

Smart im Home lernen

Akzeptanztest zur Nutzung eines Intelligenten Persönlichen Assistenten für das selbstständige Lernen

Alexander Kiy¹, Dustin Wegner¹ und Ulrike Lucke¹

Abstract: Entwicklungen im Bereich Smart Home unterstützen Anwender zunehmend im Alltag und Zuhause. Dabei sind die Geräte zunehmend intelligent, untereinander vernetzt und in die Umgebung integriert. Mit Intelligenten Persönlichen Assistenten halten seit kurzem Sprachassistenzsysteme Einzug in das heimische Wohnzimmer. Die verschiedenen Geräte lassen sich dabei im Smart Home mit Sprachbefehlen steuern und es können beliebige kontextuelle Informationen abgerufen werden. In diesem Beitrag wird ein virtueller Tutor basierend auf einem Intelligenten Persönlichen Assistenten - in diesem Fall Amazon Alexa - vorgestellt, der zur Vermittlung und zum Überprüfen von Lerninhalten eingesetzt wird. Ausgehend von didaktischen und technischen Anforderungen wird eine Lösung zur Unterstützung von selbstständigen Lernen konzipiert und implementiert. Die resultierende Lösung wird schließlich hinsichtlich der Akzeptanz als Lernpartner mit Hilfe des Technology Acceptance Models evaluiert.

Keywords: Intelligenter Persönlicher Assistent, IPA, Amazon Alexa, Technology Acceptance Model, Pervasive Learning Environment

1 Smart Home als Realisierung pervasiver Lernumgebungen?

Intelligente und vernetzte Geräte sogenannte Smart Devices tauchen seit einigen Jahren in nahezu allen Lebensbereichen auf. Unter dem Stichwort Internet der Dinge bieten diese Geräte und die dahinterliegenden Infrastrukturen und Prozesse zunehmend mehr Komfort in alltäglichen Bereichen. So halten sie inzwischen auch verstärkt Einzug in die heimischen Wohnzimmer wodurch diese als Smart Home umschrieben werden. Nach Falk Ußler wird das Smart Home als „[...] Anwendung von Ubiquitous Computing für privat genutzte Heime definiert, die durch den Einsatz von Ambient Intelligence [...] in der Lage ist, einem Nutzer kontextabhängig automatisierte oder unterstützende Funktionen und Dienstleistungen bereitzustellen“ [Uß15]. Die Geräte sind somit zunehmend miteinander verbunden und kaum noch für die Nutzenden präsent, so dass es zu einer allesdurchdringenden Vernetzung des Alltags durch den Einsatz intelligenter Gegenstände im Sinne einer pervasiven Umgebung kommt [AS12]. Dabei stellen die sogenannten Intelligenten Persönlichen Assistenten (IPAs) eine natürliche Benutzerschnittstelle (Natural User Interface - NUI) zum Smart Home dar. IPAs werden dabei seit einigen Jahren auch in

¹ Universität Potsdam, Institut für Informatik & Computational Science, Potsdam
{vorname.nachname}@uni-potsdam.de

Betriebssysteme und Endgeräte integriert, wie beispielsweise Apple Siri², Samsung Bixby³ oder Google Assistant⁴. Dabei bieten IPAs eine Vielzahl an Funktionalitäten, die stetig wachsen. Diese sogenannten Skills können zur Ausführung von Funktionen auf dem jeweiligen Endgerät oder zur Steuerung angeschlossener Smart Devices genutzt werden. Dazu wird die Spracheingabe in eine korrespondierende Cloud-Infrastruktur des jeweiligen Anbieters übertragen. Der Sprachmitschnitt wird semantisch analysiert und anschließend werden korrespondierende Funktionalitäten auf dem lokalen Endgerät oder verbundenen Smart Devices ausgeführt. Durch die Sammlung von Nutzendendaten und einer anschließenden Analyse mittels Künstlicher Intelligenz wird versucht das tägliche Leben der Nutzenden zunehmend zu vereinfachen, indem kontextbezogene Unterstützungen, Funktionen und Empfehlungen angeboten werden. Inzwischen wird auch spezialisierte Hardware angeboten, wie Amazon Echo mit zugehörigem IPA Alexa⁵ oder Google Home⁶ mit dem IPA Google Assistant.

Doch wenig Beachtung findet bisher die Unterstützung von informellen und formalen Lehr- und Lernprozessen im Kontext von Smart Home. Hier liegt der Fokus vornehmlich auf dem Energiemanagement, dem Entertainment, der Kommunikation und der Hausautomatisierung [Wol18]. Dabei bieten IPAs eine Möglichkeit das klassische Lernen beispielsweise mit Lernkarteikarten oder mit einem klassischen Lernpartner in einer gewohnten Umgebung grundsätzlich neu zu denken, wobei Technologie und die Interaktion mit dieser in den Hintergrund tritt. Sind IPAs jedoch überhaupt geeignet das selbstständige Lernen und Assessment in den heimischen Vierwänden zu unterstützen?

Der vorliegende Beitrag stellt einen Ansatz vor, Intelligente Persönliche Assistenten auf Basis der Technologie Amazon Echo und dem zugehörigen IPA Alexa zur Gestaltung von selbstständigen Lernen in Form eines virtuellen Tutors einzusetzen. Hierzu wird zunächst auf die technischen und didaktischen Anforderungen sowie auf die Besonderheiten des agenten-basierten und pervasiven Lernens mit Hilfe von NUIs eingegangen. Mit Hilfe des Technology Acceptance Models (TAM 2) wird der Proof of Concept hinsichtlich der Nutzerakzeptanz evaluiert. Dabei wird der grundsätzlichen Frage nachgegangen, ob Nutzende prinzipiell bereit wären eine derartige Technologie für das heimische Lernen zu nutzen.

2 IPAs in Form virtueller Tutoren zum Lehren und Lernen nutzen

Eine didaktisch fundierte Konzeption des virtuellen Tutors ist maßgeblich entscheidend für die spätere Akzeptanz durch die Nutzenden. Hierzu sind die didaktischen und technischen Bestandteile voneinander zu trennen und grundsätzlich modular zu gestalten,

² <https://www.apple.com/de/ios/siri/>

³ <http://www.samsung.com/de/apps/bixby/>

⁴ <https://assistant.google.de/>

⁵ <https://developer.amazon.com/de/alexa>

⁶ <https://developers.google.com/actions/smarthome/>

sodass Lehrende bzw. Lernende weitestgehend selbst das Lehr- und Lernszenario entsprechend ihren Wünschen anpassen können. Im Rahmen der Anforderungsanalyse wurden die aktuellen Entwicklungen aus dem Bereich der Intelligenten Tutoren Systeme (ITS) und die für ITS geltenden *Design Recommendations* adaptiert [So17]. Weiterhin wurde auf aktuelle Erkenntnisse zur Lehr- und Lernforschung [MHW09; St06] und virtueller Agenten aufgebaut [CGB04; So17].

2.1 Lehr- und Lernsetting für den Einsatz eines IPAs

Das Lernen mit IPAs stellt eine spezielle Lernform mit virtuellen Agenten / Tutoren dar. Dabei ermöglichen IPAs die Interaktion des Nutzenden auf eine natürliche Art und Weise, ohne notwendigerweise mit Eingabe- oder Anzeigegeräten interagieren zu müssen. Auch wenn durch IPAs - auf Grund der sprachbasierten Bedienung - primär auditive Lerntypen adressiert werden, so lässt sich unter Einbeziehung geeigneter Smart Devices (z. B. Smartphone, Tablet oder Smart TV) das Lehr- und Lernsetting auch um visuelle und haptische Interaktionskomponenten anreichern und erweitern. Im Rahmen dieser Arbeit wird erstmalig ein IPA zur Unterstützung des selbstständigen Lernens konzipiert und mit Probanden evaluiert. Kennzeichnend für das selbstständige Lernen ist, dass der Lernende die wesentlichen Entscheidungen darüber trifft, ob, was, wann, wie und woraufhin er lernt, gravierend und folgenreich beeinflussen kann (Weinert, 1982, S. 102 zit. nach Friedrich & Mandl 1997, S. 238) [St06]. In diesem Zusammenhang existieren verschiedene Voraussetzungen an die Lernmedien, an den Lernenden, an das Lernmaterial, an die Lernwerkzeuge und an die Lernumgebung [St06], die es bei der Gestaltung selbstständiger Lehr- und Lernprozesse zu berücksichtigen gilt (vgl. Abschnitt 2.2 - Use-Case Diagramm).

Beim selbstständigen Lernens kann der Lernende selbst u. a. über Ziele, Inhalte, Rahmenbedingungen, den Lernprozess und das Assessment bestimmen. Das System muss es somit ermöglichen, die didaktischen Rahmenparameter weitestgehend frei konfigurierbar zu halten. Weiterhin muss der IPA Raum für Feedback, Hilfestellungen und Orientierungshilfen bieten, die Adaptivität der Lernumgebung ermöglichen, die Bedienbarkeit der genutzten Lernwerkzeuge und eine Strukturierungsmöglichkeit von Lernmaterialien sicherstellen [St06]. Weiterhin ist stets auf die Auswahl eines geeigneten interoperablen Formats für die Lernmaterialien zu achten (ebd.). Lernaufgaben können vom Lernenden in einer sich veränderlichen Abfolge bearbeitet werden. Diese variablen Lernpfade sind ebenso bei der Konzeption und Implementierung zu berücksichtigen. Weiterhin soll der virtuelle Tutor zur Unterstützung des selbstständigen Lernens diagnostisches, formatives und summatives Feedback und Self-Assessment ermöglichen.

Im Wesentlichen lässt sich ein Lehr- und Lernsetting mit einem virtuellen Tutor auf die zu modellierenden Bestandteile des Lernenden, des Lehrenden (resp. Virtueller Tutor) und einer Menge an Lernobjekten (Aufgaben) reduzieren. Für die technische Implementierung existieren bereits anerkannte Standards und Datenformate, die verwendet werden können um das didaktische Setting ausdifferenzieren. Zur didaktischen Abbildung der Lernaufgaben wurde sich an der bekannten Lernzieltaxonomie von Anderson & Krathwohl

[AK01] orientiert. Zu klären galt es inwieweit mit einem IPA taxonomischer komplexere Stufen jenseits von *Wissen und Verstehen* sowie eine Differenzierung hinsichtlich Faktenwissen, Konzeptwissen und Prozesswissen überhaupt auditiv zu vermitteln und abzu prüfen sind. Zur Überführung bzw. Abbildung von Lernaufgaben auf eine geeignete Form mit zugehörigem Aufgabentypus, bietet sich die *CELG Taxonomietafel* von Mayer et al. an [MHW09]. Die folgende Tabelle 1 gibt eine Übersicht einer exemplarischen Zuordnung von Aufgabentypen, die mit Hilfe eines IPAs entsprechend der *Kognitiv Prozess-Kategorien* abbildbar sind.

Aufgabentypen	Reproduzieren	Verstehen & Anwenden	Reflektieren & Evaluieren	Erschaffen
Multiple Choice	X	X	X	
Markierungen	X	X	X	
Reihenfolgen	X	X	X	
Zuordnung	X	X	X	
Kreuzworträtsel	X	X		
Lückentext	X	X		
Freier Text		X	X	X

Tab. 1: Zuordnung von Aufgabentypen zu Kognitiv Prozess-Kategorien am Beispiel der Wissensdimension Faktenwissen (vgl. [MHW09], S. 105)

Für die Realisierung des IPAs sind weitere Anforderungen zu berücksichtigen, die sich aus der auditiven Umsetzung als NUI ergeben und im kommenden Abschnitt dargestellt werden.

2.2 Anforderungen und Learning Design eines virtuellen Tutors

Für die auditive Umsetzung des virtuellen Tutors sind insbesondere Aspekte des *Dialog Designs* zu beachten. Das Dialog Design wird grundlegend durch das *High-Level Design*, in dem die Dialog-Strategie festgelegt wird und durch das *Detailed Design* festgelegt, in der die Ausdifferenzierung der Elemente erfolgt [CGB04]. Gemäß des High-Level Designs sind Strategien der Fehlerbehandlung durch den Einsatz sogenannter *Universals*, Funktionen wie Help, Repeat, Go-Back zu berücksichtigen, die an jeder Stelle im Dialog aufgerufen werden können. Im Hinblick auf das Detailed Design muss schließlich ein Augenmerk auf die Minimierung der kognitiven Belastung des Nutzenden gelegt werden. Hierzu sind zu jeder Zeit möglichst wenige Elemente im Arbeitsgedächtnis zu halten. Dies kann auch eine Aufteilung von Lernaufgaben in weitere Einzelaufgaben nach sich ziehen. Hinzu kommen weitere Anforderungen, die sich aus dem NUI-Design ergeben. Hierzu gehört zum Beispiel eine natürlich sprachliche Ausgabe des Systems und ein möglichst fehlerfreier Dialog, der sich auf das Wesentliche beschränkt. Angelehnt an die bereits erwähnten *Design Recommendations* aus dem Feld von Intelligenten Tutorsystemen [So17] ergeben sich die Anforderungen, die im Use-Case-Diagramm in Abbildung 1 zusammengefasst sind.

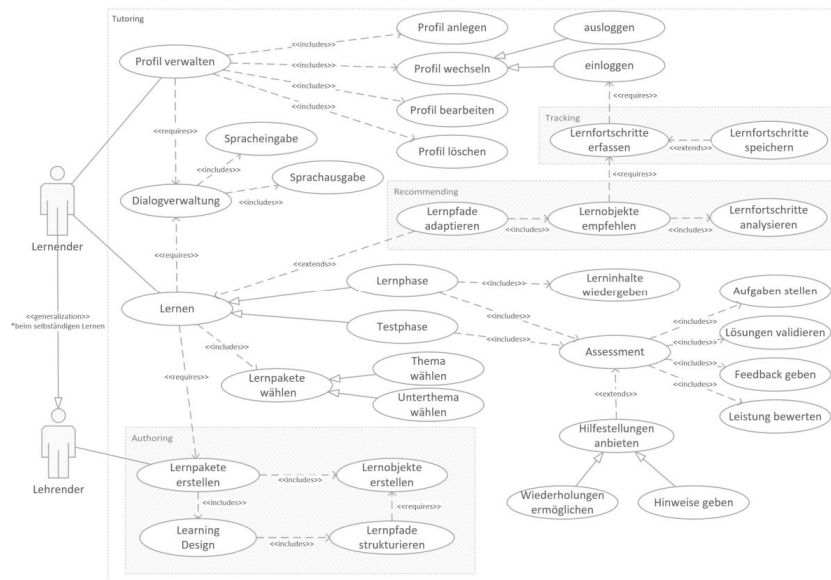


Abb. 1: Use-Case-Diagramm nach Funktionalitäten gruppiert

Es wurden insgesamt 28 funktionale und 4 nicht-funktionale Anforderungen (Benutzbarkeit, Übertragbarkeit, Wartbarkeit und Interoperabilität) berücksichtigt. Zur Unterstützung des selbständigen Lernens wurde ein Augenmerk auf die Übertragbarkeit der Lösung und freie Anpassbarkeit des didaktischen Designs gelegt. Aus diesem Grund wird ein modularer und lose gekoppelter Aufbau vorgeschlagen, der auf plattformunabhängige Technologien zurückgreift und die Verwendung anerkannter Standards forciert.

2.3 Zielumgebung - Amazon Echo mit dem IPA Alexa

Beim Amazon Echo handelt es sich um einen Smart-Speaker, der auf dem IPA Alexa basiert. Das Gerät besitzt ein Mikrophon-Array, welches sofern nicht in den Mute-Modus versetzt, permanent aktiv eingeschaltet ist und eingehende Sprachsignale nach einem festgelegten Aktivierungswort (ÄAlexaÄ) filtert. Bei Aktivierung wird die Eingabe an den *Alexa Voice Service* (meist abgekürzt als *Alexa*) in die Amazon Cloud übertragen. Anschließend werden in Abhängigkeit der Anfrage Funktionen (Skills) ausgeführt. Dabei wird zwischen sogenannten *Custom Skills*, *Smart Home Skills*, *Video Skills* und *Flash Briefing Skills* unterschieden [Am18]. Insbesondere *Custom* und *Smart Home Skills* sind von Interesse, da mit deren Hilfe Entwickler die Möglichkeiten von Alexa erweitern können. So können bspw. Daten über Webservices aus dem Internet abgerufen werden, was im vorliegenden Fall zur Kommunikation mit den Einzelkomponenten genutzt wird.

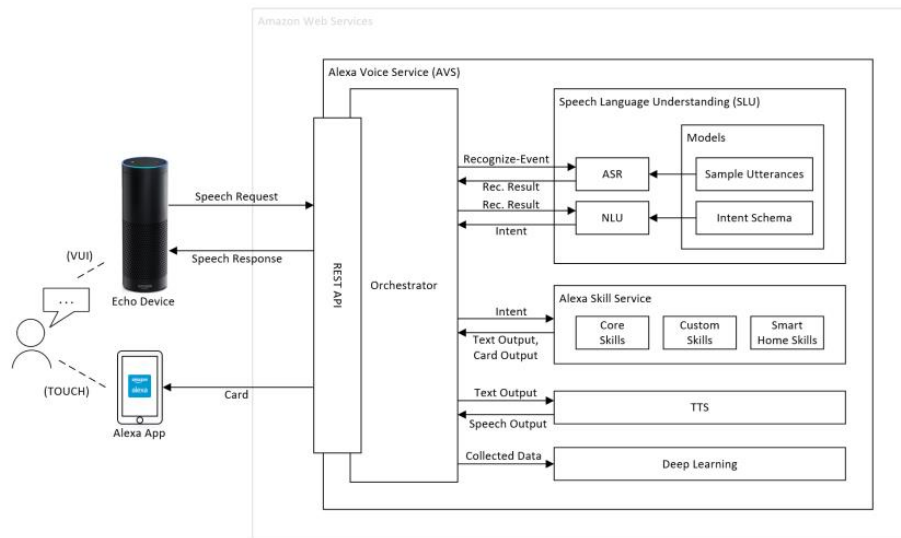


Abb. 2: Schematischer Aufbau des Alexa Voice Services (AVS) mit Komponenten für Speech Language Understanding (SLU), Skill Service, Text to Speech (TTS) und Deep Learning

Bei *Alexa Voice Service (AVS)* handelt es sich um den cloud-basierten Dienst hinter der Hardware von Amazon Echo, eingebettet als Teil in die Amazon Web Services (AWS). Anfragen werden an AVS mittels REST API gesendet (vgl. Abb. 2). Anschließend wird der Audio-Mitschnitt an die Sprachanalyse-Komponente (SLU) geschickt, in welchem die automatische Spracherkennung inklusive semantischer Analyse stattfindet. Nach erfolgreicher Analyse wird ein passender Skill im *Alexa Skill Service* gesucht und zugeordnet. Mögliche Ausgaben werden mit Hilfe des Moduls *Text to Speech* synthetisiert und auditiv an den Nutzenden zurückgegeben. Ausgaben können ergänzend auch über die Alexa App oder andere Smart Devices erfolgen. Abschließend werden die prozessierten Daten an die AWS Deep Learning Infrastruktur weitergegeben um die Wissensbasis von Alexa zu erweitern und die User Experience nachhaltig zu verbessern [Am18].

3 Implementierung des IPAs und virtuellen Tutors

Der implementierte Prototyp besteht aus sechs lose gekoppelten Komponenten (vgl. Abb. 3). Das Autorensystem (1) dient der Eingabe von Lernpaketen, Lernobjekten und dem didaktischen Design. Diese werden anschließend in eine auf XML-Dateien spezialisierte Datenbank (2), über den zentralen RESTful Webservice persistiert. Der IPA Client (3) kann über den Webservice sowohl Benutzerprofile aktualisieren, als auch gespeicherte Lerndaten aus der Datenbank abrufen. Zur Speicherung des Lernfortschritts wird ein Learning Record Store (LRS) (5) verwendet, in welchem die Informationen mit Hilfe von xAPI-Statements gespeichert werden. Schließlich besteht die Gesamtarchitektur noch aus einem Empfehlungssystem (4) zum Vorschlagen geeigneter Lernobjekte.

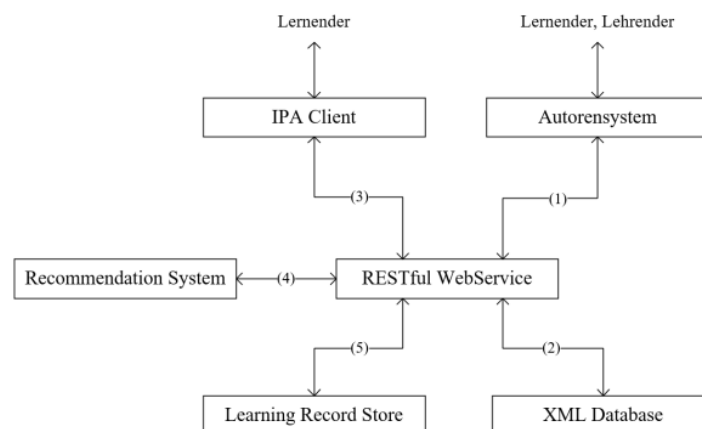


Abb. 3: Gesamtarchitektur bestehend aus IPA, Autorensystem, Datenbank, Learning Record Store, Empfehlungssystem und REST Webservice

Zur Sicherstellung einer Nachnutzbarkeit und Anpassbarkeit des Systems wurden ausschließlich anerkannte Standards genutzt. Hierbei wurden die Standards *Sharable Content Object Reference Model* (SCORM) und *Common Cartridge* (CC) vom *IMS Global Learning Consortium* (IMS) in die engere Auswahl gezogen. CC integriert im Gegensatz zu SCORM die Spezifikation *IMS Question and Test Interoperability* (QTI). Weiterhin bietet CC mit *IMS Learning Design* (LD) eine Möglichkeit das didaktische Setting und mit *IMS Learner Information Package* (LIP) die „Learning Outcomes“ der Lernenden abzubilden. Diese Funktionen sind für die Umsetzung des selbstständigen Lernens und der Assessment-Funktionen von essentieller Bedeutung. Die Lernpakete werden mit *IMS Content Packaging* (CP) und die einzelnen Lernobjekte mit QTI abgebildet. Zur Verwaltung der Metadaten wird die Spezifikation IMS MD verwendet, die die Spezifikation *IEEE Learning Object Metadata* (LOM) vollständig integriert und die in QTI spezifizierten Lernobjekte um Metadaten wie bspw. Sprache, Schlüsselwörter, Themengebiet, Format und Schwierigkeit erweitert.

3.1 Autorensystem und XML-Datenbank

Das Autorensystem dient der Erstellung und dem Einpflegen von Lernpaketen, Lernobjekten und des Learning Designs in den dazugehörigen Formaten CP, QTI und LD. Das Autorensystem ist einfach gehalten und besitzt kein Frontend. Inhaltsobjekte werden als ZIP-Archiv eingelesen, anschließend auf syntaktische Korrektheit mit Hilfe der IMS XML-Schemata-Definitionen überprüft und an den RESTful Webservice zur anschließenden Speicherung in der Datenbank übergeben. Ergänzend besteht eine vereinfachte Variante Lernobjekte anzulegen, ohne Notwendigkeit der Verwendung externer Autoren-Werkzeuge (z. B. TAO⁷). Hierzu können Lernobjekte in Form von

⁷ <https://www.taotesting.com/>

JSON-Dateien hinterlegt werden, die anschließend unter Nutzung einer Template-Engine die zugehörigen Daten in die Spezifikationen überführt. Zur Erstellung der Lernobjekte sind alle Autorenwerkzeuge geeignet, die IMS CP, IMS LD Level B und IMS MD unterstützen. IMS LD Level B ist dabei für die Abbildung der adaptiven Lernpfade nötig.

Da alle Daten im XML-Format vorliegen, wurde sich für eine dokumentenorientierte XML-Datenbank namens BaseX⁸ entschieden. BaseX war der einzige Vertreter, der die *XPath* und *XQuery Recommendations* des W3C in vollem Umfang unterstützte. Dies ist für das Speichern und Abfragen einzelner Elemente nötig, was insbesondere für den Zugriff auf einzelne QTI-Objekte innerhalb von Lernpaketen von Relevanz ist.

3.2 Learning Record Store und Empfehlungssystem

Zur Speicherung des erreichten Lernfortschritts wird in der Gesamtarchitektur ein LRS verwendet. Der Fortschritt wird in üblicherweise als xAPI-Statement gespeichert. Für den vorhandenen Prototypen wurde der LRS von Learning Locker⁹ verwendet, da er gemäß ADL alle notwendigen Spezifikationen erfüllt. Für den Prototyp ist es ausreichend, dass der Lernende als alleiniger Akteur auftritt, die Lernobjekte konsumiert und der dazugehörige Kontext und das entsprechende Resultat gespeichert werden. Daher genügt ein xAPI-Statement der folgenden Form:

```
[Name] experienced [LearningObject] in context [Topic,
    Difficulty, Type] with [positive/negative] result.
```

Das Empfehlungssystem dient zum Vorschlagen von Lernpaketen. Dazu wird der Titel des gewünschten Themas und der Name des Lernenden an den RESTful Webservice übergeben, dieser liefert die Informationen zum Lernenden im LIP- und das Lernpaket im CP-Format. Hierzu wird das Learning Design aus dem Organization-Abschnitt des Lernpakets extrahiert. Anschließend wird unter Verwendung der *Conditions* der einzelnen Lernobjekte ein Graph generiert, der auf Grundlage der LRS-Informationen einen *Recommendation Value* (RV) generiert. Dieser Wert errechnet sich aus der Lernleistung des Nutzenden (Verhältnis richtige / falsche Beantwortungen nach Aufgabentyp und Versuche) und der definierten Schwierigkeit des Lernobjekts.

3.3 Client des Intelligenten Persönlichen Assistenten - der Alexa Skill

Der IPA-Client erweitert den Sprachassistent von Alexa um die Funktionen, die vom Nutzenden in Form des virtuellen Tutors verwendet werden können. Für das genutzte Produkt Amazon Echo wurde hierzu ein Alexa Skill implementiert, der die wesentlichen Funktionen der Benutzerschnittstelle darstellt. Bestandteil des Skills ist die Modellierung des Interaktionsmodells (Interaction Model) (vgl. Abb. 4), welcher alle Dialogdirektiven beinhaltet. Ein *Interaction Model* besteht dabei jeweils aus *Intents*, *Utterances*, *Slots* und *Slot Types*. Stark vereinfacht stehen Intents für die Nutzerabsichten, Utterances sind

⁸ <http://basex.org/>

⁹ <https://learninglocker.net/>

Aussagen bzw. Formulierungen auf die Alexa reagieren soll und die zugehörigen Intents aufruft. Slots sind wiederum Parameter in Utterances eines Datentyps (Slot-Typ z. B. DE_City oder DE_First_Name). Neben fest vorgegebenen Slot-Types können auch freie Slot-Types (Custom-Slot-Types) implementiert werden.

<i>Intent</i>	<i>Beispiel-Utterances</i>	<i>Slots</i>
WhoisIntent	„Ich bin [name]“, „Mein Name ist [name]“, „[name]“	name
LoginIntent	„[name] einloggen“, „Bitte log [name] ein“, „Login [name]“	name
LogoutIntent	„Ausloggen“, „Bitte log mich aus“, „Logout“	kein Slot
YesIntent	„Ja“, „Jo“, „okay“	kein Slot
NoIntent	„Nein“, „Nee“, „Ne“	kein Slot
RecommendationIntent	„Wähle Thema [topic]“, „Wähle [topic]“, „[topic]“	topic
AnswerIntent	„Antwort [answer]“	answer
ContinueIntent	„Weiter“, „Überspringen“, „Skip“, „Nächste“	kein Slot
HintIntent	„Hinweis“, „Tipp“	kein Slot
RepeatIntent	„Wiederholen“, „Nochmal“, „Ich habe dich nicht verstanden“	kein Slot
HelpIntent	„Hilfe“, „Hilf mir“, „Was soll ich tun“	kein Slot
CancelIntent	„Abbrechen“	kein Slot
StopIntent	„Beenden“, „Schluss“, „Ende“, „Aus“, „Aufhören“	kein Slot

Abb. 4: Interaction Model des IPA-Clients (Alexa Skills) mit Intents, Utterances und Slots

3.4 RESTful Webservice

Der RESTful Webservice stellt die zentrale Kommunikationskomponente für den Datenaustausch in der Architektur dar. Zur Implementierung wurde sich für das leichtgewichtige Python Flask-Framework¹⁰ entschieden. Der Alexa-Client wurde ebenfalls mit dem Flask-Framework umgesetzt, da dieses den Einsatz des Flask-ASK Frameworks ermöglicht, welches das Alexa Skills Kit vollständig implementiert. Insgesamt wurden zehn Funktionen implementiert, die das Abrufen bzw. Anlegen von Elementen aus der XML-Datenbank, dem Empfehlungssystem und dem LRS ermöglichen.

4 Evaluation der Nutzerakzeptanz

Bei der implementierten Lösung handelt es sich um ein neuartiges Szenario unter Verwendung einer relativ neuen Technologie, sodass eine vergleichende Bewertung oder eine Einstufung der Wirksamkeit nur schwer möglich sind. Somit wurde zunächst die Akzeptanz der Nutzer bezüglich der Verwendung des IPAs für das selbstständige Lernen evaluiert. Es sollte eruiert werden, ob das konzipierte Lehr- und Lernszenario mit einem virtuellen Tutor überhaupt seitens der Nutzenden angenommen wird und der Prototyp somit für Weiterentwicklungen genutzt werden kann.

In der Akzeptanzforschung hat sich das Technology Acceptance Model (TAM) als grundsätzlich verlässliches Modell für die Erfassung der Nutzerakzeptanz mit seinen diversen Erweiterungen (TAM 2 / TAM 3) bewährt [VD00]. Das TAM 2 erweitert das

¹⁰ <http://flask.pocoo.org/>

ursprüngliche TAM um zusätzliche Determinanten aus den Kategorien *soziale Einflüsse* und *kognitiv instrumentelle Prozesse*. Zu den *sozialen Einflüssen* gehören die Eingangsvariablen Subjektive Norm (*Subjective Norm* - SN), d. h. die Überzeugung des sozialen Umfelds, der soziale Status (*Image* - IMG), die wahrgenommene Beeinflussung des sozialen Status durch die Nutzung der Technologie, die Erfahrung (*Experience* - EXP) und Freiwilligkeit (*Voluntariness* - VOL). Zur Kategorie der *kognitiv instrumentellen Prozesse* gehören die Jobrelevanz (*Job Relevance* - REL), d. h. die Wahrnehmung wie sehr die Technologie bei der Erledigung der Aufgabe unterstützt, die Ergebnisqualität (*Output Quality* - OUT) und die Ergebnisklarheit (*Result Demonstrability* - DEMO). Die tatsächliche Verwendung bzw. Akzeptanz hängt dabei maßgeblich von den beiden Variablen der wahrgenommenen Nützlichkeit (*Perceived Usefulness* - PU) und der wahrgenommenen Benutzerfreundlichkeit (*Perceived Ease of Use* - PEOU) ab. Die Nützlichkeit bezeichnet dabei den Grad zu der eine Person denkt, dass die Verwendung der Technologie die Arbeitsproduktivität verbessert. Die Benutzerfreundlichkeit beschreibt den wahrgenommenen Aufwand, der zum Erlernen notwendig ist. Die Variablen des sozialen Status (IMG) und der subjektiven Norm (SN) wurden für das Untersuchungsdesign auf Grund einer geringeren Relevanz für den virtuellen Tutor nicht berücksichtigt. Abbildung 5 fasst das adaptierte TAM 2 Untersuchungsdesign und die Ergebnisse zusammen. Es wurde der Fragebogen von Venkatesh und Davis [VD00] verwendet und auf das Untersuchungsgebiet des IPAs angepasst. Hierzu wurden neun Hypothesen, eine Hypothese für jede Untersuchungsvariable, aufgestellt.

Der Akzeptanztest wurde mit 12 Probanden (sieben männlich, fünf weiblich) durchgeführt. Die Probanden wurden dabei eingangs in den grundlegenden Umgang mit Amazon Echo bzw. Alexa eingewiesen. Eine Testreihe bestand aus 18 Lernobjekten und dauerte ungefähr 25 Minuten. Die Fragen wurden anschließend in Form einer Online-Umfrage ausgefüllt (Likert-Skala von 1 bis 5). Die wahrgenommene Nützlichkeit (PU) wurde mit einem Mittelwert von 2,67 ($\hat{\sigma}=0.58$) und die wahrgenommene Benutzerfreundlichkeit mit 2,27 ($\hat{\sigma}=0.58$) bewertet. Die Nutzungsabsicht (ITU; $\hat{\mu}=2$; $\hat{\sigma}=0.71$) deutet auf eine Nutzungsabsicht bei gegebener Verfügbarkeit hin. Die Relevanz (REL) fällt mit einem Mittelwert von 3,33 ($\hat{\sigma}=0.66$) eher negativ aus, so dass der virtuelle Tutor somit keine ausschlaggebende Relevanz für das Lernen zu besitzen scheint. Zur besseren Erklärung der Einflussgrößen wurde anschließend eine Korrelationsanalyse nach Bravais-Pearson durchgeführt. Die zur Hypothesenprüfung relevanten Korrelationsergebnisse sind Abb. 5 zu entnehmen. Zur Ermittlung der Variablen, die den höchsten Beitrag zur Nutzungsabsicht (ITU) leisten, wurde eine zusätzliche Regressionsanalyse durchgeführt. Alle Variablen sind signifikant ($p<0.05$) und die Eignung als Prädiktor wird durch das adjustierte Bestimmtheitsmaß ($\hat{R}^2$) ausgedrückt.

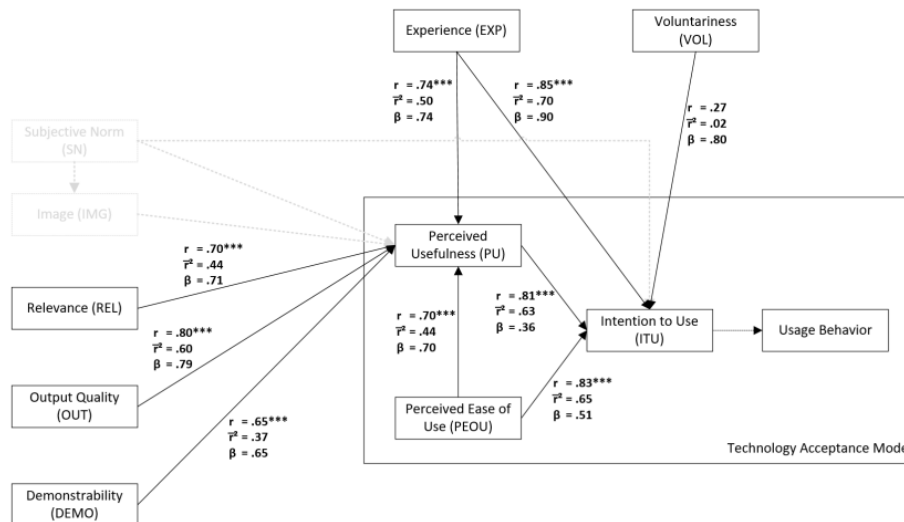


Abb. 5: Adaptiertes TAM 2 mit Regressionskoeffizienten, Bestimmtheitswerten und den zugehörigen Korrelationskoeffizienten

Die Ergebnisse sind auf Grund der geringen Probandenzahl mit Vorsicht zu interpretieren. Auch wenn der Prototyp nicht eindeutig überzeugen konnte, wird dieser doch als eher nützlich angesehen. Die Nutzungsabsicht (ITU) hängt dabei maßgeblich von der Vorerfahrung (EXP; $b=0.90$), dem wahrgenommenen Mehrwert (PU1; $b=0.88$) und der Benutzerfreundlichkeit (PEOU3; $b=0.87$) ab.

5 Zusammenfassung und Ausblick

Es wurde ein Intelligenter Persönlicher Assistent auf Basis von Amazon Alexa vorgestellt. Hierzu wurden die technischen und didaktischen Grundlagen, die Anforderungen und die Hauptkomponenten der resultierenden Architektur dargestellt. Dabei kommen ausschließlich aktuelle Technologien und anerkannte Standards zum Einsatz. Der vorgestellte Prototyp stellt unter Nutzung eines IPAs einen innovativen Ansatz dar, die vorhandenen pervasive Möglichkeiten zur Ausgestaltung heimischer Lehr- und Lernszenarien in Form eines virtuellen Tutors zu nutzen. Die Ergebnisse unter Nutzung des Technologieakzeptanzmodells sind auf Grund der geringen Probandenzahl mit Vorsicht zu betrachten. Bei einer Verfügbarkeit des Systems scheint jedoch eine erhöhte Intention zu bestehen dieses zu nutzen. Amazon Echo mit einem vordefinierten Interaction Model besitzt nur begrenzte Möglichkeiten ein freies Dialogdesign umzusetzen. Es erscheint somit nur die Abbildung kurzer Konversationszenarien und die Realisierung kleinerer Lerneinheiten sinnvoll.

Der vorgeschlagene Prototyp stellt ein eng umgrenztes Funktionsspektrum zur Verfügung. Dabei sind Erweiterungen denkbar, bei denen der IPA weitere Geräte im Smart Home steuert, um im Rahmen der genutzten und verfügbaren physischen und virtuellen

Umgebung ein lernförderliches Klima herzustellen. Dabei sind unterschiedliche Umgebungssettings für das Lernen oder auch für das Prüfen denkbar. Weiterentwicklungen könnten sich mit der Anpassung und Einbeziehung der Umgebung auseinandersetzen. Denkbar wäre zum Beispiel, dass automatisch die Helligkeitsverhältnisse durch Steuerung der Verdunklung angepasst werden, störende oder ablenkende Geräte abgeschaltet oder in einen Stumm-Modus versetzt werden, oder für das jeweilige Lernszenario relevante Smart Devices (Tablet, Smart TV) gestartet werden. Unter Einbeziehung und Analyse des Lernfortschritts wäre es auch denkbar Lernpausen vorzuschlagen oder weiterführende Lernhilfen anzubieten. Zum Ausbau der didaktischen und Empfehlungsfunktionen bietet sich für zukünftige Arbeiten die Nutzung der Deep Learning Infrastruktur an. Im Umgang mit kommerziellen Cloud-Infrastrukturen sind nach wie vor Datenschutzaspekte zu berücksichtigen.

Literaturverzeichnis

- [AK01] Anderson, L. W.; Krathwohl, D. R., Hrsg.: A Taxonomy for Learning, Teaching, and Assessing. A Revision of Bloom's Taxonomy of Educational Objectives. Allyn & Bacon, New York, 2001.
- [Am18] Amazon: Build Skills with the Alexa Skills Kit, 27. März 2018, URL: <https://developer.amazon.com/de/docs/ask-overviews/build-skills-with-the-alexa-skills-kit.html>
- [AS12] Abicht, L.; Spöttl, G.: Qualifikationsentwicklungen durch das Internet der Dinge: Trends in Logistik, Industrie und Smart House". Bertelsmann, 2012.
- [CGB04] Cohen, M.H.; Giangola, J.P.; Balogh, J.: Voice User Interface Design. Addison Wesley Longman Publishing Co., Inc., Redwood City, CA, USA, 2004.
- [MHW09] Mayer, H.O.; Hertnagel, J.; Weber, H.: Lernzielüberprüfung im eLearning. Oldenbourg, R, München, 2009.
- [So17] Sottolare, R.; Graesser, A.; Hu, X.; Goodwin, G.: Design Recommendations for Intelligent Tutoring System - Volume 5: Assessment Methods: 2017.
- [St06] Strzebkowski, R.: Selbständiges Lernen mit Multimedia in der Berufsausbildung - Mediendidaktische Gestaltungsaspekte interaktiver Lernsysteme, Diss., Berlin, 2006.
- [Uß15] Ußler, F.: Smart Home. Wirtschaftliche Potenziale und Herausforderungen. GRIN Verlag, 2015.
- [VD00] Venkatesh, V.; Davis, F.D.: A Theoretical Extension of the Technology Acceptance Model: Four Longitudinal Field Studies. Manage.Sci.46/2, S.186-204, Feb. 2000, URL: <http://dx.doi.org/10.1287/mnsc.46.2.186.11926>
- [Wo18] Wolff, A.: Smart Home Monitor 2017, 27. März 2018, URL: <https://www.splendid-research.com/smarthome.html>