

## Anforderungen und ein Rahmenkonzept für inklusive E-Learning Software

Yasmin Patzer,<sup>1</sup> Johann Sell<sup>1</sup> und Niels Pinkwart<sup>1</sup>

**Abstract:** E-Learning ist unter anderem in Bildung und Wirtschaft weit verbreitet, dabei jedoch nur teilweise und unvollständig auf Barrierefreiheit ausgerichtet. Inklusion wird in diesem Bereich zur Zeit von keinem System realisiert. Dies wird anhand einer Aufarbeitung des aktuellen Forschungsstandes zu inklusivem E-Learning zunächst gezeigt. Anschließend wird die Entwicklung von Anforderungen, Konzepten und Features für ein inklusives Learning Management System beschrieben. Dies erfolgt unter Einbezug von Menschen mit verschiedenen Behinderungen und deren Repräsentation im Entwicklungsprozess durch die Verwendung von Personas. Die Ergebnisse einer ersten Pilotierung des Lösungskonzepts (bestehend aus Einzelkonzepten) werden in diesem Paper ebenfalls kurz dargestellt. Das Ziel ist die Entwicklung eines Rahmensystems, das inklusives E-Learning ermöglicht und unterstützt.

**Keywords:** E-Learning, Inklusion, Barrierefreiheit

### 1 Einleitung

Mit der Ratifizierung der UN-Behindertenrechtskonvention [Un07] hat sich Deutschland dazu verpflichtet, die Teilhabe von Menschen mit Behinderung am gesellschaftlichen Leben voranzutreiben. Barrierefreiheit beschreibt in diesem Zusammenhang den Zugang von Menschen zu verschiedenen Bereichen des alltäglichen Lebens, ohne einen erheblichen Mehraufwand oder die Notwendigkeit einer Unterstützung [Bu02]. Dies gilt auch für die Nutzung technischer Systeme. Die zunehmende Verbreitung von E-Learning Systemen in verschiedenen Bildungssektoren, wie der schulischen [Ba13, MRS09, Pe10] oder beruflichen Bildung [DJ11, ES11, Ha11, HSHZS13], erfordert eine Auseinandersetzung mit dem Thema Inklusion. Der Begriff Inklusion meint, wie in der UN-Behindertenrechtskonvention formuliert [Un07], eine gleichberechtigte Teilhabe aller Menschen am gesellschaftlichen Leben, ohne dass einzelne Behinderungen oder Beeinträchtigungen fokussiert werden. Die fehlende Übertragbarkeit vorhandener Ansätze und Lösungen im Bereich E-Learning erfordert die Entwicklung neuer Konzepte und Systeme. Im Folgenden wird die Entwicklung eines Rahmensystems für eine inklusive E-Learning Software vorgestellt. Zunächst wird in Abschnitt 2 kurz der aktuelle Forschungsstand in diesem Bereich skizziert. Weiterhin erfolgt eine Beschreibung der Anforderungserhebung (Abschnitt 3), an die sich eine Erläuterung des Systemdesigns und der Implementierung anschließt (Abschnitt 4). Die Ergebnisse einer ersten Pilotierung werden in Abschnitt 6 ebenfalls kurz thematisiert. Abschließend findet in Abschnitt 7 eine kurze Diskussion der Ergebnisse statt und es wird ein Ausblick auf die weitere Entwicklung des Systems gegeben.

<sup>1</sup> Humboldt-Universität zu Berlin, Lehrstuhl Didaktik der Informatik / Informatik und Gesellschaft, Unter den Linden 6, 10099 Berlin, nachname@informatik.hu-berlin.de

## 2 Forschungsstand

Die vom World Wide Web Consortium (W3C) veröffentlichten Web Content Accessibility Guidelines (WCAG) 2.0 bieten eine Orientierung für die Umsetzung der in der UN-Behindertenrechtskonvention geforderten Teilhabe von Menschen mit Behinderung im Bereich des Internet. In Deutschland wird dies durch die Barrierefreie-Informationstechnik-Verordnung (BITV) 2.0 realisiert, deren rechtlicher Rahmen durch das Behindertengleichstellungsgesetz (BGG) vorgegeben ist. Die BITV basiert auf den WCAG. Es gibt weitere vom W3C veröffentlichte Guidelines, wie die Authoring Tool Accessibility Guidelines (ATAG) 2.0, die User Agent Accessibility Guidelines (UAAG) sowie die Accessible Rich Internet Applications (ARIA). Alle benannten Guidelines setzen sich mit der technischen Realisierung von Barrierefreiheit auseinander. Wie diese jedoch in didaktischen Kontexten umgesetzt werden kann, wird nicht thematisiert.

Im Moment wird die Barrierefreiheit von E-Learning Systemen hauptsächlich durch die Umsetzung der WCAG 2.0 realisiert und an diesen gemessen (z.B. [TFK09]). Es stellt sich allerdings die Frage ob dies im Kontext von E-Learning ausreichend ist. Lernspezifische Besonderheiten sowie typische Elemente von E-Learning wie Feedback, Kollaboration oder Adaptivität werden von den allgemeinen Richtlinien nicht berücksichtigt.

In der wissenschaftlichen Auseinandersetzung wird inklusives E-Learning bisher kaum thematisiert. Verschiedene Autoren wie Reich/Miesenberger, Weber/Voegler, Seal sowie Arnold u. a. [RM13, WV14, Se14, Ar15] benennen lediglich die Notwendigkeit E-Learning barrierefrei zu gestalten und zählen einige notwendige Anforderungen, wie die Berücksichtigung existierender Richtlinien, an barrierefrei nutzbare Systeme auf.

Im Bereich des E-Learning wird das Thema Barrierefreiheit zunehmend berücksichtigt. Learning Management Systeme (LMS) wie ATutor [Ga09] oder BFW online wurden explizit im Hinblick darauf entwickelt [WV14]. Andere Plattformen wie ILIAS, moodle oder OPAL wurden im Nachhinein dahingehend angepasst [WV14]. Neben LMS gibt es auch für Intelligente Tutoren Systeme (ITS) einzelne Ansätze zur Realisierung von Barrierefreiheit in E-Learning Plattformen. Systeme wie ICICLE (Verbesserung der Schriftsprachkompetenz für Gehörlose) [MM99, MM06], TUTOR (für Menschen mit Down-Syndrom im Guggenheim Museum Bilbao) [Ki09] oder das Konzept für LYSA (Sprachförderung autistischer Kinder) [DH13] setzen sich damit beispielsweise auseinander. Die benannten, explizit barrierefrei entwickelten, Systeme sind jedoch jeweils nur für eine bestimmte Zielgruppe, wie zum Beispiel Gehörlose oder Menschen mit Down-Syndrom, konzipiert. Dies gilt sowohl im Bereich der LMS als auch der ITS. Einzig ATutor versucht für verschiedene Behinderungen und Beeinträchtigungen Barrierefreiheit zu ermöglichen. Es handelt sich auch um die einzige Plattform, für die zumindest eine minimale Dokumentation zur Umsetzung der Barrierefreiheit, in Form einer Featureliste [Ga05] und zwei kurzer Videos [at10, AT12], vorliegt.

ATutor wurde 2002 von der Ontario College of Art and Design (OCAD) University erstmals veröffentlicht. Besonderheiten im Vergleich zu anderen E-Learning Systemen sind beispielsweise die alternative Darstellung aller grafischen Inhalte durch Text oder die Möglichkeit der Navigation, ausschließlich über die Nutzung der Tastatur. Sowohl das

System selbst, als auch Autoren Tools und andere Erweiterungen sollen für eine heterogene Nutzerschaft vollständig barrierefrei nutzbar sein. Allerdings zeigt ein Vergleich verschiedener Open Source LMS, dass selbst eine Software wie ATutor gewisse Schwächen hat [TFK09] und somit nicht als inklusiv bezeichnet werden kann.

Zusammengefasst ergibt sich eine Forschungslücke in der Schnittmenge von E-Learning und Barrierefreiheit, sowie im Bereich von Erfolgskriterien für inklusives E-Learning. Dabei sind für kein existierendes System Anforderungen oder Features dokumentiert, die über die benannten Richtlinien hinausgehen. Einige der bisherigen Ansätze sind zwar barrierefrei, jedoch nicht inklusiv.

Ausgehend von den benannten Forschungslücken wird an der Humboldt-Universität zu Berlin, in Kooperation mit „KOPF, HAND + FUSS gemeinnützige Gesellschaft für Bildung mbH“, ein inklusives E-Learning System entwickelt. Nachfolgend wird die Anforderungs- und Konzeptentwicklung beschrieben.

### 3 Anforderungsermittlung

Zunächst wurden neun qualitative semistrukturierte Experteninterviews mit Personen mit verschiedenen Behinderungen durchgeführt [Pa16]. Diese basieren auf einem, für alle Interviews identischen, Leitfaden. Es wurden Personen mit Hörbeeinträchtigung, Sehbeeinträchtigung, Gehörlosigkeit, Blindheit, Körperbehinderung und Analphabetismus interviewt. Da Schriftsprache für einige Zielpersonen problematisch ist, konnten darauf basierende Methoden nicht eingesetzt werden. Semi-strukturierte Leitfadeninterviews ermöglichen eine Anpassung an den jeweiligen Gesprächspartner, insbesondere im Hinblick darauf, dass einzelne Zielpersonen in Gebärdensprache kommunizieren. Dennoch ist durch die Nutzung des Leitfadens sichergestellt, dass der Interviewer keine zentralen Aspekte vergisst. Innerhalb des Leitfadens wurde eine Unterteilung in fünf Bereiche vorgenommen. Diese wurde sowohl in der Kodierung der Interviews, als auch in der Auswertung sowie der Entwicklung von Personas wieder aufgegriffen. Die Berücksichtigung der Erfahrungen und Bedürfnisse von Menschen mit Behinderungen im Entwicklungsprozess sind ein zentraler Punkt für die Realisierung von Inklusion.

Die Interviews wurden per Audio- bzw. Videoaufnahme dokumentiert und anschließend transkribiert sowie anonymisiert. Für die Analyse und Auswertung der Interviews wurde die inhaltliche Strukturierung nach Mayring [Ma10] genutzt. Dabei wurden fünf Hauptkategorien gebildet: Behinderung & Beeinträchtigung, Assistenzsysteme, typische Tätigkeiten, E-Learning Kenntnisse und Wünsche. Diese beinhalten jeweils die sechs Unterkategorien Blindheit, Sehschädigung, Gehörlosigkeit, Hörschädigung, Körperbehinderung und Analphabetismus. Die einzelnen Zusammenfassungen wurden im Hinblick auf inhaltliche Übereinstimmungen verglichen. Die Kategorienbildung stimmt mit den Abschnitten des verwendeten Interviewleitfadens überein und wurde mit Blick auf die anschließende Erstellung von Personas entwickelt.

Basierend auf realen Daten wurden Personas [Co99] entwickelt. Dabei handelt es sich um fiktive Charaktere, die die Bedürfnisse und Anforderungen der entsprechenden Zielgrup-

pen abbilden und den gesamten Entwicklungsprozess begleiten. Auf diese Weise ist eine starke Fokussierung auf die Nutzer möglich, ohne dass ein dauerhafter Kontakt zu realen Personen notwendig ist. Im Projekt wurden auf Grundlage der ausgewerteten Interviews fünf Personas entwickelt. Eine Persona ist Max, der die Bedürfnisse blinder Nutzer abbildet und in Abb. 1 dargestellt wird. Weitere Personas sind Vera (sehgeschädigt), Ralf (körperbehindert), Lisa (hörgeschädigt) und Tom (Analphabetismus). Weitere Interviews und Evaluationen führen ggf. zu einer Erweiterung der Personas. Bei der Entwicklung von Anforderungen, Konzepten und Features (s. Abschnitt 4) wurde immer wieder Bezug auf die Personas genommen, um sicherzustellen, dass deren Bedürfnisse im Entwicklungsprozess berücksichtigt werden.

<b>Persona Max</b>	
Geschlecht	männlich
Alter	Ende 40
Behinderung	Blindheit
Beschreibung	Max ist von Geburt an blind, kommt mit seiner Behinderung jedoch gut zurecht. In neuen Umgebungen und Situationen ist er allerdings auf die Hilfe anderer Menschen angewiesen. Ebenso wenn Verpackungen zum Beispiel nicht in Braille beschriftet sind. Er arbeitet seit vielen Jahren als Angestellter in einem Büro und ist dort häufig am Computer. Er interessiert sich unter anderem für Sport, Musik, Fotografie, Schreiben und Inklusion.
Assistenzsysteme	Es werden Screenreader und Braillezeile genutzt, um sämtliche Inhalte bei der Computernutzung auszugeben. Beruflich wird Jaws genutzt, privat ebenfalls. Dort wird ergänzend jedoch auch VoiceOver verwendet, sowohl am PC als auch auf dem Smartphone. Jaws: Version 12 → sehr stabil VoiceOver: Version OS X 10.11 El Capitan
Computer-/Internetnutzung	Typische Aufgaben im Büro sind die Bearbeitung von Textdokumenten, Kommunikation per Mail und Recherche. Zu Hause nutzt Max ebenfalls regelmäßig Computer und Smartphone. Typische Tätigkeiten sind hier auch Kommunikation per Mail und Recherche sowie Musik hören und die Pflege der eigenen Homepage. Barrieren ergeben sich, wenn Inhalte und Seitenelemente nicht korrekt gelabelt und strukturiert sind. Außerdem sind ständig aktualisierende Inhalte problematisch. Weiterhin müssen für visuelle Inhalte Text oder Audio angeboten werden, damit diese genutzt werden können. PDFs und Formulare sind häufig besonders problematisch.
E-Learning	Max hat bereits Erfahrungen mit E-Learning, Moodle wurde schon mal benutzt. Dort sind lange Listen (z.B. Kursübersicht) problematisch, weil jedes einzelne Element vom Screenreader vorgelesen wird. An sich war es zwar halbwegs barrierefrei nutzbar, aber insgesamt sehr komplex in Übersicht und Struktur. Angebote wie Foren sind schwierig in der Nutzung.
Wünsche	Umsetzung von WCAG und BITV, um Barrierefreiheit für alle Menschen zu erreichen. Klare Strukturen und ein vollständiges und korrektes Labeling für die barrierefreie Nutzung mit Screenreadern. Wenn PDFs genutzt und angeboten werden, dann sollten diese ebenfalls barrierefrei sein.

Abb. 1: Persona Max

Die erhobenen Anforderungen ergeben sich aus existierenden E-Learning Systemen, den bereits benannten Guidelines, wie zum Beispiel den WCAG und den Interviews. Für die Anforderungen wurde eine strukturelle Unterteilung in allgemeine Anforderungen (Bar-

rierefreiheit) sowie spezifische Anforderungen, an ein inklusives System (E-Learning und Sozio-technik), vorgenommen. Dies dient einem besseren Überblick über den Zweck der erhobenen Anforderungen. Somit wird sehr gut ersichtlich, wo nachfolgend eine Überarbeitung zur Realisierung von Barrierefreiheit notwendig ist. Die Unterteilung ist nicht durchgängig trennscharf. Das Beschreiben von Kursstrukturen enthält beispielsweise bereits Hinweise für eine barrierefreie Realisierung. Insgesamt wurden bisher 20 Anforderungen, 36 Konzepte sowie 43 Features erhoben. Eine Gesamtübersicht findet sich in Abb. 2, wobei noch nicht weiter ausgearbeitete Anforderungen und Konzepte grau dargestellt sind. Dabei erfolgte bereits ab der Entwicklung der Anforderungen eine Orientierung an agiler Softwareentwicklung, da diese einen flexiblen Umgang mit auftretenden Problemen, Überarbeitungen oder Ergänzungen zulässt. Konkret wird nach dem Prinzip des Feature Driven Development vorgegangen.

Anforderungen	Konzepte	Anzahl Features
<b>Barrierefreiheit:</b> Versch. Darstellungsformen Inhalt als Text Inhalt als Video / Audio Inhalt als Bilder Seitenstruktur	<b>Kurse:</b> Eingabe Kurse, Ausgabe Kurse, Anlegen Profil, Eingabe Inhalt, Kursübersicht, Newsfeed, Zugriffsberechtigungen, Kollaboration, Suchen von Kursen	10
	<b>Text:</b> Eingabe Text, Ausgabe Text, Eingabe Textalternativen, PDFs zur Texteingabe, Annotation Fachbegriffe, Eingabe multilingualer Varianten von Text	7
<b>E-Learning:</b> Strukturierung Kursinhalte Finden von Kursen Sichtbarkeit von Kursen Übungsaufgaben Tests Abgaben Evaluationen Diskussionen der Lerner Visualisierung Leistungsentwicklung	<b>Videos &amp; Audio:</b> Ausgabe Inhalt, Eingabe Video/Audio, Ausgabe Video/Audio, Automatische Transformation Video, Ausgabe Gebärdensprachvideos, Alternativ-Video-Fenster, Ausgabe multilingualer Varianten von Inhalt	12
	<b>Bilder:</b> Veränderbare Bildgröße, Regelbare Kontraste & Farben, Eingabe textueller Informationen zu Bildern, Eingabe von Audiodeskriptionen zu Bildern, Ausgabe von Bildern	6
	<b>Übungsaufgaben &amp; Tests:</b> Abgabe Lösungen, Manuelle Auswertung Lösungen, Kollaboration, Erstellen Übungsaufgaben, Newsfeed, Automatische Auswertung Lösungen, Statistiken, Benachrichtigungen, Erstellen Tests	4
<b>Sozio-technisch:</b> Responsive Webdesign Nutzerberechtigungen Nutzer informieren Abstimmungen Social sharing von Kursinhalten	<b>Seitenstruktur:</b> Seitenstruktur, Responsive Webdesign	4

Abb. 2: LAYA: Systemübersicht

Zu den erhobenen E-Learning Anforderungen zählen unter anderem das Strukturieren und Finden sowie die Sichtbarkeit von Kursen. Weiterhin sind Übungsaufgaben, Tests, Abgaben, Evaluationen und die Visualisierung der Leistungsentwicklung für diesen Bereich erhoben worden. Die Anforderung „Strukturierung von Inhalten von Kursen“ beschreibt den Aufbau von Kursen im System. Inhalte werden in Listenform ausgegeben, da diese per Tastatur sehr einfach zu navigieren ist. Dies entspricht den Bedürfnissen der Personas

Max (s. Abb. 1) und Ralf (körperbehindert). Listen können sortiert oder unsortiert ausgegeben werden, wobei eine Sortierung durch die Kursersteller vorgenommen wird. Eine zu lange Liste, für alle Inhalte eines Kurses, sollte vermieden werden, da dies nicht nur für Screenreader-Nutzer zu Unübersichtlichkeit führt. Aus diesem Grund können Kursinhalte mittels Kategorien frei strukturiert werden. Eine klare Strukturierung kommt, im Sinne von Inklusion, allen Nutzern zugute. Um Kurserstellern die Sinnhaftigkeit dieser Strukturierung zu verdeutlichen, wird ein Hinweis ausgegeben, falls auf die Kategorisierung verzichtet wird. Hier wird der Kursersteller auf die Vermeidung möglicher Barrieren für verschiedene Nutzer hingewiesen und dazu angehalten Inklusion zu realisieren. Nutzer sollen mittels Tab-Indizes von Kategorie zu Kategorie navigieren können, so dass nicht jeder einzelne Inhalt des Kurses angesteuert und gezieltes Suchen somit beschleunigt wird. Dies vereinfacht die Navigation, vor allem für die Personas Max (s. Abb. 1) und Ralf.

Bei den Anforderungen zur Barrierefreiheit liegt ein Schwerpunkt auf der Repräsentation von Inhalt in verschiedenen Darstellungsformen. Dabei kann Inhalt als Text, Video, Audio oder Bild dargestellt werden. Videos oder Audioaufnahmen können sowohl als Hauptinhalt, als auch als alternative Darstellungsform zu anderen Inhaltsrepräsentationen genutzt werden. Funktionen zum Starten, Stoppen und Pausieren sowie zu Lautstärkeregelung und Zeitanzeige stehen hierbei zur Verfügung. Videos können außerdem hinsichtlich Größe und Art der Unterstützungstexte (Untertitel, Untertitel für Hörgeschädigte, Beschreibung für Blinde) angepasst werden. Es besteht ebenfalls die Möglichkeit zwischen verschiedenen Sprachen zu wählen, sofern diese vom Kursersteller bereitgestellt werden. Eine Besonderheit gegenüber anderen Systemen stellt das parallele Abspielen zweier Videos dar. Dieses ermöglicht, beispielsweise für gehörlose Menschen (Persona Lisa), die gleichzeitige Anzeige eines Gebärdensprachvideos. Auf diese Weise gehen visuelle Hintergrundinformationen des Ursprungsvideos nicht verloren. Generell sollen Videos oder Audiodateien immer durch eine Über- oder Unterschrift beschrieben werden, die Aufschluss über das Thema gibt. Gebärdensprachvideos folgen in ihrer Ein- und Ausgabe der Handhabung von Videos. Grundsätzlich sollen Kursersteller, durch Systemhinweise und die Struktur des Autorensystems, dazu motiviert werden, zusätzlich zusammenfassende Texte zu Video- und Audiodateien zur Verfügung zu stellen.

Unter die sozio-technischen Anforderungen fallen Responsive Webdesign, Nutzerberechtigung, das Informieren von Nutzern, Abstimmungen sowie social sharing von Kursinhalten. Beispielsweise ist die Anforderung Nutzerberechtigungen zu definieren, durch das Bedürfnis der Kursersteller motiviert, den Zugriff auf ihre Kurse einzuschränken. Dies soll durch die Verwendung von Passwörtern realisiert werden. Außerdem soll es möglich sein, innerhalb eines Kurses, für einzelne Inhalte verschiedene Nutzungsberechtigungen zu vergeben. Dies soll durch die Kopplung der Freigabe von Inhalten an vorherige Ereignisse, z.B. das Bestehen eines Tests oder an festgelegte Belegungszeiträume, realisiert werden.

## **4 Systemdesign und Implementierung**

Für die Entwicklung von Konzepten und Features wurde die in den Anforderungen vorgenommene strukturelle Unterteilung nicht beibehalten. Da Barrierefreiheit für das gesamte

System realisiert wird, ergeben sich starke Querbezüge im Bereich Systemdesign und Implementierung. Aus diesem Grund wurde ein themenbezogenes Clustering verwendet. Auf der Ebene der Konzepte wurden die folgenden sechs Themenbereiche unterschieden: Kurse, Text, Videos und Audio, Bilder, Übungsaufgaben und Tests sowie Seitenstruktur. Aus jedem Konzept wurden Features abgeleitet, die im LAYA (Learn As You Are)-System implementiert werden. Zunächst lag der Fokus in allen sechs Bereichen auf der Ausgabe, damit zeitnah erste Nutzerevaluationen durchgeführt werden können. Im nächsten Schritt erfolgte eine Ausarbeitung der Konzepte und Features zur Eingabe sowie eine anschließende Realisierung dieser.

Anhand der Anforderungen zur „Strukturierung von Inhalten von Kursen“ sowie zu „Inhalt als Video bzw. Audio“ werden im Folgenden zentrale Konzepte und Features dargestellt.

Für die „Anforderung zur Strukturierung von Kursinhalten“ wurden sieben Konzepte entwickelt, aus welchen bisher acht Features abgeleitet wurden (s. Abb. 3). Das Konzept zur „Ausgabe von Kursen“ beschreibt unter anderem, dass es eine Gesamtliste aller im System verfügbaren Kurse geben soll, die alphabetisch oder nach Aktualität sortiert werden soll. Mittels Tags oder Suchfunktion kann eine gezielte Suche vorgenommen werden. Die Darstellung der Gesamtliste ist, für jeden im System angemeldeten Nutzer, sichtbar. Der Zugriff auf die Kursinhalte kann vom Kursersteller jedoch durch ein Passwort geschützt werden. Die Kursinhalte können wie in der Anforderung beschrieben, durch Kategorien strukturiert werden, die, vor allem für Screenreader Nutzer wie Persona Max (s. Abb. 1), eine beschleunigte Navigation zulassen. Eine weitere Möglichkeit die Navigation zu vereinfachen ist ein Button, der sich oberhalb der Liste der Kursinhalte befindet und auf den zuletzt genutzten Inhalt verlinkt.

Dieses Konzept wurde in die vier Features *Gesamtliste aller Kurse*, *Detailansicht von Kursen*, *Ansicht eines Kurses* sowie die *Verlinkung auf den zuletzt genutzten Inhalt* zerlegt.

Aus der Anforderung zu „Inhalt als Video / Audio“ wurden sieben Konzepte entwickelt, von denen das Alternativ-Video-Fenster, mit den daraus abgeleiteten Features, nun erläutert wird. Das Konzept beschreibt die Ausgabe eines zweiten Videos, parallel zum Hauptvideo (s. Abb. 4). Dieses Sekundärvideo ist in der unteren rechten Ecke einer Seite platziert und deutlich kleiner als das Primärvideo. Über ein eigenes Menü lässt sich jedoch die Größe anpassen. Generell wird das Sekundärvideo über die Steuerelemente des Hauptvideos mit angesprochen. Ausgenommen ist lediglich die Ausgabe der Tonspur. Es wird immer nur die Tonspur des Hauptvideos ausgegeben. Weiterhin gibt es eine Funktion, um die Inhalte der Videofenster zu tauschen. In diesem Fall findet ebenfalls ein Wechsel der Tonspur statt. Ein Wechsel der Sprache für das Hauptvideo ist ebenfalls vorgesehen.

Die Inhalte des Konzepts wurden in fünf Features aufgeteilt. Dazu zählen die *Ausgabe des Primärvideos* sowie die *veränderbare Größe der Videofenster*. Weiterhin wurden in Zusammenhang mit der *Ausgabe des Sekundärvideos* die Features zum *Austausch der Videoinhalte* sowie *Wechsel der Tonquelle zwischen Videofenstern* abgeleitet.

Insgesamt verfolgt das System einen modularen Aufbau, der es Nutzern ermöglicht Inhaltsdarstellungen und Unterstützungen entsprechend ihrer Bedürfnisse auszuwählen. Dies

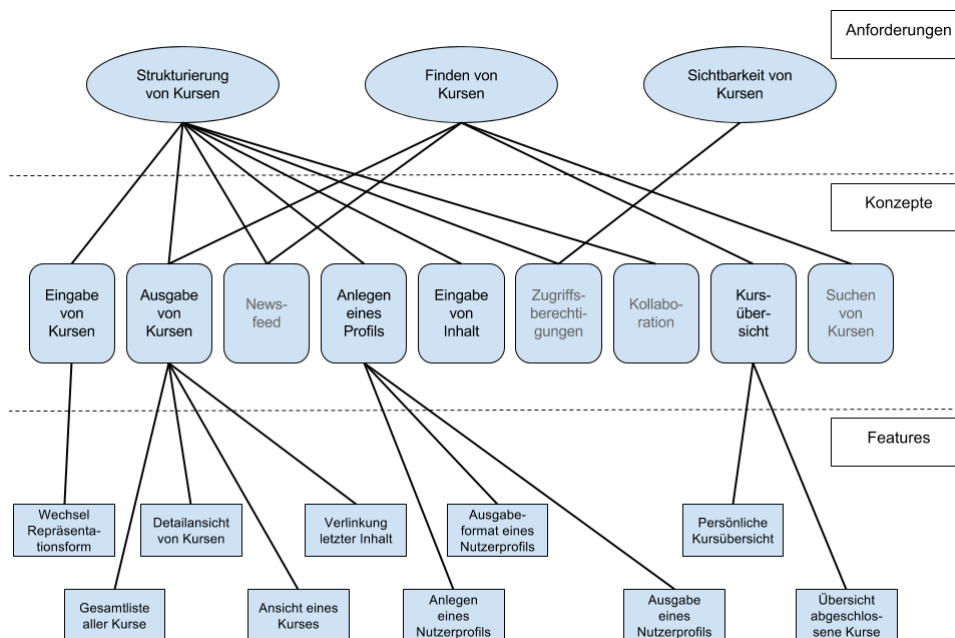


Abb. 3: Kurse: Von der Anforderung zum Feature

bedeutet, dass gehörlose Menschen Videos in Gebärdensprache nutzen können, für Menschen mit kognitiven Beeinträchtigungen oder Analphabetismus Texte in leichter Sprache zur Verfügung stehen und blinde Personen auf Audiodeskriptionen zurückgreifen können. Außerdem können Größendarstellungen von Bildern und Videos sowie Farbprofile von Bildern ausgewählt werden. Diese Präferenzen können im Nutzerprofil hinterlegt und zukünftig auf entsprechende Inhaltsdarstellungen angewendet werden.

## 5 Technische Realisierung

LAYA wurde in PHP, unter Nutzung des Laravel Frameworks in der Version 5.1, entwickelt. Zusätzlich werden eingegebene Daten in einer MySQL Datenbank gespeichert und die Oberfläche wird mittels HTML, CSS und JavaScript gestaltet. Zur Realisierung der Barrierefreiheit werden neben der Beachtung der WCAG Richtlinien auch die WAI-ARIA Empfehlungen des W3C umgesetzt. Das System basiert auf einer Drei-Schichten-Architektur. Die unterste Ebene bildet eine MySQL-Datenbank, die mittels der Laravel-Anwendung Views an Clients ausliefert. Da diese Views auf HTML, CSS und JavaScript basieren, wird clientseitig ein moderner Browser vorausgesetzt.

Die Laravel Anwendung arbeitet dabei nach dem Modell-View-Controller Pattern. Auf diese Art und Weise lassen sich die Komponenten, welche speziell hinsichtlich der Einhal-





Abb. 4: Benutzeroberfläche LAYA-System: „Wechsel der Videoinhalte“

Die Gestaltung der WCAG-Richtlinien und der Beachtung der ARIA Empfehlung gestaltet werden müssen, leichter von Komponenten mit anderen Funktionen differenzieren.

Für einige Spezialfälle wird eine komplexere clientseitige JavaScript Applikation entwickelt. So wurde etwa für die Realisierung des Konzepts eines „Alternativ-Video-Fensters“ eine eigene React.js-Anwendung erstellt. React ist ein JavaScript Framework, welches seit 2013 von Facebook entwickelt wird und eine Unterteilung der Seitenelemente in Komponenten zulässt. Die View enthält alle notwendigen Informationen, die die React.js-Anwendung für eine korrekte Arbeitsweise benötigt.

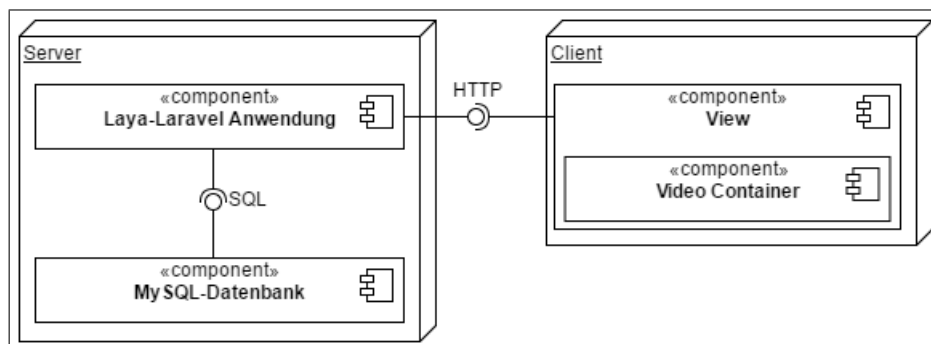


Abb. 5: LAYA: Drei-Schichten-Modell für das Feature „Alternativ-Video-Fenster“

## 6 Erste Pilotierungsergebnisse

Im Rahmen einer Pilotierung sollte ein erstes Nutzerfeedback zur Umsetzung des entwickelten Lösungskonzepts (bestehend aus den teilweise beschriebenen Einzelkonzepten) eingeholt werden. Als Probanden wurden die Interviewpartner kontaktiert. Die inklusive Gestaltung der Pilotierung erwies sich als einschränkend bezüglich der verwendeten Methoden. Rein visuelle Möglichkeiten, wie zum Beispiel eine Mock Up Evaluation, konnten aufgrund der sehgeschädigten und blinden Nutzer nicht eingesetzt werden. Stattdessen wurde ein Ausschnitt des LAYA-Systems verwendet, anhand dessen die Nutzer

einen Fragebogen beantworten sollten. Der Schwerpunkt der Pilotierung lag auf der Darstellung von Inhalt als Video und dem damit verbundenen parallelen Abspielen zweier Videos, dem Tauschen der Videoinhalte sowie den verschiedenen Möglichkeiten von Unterstützungstexten wie Untertiteln. Die Nutzer erhielten einen Link zum System sowie zum Fragebogen. Da die prototypische Version von LAYA zunächst nur auf den Chrome Browser optimiert ist, wurde den Nutzern ergänzend eine PDF mit Screenshots des Systemausschnitts zur Verfügung gestellt. Auf diese Weise sollte es möglich sein, den Fragebogen, trotz möglicher Probleme bei der Darstellung in anderen Browsern, beantworten zu können. Im Fragebogen selbst wurde abgefragt, auf welcher Grundlage (Browser und / oder Screenshots) die Beantwortung der Fragen vorgenommen wurde. Mittels überwiegend offener Fragen sowie drei Skalen zur Benotung einzelner Funktionen, sollten die Nutzer den Systemausschnitt bewerten. Im Pilotierungszeitraum traten technische Probleme beim Tauschen der Videoinhalte auf. Die Ergebnisse der Pilotierung sind aufgrund sehr geringer Teilnehmerzahlen nicht aussagekräftig und können maximal Tendenzen aufzeigen. Die Grundidee des Systems, Inhalt in verschiedenen Repräsentationsformen darzustellen wurde grundsätzlich positiv bewertet, ebenso die Möglichkeit Videoinhalte zu tauschen und verschiedene Unterstützungstexte auswählen zu können. Die Nutzer merkten jedoch an, dass aufgrund von Darstellungsschwierigkeiten im Browser, der technischen Probleme beim Tauschen der Videos sowie des prototypischen Entwicklungsstandes, eine Bewertung sehr schwierig sei.

## **7 Zusammenfassung, Diskussion und Ausblick**

Die Relevanz des Themas Inklusion wird im Bereich E-Learning bislang noch nicht zufriedenstellend berücksichtigt. Aus diesem Grund sind, unter Berücksichtigung bestehender Richtlinien und dem Einbezug von Menschen mit Behinderungen und Beeinträchtigungen, Anforderungen an eine inklusive E-Learning Software entwickelt worden. Eine Systematisierung dieses Prozesses konnte durch die Entwicklung und Verwendung der Personas erreicht werden. Hier sind jedoch weitere Interviews notwendig. Die Anforderungen werden in Konzepte unterteilt, welche in einzelne Features differenziert werden. Innerhalb des LAYA-Projekts werden die entwickelten Features implementiert. Um umfangreichere Auswertungen vornehmen zu können, sind zunächst weitere Evaluationen notwendig.

Das LAYA-System befindet sich in einem prototypischen Zustand und ist aktuell noch nicht im Einsatz. Im Laufe des Jahres 2016 soll das System jedoch in verschiedenen Kontexten eingesetzt werden. Eine weitere Pilotierung wird zur Zeit vorbereitet.

Die Besonderheit des LAYA-Systems gegenüber bestehenden E-Learning Systemen liegt vor allem in seinem inklusiven Ansatz. Lediglich ATutor ist auf eine ähnlich heterogene Zielgruppe ausgerichtet. Ein bedeutender Unterschied ist die Möglichkeit in LAYA Videos parallel abzuspielen. Diese Möglichkeit besteht in ATutor nicht. Weiterhin ist es von Seiten des Systems vorgesehen Texte grundsätzlich immer auch in einfacher Sprache anzubieten. Eine solche Funktion ist aus der Dokumentation von ATutor ebenfalls nicht erkennbar.

Aktuell setzt das LAYA-System vor allem allgemeine Richtlinien zur Barrierefreiheit um. Lernspezifische Aspekte wie Kommunikation, Kollaboration und Adaptivität sind im der-

zeitigen Entwicklungsstand noch nicht berücksichtigt. In diesen Bereichen besteht ein Bedarf an Inklusion, der von aktuellen Systemen bisher nicht umgesetzt wird. Für eine entsprechende Realisierung ist zunächst jedoch weitere Forschungsarbeit notwendig. Außerdem fehlen bisher aussagekräftige Rückmeldungen von Nutzern. Diese müssen in den nächsten Arbeitsschritten mittels Evaluationen erhoben werden. In der Anforderungsentwicklung wird zudem eine Auseinandersetzung mit der Benutzermodellierung und einer entsprechend inklusiven Umsetzung, stattfinden.

Die im letzten Absatz angesprochenen Punkte Kommunikation, Kollaboration, Adaptivität und Benutzermodellierung sollen im weiteren Entwicklungsprozess berücksichtigt und perspektivisch im System realisiert werden. Langfristig sollten, im Vergleich mit ähnlichen Projekten, Qualitätskriterien für die Entwicklung inklusiver E-Learning Systeme entwickelt werden. Weiterhin sollte eine Anpassung auf schulische Lernräume angestrebt werden, um die Vorzüge einer solchen Software in heterogenen Klassen nutzen zu können.

## Literaturverzeichnis

- [Ar15] Arnold, P.; Kilian, L.; Thillosen, A.; Zimmer, G.: Handbuch E-Learning. W. Bertelsmann Verlag & Co. KG, Bielefeld, 4. Auflage, 2015.
- [at10] atortube: ATutor Demo. Dezember 2010. <https://www.youtube.com/watch?v=7JTdLW5rHQs>, Stand: 24.02.2016.
- [AT12] ATutorSpaces Video Channel: IMS Common Cartridge with AccessForAll. Februar 2012. <https://www.youtube.com/watch?v=wOIKT63sRRg>, Stand: 24.02.2016.
- [Ba13] Babnik, P.; Dorfinger, J.; Meschede, K.; Waba, S.; Widmer, M.; Mulley, U.: Technologieeinsatz in der Schule. In: L3T. Lehrbuch für Lernen und Lehren mit Technologien. epubli, 2013.
- [Bu02] Bundesministerium der Justiz und für Verbraucherschutz: Gesetz zur Gleichstellung behinderter Menschen (Behindertengleichstellungsgesetz - BGG). April 2002.
- [Co99] Cooper, A.: The inmates are running the asylum. Why High-tech Products Drive Us Crazy and How to Restore the Sanity. Macmillan Publishing Company Inc, 1999.
- [DH13] Döben-Henisch, G.: Gestenbasierte Schnittstellen: Ein Praxisbericht über den lernförderlichen Einsatz von Kinect und seine theoretischen Herausforderungen. In (Knaus, T.; Engel, O., Hrsg.): fraMediale. digitale Medien in Bildungseinrichtungen. Band 3, S. 81–94. kopaed verlagsmbh, München, 2013.
- [DJ11] Dittler, U.; Jechle, T.: E-Learning in der Aus- und Weiterbildung. In (Klimsa, P.; Issing, L. J., Hrsg.): Online-Lernen. Handbuch für Wissenschaft und Praxis, Jgg. 2, S. 419–426. Oldenbourg Wissenschaftsverlag GmbH, München, 2011.
- [ES11] Euler, Dieter; Seufert, Sabine: E-Learning in Management und Unternehmenskommunikation. In (Klimsa, Paul; Issing, Ludwig J., Hrsg.): Online-Lernen. Handbuch für Wissenschaft und Praxis, Jgg. 2, S. 427–438. Oldenbourg Wissenschaftsverlag GmbH, München, 2011.
- [Ga05] Gay, G.: ATutor Accessibility. September 2005. <http://www.atutor.ca/atutor/docs/index.php>, Stand: 31.01.2016.

- [Ga09] Gay, G.; Mirri, S.; Rocchetti, M.; Salomoni, P.: Adapting Learning Environments with AccessForAll. In: Proceedings of the 2009 International Cross-Disciplinary Conference on Web Accessibility (W4A), S. 90–91. ACM, New York, USA, 2009.
- [Ha11] Hasebrook, Joachim P.: Online-Lernen in Banken. In (Klimsa, Paul; Issing, Ludwig J., Hrsg.): Online-Lernen. Handbuch für Wissenschaft und Praxis, Jgg. 2, S. 457–469. Oldenbourg Wissenschaftsverlag GmbH, München, 2011.
- [HSHZS13] Herber, E.; Schmidt-Hertha, B.; Zauchner-Studnicka, S.: Erwachsenen- und Weiterbildung. Technologieeinsatz beim Lernen und Lehren mit Erwachsenen. In: L3T. Lehrbuch für Lernen und Lehren mit Technologien. epubli, 2013.
- [Ki09] Kisseleva, O.: FROM WORLD WIDE VIP TO TUTOR AND VICE VERSA. September 2009. <https://www.uni-siegen.de/locatingmedia/workshops/mobilehci/kisseleva.pdf>, Stand: 05.02.2016.
- [Ma10] Mayring, P.: Qualitative inhaltsanalyse. Grundlagen und Techniken. Beltz Verlag, 11. Auflage, 2010.
- [MM99] Michaud, L. N.; McCoy, K. F.: Modeling User Language Proficiency in a Writing Tutor for Deaf Learners of English. In: Proceedings of a Symposium on Computer Mediated Language Assessment and Evaluation in Natural Language Processing, S. 47–54. Association for Computational Linguistics, Stroudsburg, USA, 1999.
- [MM06] Michaud, L. N.; McCoy, K. F.: Capturing the Evolution of Grammatical Knowledge in a CALL System for Deaf Learners of English. In (Brna, P., Hrsg.): International Journal of Artificial Intelligence in Education, Jgg. 16 (1), S. 65–97. IOS Press, 2006.
- [MRS09] Mayr, K.; Resinger, P.J.; Schratz, M.: E-Learning im Schulalltag. Eine Studie zum Einsatz moderner Informations- und Kommunikationstechnologien im Unterricht. Julius Klinkhardt, 2009.
- [Pa16] Patzer, Y.: Anforderungs- und Konzeptentwicklung für eine inklusive E-Learning Software. Master thesis, Humboldt-Universität zu Berlin, Department of Informatics, 2016.
- [Pe10] Petko, D.: Lernplattformen in Schulen. Ansätze für E-Learning und Blended Learning in Präsenzklassen. Springer, 2010.
- [RM13] Reich, K.; Miesenberger, K.: Barrierefreiheit. Grundlage gerechter webbasierter Lernchancen. In: L3T. Lehrbuch für Lernen und Lehren mit Technologien. epubli, 2013.
- [Se14] Seale, J. K.: E-learning and disability in higher education. Accessibility research and practice. Routledge, 2. Auflage, 2014.
- [TFK09] Tesar, M.; Feichtinger, R.; Kirchweger, A.: Evaluierung von Open Source Lernmanagementsystemen in Bezug auf eine barrierefreie Benutzerschnittstelle. In (Schwill, A.; Apostolopoulos, N., Hrsg.): Lernen im Digitalen Zeitalter - DeLFI2009 - Die 7. E-Learning Fachtagung Informatik der Gesellschaft für Informatik e.V., Jgg. 153, S. 31–42. 2009.
- [Un07] United Nations: Convention on the Rights of Persons with Disabilities and Optional Protocol. 2007. <http://www.un.org/disabilities/documents/convention/convoptprot-e.pdf>, Stand 12.04.2016.
- [WV14] Weber, G.; Voegler, J.: Inklusives E-Teaching. Januar 2014. [https://www.e-teaching.org/etresources/media/pdf/langtext\\_2014\\_weber\\_voegler\\_inklusives-eteaching.pdf](https://www.e-teaching.org/etresources/media/pdf/langtext_2014_weber_voegler_inklusives-eteaching.pdf), Stand: 30.01.2016.