

Adaptive Lehrvideos

Ingolf Waßmann¹, Martin Müller² und Djamshid Tavangarian³

Abstract: Lehrvideos erfreuen sich dank aktueller Entwicklungen im Bereich der Online-Lehre (Videoplattformen, Massive Open Online Courses) auf der einen Seite und einer riesigen Auswahl sowie einer einfachen Produktion und Distribution auf der anderen Seite großer Beliebtheit bei der Vermittlung von Lerninhalten. Trotzdem bringen Videos einen entscheidenden Nachteil mit sich, welcher in der Natur des Datenformats liegt. So sind die Suche nach konkreten Sachverhalten in einem Video sowie die semantische Aufbereitung zur automatisierten Verknüpfung mit weiteren spezifischen Inhalten mit hohem Aufwand verbunden. Daher werden die lernerfolg-orientierte Selektion von Lehrsegmenten und ihr Arrangement zur auf Lernprozesse abgestimmten Steuerung gehemmt. Beim Betrachten des Videos werden unter Umständen bereits bekannte Sachverhalte wiederholt bzw. können nur durch aufwendiges manuelles Spulen übersprungen werden. Selbiges Problem besteht auch bei der gezielten Wiederholung von Videoabschnitten. Als Lösung dieses Problems wird eine Webapplikation vorgestellt, welche die semantische Aufbereitung von Videos hin zu adaptiven Lehrinhalten ermöglicht: mittels Integration von Selbsttestaufgaben mit definierten Folgeaktionen können auf Basis des aktuellen Nutzerwissens Videoabschnitte automatisch übersprungen oder wiederholt und externe Inhalte verlinkt werden. Der präsentierte Ansatz basiert somit auf einer Erweiterung der Lerntheorie der verzweigten Lehrprogramme nach Crowder, die auf den Lernverlauf angepasste Sequenzen von Lerneinheiten beinhaltet. Gleichzeitig werden mittels regelmäßig eingeschobener Selbsttestaufgaben Motivation sowie Aufmerksamkeit des Lernenden nach Regeln der programmierten Unterweisung und Verstärkungstheorie gefördert. Durch explizite Auszeichnung zusammengehöriger Abschnitte im Video können zusätzlich die enthaltenen Informationen maschinenlesbar gestaltet werden, sodass weitere Möglichkeiten zum Auffinden und Verknüpfen von Lerninhalten geschaffen werden.

Keywords: Adaptive Learning, Lehrvideos, Selbsttests, verzweigte Programme, semantische Aufbereitung.

1 Einleitung

Im Zuge der Entwicklung zahlreicher, auf Videoaufzeichnungen beruhender *Massive Open Online Courses* (kurz *MOOCs*) in den vergangenen Jahren erfreuen sich Lehrvideos zunehmender Beliebtheit bei der Vermittlung von Lerninhalten. Das eindrucksvolle Ergebnis von etwa 160'000 eingeschriebenen Teilnehmern im öffentlich angebotenen Online-Kurs über künstliche Intelligenz von Sebastian Thrun Ende 2011 führte zu einer ganzen Reihe von neuen MOOC-Angeboten [He13]. Unter anderem gründeten zwei

¹ Forschungsgruppe Rechnerarchitektur, Fakultät für Informatik und Elektrotechnik, Institut für Informatik, Universität Rostock, Albert-Einstein-Straße 22, 18059 Rostock, ingolf.wassmann@uni-rostock.de

² mindsquare GmbH, Otto-Brenner-Straße 207, 33604 Bielefeld, martin-müller-rostock@web.de

³ Forschungsgruppe Rechnerarchitektur, Fakultät für Informatik und Elektrotechnik, Institut für Informatik, Universität Rostock, Albert-Einstein-Straße 22, 18059 Rostock, djamshid.tavangarian@uni-rostock.de

seiner Kollegen von der Stanford University kurz darauf im April 2012 die MOOC-Plattform *Coursera* [Sc13], die bereits ein Jahr später 3,2 Millionen Nutzer verzeichnete [He13]. Wieder ein Jahr später waren es im April 2014 mit 7 Millionen mehr als doppelt so viele [Co14]. Auch die aktuelle Nutzerzahl von ca. 11,5 Millionen (Stand Februar 2015 [Co15]) lässt keinen Einbruch des Wachstums vermuten (Abb. 1).

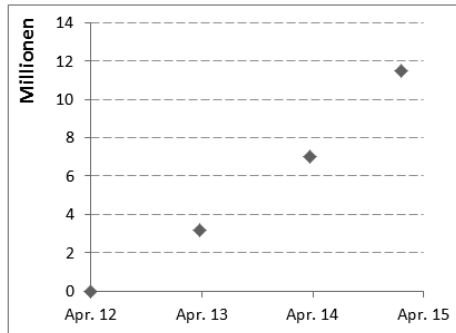


Abb. 1: Nutzerzahlen von Coursera

Gleichzeitig existiert mit der Video-Plattform YouTube eine einfache Möglichkeit, eigene Videos mit (nahezu) beliebigen Inhalten zu publizieren. Unzählige Lehrvideos, Tutorials, HowTos, News-Formate u. v. a. m. sind über das Portal, welches nach Google und Facebook auf dem dritten Platz der weltweit am meist besuchten Websites liegt [Peb15], kostenlos, ohne Anmeldung und für jedermann frei zugänglich. Mit aktuell 27'384 Jahren Videoinhalt [Li15] und weiteren etwa 300 Stunden Material, das pro Minute (!) hochgeladen wird [Peb15], kann der Nutzer auf die größte öffentliche Video-Datenbank der Welt zugreifen.

Der YouTube-Channel *Khan Academy* bspw. verzeichnet aktuell über 4.400 Lehrvideos aus den Bereichen Mathematik und Naturwissenschaft, welche über 500 Millionen Mal aufgerufen wurden [Kh15]. Mit mehr als 15 Millionen registrierten Nutzern ist die Khan Academy auch gleichzeitig eine der größten MOOC-Communities [Pea15]. Der Gründer Salman Khan glaubt, dass Lehrvideos zukünftig eine entscheidende Rolle in der Bildung einnehmen werden. So können auf Basis auswertbarer Nutzungsdaten einzelner Individuen, bspw. wann sie ein Video pausiert oder wie oft angeschaut haben, wichtige Erkenntnisse über das Verständnis eines Lerngegenstandes erhoben („Learning Analytics“) und zur Anpassung des Lernprozesses („Adaptive Learning“) genutzt werden [Peb15]. Während Khan hier Videos eher als begleitenden Kontrollmechanismus zum Aufzeigen von Lernschwächen sieht, nach denen der Lehrende seine Präsenzveranstaltung gezielt ausrichten kann (von Rolf Schulmeister als „statische Lerner-Adaptivität“ bezeichnet [Sc06]), beschreibt dieser Beitrag eine Methode zur Erschließung individueller Nutzeigenschaften während des aktiven Lernprozesses sowie darauf basierende direkte Anpassungen des Lernmaterials zur Laufzeit (von Rolf Schulmeister als „dynamische Lerner-Adaptivität“ bezeichnet [Sc6]). Speziell wird ein Tool vorgestellt, welches die Aufbereitung von Lehrvideos einerseits durch Definieren thematisch zusammenhängen-

der Abschnitte und andererseits durch das Einfügen von Selbsttestaufgaben ermöglicht. Bei letzterem kann der Autor Folgeaktionen festlegen, die in Abhängigkeit der Beantwortung der Fragen durch den Lernenden durchgeführt werden. So kann bspw. an eine beliebige Stelle im Video gesprungen werden, um bereits bekannte Passagen zu überspringen, oder gezielt Inhalte wiederholt werden, die noch nicht (vollständig) verstanden wurden. Ziel ist die Entwicklung einer einfachen Möglichkeit zur adaptiven Aufbereitung von videobasierten Lerninhalten, welche auch in anonymisierten Lernumgebungen universell einsetzbar sind. Daher soll hier eine Abgrenzung zu adaptiven Hypermedia-Systemen [Br98] vorgenommen werden, welche umfangreiche Informationen über einen Nutzer sammeln und daraus ein komplexes Nutzermodell generieren, auf dessen Basis dann eine Personalisierung des Lernmaterials durchgeführt wird.

Trotz des beschriebenen Hypes von Lehrvideos - dank der großen Auswahl sowie der einfachen Produktion und Verteilung - bringen sie eine Reihe von Nachteilen bei der Verwendung als Lehrmedium mit sich. So ist es sehr schwierig, die konkreten Inhalte von Videos automatisiert zu erfassen, da die Informationen nicht direkt kodiert sind. Hierdurch können Videos weder nach spezifischen Daten wie bspw. Themen oder Zielgruppen durchsucht, noch automatisiert mit anderen Inhalten sinnvoll verknüpft werden. Nur durch vollständiges Betrachten des Videos oder aufwendigem, manuellem Hin- und Herspringen, was beides gegebenenfalls mit ungewollten Wiederholungen von bereits bekanntem bzw. uninteressantem Wissen verbunden ist, können die tatsächlich relevanten Fakten extrahiert werden. Auch das erneute Wiederholen des Lernstoffs ist mit hohem Aufwand verbunden, was die effiziente Nutzung von videobasierten Lernmaterialien einschränkt. Das vorgestellte Werkzeug soll dabei helfen, Videos sowohl implizit - durch Einfügen von Selbsttestaufgaben - als auch explizit - durch Definieren von thematisch zusammengehörigen Abschnitten - semantisch auszuzeichnen, um diesen Problemen zu begegnen.

2 Zugrunde liegende Lerntheorien

In der Verhaltenspsychologie werden zwei verschiedene Formen von Verhalten unterschieden: das reaktive und das operative Verhalten. Ersteres wird durch Einflüsse aus der Umwelt ausgelöst und vom vegetativen Nervensystem gesteuert. Beispiele hierfür sind der Augenlid- und Kniesehnenreflex oder auch der Saug- und Greifreflex bei Säuglingen. Mittels klassischer Konditionierung können solche Reiz-Reaktions-Muster antrainiert werden. Ein berühmtes Beispiel sind die „Pawlowschen Hunde“, bei denen bereits beim bloßen Ertönen eines Glockentons, der die Gabe von Futter signalisiert, Speichelfluss zu beobachten war. Dem reaktiven Verhalten gegenüber steht das operative Verhalten, welches nicht durch einen äußeren Reiz, sondern die Person selbst ausgelöst wird und auf die Umwelt einwirkt. Dieses Verhalten wird also vom zentralen Nervensystem gesteuert [Ve15] [Ni69].

Auch hier lassen sich Verhaltensweisen antrainieren. Die verwendete Methode nennt

sich „instrumentelle Konditionierung“ (auch „operante Konditionierung“). Gemäß des Reiz-Reaktions-Prinzips der behavioristischen Lerntheorie [Wa13] wird hierbei erwünschtes Verhalten des Lernenden durch motivierende Anerkennungen oder Belohnungen verstärkt und falsches Verhalten durch Auslassen dieser Gesten abgeschwächt (Verstärkungstheorie). Potentielle positive Verstärker können bspw. Spielgeld, Zensuren oder schon die bloße Mitteilung der korrekten Beantwortung einer Frage sein [Ni69].

Genau dies - die Verstärkung von gewünschtem operativem Verhalten mittels Belohnung für korrekt beantwortete Fragen - bildet die Basis für die „programmierte Unterweisung“, einem Grundprinzip, auf dem die entwickelte Lösung fußt. Der Psychologe B. F. Skinner stellte das Konzept 1958 vor. Darin beschrieb er die Vermittlung von Wissen „als streng aufeinander aufbauende Abfolge von kleinen Frage-Antwort-Sequenzen mit sich steigendem Schwierigkeitsgrad, auf die sofort eine Rückmeldung gegeben wird“ [Ar13]. Wichtig ist, dass der positive Stimulus in Form einer anerkennenden Mitteilung unmittelbar nach korrekter Beantwortung der Frage erfolgt, da mit wachsendem Zeitabstand die belohnende Wirkung des Reizes und damit die Verstärkung des Verhaltens versiebt. Einfache Einstiegsfragen zu Beginn sollen durch Belohnungen für das korrekte Beantworten von Fragen den Lernenden motivieren, sich auch den Rest des Lernprozesses eigenständig zu erarbeiten. Gleichzeitig dienen die regelmäßigen Selbsttestaufgaben zur Steigerung der Aufmerksamkeit und helfen dem Einprägen von Faktenwissen [LW67].

Seiner größten Popularität erfreute sich die programmierte Unterweisung Ende der 1960'er sowie in den 1970'er Jahren. Damals aufwendig in Form von Textbüchern zu produzieren, verlor das didaktische Konzept zunehmend an Begeisterung Anfang der 1980'er und erlebte einen erneuten Aufschwung in den 1990'er Jahren in Form computerbasierter, integrierter Lernsysteme (Integrated Learning System, ILS), welche die behavioristische Lerntheorie umsetzten [Pr13]. Etwa 20 % der amerikanischen Grundschulen hatten zu dieser Zeit ILS als festen Bestandteil in ihrem Curriculum installiert [BH94]. E-Learning-Systeme, die auf der programmierten Unterweisung basieren, sind weit verbreitet, zum Beispiel:

- Waterford Early Learning [Wa15]: Internetplattform mit über 450 Stunden Material, bestehend aus interaktiven Videos, Büchern und Simulationen aus den Bereichen Lesen, Mathematik und Naturwissenschaft speziell für Kinder der Vorschule sowie ersten und zweiten Klasse;
- iversity [iv15]: europäische Plattform für MOOC-Angebote verschiedener Hochschulen mit aktuell 55 Kursen [Wi15], die vor allem aus Videoinhalten mit voranstehenden, nachfolgenden sowie parallel durchführbaren Quiz bestehen;
- Capira [Ca15]: Online-Sammlung interaktiver Lehrvideos mit integrierten Selbsttestaufgaben von Jörn Lovisach, Professor für Ingenieurmathematik und Technische Informatik an der Fachhochschule Bielefeld [Fa15].

Etwa zur selben Zeit des Aufkommens der programmierten Unterweisung stellte Nor-

man Crowder 1959 eine ähnliche Methode vor. Im Gegensatz zu Skinners Ansatz fußt sein Konzept nicht auf psychologischen oder lerntheoretischen Theorien und Beobachtungen. Crowder reduziert das Problem der Wissensvermittlung auf die Kommunikation zwischen dem Entwickler eines Lehrprogramms und dem Lernenden. Zur Feststellung, ob ein Kommunikationsprozess erfolgreich war, wird eine Rückkopplung benötigt sowie die Möglichkeit der Korrektur im Fehlerfall. Auf die Entwicklung von Lehrprogrammen angewandt, bedeutet dies die Verwendung von Auswahlaufgaben, die auf jede falsche Antwort einen spezifischen Kommentar sowie eine definierte Sequenz von Lerneinheiten (als „Frames“ bezeichnet) zum Fortfahren bereithält [Ni08]. Während die programmierte Unterweisung von Skinner stets durch eine lineare, vom Lehrenden festgelegten, Abfolge des Lehrmaterials gekennzeichnet ist, handelt es sich bei nach Crowder aufbereiteten Lernmaterialien um *verzweigte Programme*, deren lernerfolg-orientierter Ablauf vom Nutzer selbst abhängig ist [Hu08]. Mit anderen Worten findet eine dynamische Anpassung des Lerninhalts an den individuellen Nutzer bzw. sein Wissen, welches durch eingeschobene Selbsttestaufgaben abgefragt wird, statt. So können bspw. Lerneinheiten selektiv wiederholt werden, die vom Nutzer bisher nicht (vollständig) verstanden wurden. Dies entspricht der Realisierung eines einfachen adaptiven Lerninhalts, was im weiteren Verlauf als „semi-adaptiv“ bezeichnet wird. Dagegen ist von „adaptiven“ Inhalten die Rede, wenn der Lernpfad auch bei korrekten Antworten anpassbar ist. So könnten Nutzer durch einem Lerninhalt vorangestellte Fragen das darin vermittelte Wissen durch korrekte Antworten bereits vorab unter Beweis stellen, sodass dieser Abschnitt übersprungen werden kann. Eine Lösung, welche sowohl den Erfolgs- als auch Fehlerfall bei der Neu-Arrangierung der Lerninhalte berücksichtigt, wird also als „adaptiv“ bezeichnet.

3 Stand der Technik zum Anfertigen adaptiver Lerninhalte

Nach Betrachtung zugrundeliegender Lerntheorien, welche als didaktisches Grundgerüst der Lösung dienen sollen, erfolgt nun eine Übersicht verfügbarer Autoren-Tools zum Anfertigen adaptiver Lernmaterialien. Entscheidend für die Betrachtung eines Werkzeugs ist die Möglichkeit, Selbsttestaufgaben mit definierten Folgeaktionen (spezifisches Kommentar, Änderung der Reihenfolge von Lerneinheiten) in verschiedene Lernmaterialien integrieren zu können. Auch wenn die entwickelte Lösung dieses Beitrags auf die adaptive Aufbereitung von Videos beschränkt ist, werden zur besseren Übersicht der Möglichkeiten auch Editoren für textbasierte Lernmaterialien betrachtet.

3.1 Textbasierte Ansätze

Im Folgenden werden Autorenwerkzeuge vorgestellt, die vornehmlich zur Erstellung von textbasierten Inhalten, gegebenenfalls mit Anreicherung multimedialer Daten wie Bilder, Sounds, Videos, Interaktionsmöglichkeiten u. v. m., genutzt werden.

Hierzu zählen Präsentations-Programme wie Microsoft PowerPoint, OpenOffice Impress

oder Apple Keynote. Sie alle dienen den meisten wohl der Erstellung von Folien eines Vortrags oder Referats. Allerdings können die umfangreichen Editiermöglichkeiten, allen voran die interaktiven Verlinkungen zwischen Folien, genutzt werden, um adaptive Lerninhalte zu erstellen. So können Hyperlinks in den Antworten von Selbsttestaufgaben den Lernenden auf jeweils passende Auswertungsfolien verweisen oder zum partiellen Wiederholen bzw. Überspringen von Folien führen. Nicht für diesen konkreten Anwendungsfall konzipiert, ist die Erstellung von adaptiven Lerninhalten mit relativ hohem Aufwand verbunden.

Programme, die sich eher dafür eignen, sind Werkzeuge aus dem Bereich E-Assessment und E-Testing. Als Beispiel für diese Kategorie soll hier exemplarisch ONYX Testsuite der Bildungsportal Sachsen GmbH vorgestellt werden. Das Tool ermöglicht die Erstellung, Durchführung und Auswertung von Tests, Prüfungen und Umfragen beliebigen Inhalts. Es werden eine Reihe von Aufgabentypen wie einfache und mehrfache Auswahl, Hotspot, Reihenfolge, numerische Eingabe, Lückentext u. v. m. unterstützt. Hierbei können individuelle Test-Feedbacks festgelegt werden, die sich dem Nutzer in Abhängigkeit seiner erreichten Endpunktzahl präsentieren [BP15].

Einen Schritt weiter, und somit näher an das zugrundeliegende Szenario der Erstellung adaptiver Lerninhalte, gehen die Produkte von Articulate. Mit Hilfe von Articulate Presenter lassen sich PowerPoint-Folien in Online-Kurse umwandeln. In diese lassen sich dann interaktive Quiz (insgesamt 25 verschiedene Fragetypen), welche mit dem Articulate Quizmaker erstellt wurden, integrieren. Dabei unterstützt das Tool auch die Verzweigung des Lernpfades durch individuelle Feedbacks, die in Abhängigkeit der Beantwortung von Selbsttestaufgaben gegeben werden [Ar15].

3.2 Videobasierte Ansätze

Die als letztes vorgestellten Produkte von Articulate können hervorragend der Erstellung verzweigter Lehrprogramme mit nutzerabhängiger Anpassung der Inhalte dienen. Nun werden ähnliche Autoren-Tools gesucht, die den gleichen Funktionsumfang für das Lehrmedium Video bieten.

Die Online-Plattform ESL Video offeriert eine Sammlung von kurzen Video-Clips mit integrierten Untertiteln und daneben platzierten Quiz zum selbstständigen Erlernen und Verbessern der Sprache Englisch. Mit Hilfe des Editors auf der Homepage können die Lehrinhalte auf Basis existierender Videos verschiedener Hosting-Plattformen wie bspw. YouTube eigenständig erstellt werden. Hierbei werden ausschließlich Einfachauswahl-Aufgaben ohne Antwort-spezifisches Feedback unterstützt. Diese sind permanent neben dem Video dargestellt und können zu jeder Zeit ohne Auswirkungen, wie bspw. das Pausieren des Videos oder Springen im Video, beantwortet werden [ES15]. Somit bietet diese Lösung keine Möglichkeit, (semi-)adaptive Lerninhalte zu erstellen.

Einen deutlichen Mehrwert in der Aufgabendiversität bietet der Editor der Online-Plattform Capira, welche bereits in Abschnitt 2 kurz vorgestellt wurde. Hier werden häufig Lückentexte, Freitexte aber auch Auswahlaufgaben verwendet, in denen zum Beispiel Terme einer mathematischen Gleichung oder Seiten einer geometrischen Figur mit der Maus selektiert werden müssen. In der Regel gibt es eine zuvor festgelegte Zeit zum Beantworten der Frage sowie ein audiovisuelles Feedback, ob die Antwort korrekt ist oder nicht [Ca15] [Wo14]. Folgeaktionen können keine definiert werden.

Mit dem Video-Editor Camtasia Studio von TechSmith können beliebige Bildschirmhalte wie zum Beispiel HD-Videos oder PowerPoint-Präsentationen aufgenommen und anschließend umfangreich bearbeitet werden. Zur Lernkontrolle können Quizfragen unterschiedlichen Typs (Multiple-Choice, Lückentexte, Richtig oder Falsch u. v. m.) eingefügt werden, welche dem Autoren Informationen darüber geben, wie lange das Video angeschaut und wie viele Fragen korrekt beantwortet wurden. Ein spezifisches Feedback fehlt ebenso wie die Möglichkeit, benutzerdefinierte Folgeaktionen festzulegen. Der Lernende kann sich lediglich vor Beantwortung der Frage auf Knopfdruck den letzten Videoabschnitt erneut anzeigen lassen. Das exportierte Ausgabeformat des Editors ist eine zusammenhängende Datei aus Video und integriertem Quiz, sodass eine Weiterverwendung des Videos zur Überlagerung mit anderen Selbsttestaufgaben nicht möglich ist [Te15].

Den höchsten „Grad an Adaptivität“ unter den recherchierten videobasierten Lösungen beschert eduCanon. Hierbei handelt es sich um eine Internet-Lernumgebung zum Erstellen und Teilen von interaktiven Lehrvideos. Der Online-Editor erlaubt als Quelle gängige Hosting-Plattformen wie z. B. YouTube, Vimeo und TeacherTube. Durch Einfügen unterschiedlicher Inhalte kann das Video zu beliebiger Zeit unterbrochen werden, um bspw. weiterführende Webinhalte aufzuzeigen, Selbsttestaufgaben durchzuführen oder einfach eine reflektierte Pause einzulegen. Neben Multiple-Choice-Tests mit antwortspezifischem Feedback sind auch Freitextaufgaben möglich [Ed15].

Jede der vorgestellten Anwendungen ermöglicht weder die technische Umsetzung semi-adaptiver Lehrvideos auf Basis der verzweigten Programme nach Crowder noch adaptiver Lehrvideos durch Anpassung des Lernpfads im Fehler- und Erfolgsfall. Zwar bieten vor allem Camtasia Studio und eduCanon umfangreiche Möglichkeiten zur Integration von Quizfragen in Videos, aber es lassen sich keine antwortspezifischen Folgeaktionen definieren. Diese Eigenschaft konnte nur bei textbasierten Applikationen entdeckt werden und stellt somit eine entscheidende Lücke im aktuellen Stand der Technik videobasierter Ansätze zur Erstellung adaptiver Lehrvideos dar.

4 Unser Modell zur Aufbereitung adaptiver Lehrvideos

Da nach aktuellem Stand keine videobasierten Lösungen existieren, die den geforderten Adaptivitätsgrad unterstützen, wurde ein eigenes Konzept samt prototypischer Umsetzung namens „J-Quizmaker“ entwickelt, welche im Folgenden vorgestellt werden.

4.1 Konzept und Prototyp

Im Vorfeld wurden detaillierte funktionale und nicht-funktionale Anforderungen definiert, die hier auszugsweise wiedergegeben werden sollen. Ziel war die Entwicklung eines Editors zur Erstellung und Distribution adaptiver, verzweigter Lehrvideos, die auf den individuellen Lernerfolg des Nutzers angepasst sind. Dies umfasst eine Realisierung der verzweigten Programme nach Crowder (Anpassung im Fehlerfall) mit einer Erweiterung zur Anpassung des Inhalts im Erfolgsfall. Hierbei sollte es dem Autoren ermöglicht werden, Selbsttestaufgaben unterschiedlichen Typs (Auswahlaufgabe, Mehrfachauswahlaufgabe, Lückentexte, Ordnungsaufgaben u. a.) in beliebige Videos zu integrieren und nutzerspezifische Feedbacks sowie Folgeaktionen festlegen zu können. Die Quiz dienen dabei als Verzweigungspunkte, die in Abhängigkeit der Antwortauswertung den nachfolgenden Lerninhalt bestimmen. Ein Video kann somit als Komposition einzelner *Lernhappen* verstanden werden, die sowohl aus Abschnitten des aktiven als auch anderer Videos bestehen können oder externe Webinhalte wie bspw. einen Wikipedia-Artikel, ein GoogleBook u. v. a. m. darstellen. Eine Visualisierung dieser Idee gibt das Beispiel in Abbildung 2 wieder.

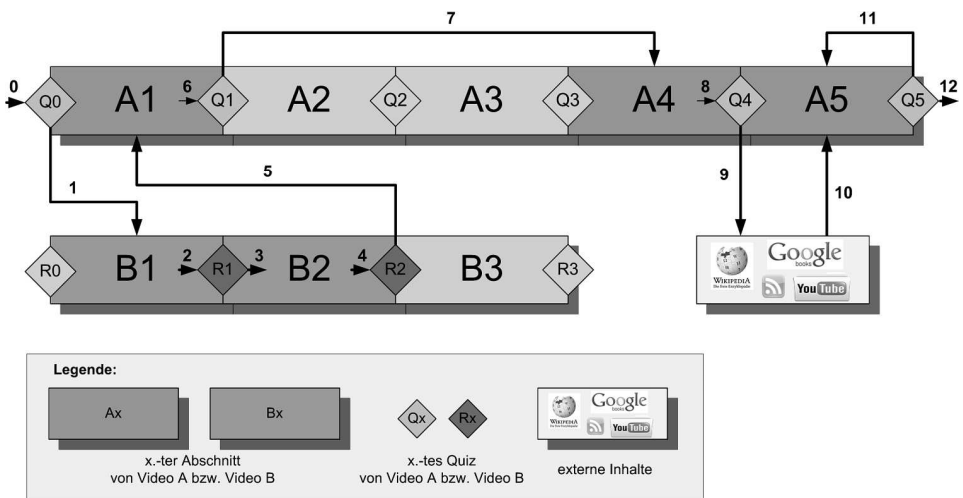


Abb. 2: Beispiel einer Komposition verschiedener Lernhappen

Im Beispiel werden zwei mit Hilfe des J-Quizmaker aufbereitete Lehrvideos miteinander verknüpft. Der Nutzer startet mit Video A und bekommt den ersten Frageblock Q0 präsentiert. Auf Basis seines erhobenen Vorwissenes wird Video B eingeschoben um bspw. für Video A notwendiges Basiswissen zu vermitteln. Nachdem der Nutzer die ersten beiden Abschnitte von Video B erfolgreich verstanden hat (was mit Hilfe der Quiz R1 und R2 ermittelt werden kann), wird wieder zum Video A gewechselt. Abschnitt 3 wurde dabei ausgelassen, da die Auswertung von R2 ergeben hat, dass der Nutzer die Inhalte schon kennt. Selbiges gilt für das Überspringen der Abschnitte 2 und 3 aus Video A.

Nach dem Frageblock Q4 wird das Video pausiert und externe Inhalte, zum Beispiel ein Wikipedia-Artikel, werden aufgerufen. Nach selbstständigem Durcharbeiten des Materials kann der Nutzer das Video manuell fortsetzen (Videoabschnitt 5). Dieser wird schließlich noch ein zweites Mal wiederholt, da die Auswertung des finalen Frageblocks Q5 Verständnisprobleme offenbart hat.

Dieses Beispiel demonstriert die implizite Auszeichnung und Verknüpfung semantisch zusammengehörender Inhalte mittels Integration von Selbsttestaufgaben. Hierbei wurden unter anderem folgende Nutzungsszenarien aufgezeigt:

- Quiz am Anfang des Videos oder eines Abschnitts, um zu überprüfen, ob der nachfolgende Inhalt bereits bekannt ist und somit übersprungen werden kann;
- Quiz am Ende des Videos oder eines Abschnitts, um zu überprüfen, ob das vermittelte Wissen verstanden wurde und ggf. wiederholt oder durch Einbinden externer Inhalte verdeutlicht werden muss.

Auf diese Weise ergibt sich eine automatisierte Anpassung des Lernpfades an das Nutzerwissen, welches zur Laufzeit bestimmt wird. Während herkömmliche Videos strikt linear ablaufen, kann es nun zur nutzerspezifischen Modifizierung dieses Weges kommen (durch Überspringen bzw. Wiederholen von Abschnitten) sowie zum Verfolgen von nebenläufigen Lernpfaden (zusätzliche Inhalte externer Medien).

Darüber hinaus fördern Quiz in regelmäßigen kurzen Abständen die Aufmerksamkeit und die Motivation des Lernenden nach beschriebenen Methoden der programmierten Unterweisung und der verzweigten Programme von Crowder (siehe Abschnitt 2). Ersteres spiegelt sich im vorgestellten Modell in der prompten audiovisuellen Belohnung korrekten Verhaltens wieder. Mittels grüner Färbung des Bildschirms sowie Abspielen einer Fanfare werden dem Nutzer unmittelbar richtige Antworten signalisiert. Eine weitere Eigenschaft der programmierten Unterweisung ist die Verwendung von Lückentexten als Aufgabentyp, der im Konzept vorgesehen, im Prototypen jedoch noch nicht umgesetzt wurde. Von Crowders Ansatz wurden die spezifischen Feedbacks in Form der nutzerabhängigen Neu-Arrangierung der Lernhappen übernommen. Der Autor kann explizit Zeitpunkte angeben, an die das Video je nach Beantwortung der Frage springen soll. Weiterhin kann auch eine externe Ressource verlinkt werden, die bei einer bestimmten Antwort geöffnet wird. Das im obigen Beispiel angegebene Feature zwischen den Abschnitten unterschiedlicher Videos zu springen, ist aktuell noch nicht implementiert, dafür aber die zweite wesentliche Eigenschaft von Crowders Lehrprogrammen: die Verwendung von Multiple-Choice-Tests. Der Autor kann beliebig viele richtige und falsche Antworten für seine Frage sowie zwei mögliche Verzweigungen definieren: eine für den korrekten, eine für den Fehlerfall. Somit vereint der J-Quizmaker nicht nur Ideen beider Lerntheorien miteinander, sondern erweitert dabei noch Crowders Ansatz, indem auch Verzweigungen im Erfolgsfall möglich sind. So können vorab gestellte Fragen dazu genutzt werden, zu überprüfen, ob das zu vermittelnde Wissen eines Lerninhalts bereits besteht, um ihn dann zu überspringen.

Die Hauptansicht des Editors, welche die gerade beschriebenen Funktionalitäten bereitstellt, zeigt Abbildung 3.

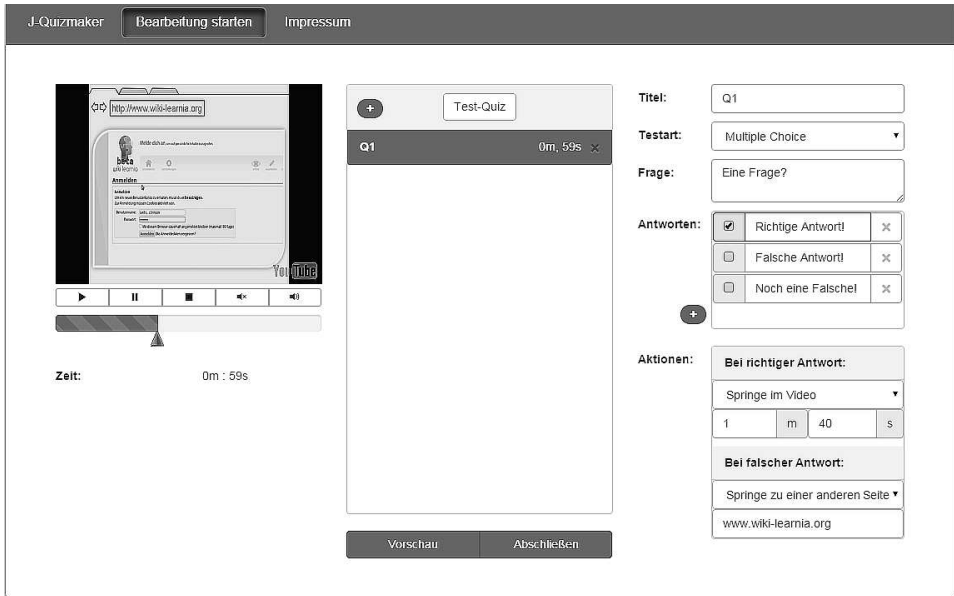


Abb. 3: Editor-Ansicht im J-Quizmaker

Vorab erhält der Nutzer eine Übersicht der zuletzt erstellten Videoquiz, von denen er eines auswählen, anschauen, in externe Websites einbinden oder bearbeiten kann. Alternativ kann ein neues Videoquiz erstellt werden, indem zunächst ein entsprechendes Video durch eine integrierte YouTube-Suche selektiert und anschließend die Bearbeitung gestartet wird. Die darauffolgende Ansicht ist in Abbildung 3 dargestellt. Diese ist in drei vertikal getrennte Bereiche eingeteilt. Links ist ein Vorschauvideo zu sehen, welches an beliebigen Stellen pausiert oder direkt über den Schieberegler navigiert werden kann. Der mittlere Bereich enthält zunächst den Namen des Videoquiz („Test-Quiz“), der mit einer Beschreibung verziert werden muss. Über einen Button („+“) lassen sich dann beliebig viele Quizfragen an die ausgewählte Stelle im Video einfügen. Die Bearbeitung der einzelnen Fragen erfolgt im rechten Bereich. Hier werden Titel, Testart (aktuell wird nur Multiple-Choice unterstützt), Frage sowie dazugehörige Antworten und Folgeaktionen festgelegt. Letzteres beinhaltet drei mögliche Optionen:

- Video läuft weiter;
- Springe im Video (unter Angabe eines Zeitpunktes);
- Springe zu einer anderen Webseite (unter Angabe einer URL).

Der aktuelle Stand des Videoquiz kann jederzeit über eine Vorschaufunktion betrachtet werden. Über den Button „Abschließen“ kann das erstellte Videoquiz gespeichert und

anschließend über einen Einbettungslink in beliebige Webseiten eingebunden werden. Dabei bleibt die eigentliche Videodatei unverändert, sodass beliebig viele Videoquize zu einem Video erstellt werden können.

Neben diesem impliziten Weg der semantischen Aufbereitung von Videoinhalten sieht das Konzept auch eine explizite Variante vor, die aktuell noch nicht implementiert ist. So soll der Autor innerhalb eines Videos zusammengehörige Videoabschnitte definieren und durch Schlüsselwörter beschreiben können. Einerseits kann der Nutzer auf diese Weise statt eines einzelnen Sprungzeitpunktes einen thematisch zusammenhängenden Videoblock als Folgeaktion angeben. Somit können dem Nutzer auf Anhieb alle Videoabschnitte zu einem konkreten Sachverhalt gebündelt präsentiert werden. Zum anderen werden durch die explizite semantische Auszeichnung die konkreten Inhalte eines Videos maschinenlesbar, sodass sie durch Suchmaschinen leichter aufgefunden werden können. Ein Beispiel für eine solche Suchmaschine ist das Konzept des „Learning Hubs“ [Wa14]. Auf Basis einer semantischen Metasuchmaschine mit Anbindung an diverse externe Repositorien (MOOC-Plattformen, Online-Enzyklopädien, News-Feeds, Video-Portale, Internet-Bibliotheken, soziale Netzwerke u. v. a. m.) sollen dem Nutzer kontextsensitive (abhängig vom individuellen Lernziel, Präferenzen und Wissensstand) Inhalte offeriert werden. Unter Anbindung der entwickelten Lösung können nun auch gezielt Videos offeriert werden, die am besten zum Vorwissen des Nutzers passen.

4.2 Evaluation

Im Rahmen der Realisierung des Prototypen wurde eine formative Evaluation der Usability des Online-Editors im kleinen Kreis durchgeführt. Hierbei wurden entwicklungsbegleitend Potenziale und Schwachstellen der Gebrauchstauglichkeit des Autorenwerkzeugs aufgedeckt, was zu Änderungen im Modell bzw. Prototypen führte. Zur Erhebung der Usability kam der Fragebogen nach ISO-Norm 9241-110 [In15] zum Einsatz, welcher folgende Kriterien zur Bewertung von Benutzerschnittstellen interaktiver Systeme heranzieht:

- Aufgabenangemessenheit: Vollständigkeit, Aufwandsminimierung, Passung;
- Selbstbeschreibungsfähigkeit: Informationsgehalt, Unterstützungsmöglichkeit, Unterstützungsangebot;
- Erwartungskonformität: Gestaltungskonsistenz, Transparenz, Bedienkompetenz;
- Lernförderlichkeit: Erlernbarkeit, Wissensverfügbarkeit, Erschließbarkeit;
- Steuerbarkeit: Flexibilität, Wechselmöglichkeit, Unterbrechungsfreiheit;
- Fehlertoleranz: Verständlichkeit, Korrigierbarkeit, Korrekturunterstützung;
- Individualisierbarkeit: Erweiterbarkeit, Personalisierbarkeit, Aufgabenflexibilität.

Im arithmetischen Mittel lieferte die Auswertung der Fragebögen einen Wert von 5,18,

welcher auf der zugrundeliegenden Skala von 1 (schlecht) bis 7 (gut) als positiv zu bewerten ist. Allerdings können mit insgesamt 13 Teilnehmern keine statistisch relevanten Aussagen über die Usability der Software getätigt werden. Primäres Ziel war die entwicklungsbegleitende Aufdeckung von Schwachstellen, um erste Hinweise zur Verbesserung des Tools zu erhalten. Die größten Defizite wurden dabei im Bereich der Selbstbeschreibungsfähigkeit wahrgenommen, was im Anbetracht des frühen Stadiums der Software zu entschuldigen ist. Durch Integration von gängigen Methoden zur Beschreibung grafischer Benutzeroberflächen wie Platzhalter für Eingabefelder, Tooltips/Balloons in Form kleiner Popup-Fenster und Hilfeseiten mit Erklärungen bzw. Beispielen einzelner Bedienelemente kann diese Schwachstelle behoben werden. Des Weiteren wurde auf Basis des Nutzerfeedbacks die grafische Benutzeroberfläche angepasst, um die Intuitivität zu steigern. Inwieweit dies gelungen ist, wird eine zweite, größer angelegte Evaluation der Usability der Webapplikation erbringen, nachdem alle bisher angebrachten Hinweise in den Prototypen eingearbeitet wurden.

5 Zusammenfassung & Ausblick

Basierend auf einer umfangreichen Literaturrecherche existierender Lerntheorien und praktischer Lösungen zur Aufbereitung adaptiver Lernmaterialien wurde ein deutliches Defizit im Bereich Video festgestellt. Zur Lösung des Problems wurde ein Modell samt prototypischer Umsetzung entwickelt, welches Autoren ein Werkzeug bietet, um Videoinhalte semantisch aufzubereiten und miteinander zu verknüpfen. Hierbei wird der Wissensstand des Lernenden mittels Selbsttestaufgaben zur Laufzeit ermittelt und anschließend automatisiert eine entsprechende Anpassung des Lernmaterials durchgeführt. Das Konzept verknüpft nicht nur die beiden Lerntheorien der programmierten Unterweisung und der verzweigten Lehrprogramme, sondern erweitert diese noch um zusätzliche Facetten. So können nutzerspezifische Folgeaktionen definiert werden, die sowohl im Fehlerfall (Wiederholen von Lernsegmenten) als auch im Erfolgsfall (Überspringen von Lernsegmenten) eintreten. Des Weiteren können durch Verlinkungen externer Inhalte auch nebenläufige Lernpfade integriert werden. Auf diese Weise kommt es zur automatischen Anpassung videobasierter Lernmaterialien an den individuellen Wissensstand, Lerntempo und Fähigkeiten des Nutzers („Adaptive Learning“). Gerade bei den vielen auf Massenkompabilität ausgelegten MOOCs kann das entwickelte Werkzeug zur automatisierten, lernerfolg-orientierten Anpassung der Lehrmaterialien an unterschiedliche Bildungsniveaus (Vorwissen) genutzt werden. Darüber hinaus können regelmäßig eingeschobene Selbsttestaufgaben als Aufmerksamkeits- und Bestätigungssignale die Motivation des Lernenden steigern.

Die Erweiterung des Tools um eine explizite semantische Auszeichnung von Videoabschnitten ermöglicht ein einfacheres und zielgerichteteres Auffinden konkreter Inhalte, die speziell an die Bedürfnisse des Nutzers angepasst sind. Mittels semantischer Suchmaschinen können thematisch zusammenhängende Abschnitte unterschiedlicher Videos miteinander verknüpft dem Lernenden offeriert werden. Eine zentrale Erfassung der

Quiz-Ergebnisse könnte wichtige Rückschlüsse über individuelle Bedürfnisse und Anforderungen des Nutzers erbringen, um noch zielgerichtete Anpassungen der Lerninhalte vorzunehmen (hin zu adaptiven Hypermedia-Systemen). Des Weiteren soll eine Evaluation Auskunft über die Effektivität bzgl. des Lernerfolgs adaptiver Lehrvideos im Vergleich zu herkömmlichen Videos/Quiz geben.

Literaturverzeichnis

- [Ar13] Arnold, P.: Handbuch E-Learning: lehren und lernen mit digitalen Medien. W. Bertelsmann Verlag, 2013.
- [Ar15] Articulate Network: Articulate Studio '13. <https://de.articulate.com/products/studio.php>. Zugriff: 05.03.2015.
- [BH94] Becker, H. J.; Hativa, N.: History, theory and research concerning integrated learning systems. *International Journal of Educational Research*, 21(1):5–12, 1994.
- [BP15] BPS Bildungsportal Sachsen GmbH: ONYX Testsuite. <https://www.bps-system.de/cms/produkte/onyx-testsuite/>. Zugriff: 05.03.2015.
- [Br98] Brusilovsky, P.: Methods and techniques of adaptive hypermedia. *Adaptive hypertext and hypermedia*, S. 1–43, 1998.
- [Ca15] Capira. <https://capira.de>. Zugriff: 03.03.2015.
- [Co14] Coursera Blog: Welcome Amber Saloner Tennant as VP of User and Community Operations. <http://blog.coursera.org/post/82917362847/welcome-amber-saloner-tennant-as-vp-of-user-and>, 2014. Zugriff: 17.02.2015.
- [Co15] Coursera. <http://www.coursera.org>. Zugriff: 17.02.2015.
- [Ed15] eduCanon. <http://www.educanon.com>. Zugriff: 06.03.2015.
- [ES15] ESLvideo.com: English as a Second Language Teachers Creating ESL Video Quizzes for ESL Students. <http://www.eslvideo.com/>. Zugriff: 05.03.2015.
- [Fa15] Fachhochschule Bielefeld: Prof. Dr. rer. nat. Jörn Loviscach. <http://www.fh-bielefeld.de/fb3/loviscach>. Zugriff: 04.03.2015.
- [He13] Heimstaedt, M.: MOOCs: Die Youtube-Universitäten. <http://www.gruenderszene.de/allgemein/mooc-online-bildung-iversity-harvard>, 2013. Zugriff: 17.02.2015.
- [Hu08] Hußmann, H.: Vorlesung 'Multimediale Lehr- und Lernumgebungen'. Ludwig-Maximilians-Universität München, WS08/09, 2008.
- [In15] International Organization for Standardization: ISO 9241-110:2006. http://www.iso.org/iso/home/store/catalogue_ics/catalogue_detail_ics.htm?csnumber=38009. Zugriff: 04.06.2015.
- [iv15] iversity. <https://iversity.org/>. Zugriff: 03.03.2015.

- [Kh15] Khan, S.: YouTube-Kanal Khan Academy. <https://www.youtube.com/user/khanacademy/about>. Zugriff: 21.02.2015.
- [Li15] Live-Counter.com: Wie groß ist YouTube? <http://www.live-counter.com/wie-gross-ist-youtube/>. Zugriff: 24.02.2015.
- [LW67] Lysaught, Jerome P.; Williams, Clarence M.: Einführung in die Unterrichts-Programmierung: Anleitung zum Verfassen und Prüfen von Programmen. Oldenbourg, 1967.
- [Ni69] Nicklis, Werner S.: Programmirtes Lernen. Klinkhardt, 1969.[Ni08] Niegemann, H. M.; Domagk, S.; Hessel, S.; Hein, A.; Hupfer, M.; Zobel, A.: Kompendium multimediales Lernen. Springer Science & Business Media, 2008.
- [Pea15] Peck, S.: A day in the life of Khan Academy: the school with 15 million students. <http://www.telegraph.co.uk/education/educationnews/11379332/A-day-in-the-life-of-Khan-Academy-the-school-with-15-million-students.html>. Zugriff: 21.02.2015.
- [Peb15] Peck, S. and et al.: How YouTube changed the world. <http://s.telegraph.co.uk/graphics/projects/youtube/>. Zugriff: 17.02.2015.
- [Pr13] Pritchard, A.: Ways of learning: Learning theories and learning styles in the classroom. Routledge, 2013.
- [Sc06] Schulmeister, R.: eLearning: Einsichten und Aussichten. Oldenbourg Verlag, 2006.
- [Sc13] Schulmeister, R.: MOOCs-Massive Open Online Courses: Offene Bildung oder Geschäftsmodell? Waxmann Verlag, 2013.
- [Te15] TechSmith: Camtasia Studio. <http://www.techsmith.de/camtasia.html>. Zugriff: 06.03.2015.
- [Ve15] Verhaltenspsychologie.com: Was ist Verhaltenspsychologie? <http://verhaltenspsychologie.com/grundlagen/das-verhalten/>. Zugriff: 24.02.2015.
- [Wa13] Watson, J. B.: Psychology as the behaviorist views it. Psychological review, 20(2):158–177, 1913.
- [Wa14] Waßmann, I.; Versick, D.; Thomanek, A.; Tavangarian, D.: Durch das Leben lernen - Wiki-Learnia für ein lebensbegleitendes Lernen. elead, 10, 2014.
- [Wa15] Waterford Institute: Waterford Early Learning. <http://www.waterfordearlylearning.org/>. Zugriff: 03.03.2015.
- [Wi15] Wilhelmshavener Zeitung: Schöne neue Uni: Digitalisierung der Hochschulen. <http://www.wzonline.de/nachrichten/campus/artikel/artikel/schoene-neue-uni-digitalisierung-der-hochschulen-1.html>. Zugriff: 03.03.2015.
- [Wo14] Woll, R.; Buschbeck, S.; Steffens, T.; Berrang, P.; Loviscach, J.: A Platform that Integrates Quizzes into Videos. Proceedings of the European MOOC Stakeholder Summit 2014, S.155–159, 2014.