebnis zugunsten von Vision Videos mit interaktiven Elementen erreicht wurde. Auch die Verbesserung des Verständnisses konnte aufgrund der erhöhten Anzahl an korrekt beantworteten Verständnis-Fragen nachgewiesen werden. Hinsichtlich des Mehrwertes für das Einbringen von Beiträgen während dem Betrachten von Vision Videos konnten keine eindeutige Ergebnisse erzielt werden. Es wird angenommen, dass ein Grund hierfür die fehlende Implementierung von Anmerkungen im interaktiven Video-Player durch den Betrachter sein könnte.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass der Einsatz von interaktiven Elementen in Vision Videos innerhalb des RE-Prozesses einen wesentlichen Beitrag für die Erfüllung des zentralen Ziels dieser Arbeit darstellen. Demnach dienen interaktive Vision Videos zur Steigerung der Effektivität und Effizienz der Vermittlung und Klärung von Visionen im RE. Anhand der Ergebnisse lässt sich die Forschungsfrage folgendermaßen beantworten: Die Verhinderung des consumer modes und die damit in Verbindung stehende erhöhte Auseinandersetzung des Betrachters mit dem Vision Videos stellt einen wichtigen Mehrwert bei der Vermittlung von Visionen dar. Die Verbesserung des Verständnisses der gesehenen Informationen in Vision Videos lässt darauf schließen, dass das Klären der Vision im Video durch interaktive Elemente verbessert werden kann. Aufgrund dessen kann das Fazit gezogen werden, dass die Unterstützung von Vision Video durch Interaktivität, insbesondere in der Szenarien-Technik, einen entscheidenden Mehrwert für das Vermitteln und Klären von Visionen erbringt.

6.2. Ausblick

In diesem Abschnitt wird ein Ausblick auf die mögliche Fortführung der Thematik der interaktiven Betrachtung von Vision Videos im Requirements Engineering gegeben.

Grundlegend macht es Sinn, den Einsatz von interaktiven Vision Videos in weiteren Techniken der Elicitation-Phase detailliert zu untersuchen. Ebenso kann, wie in Abschnitt 3.3 aufgegriffen, die detailreiche Untersuchung auf den Mehrwert von interaktiven Videos in späteren Phasen des RE-Prozesses nützlich sein. Da diese Arbeit sich hauptsächlich auf die Unterstützung der Szenarien-Technik durch interaktive Vision Videos spezialisiert hat und hierbei bereits ein Mehrwert erkannt wurde, könnte die weiterführende Untersuchung der Konzepte auf Anwendung in weiteren Phasen des RE-Prozesses zu weiteren positiven Erkenntnissen führen. Insbesondere während der Negotiation-Phase wird ein erhöhtes Potential gesehen, da hierbei die Rückmeldung von Stakeholdern besonders wichtig ist. So können Stakeholder bereits bei der Betrachtung von interaktiven Videos dem Requirements Engineer konstruktives Feedback zukommen lassen, damit dieser inhaltliche Fehler beseitigen und die Projektvision weiterentwickeln kann.

Aus der Medizin besteht das Konzept des *Shared Decision Making* [67], bei welchem sich der Patient und der behandelnde Arzt mithilfe von interaktiven Videos zusammen für eine Behandlungsform entscheiden. Die Idee des gemeinsamen Treffens einer Entscheidung von Varianten könnte für das Requirements Engineering ebenso interessant sein. Aufbauend auf den alternativen Pfaden können Stakeholder einzelne Varianten bereits bei der Betrachtung priorisieren, wodurch der Requirements Engineer und der Kunde bevorzugte Varianten mehrerer Stakeholder einsehen können und zusammen eine Entscheidung treffen können.

Da diese Arbeit vorerst auf die Konzeption eines Video-Players für Desktop-basierte Systeme fokussiert war, könnte eine weitere Konzeption für andere System und Eingabegeräte interessant sein. Aufgrund der Tatsache, dass Vision Videos optimalerweise von einer möglichst großen Anzahl an Stakeholder betrachtet werden sollten, stellen mobile Geräte sinnvolle Eingabegeräte dar. So könnte die Eingabe der Interaktionen durch Touchscreens von Tablets und Smartphones neue Möglichkeiten hinsichtlich der Interaktionsmethoden darstellen und bestehende optimieren.

Während der Evaluation konnten Erkenntnisse bezüglich der Bedienung des interaktiven Video-Players gewonnen werden. Besonders die Einschränkung des Annotationssystems des Prototyps, durch welche Anmerkungen immer zentriert im Player erschienen, wurde als störend empfunden. Genauso war die Positionierung der Fragestellungen problematisch, da hierbei die Probanden die Frage oftmals erst nach ein paar Sekunden erkannten. Diese Einschränkungen, welche grundsätzlich ein Problem der Umsetzung der Konzepte in den Prototypen sind, sollten bei einer Fortsetzung der Thematik beachtet und angepasst werden.

Der letzte Aspekt in diesem Ausblick besteht aus einer umfassenderen Evaluation des vervollständigten Prototyps mit allen nicht implementierten Konzepten. Vor allem um neue Erkenntnisse bezüglich der Einbringung von Beiträgen durch das Hinzufügen von Anmerkungen durch den Betrachter zu erlangen. Auch gilt es, die Tendenzen und statistisch signifikanten Ergebnisse der kleineren Vorstudie dieser Arbeit zu beur-

teilen. Dabei wäre eine Durchführung mit einer Zielgruppe sinnvoll, welche aus realen Stakeholdern besteht, die bereits Erfahrungen bei dem Verstehen von Projektvisionen haben.

Anhang

A. Liste an Anforderungen

Anforderungen an interaktive Vision Videos in Szenarien:

- Ein Video sollte ein existierendes Problem, eine Lösung für dieses Problem, sowie den Mehrwert dieser Lösung umfassen.
- Die Länge des Videos sollte sich auf wenige Minuten beschränken.
- Interaktive Elemente sollten den Betrachter und den Videofluss nicht stören.
- Nur die für das Szenario notwendigen Informationen müssen dargestellt werden.
- Der Inhalt muss konkrete Anwendungsszenarien in realen Situationen adressieren.
- Interaktionen sollten in einer natürlichen und intuitiven Art und Weise stattfinden.
- Als Eingabemethode wird Maus und Tastatur verwendet.
- Die Videos werden vorerst für die Nutzung auf Desktop-Computern ausgelegt.

Anforderungen an die Interaktionsoption "Pfadauswahl":

- Das Vision Video muss während der Anzeige der Auswahlmöglichkeiten pausieren.
- Eine Entscheidung muss durch den Betrachter erfolgen.
- Die Auswahl sollte nicht zwangsläufig das Erreichen von weiteren Szenen des nicht-ausgewählten Pfades verhindern.

Anforderungen an die Interaktionsoption "Verständnisüberprüfung":

- Das Vision Video muss während der Anzeige der möglichen Antworten pausieren.
- Die Auswahl sollte den weiteren Verlauf des Videos nicht verhindern.
- Eine Auflösung der Frage muss bei Eingabe einer Antwort erfolgen.
- Eine minimale Anzahl an Fragen soll einen angenehmen Videofluss garantieren.

Anforderungen an die Interaktionsoption "Anmerkungen":

- Das Vision Video muss erst bei aktiver Auswahl einer Anmerkung durch den Betrachter pausiert werden.
- Vom Betrachter erzeugte Anmerkungen sollten frei platziert werden können.
- Die eingeblendete Dauer einer Anmerkung muss frei gewählt werden können.
- Das System sollte als Annotationen nur Zusatzinformationen abbilden.
- Das System sollte die Möglichkeit bieten, Hyperlinks, Text, Bild sowie Dateien als Annotationstypen zur Verfügung zu stellen.

Anforderungen an die Interaktionsoption "Übersichtsmenü":

- Das Vision Video muss während der Anzeige des Menüs pausieren.
- Die aussagekräftige Wahl des Titels für Menüpunkte sollte angestrebt werden.
- Das System muss die Möglichkeit bieten, das Menü durch den Betrachter jederzeit ein- bzw. auszublenden.
- Das System muss nur fähig sein, vorgegebene Kategorien als Menüpunkte durch den Ersteller des Videos zu erlauben.

B. Abbildungen des Prototyps



Abbildung 35: Player-Fenster

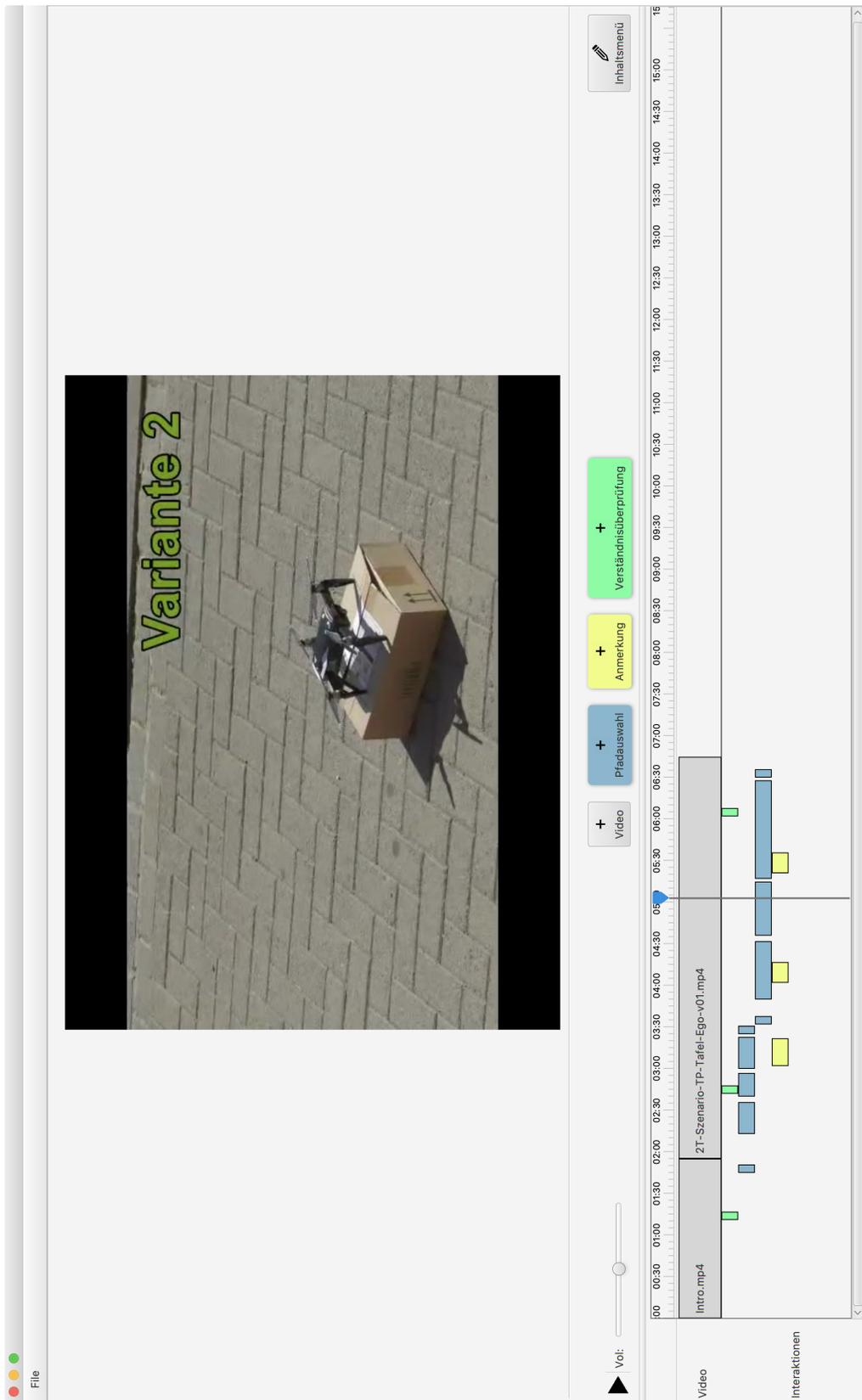


Abbildung 36: Editor-Fenster

C. Evaluation: Abstraction Sheets

Zweck	Qualitätsaspekt	Betrachtungsgegenstand	Perspektive
Untersuche	Aufmerksamkeit bei Betrachtung	Vision Video	Stakeholder
Qualitätsfaktoren		Einflussfaktoren	
<ul style="list-style-type: none"> - Fokusintensität - Anzahl an freiwilligen Interaktionen mit Video - Anzahl an gesehenen Pfaden 		Einbau von Fragen, alternativen Pfaden, Anmerkungen und Inhaltsmenü in das Video.	
Ausgangshypothese		Einflusshypothese	
Durch die passive Rolle des Betrachters, wird dieser schnell vom Video abgelenkt. Dadurch fokussiert er sich wenig auf das Video. Die Anzahl an freiwilligen Interaktion mit dem Video ist ebenso gering. Es werden so wenig Pfade wie möglich angesehen.		Durch das aktive Interagieren mit dem Video, wird die Aufmerksamkeit des Betrachters gesteigert und der Fokus wird intensiviert. Die freiwillig durchgeführten Interaktionen des Betrachters sowie die Anzahl an gesehenen Pfade steigen.	

Abbildung 37: Abstraction Sheet: Aufmerksamkeit während Betrachtung

Zweck	Qualitätsaspekt	Betrachtungsgegenstand	Perspektive
Steigere	Häufigkeit	Eingebrachte Beiträge	Stakeholder
Qualitätsfaktoren		Einflussfaktoren	
- Anzahl an eingebrachten Beiträge vom Stakeholder		- Verwendete Interaktionselemente im Vision Video	
Ausgangshypothese		Einflusshypothese	
Beiträge werden wenig eingebracht, da der Inhalt der Vision Videos durch das passive Betrachten nicht nachvollzogen werden kann.		Aufgrund der interaktiven Elemente können Inhalte leichter verstanden werden und Stakeholder bringen mehr Beiträge ein.	

Abbildung 38: Abstraction Sheet: Häufigkeit der eingebrachten Beiträge

D. Evaluation: Fragen, Metriken, Indikatoren

	Qualitätsfaktor	Einflussfaktor
Faktoren	<ul style="list-style-type: none"> - Fokusintensität - Anzahl an freiwilligen Interaktion mit Video - Anzahl an gesehenen Pfaden 	Einbau von Fragen, alternativen Pfaden, Anmerkungen und Inhaltsmenü in das Video.
Frage	Wie fokussiert ist der Betrachter? Wie viele freiwillige Interaktionen führt Betrachter mit dem Video durch?	Erhöhen interaktive Elemente im Video die Aufmerksamkeit des Betrachters?
Metrik/ Indikator	<ul style="list-style-type: none"> - Subjektive Messung des Fokus (Likert) - Freiwillige Interaktionen (Zählen) - Gesehene Pfade (Zählen) 	<ul style="list-style-type: none"> - Maximale Fokusintensität - Maximale Anzahl an freiwilligen Interaktionen - Maximale Anzahl an gesehenen Pfade

Abbildung 39: Gegenüberstellung: Aufmerksamkeit während Betrachtung

	Qualitätsfaktor	Einflussfaktor
Faktoren	- Anzahl an eingebrachten Beiträge vom Stakeholder	- Verwendete Interaktionselemente im Vision Video
Frage	Wie viele Beiträge bringt ein Stakeholder in der Elicitation-Phase ein?	Steigern interaktive Elemente das Einbringen von Beiträgen?
Metrik/ Indikator	- Zählen der eingebrachten Beiträge des Stakeholders	- Maximale Anzahl an eingebrachten Beiträgen

Abbildung 40: Gegenüberstellung: Häufigkeit der eingebrachten Beiträge

E. Inhalte der CD

Dieser Masterarbeit ist eine CD beigefügt, welche aus folgenden Inhalten besteht:

1. Masterarbeit in digitaler Form (Pdf-Datei)
2. Exportierter Quellcode/Eclipse-Projekt des Prototyps (Zip-Datei)
3. Ausführbare Version des Prototyps (Jar-Datei)
4. Evaluationsunterlagen:
 - Dokumentation der Evaluation als Pdf-Datei
 - Geschnittenes Video mit Interaktionsoptionen als Zip-Datei
 - Geschnittenes Video ohne Interaktionsoptionen als MP4-Datei
 - Ergebnisse und Diagramme als Excel-Tabelle

Literatur

- [1] Klaus Pohl und Chris Rupp. *Basiswissen Requirements Engineering: Aus-und Weiterbildung nach IREB-Standard zum Certified Professional for Requirements Engineering Foundation Level*. dpunkt. verlag, 2015.
- [2] Azham Hussain und Emmanuel OC Mkpojiogu. Requirements: Towards an Understanding on Why Software Projects Fail. In *AIP Conference Proceedings*, volume 1761.
- [3] Scott Ambler. *Agile Modeling: Effective Practices for eXtreme Programming and the Unified Process*. John Wiley & Sons, Inc., 2002.
- [4] Bernd Bruegge, Oliver Creighton, Maximilian Reiß, und Harald Stangl. Applying a Video-based Requirements Engineering Technique to an Airport Scenario. In *Multimedia and Enjoyable Requirements Engineering-Beyond Mere Descriptions and with More Fun and Games, 2008. MERE'08. Third International Workshop on*, pages 9–11. IEEE, 2008.
- [5] Oliver Karras. Software Professionals' Attitudes towards Video as a Medium in Requirements Engineering. In *Product-Focused Software Process Improvement: 19th International Conference, PROFES 2018, Wolfsburg, Germany, 28.11 - 30.11.2018, Proceedings 19*. Springer, 2018.
- [6] Samuel A Fricker, Kurt Schneider, Farnaz Fotrousi, und Christoph Thuemmler. Workshop Videos for Requirements Communication. *Requirements Engineering*, 21(4):521–552, 2016.
- [7] Gregor Broll, Heinrich Hussmann, Enrico Rukzio, und Raphael Wimmer. Using Video Clips to Support Requirements Elicitation in Focus Groups - An Experience Report. In *SE 2007 Workshop on Multimedia Requirements Engineering*, 2007.
- [8] Akio Takashima, Yasuhiro Yamamoto, und Kumiyo Nakakoji. A Model and a Tool for Active Watching: Knowledge Construction through Interacting with Video. *Proceedings of INTERACTION: Systems, Practice and Theory, Sydney, Australia*, pages 331–358, 2004.
- [9] Michelene TH Chi und Ruth Wylie. The ICAP Framework: Linking Cognitive Engagement to Active Learning Outcomes. *Educational psychologist*, 49(4):219–243, 2014.
- [10] Dongsong Zhang, Lina Zhou, Robert O Briggs, und Jay F Nunamaker Jr. Instructional video in e-learning: Assessing the impact of interactive video on learning effectiveness. *Information & management*, 43(1):15–27, 2006.

- [11] Omer Faruk Vural. The Impact of a Question-Embedded Video-based Learning Tool on E-learning. *Educational Sciences: Theory and Practice*, 13(2):1315–1323, 2013.
- [12] Line Kolås. Application of Interactive Videos in Education. In *2015 International Conference on Information Technology Based Higher Education and Training (ITHET)*, pages 1–6. IEEE, 2015.
- [13] Matthias Galster, Antonija Mitrovic, und Matthew Gordon. Toward Enhancing the Training of Software Engineering Students and Professionals Using Active Video Watching. In *Proceedings of the 40th International Conference on Software Engineering: Software Engineering Education and Training*, pages 5–8. ACM, 2018.
- [14] Antonija Mitrovic, Vania Dimitrova, Amali Weerasinghe, und L Lau. Reflective Experiential Learning: Using Active Video Watching for Soft Skills Training. In *Proceedings of the 24th international conference on computers in education*. Asia-Pacific Society for Computers in Education, 2016.
- [15] Olesia Brill, Kurt Schneider, und Eric Knauss. Videos vs. Use Cases: Can Videos Capture More Requirements under Time Pressure? In *International Working Conference on Requirements Engineering: Foundation for Software Quality*, pages 30–44. Springer, 2010.
- [16] Kurt Schneider. *Abenteuer Softwarequalität: Grundlagen und Verfahren für Qualitätssicherung und Qualitätsmanagement*. dpunkt. verlag, 2007.
- [17] Janet E Burge, John M Carroll, Raymond McCall, und Ivan Mistrik. *Rationale-Based Software Engineering*. Springer, 2008.
- [18] Kurt Schneider. Rationale as a By-Product. In *Rationale Management in Software Engineering*, pages 91–109. Springer, 2006.
- [19] Kurt Schneider, Melanie Busch, Oliver Karras, Maximilian Schrapel, und Michael Rohs. Refining Vision Videos. In *International Working Conference on Requirements Engineering: Foundation for Software Quality*, pages 135–150. Springer, 2019.
- [20] E Börger, B Hörger, DL Parnas, und HD Rombach. Requirements Capture, Documentation, and Validation. In *Dagstuhl Seminar 99241*. Citeseer, 1999.
- [21] Dharendra Pandey, Ugrasen Suman, und AK Ramani. An Effective Requirement Engineering Process Model for Software Development and Requirements Management. In *2010 International Conference on Advances in Recent Technologies in Communication and Computing*, pages 287–291. IEEE, 2010.

- [22] Matthias Herrmann. Annotation von anforderungsbezogenen Videos auf Basis von Ontologie. Master's thesis, Leibniz Universität Hannover, Fachgebiet Software Engineering, 2017.
- [23] Kurt Schneider. *Requirements Engineering*. Fachgebiet Software Engineering, Leibniz Universität Hannover, 2018. Skriptum zur Vorlesung.
- [24] Christine Rupp et al. *Requirements-Engineering und-Management: Aus der Praxis von klassisch bis agil*. Carl Hanser Verlag GmbH Co KG, 2014.
- [25] Didar Zowghi und Chad Coulin. Requirements Elicitation: A Survey of Techniques, Approaches, and Tools. In *Engineering and managing software requirements*, pages 19–46. Springer, 2005.
- [26] Ian F Alexander und Richard Stevens. *Writing Better Requirements*. Pearson Education, 2002.
- [27] Bashar Nuseibeh und Steve Easterbrook. Requirements Engineering: A Roadmap. In *Proceedings of the Conference on the Future of Software Engineering*, pages 35–46. ACM, 2000.
- [28] Paul Grünbacher und Norbert Seyff. Requirements Negotiation. In *Engineering and managing software requirements*, pages 143–162. Springer, 2005.
- [29] Chris Rupp. Requirements Engineering - Der Einsatz einer natürlichsprachlichen Methode bei der Ermittlung und Qualitätsprüfung von Anforderungen. *OB-JEKTspektrum02*, 2000.
- [30] Johan Natt och Dag und Vincenzo Gervasi. Managing Large Repositories of Natural Language Requirements. In *Engineering and Managing Software Requirements*, pages 219–244. Springer, 2005.
- [31] Roger S Pressman. *Software Engineering: A Practitioner's Approach*. Palgrave Macmillan, 2005.
- [32] Martin Glinz und Samuel A Fricker. On Shared Understanding in Software Engineering: an Essay. *Computer Science-Research and Development*, 30(3-4):363–376, 2015.
- [33] Axel Hoffmann, Eva Alice Christiane Bittner, und Jan Marco Leimeister. The Emergence of Mutual and Shared Understanding in the System Development Process. In *International Working Conference on Requirements Engineering: Foundation for Software Quality*, pages 174–189. Springer, 2013.
- [34] Daniela Damian. Stakeholders in Global Requirements Engineering: Lessons Learned from Practice. *IEEE software*, 24(2):21–27, 2007.

- [35] Oliver Creighton, Martin Ott, und Bernd Bruegge. Software Cinema – Video-based Requirements Engineering. In *14th IEEE International Requirements Engineering Conference (RE'06)*, pages 109–118. IEEE, 2006.
- [36] Richard C Atkinson und Richard M Shiffrin. Human Memory: A Proposed System and its Control Processes. In *Psychology of learning and motivation*, volume 2, pages 89–195. Elsevier, 1968.
- [37] Dorothy E. Leidner und Sirkka L. Jarvenpaa. The Use of Information Technology to Enhance Management School Education: A Theoretical View. *MIS Quarterly*, 19(3):265–291, 1995.
- [38] Shu-Sheng Liaw. Investigating students’ perceived satisfaction, behavioral intention, and effectiveness of e-learning: A case study of the Blackboard system. *Computers & education*, 51(2):864–873, 2008.
- [39] James M Applefield, Richard Huber, und Mahnaz Moallem. Constructivism in Practice and Theory: Toward a Better Understanding. *The High School Journal*, 84(2):35–53, 2000.
- [40] Steven Olusegun Bada und Steve Olusegun. Constructivism Learning Theory: A Paradigm for Teaching and Learning. *Journal of Research & Method in Education*, 5(6):66–70, 2015.
- [41] John Sweller. Cognitive Load Theory, Learning Difficulty, and Instructional Design. *Learning and instruction*, 4(4):295–312, 1994.
- [42] Alan Baddeley. Working Memory: Theories, Models, and Controversies. *Annual Review of Psychology*, 63(1):1–29, 2012.
- [43] Eric Parsloe. Interactive video: An Introductory Overview. *Industrial and Commercial Training*, 14(9):298–300, 1982.
- [44] Eric Parsloe. Interactive Video. *Journal of European Industrial Training*, 7(3):28–32, 1983.
- [45] Eric Parsloe. Interactive Video: Producing Interactive Video. *Industrial and Commercial Training*, 15(2):59–61, 1983.
- [46] Klaus Schoeffmann, Marco A Hudelist, und Jochen Huber. Video Interaction Tools: A Survey of Recent Work. *ACM Computing Surveys (CSUR)*, 48(1):14, 2015.
- [47] Michael K Stenzler und Richard R Eckert. Interactive Video. *ACM SIGCHI Bulletin*, 28(2):76–81, 1996.
- [48] Riad I Hammoud. *Interactive Video*. Springer, 2006.

- [49] Matthew Kearney und David F Treagust. Constructivism as a Referent in the Design and Development of a Computer Program Using Interactive Digital Video to Enhance Learning in Physics. *Australian Journal of Educational Technology*, 17(1):64–79, 2001.
- [50] Britta Meixner und Harald Kosch. Interactive Non-linear Video: Definition and XML Structure. In *Proceedings of the 2012 ACM symposium on Document engineering*, pages 49–58. ACM, 2012.
- [51] Peter Rubin. With Interactive TV, Every Viewer Is a Showrunner Now. <https://www.wired.com/story/netflix-interactive-tv-every-viewer-is-a-showrunner/>, 2019. - Online; besucht am 02.04.2019.
- [52] Catharyn C Shelton, Annie E Warren, und Leanna M Archambault. Exploring the Use of Interactive Digital Storytelling Video: Promoting Student Engagement and Learning in a University Hybrid Course. *TechTrends*, 60(5):465–474, 2016.
- [53] Britta Meixner. *Annotated Interactive Non-linear Video - Software Suite, Download and Cache Management*. PhD thesis, Universität Passau, 2014.
- [54] Teresa Chambel und Nuno Guimarães. Context Perception in Video-based Hypermedia Spaces. In *Proceedings of the Thirteenth ACM Conference on Hypertext and Hypermedia*, pages 85–94. ACM, 2002.
- [55] Stephen Cummins, Alastair R Beresford, und Andrew Rice. Investigating Engagement with In-Video Quiz Questions in a Programming Course. *IEEE Transactions on Learning Technologies*, 9(1):57–66, 2016.
- [56] Jin-Kai Zhang, Cui-Xia Ma, Yong-Jin Liu, Qiu-Fang Fu, und Xiao-Lan Fu. Collaborative Interaction for Videos on Mobile Devices Based on Sketch Gestures. *Journal of Computer Science and Technology*, 28(5):810–817, 2013.
- [57] Philip J Guo, Juho Kim, und Rob Rubin. How Video Production Affects Student Engagement: An Empirical Study of MOOC Videos. In *Proceedings of the first ACM conference on Learning@ scale conference*, pages 41–50. ACM, 2014.
- [58] Elke Lackner, Michael Kopp, und Martin Ebner. How to MOOC? – A pedagogical guideline for practitioners. In *Proceedings of the 10th International Scientific Conference "Learning and Software for Education"*, Bucharest, 2014.
- [59] Oliver Karras, Jil Klünder, und Kurt 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.

- [60] Hans-Jörg Bullinger, Jürgen Ziegler, und Wilhelm Bauer. Intuitive Human-Computer Interaction-Toward a User-Friendly Information Society. *International Journal of Human-Computer Interaction*, 14(1):1–23, 2002.
- [61] Dominik Häußler, Kim Lauenroth, Hans van Loenhoud, Anja Schwarz, und Patrick Steiger. Handbook of Advanced Level Elicitation according to the IREB Standard. *International Requirements Engineering Board, Tech. Rep.*, 2019.
- [62] Oliver Karras. Werkzeugunterstützte Analyse von Requirements-Workshop-Videos. Masterarbeit, Leibniz Universität Hannover, Fachgebiet Software Engineering, 2015.
- [63] Samuel A Fricker, Rainer Grau, und Adrian Zwingli. Requirements Engineering: Best Practice. In *Requirements Engineering for Digital Health*, pages 25–46. Springer, 2015.
- [64] Naoufel Boulila, Anne Hoffmann, und Andrea Herrmann. Using Storytelling to Record Requirements: Elements for an Effective Requirements Elicitation Approach. In *2011 Fourth International Workshop on Multimedia and Enjoyable Requirements Engineering (MERE'11)*, pages 9–16. IEEE, 2011.
- [65] Britta Meixner, Beate Siegel, Günther Hölbling, Franz Lehner, und Harald Kosch. SIVA Suite: Authoring System and Player for Interactive Non-linear Videos. In *Proceedings of the 18th ACM international conference on Multimedia*, pages 1563–1566. ACM, 2010.
- [66] Britta Meixner, Beate Siegel, Günther Hölbling, Harald Kosch, und Franz Lehner. SIVA Suite-Konzeption eines Frameworks zur Erstellung von interaktiven Videos. In *Eibl, Maximilian (Hg.): Workshop Audiovisuelle Medien WAM*, pages 13–20, 2009.
- [67] Richard A Deyo, Daniel C Cherkin, James Weinstein, John Howe, Marcia Ciol, und Albert G Mulle Jr. Involving Patients in Clinical Decisions: Impact of an Interactive Video Program on Use of Back Surgery. *Medical care*, pages 959–969, 2000.
- [68] Rini Van Solingen, Vic Basili, Gianluigi Caldiera, und H Dieter Rombach. Goal Question Metric (GQM) Approach. *Encyclopedia of Software Engineering*, 2002.
- [69] Claes Wohlin, Per Runeson, Martin Höst, Magnus C Ohlsson, Björn Regnell, und Anders Wesslén. *Experimentation in Software Engineering*. Springer Science & Business Media, 2012.

Abbildungsverzeichnis

1.	Gelegenheiten zur Verwendung von Videos im Requirements Engineering (Eigene Darstellung nach [15])	4
2.	Zielbaum der Arbeit	5
3.	Referenzmodell des Requirements Engineerings [22]	8
4.	Modes of Communication (Eigene Darstellung nach [3])	14
5.	Vier Module des Arbeitsgedächtnisses [42]	16
6.	Auswahloption von unterschiedlichen Video Playern [53]	20
7.	Inhaltstabelle von unterschiedlichen Video Playern [53]	21
8.	Überprüfung des Verständnisses über das Video [44]	22
9.	Beispiele von Video-Annotationen	22
10.	Interaktive Suchfunktion innerhalb des Videos [53]	23
11.	Techniken der Elicitation-Phase [61]	31
12.	Arten und Kategorien von gemeinsamen Verständnis [32] mit zusätzlicher pinker Umrandung, Nummerierung und deutscher Übersetzung .	35
13.	Auswahlmöglichkeit in einem Verhaltensvideo von autonomen Fahren	43
14.	Szenengraph mit verschiedenen Pfaden	44
15.	Verständnisüberprüfung des Verhaltens eines Autos	46
16.	Textuelle Anmerkung innerhalb eines Videos	48
17.	Erstellung einer textuellen Annotation durch den Betrachter	48
18.	Übersichtsmenü mit mehreren auswählbaren Zeitpunkten	50
19.	Szenengraph des exportierten Pfades	52
20.	Ordnerstruktur der exportierten Zip-Datei	61
21.	UML Klassendiagramm der Speicherung von interaktiven Elementen .	64
22.	UML Objektdiagramm der beispielhaften Pfadauswahl	64
23.	Dialog zur Erzeugung einer Pfadauswahl	65
24.	Ausschnitt der Zeitleiste zur Identifikation der interaktiven Elemente	66
25.	Ansicht einer Pfadauswahl im interaktiven Player	67
26.	Konkretisierung einzelner Ziele	70
27.	Abstraction Sheet: Effizienz der Verarbeitung gesehener Informationen	70
28.	Gegenüberstellung: Effizienz der Verarbeitung gesehener Informationen	71
29.	Beantwortete Fragen einzelner Probanden	76
30.	Mit dem Video verbrachte Zeit der Probanden	77
31.	Subjektiv empfundener Fokus der Probanden	78
32.	Anzahl der freiwilligen Interaktionen durch Probanden	79
33.	Anzahl an gesehenen Pfaden einzelner Probanden	80
34.	Anzahl der eingebrachten Beiträge der Probanden	81
35.	Player-Fenster	93
36.	Editor-Fenster	94
37.	Abstraction Sheet: Aufmerksamkeit während Betrachtung	95
38.	Abstraction Sheet: Häufigkeit der eingebrachten Beiträge	95

39.	Gegenüberstellung: Aufmerksamkeit während Betrachtung	96
40.	Gegenüberstellung: Häufigkeit der eingebrachten Beiträge	96

Tabellenverzeichnis

1.	Unterschiedliche Eingabemethoden für Interaktionen in Videos	18
2.	Kategorien der Interaktionstypen mit Beschreibung	19
3.	Nutzen von interaktiven Videos in den drei Gelegenheiten	29
4.	Eignung der Technikkategorien für interaktive Vision Videos	34
5.	Beschreibung ausgewählter Methoden zur Schaffung eines gemeinsamen Verständnisses	36
6.	Kombinationen von Methoden zur Schaffung eines gemeinsamen Verständnis und Elicitation-Techniken	37
7.	Mittelwert, Median und Standardabweichung der beantworteten Fragen gruppiert nach Techniken	76
8.	Mittelwert, Median und Standardabweichung der mit dem Video verbrachten Zeiten gruppiert nach Techniken	77
9.	Mittelwert, Median und Standardabweichung der Fokusintensität gruppiert nach Techniken	78
10.	Mittelwert, Median und Standardabweichung der freiwilligen Interaktionen aller Techniken	79
11.	Mittelwert, Median und Standardabweichung der gesehenen Pfade gruppiert nach Techniken	81
12.	Mittelwert, Median und Standardabweichung der eingebrachten Beiträge gruppiert nach Techniken	82