

Proceedings of DELFI Workshops 2020

Clara Schumacher (Hrsg.)

Inhaltsverzeichnis

Vorwort	1
Workshop HandLeVR 2020	
<i>Raphael Zender</i>	<i>3</i>
Integration von VR- und AR-Technologien in betriebliche Lernprozesse	
<i>Tina Haase, Wilhelm Termath und Michael Dick.....</i>	<i>6</i>
VR-Lernumgebungen am Beispiel der Lackierwerkstatt im Projekt HandLeVR	
<i>Raphael Zender und Matthias Weise.....</i>	<i>20</i>
Digital Skills Workshop: Modelling, Capturing, Cataloguing, Processing and Certification	
<i>Ilona Buchem,Matthias Dahlmeyer, Michael Eichhorn, Johannes Konert, and Jan Wunderlich</i>	<i>31</i>
Eine Neuausrichtung universitären Lehrens, Prüfens und Zertifizierens im digitalen Zeitalter	
<i>Alexander Tillmann, Michael Eichhorn, David Weiß, Elvir Bajrami und Angela Rizzo</i>	<i>34</i>
„Skills-Matching“ und „Skills Intelligence“ durch kuratierte und datengetriebene Ontologien	
<i>Robert Rentzsch  und Mila Staneva</i>	<i>46</i>
Competency Mapping 3.0: Modellierung, Referenzierung und Auszeichnung von Kompetenzen mit semantischen Technologien. Instrumente und Einsatz im Projekt Open Virtual Mobility	
<i>Ilona Buchem  und Johannes Konert </i>	<i>59</i>
Taxonomic Competence Modelling – Observations from a Hands-on Study and Implications for Modelling Strategies	
<i>Matthias Patrick Dahlmeyer</i>	<i>70</i>

Semantic Competence Modelling – Observations from a Hands-on Study with HyperCMP Knowledge Graphs and Implications for Modelling Strategies and Semantic Editors

Matthias Patrick Dahlmeyer 79

Automatisierte Extraktion semantischer Kompetenzbeschreibungen am Beispiel von deutschsprachigen Modulbeschreibungen aus der Hochschullehre

Timo Raschke und Johannes Konert  91

Workshop Learning Analytics

Oliver Hermann und Sven Judel..... 100

Erste Untersuchungen zur Notenprognose für ein Kursempfehlungssystem

Kerstin Wagner, Agathe Merceron und Petra Sauer 103

Educational Media Technology and its Inclusive Potential

Thomas Köhler, Ulrike Lucke and Xiaohan Zhang..... 114

Barriers in eLearning for People with a Sensory Disability

Gerhard Weber  121

Personalized Intelligent Intervention and Precise Evaluation for Children with Autism Spectrum Disorder

Jingying Chen, Guangshuai Wang and Kun Zhang..... 127

Digitally Supported Inclusive Practices in Education and Training

Susan Beudt, Sebastian Claus, Alexander Heuts and Niels Pinkwart..... 134

Critical Reflection of AI Applications for persons with Disabilities in Vocational Rehabilitation

Susan Beudt, Berit Blanc, Rolf Feichtenbeiner and Marco Kähler 137

How to Get to School, LAYA?

Sebastian Claus and Niels Pinkwart..... 147

**The Diversity of Online Teaching in Chinese Universities During the
Pandemic**

Xiaohan Zhang, Thomas Köhler and Ulrike Lucke..... 151

Diversity MOOC - Inclusion in Everyday Teaching

Hélène Gottschalk and Josefin Müller 164

Vorwort

Die 18. Fachtagung Bildungstechnologien der Gesellschaft für Informatik e.V. (DELFi 2020) fand dieses Jahr vom 14. bis 18. September unter dem Tagungsmotto *Educational Realities* statt. Aufgrund der aktuellen Ereignisse wurde die DELFi dieses Jahr zum ersten Mal als vollständige Online-Tagung in Kooperation mit der 15. European Conference on Technology-Enhanced Learning (EC-TEL) durchgeführt.

Neue Entwicklungen auch im Bereich von Bildungstechnologien beginnen zumeist in kleinen Formaten, bis sie Einzug in den Alltag finden. Insbesondere vor dem Hintergrund der aktuellen Situation zeigt sich, dass grundlegende Bildungstechnologien zum Teil noch unzureichend in den Alltag eingebunden sind. Somit ist die Diskussion aktueller Implementierungen und Herausforderungen aber auch Zukunftsszenarien von Bildungstechnologien relevant. Hierbei ist auch eine Auseinandersetzung hinsichtlich der Vereinbarkeit von Innovationen und gelebtem Alltag notwendig. Insbesondere für interaktionsreiche Formate wie zum Beispiel die Workshops der DELFi werden hohe Anforderungen an Bildungstechnologien gestellt. Aber auch von Lehrenden erfordert der Einsatz von Bildungstechnologien entsprechende Kompetenzen, sowie die Bereitschaft Lehr- und Lernmaterialien entsprechend anzupassen.

Vor diesem Hintergrund freue ich mich umso mehr, dass wir auch in 2020 insgesamt sieben vielfältige Workshops am 14. und 15. September im Rahmen der DELFi anbieten konnten. Aus fünf Workshops finden sich 14 Beiträge in diesem Band.

Der Workshop *HandLeVR* zum Thema Handlungsorientiertes Lernen in Virtual Reality fand bereits zum vierten Mal statt. In diesem Jahr ging es vor allem um didaktische Konzepte für den Einsatz von Virtual Reality und die Integration von Virtual Reality und Augmented Reality in betriebliche Lernprozesse. Agile Entwicklungsprozesse und technologische Potentiale von Virtual Reality für handlungsorientiertes Lernen waren ebenfalls Schwerpunkte. Fallstudien dienten hierbei als Ausgangspunkt für die Diskussionen und den Erfahrungsaustausch mit dem Ziel der Vernetzung von Akteuren aktueller und zukünftiger Projekte.

Bereits zum dritten Mal fand der Workshop *Digital Skills* statt, welcher sich mit Themen der Modellierung, Erfassung, Katalogisierung, Verarbeitung und Zertifizierung von Kompetenzen befasst. In diesem Jahr wurden hierbei unter anderem die Berücksichtigung von informellen und non-formalen Kompetenzen in der Hochschullehre, verschiedene Ansätze von Kompetenzmodellierung und Querverweise zwischen diesen diskutiert.

Im diesjährigen Workshop *Learning Analytics* wurden insbesondere die Themen „Trusted Learning Analytics“ und „Data Literacy in Learning Analytics“ behandelt. Diese Schwerpunkte wurden im Rahmen von Arbeitskreisen erarbeitet, diskutiert und präsentiert. Des Weiteren ging es um Kursempfehlungssysteme und Algorithmen zur Prognose von Noten.

Die beiden Workshops *Educational Media Technology and its Inclusive Potential* und *Digitally Supported Inclusive Practices in Education and Training* wurden aufgrund ihrer inhaltlichen Anschlussfähigkeit aufeinander abgestimmt. Beide Workshops thematisieren aktuelle Ansätze und das Potential von Technologien im Hinblick auf Inklusion in Bildungskontexten. Das Vormittagsprogramm startete mit zwei Keynotes mit Fokus auf die physiologische Dimension von Inklusion. Am Nachmittag lag der Schwerpunkt auf Präsentationen aktueller Projekte und Forschungsergebnisse zu inklusiven Bildungstechnologien im Kontext von betrieblicher, schulischer und universitärer Bildung.

Zum Abschluss möchte ich mich herzlich bei den Organisatorinnen und Organisatoren der jeweiligen Workshops für ihre Einreichungen, ihren Einsatz sowie die sehr gute Zusammenarbeit und Abstimmung bedanken. Insbesondere möchte ich mich auch für die Bereitschaft bedanken, die Workshops online durchzuführen und entsprechend darauf abzustimmen. Darüber hinaus gilt mein Dank den Autorinnen und Autoren für Ihre Beiträge zu den Workshops sowie den Proceedings.

Ich hoffe, alle Teilnehmerinnen und Teilnehmer hatten eine interessante Online-Konferenz sowie anregende Beiträge und Diskussionen.

Berlin, Dezember 2020

Clara Schumacher

Workshop HandLeVR 2020

Handlungsorientiertes Lernen in Virtual Reality

Raphael Zender¹

Virtual Reality (VR) hat auch nach dem Hype insbesondere im Bildungsbereich zunehmend an Bedeutung gewonnen. Dementsprechend groß ist inzwischen die Menge der Forschungs- und Praxisprojekte, die den VR-Einsatz in der beruflichen und (hoch)schulischen Bildung untersuchen. Sie sind in der Regel von projekteigenen Fallstudien getrieben, die in einem konkreten Lernumfeld einige wenige Lernszenarien fokussieren – z.B. das Auftragen von Lack auf Kfz-Teile in der beruflichen Bildung. Gerade derartige, handlungsorientierte Lerntätigkeiten können erheblich von VR profitieren. Es können vor allem Lernszenarien geschaffen werden, die Lern- und Trainingseffekte gezielt optimieren: Je nach Kompetenzniveau der Lernenden können Simulationssettings anpassbar sein, um die Komplexität der Lerngegenstände zu steuern. Weiterhin sind Lernumgebungen simulierbar, die stark den eigentlichen Arbeitsbedingungen entsprechen und somit den Lerntransfer fördern. Nicht zuletzt bringt VR die Möglichkeit virtuell mit teuren, schwer zugänglichen und gefährlichen Anlagen und Materialien zu trainieren und somit physisch-reale Limitierungen zu überwinden.

Der interdisziplinäre Online-Workshop HandLeVR 2020 am 14.09.2020 im Rahmen der DELFI 2020 hatte das Ziel, Akteure dieser und geplanter Projekte rund um das handlungsorientierte VR-Lehren und -Lernen in Schule, Hochschule und beruflichen Kontexten zusammenzubringen. Der Workshop ging inhaltlich von einzelnen Fallstudien aus, löste sich aber in der Diskussion von diesen, um fallstudienübergreifende Erkenntnisse zu synthetisieren. Die einzelnen und gemeinsamen didaktischen, technologischen und transferbezogenen Ansätze, Erfolgsfaktoren und Praxisherausforderungen wurden dafür vorgestellt und unter den Teilnehmer*innen diskutiert. Somit konnten diese von den jeweiligen Erfahrungen profitieren und neue Kooperationen anzustoßen.

Der Workshop hatte drei inhaltliche Schwerpunkte, denen sich jeweils eigene Sessions widmeten. Jede dieser inhaltlichen Sessions wurde durch einen der folgenden Impulsvorträge aus einem konkreten Projekt bzw. einer konkreten Fallstudie eingeleitet.

Im Vortrag „Virtual Reality Learning – welches didaktische Konzept passt zu welchem Lernszenario?“ durch Dr. Lutz Goertz (mmb Institut) wurde ein systematischer Überblick

¹ Universität Potsdam, Institut für Informatik und Computational Science, August-Bebel-Str. 89, 14482, Potsdam, Raphael.zender@uni-potsdam.de

über die verschiedenen didaktischen Konzepte gegeben, die sich für VR-Lernkontexte anbieten.

Frau Dr. Tina Haase (Fraunhofer IFF) thematisierte in ihrem Vortrag „Integration von VR- und AR-Technologien in betriebliche Lernprozesse“ die Verankerung von VR (und Augmented Reality, AR) im Bildungsalltag. Er wurde durch ausgewählte Praxisbeispiele geleitet, die in fast 20 Jahren angewandter Forschung in diesem Themenfeld entstanden.

Im Vortrag „VR-Lernumgebungen am Beispiel der VR-Lackierwerkstatt“ ging Dr. Raphael Zender (Universität Potsdam) auf agile Entwicklungsprozesse sowie technologische Potentiale von VR in handlungsorientierten Lernszenarien ein, wobei das Projekt HandLeVR – in dessen Kontext auch der Workshop ausgetragen wurde – als Leitbeispiel galt.

Auf der Workshop-Webseite² finden sich die Aufzeichnungen der einzelnen Vorträge. Zudem finden sich im Folgenden jeweils ein ergänzender Beitrag zum Vortrag von Dr. Tina Haase und zum Vortrag von Dr. Raphael Zender.

Neben den fachlichen Diskussionen ist die Publikation eines thematisch am Workshop ausgerichteten Sammelbandes ein mittelfristiges Ziel des Workshops. Interessenten an dieser Aktivität sind herzlich eingeladen, die Workshop-Veranstalter*innen über die Kontaktdaten auf der Workshop-Webseite² zu kontaktieren.

Potsdam, der 26.11.2020

Raphael Zender
(im Namen der Workshop-Veranstalter*innen)

² <https://www.cs.uni-potsdam.de/vrlernen>

Integration of VR- and AR-Technologies in Organizational Learning Processes

Everyday work as everyday education

Tina Haase¹, Wilhelm Termath² and Michael Dick²

Abstract: Virtual and augmented reality technologies are increasingly common in business practice, especially for employee qualification. The reasons for this are the technical development of the necessary hardware and software, which enable manageable (mobile) solutions at a reasonable price, as well as the increasing acceptance of these technologies due to their increased use in the private environment. The article shows on the basis of selected practical examples, which have been developed in almost 20 years of applied research in this field, how diverse the use of these technologies can be in everyday education. The use in the process of work, in a seminar context and for self-learning is contrasted by a multitude of technological and didactic design possibilities: Data glasses, PC or tablet are only a few options. Based on these experiences, a procedure for a systematic technology selection and design as well as the organizational anchoring is presented.

Keywords: Virtual reality, learning in the process of work, action orientation, organizational integration

¹Fraunhofer-Institut für Fabrikbetrieb und –automatisierung IFF Magdeburg, Geschäftsfeld Mess- und Prüftechnik, Sandtorstr. 22, 39106 Magdeburg, tina.haase@iff.fraunhofer.de

²Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg, Lehrstuhl Betriebspädagogik, Zschokkestraße 32, 39104 Magdeburg, wilhelm.termath@ovgu.de, michael.dick@ovgu.de

Integration von VR- und AR-Technologien in betriebliche Lernprozesse

Arbeitsalltag als Bildungsalltag

Tina Haase¹, Wilhelm Termath² und Michael Dick²

Zusammenfassung: Virtual und Augmented-Reality-Technologien sind in der betrieblichen Praxis, insbesondere für die Mitarbeiterqualifizierung, zunehmend verbreitet. Die Ursachen liegen in der technischen Weiterentwicklung der erforderlichen Hard- und Software, die handhabbare (mobile) Lösungen zum angemessenen Preis ermöglichen als auch die steigende Akzeptanz gegenüber diesen Technologien infolge der stärkeren Nutzung im privaten Umfeld. Der Beitrag zeigt anhand ausgewählter Praxisbeispiele, die in fast 20 Jahren angewandter Forschung in diesem Themenfeld entstanden sind, wie vielfältig der Einsatz dieser Technologien im Bildungsalltag gestaltet werden kann. Dem Einsatz im Prozess der Arbeit, im seminaristischen Kontext und für das Selbstlernen stehen eine Vielzahl an technologischen und didaktischen Gestaltungsmöglichkeiten gegenüber: Datenbrille, PC oder Tablet sind nur einige Optionen. Basierend auf diesen Erfahrungen wird ein Vorgehen für eine systematische Technologieauswahl und -gestaltung sowie die organisationale Verankerung vorgestellt.

Keywords: Virtual Reality, Lernen im Prozess der Arbeit, Handlungsorientierung, organisationale Integration

1 Einleitung

Technologiebasierte Lernformate finden in der beruflichen Bildung eine zunehmende Verbreitung. Insbesondere der Einsatz von Virtual- und Augmented-Reality-Anwendungen wurde von vielen Unternehmen beispielhaft erprobt. Der bisherige Stand der organisationalen Implementierung hat dabei eine Reihe von Insellösungen und Leuchtturmprojekten hervorgebracht, die für ausgewählte Aufgabenstellungen die technische Machbarkeit gezeigt haben, aber weit entfernt sind von einer durchgängigen Implementierung.

Der Reifegrad der erforderlichen Hard- und Software ist so weit entwickelt, dass eine Verbreitung der Technologien begünstigt wird. Die erforderlichen Endgeräte sind zu vergleichsweise kleinen Preisen zu erwerben, die Datengrundlage ist aufgrund etablierter

¹Fraunhofer-Institut für Fabrikbetrieb und –automatisierung IFF Magdeburg, Geschäftsfeld Mess- und Prüftechnik, Sandtorstr. 22, 39106 Magdeburg, tina.haase@iff.fraunhofer.de

²Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg, Lehrstuhl Betriebspädagogik, Zschokkestraße 32, 39104 Magdeburg, wilhelm.termath@ovgu.de, michael.dick@ovgu.de

3D-Konstruktionsprozesse in vielen Bereichen gegeben und die Akzeptanz für den Einsatz der Technologien wird durch die Verbreitung im privaten Bereich gefördert. Langjährige Projekterfahrungen zeigen aber deutlicher denn je, dass nachhaltige Lösungen eine organisationale Integration erfordern, die auf die Lernenden und ihre Anforderungen abgestimmt sein müssen und weit mehr sind als reine technische Lösungen.

Der Beitrag reflektiert anhand ausgewählter Projektbeispiele die Erfahrungen bei der didaktischen und arbeitswissenschaftlichen Gestaltung, Umsetzung und organisationalen Verankerung technologiebasierter Lern- und Assistenzsysteme. Sie nutzen VR-/AR-Technologien, aber auch andere multimediale und interaktive Systeme zur Aufbereitung von Lerninhalten. Der Begriff der virtuellen Realität umfasst in der Betrachtung der Autoren sowohl vollimmersive Lösungen wie sie mit einer VR-Brille realisiert werden als auch interaktive 3D-Visualisierungen am Desktop oder auf dem Tablet.

Um der Vielfalt an Technologien und der hohen Diversität der Arbeitsplätze, -aufgaben und -personen gerecht werden zu können, haben die Projekterfahrungen gezeigt, dass eine systematische Technologieauswahl und -gestaltung erforderlich ist. Ein nachhaltig erfolgreicher Einsatz technologiebasierter Lern- und Assistenzsysteme in betrieblichen Lernprozessen erfordert die Berücksichtigung der Ziele, Strukturen und Methoden der strategischen Personalentwicklung des Unternehmens, der Lernkultur und der Kompetenzprofile der Beschäftigten. Die Autoren entwickeln dafür ein systematisches Vorgehen.

2 Verankerung im Bildungsalltag anhand ausgewählter Beispiele

Die folgenden drei Beispiele reflektieren die Vorgehensweisen, Ergebnisse und Erfahrungen aus bereits abgeschlossenen oder noch laufenden Projektvorhaben und zeigen die Bandbreite des Einsatzes technologiebasierter Lern- und Assistenzsysteme und deren Verankerung im Bildungsalltag.

2.1 VR-Lernanwendung im Seminar – Beispiel Hochspannungsbetriebsmittel

Im Rahmen einer langjährigen Kooperation mit der Westnetz GmbH wurden eine Reihe von VR-Lernanwendungen für die Montage und Instandhaltung von Hochspannungsbetriebsmitteln entwickelt. Von betrieblicher Seite gab es den Bedarf nach neuen Qualifizierungsformaten, die den sehr komplexen Betriebsmitteln und den Arbeitsaufgaben gerecht werden. Die Visualisierung des Aufbaus und der Funktionsweise sind grundlegende Funktionalitäten der Lernanwendungen (siehe Abb. 1), weil sie das Verständnis für die Zusammenhänge innerhalb der Betriebsmittel begreifbar und nachvollziehbar machen und so die Grundlage kompetenten Handelns bei der Fehleranalyse und -behebung bilden.

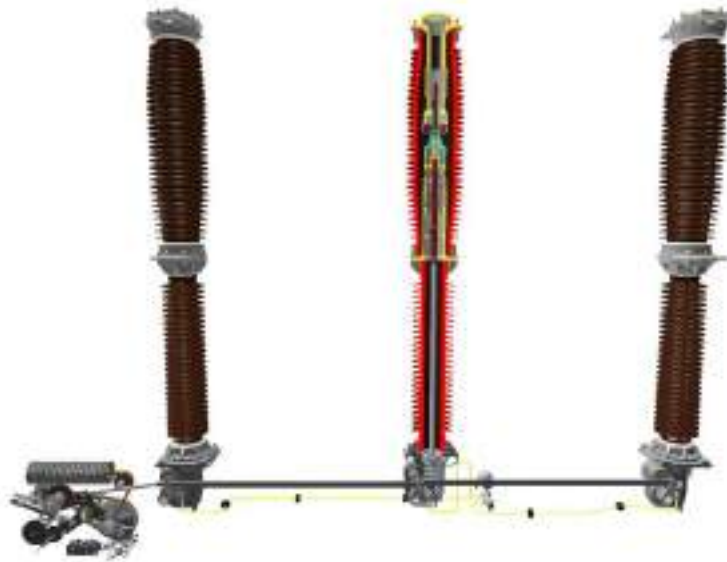


Abb. 1: Zusammenwirken der Komponenten eines Hochspannungsleistungsschalters
(Quelle: [Ha17])

Darauf aufbauend wurden Lernmodule gestaltet, in denen Fachkräfte die Aufgaben in einer virtuellen Arbeitsumgebung selbständig bearbeiten können. Die handlungsorientierte Gestaltung ermöglicht neben der Vermittlung fachsystematischen Wissens die Förderung von Problemlösekompetenz. Die Anwendung der VR-Lernanwendungen erfolgte auf dem Laptop und wurde mittels Maus und Tastatur bedient.

Die Entwicklung der verschiedenen Lernmodule wurde durch das Technikcenter Primärtechnik vorangetrieben, das die kontinuierliche Weiterbildung der Instandhaltungsfachkräfte verantwortet. In dieser Funktion ist das Technikcenter für die Gestaltung der Weiterbildungsangebote, vor allem in Form von Seminaren, verantwortlich. Die VR-Anwendungen sollten daher in erster Linie innerhalb dieser Seminare eingesetzt werden. Dafür war es erforderlich, das bestehende Seminarkonzept anzupassen und insbesondere die Rolle des Lehrenden neu zu definieren. Dieser zeichnet sich maßgeblich durch sein Expertentum aus und wird im neu gestalteten Setting stärker zum Lernbegleiter. Die Rolle der Wissensvermittlung, die bisher oft frontal durch Präsentationen erfolgte, wird nun stärker der interaktiven Lernumgebung zugeschrieben. In einem handlungsorientierten Vorgehen erschließen die Lernenden Zusammenhänge selbst, können Handlungsabläufe am virtuellen Modell üben und Faktenwissen, z. B. zur Arbeitssicherheit, abrufen. Der Dozent ergänzt dieses Vorgehen durch eigene Erfahrungen aus der betrieblichen Praxis.

2.2 Vernetzung der Lernorte Schule, Betrieb und Forschung am Beispiel der Textilindustrie

Die nachhaltige Verankerung neuer Technologien im Bildungsalltag ist ein zeitlich aufwendiger und kostenintensiver Prozess. Aufwendige Recherchen, prototypische Umsetzungsvorhaben und die Reflexion erster Erfahrungen in der Erprobung technologiebasierter Lernsysteme gehen einer strategischen Implementierung oft voraus. Um diese Aufwände zu reduzieren, adressiert das BMBF-geförderte Forschungsvorhaben VirtualTextileLearning³ die Lernorte Betrieb, Schule und Forschung in der Textilbranche. Ziel ist es, sowohl bei der Einführung neuer Lerntechnologien als auch bei deren Erstellung und Aktualisierung, Synergien zwischen den Lernorten zu schaffen (siehe Abb. 2a).

Am *Lernort Schule*, im Projekt vertreten durch das Berufliche Schulzentrum e.o.plauen, wird ein projektorientierter Ansatz gewählt. „[Er] stellt eine aktivierende Merkmalssystematik (Problemorientierung, Produktorientierung, Einsatz materieller Ressourcen etc.) zur Verfügung. In dieser Systematik stehen die Lerner*innen vor unterschiedlichsten Herausforderungen. Das Anforderungsniveau der Herausforderungen muss in einem inklusiven Moderationsprozess durch das Lehrpersonal variiert werden können.“ [Sc20]

Ziel ist es, dass die Lernenden ausgewählte Lernmedien mit Hilfe einer E-Learning-Software selbst entwickeln. Die Anforderungen an die Lernmodule werden aus den schulischen Rahmenlehrplänen und aus den Bedarfen der Ausbildungsbetriebe abgeleitet. Es ist geplant, die entwickelten Medien im Betrieb und im beruflichen Schulzentrum in die Bildungsprozesse zu integrieren.

Die Umsetzung dieses Vorhabens erfolgt in mehreren Stufen:

1. *Tutorial für die Bedienung der Software für ausgewählte Fachschüler*innen*
Im Tutorial wurden die Fachschüler*innen mit grundlegenden Funktionalitäten der Umsetzung vertraut gemacht und haben ein eigenes Projekt realisiert, in dem sie sowohl die Inhalte als auch die didaktische und technische Umsetzung selbst gewählt haben.
2. *Kooperative Projektentwicklung der Forschungspartner und der Lehrenden des beruflichen Schulzentrums*
Im Ergebnis der Tutorials wurde deutlich, dass insbesondere die inhaltliche Strukturierung, aber auch Layout und Auswahl der technischen Umsetzungsmöglichkeiten durch die Lehrenden erfolgen sollte. Um sie für diese Aufgabe zu sensibilisieren und zu qualifizieren, wird in enger Abstimmung zwischen Forschungspartnern und Lehrenden gemeinsam eine exemplarische

³ VirtualTextileLearning: Implementierung technologiebasierter Lern- und Assistenzsysteme für die berufliche Weiterbildung und Ausbildungsergänzung in der textilen Arbeitswelt

Lernumgebung entwickelt. Die Lehrenden lernen die vielfältigen Optionen zur didaktischen und technischen Umsetzung in der ausgewählten Software kennen.

3. *Arbeitsteilige Realisierung ausgewählter Lernmodule in einem projektorientierten Vorgehen*

Die projektorientierte Entwicklung von Lernmodulen im Unterricht erfolgt entlang der in Abb. 2b beschriebenen Arbeitsteilung.

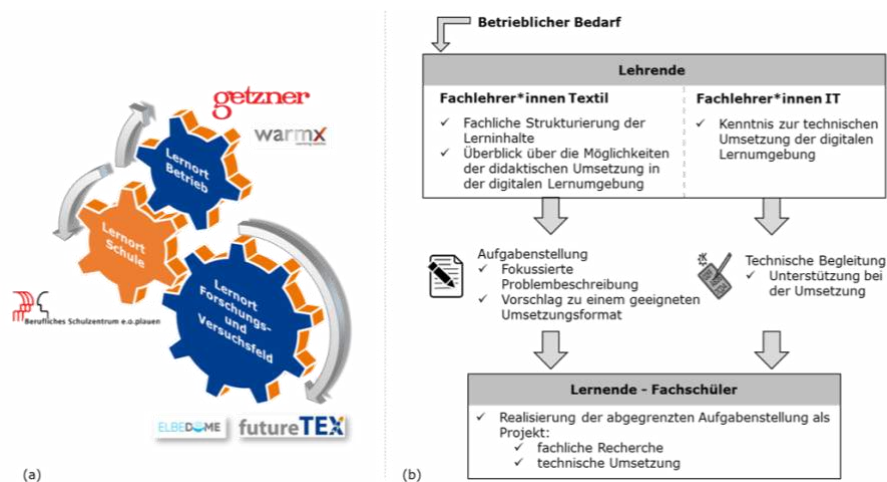


Abb. 2: (a) Vernetzung der Lernorte (b) Arbeitsteilung in einer projektorientierten Umsetzung am Lernort Schule

Der *Lernort Betrieb* zeichnet sich vor allem durch etablierte Vorgehensweisen aus, die sowohl aus der betrieblichen Spezifik als auch aus Erfahrung der Mitarbeitenden resultieren. Im Projekt sollen die Arbeitsabläufe eines „guten Webers“ identifiziert werden, um sie im Rahmen der betrieblichen Weiterbildung weitergeben zu können. Dazu werden die Weber bei ihrer Arbeit beobachtet. Ihr Handeln wird in Bezug zu den Maschinenparametern gesetzt und visuell nacherlebbar aufbereitet. Diese Visualisierung dient als Grundlage für ein narratives Interview, in dem die Handlungsstrategien und die zugrundeliegenden Überlegungen ermittelt werden. Die Annahme ist, dass die Strategien sehr individuell sind. Ziel ist es, die unterschiedlichen Strategien in Form einer interaktiven Visualisierung aufzubereiten und sowohl den Mitarbeitenden als auch dem beruflichen Schulzentrum zugänglich zu machen. Es wird davon ausgegangen, dass es nicht die eine optimale Strategie gibt, vielmehr sollen Weber für unterschiedliche Vorgehensweisen sensibilisiert werden und der fachliche Austausch untereinander gefördert werden.

Als dritter Lernort wird das *Forschungs- und Versuchsfeld*, im Projekt repräsentiert durch das Sächsische Textilforschungsinstitut in Chemnitz, adressiert. Die hier realisierten Technologien können von den Akteuren der schulischen und betrieblichen Partner erprobt

und bezüglich der Relevanz für die eigene Anwendung in Reflexionsschleifen weiterentwickelt werden.

2.3 Integration von VR-/AR-Technologien in den Prozess der Arbeit

Neben dem Lernen im Seminar und in der beruflichen Bildung ist das Lernen im Prozess der Arbeit von zunehmender Bedeutung. Flexible Produktionsprozesse, variantenreiche Produkte und heterogene Belegschaften begünstigen den Einsatz arbeitsplatzintegrierter Assistenzsysteme [Ha20]. Ziel des BMBF-geförderten Verbundvorhabens LeARn4Assembly⁴ ist die lernförderliche Gestaltung dieser Assistenzsysteme, so dass Lernprozesse ermöglicht und De-qualifizierung vermieden wird. Im Projekt werden Systeme für verschiedene manuelle Montagetätigkeiten und Umrüstprozesse gestaltet, implementiert und evaluiert. Bei der technologischen Gestaltung werden vor allem Technologien der virtuellen und erweiterten Realität berücksichtigt, weil diesen ein großes Potenzial für Lernprozesse zugeschrieben wird.

Um dem Anspruch einer lernförderlich gestalteten arbeitsplatzintegrierten Assistenz gerecht werden zu können, ist eine Berücksichtigung der zu unterstützenden Arbeitsaufgabe, der Arbeitsperson und der Umgebungsbedingungen des Arbeitssystems erforderlich. In [Ha20] wurden dafür die relevanten Dimensionen des Arbeitssystems identifiziert, die Einfluss auf die Technologieauswahl und -gestaltung nehmen, siehe Abb. 3.

Im Projekt wird untersucht, welche Rahmenbedingungen auf persönlicher, organisationaler und technologischer Ebene eine lernförderliche Gestaltung unterstützen. Die Ergebnisse der Arbeits- und Anforderungsanalyse haben gezeigt, dass das Lernen aus Sicht der Beschäftigten kein prioritäres Ziel des Einsatzes eines arbeitsplatzintegrierten Assistenzsystems ist. Hier steht die fehlerfreie Bewältigung der Arbeitsaufgabe im Vordergrund. Aus Sicht der Führungskräfte stehen zwei, vielleicht sogar konträre, Zielsetzungen im Vordergrund: (1) das Assistenzsystem soll das Verstehen fördern, so dass langfristig kein Unterstützungssystem erforderlich sein wird und (2) soll es als Wissensmanagementsystem dienen, in dem sowohl fachsystematisches Wissen als auch erfahrungsgeleitetes Wissen selbstbestimmt abgerufen werden kann.

An die Integration von VR in den Arbeitsprozess werden daher aus heutiger Sicht folgende Anforderungen gestellt: (1) VR dient der Visualisierung von Zusammenhängen, die im Arbeitsprozess nicht sichtbar sind, und soll das Verstehen fördern. (2) Integration am Arbeitsplatz als Desktop-VR. (3) Der Abruf der VR-Inhalte sollte selbstbestimmt erfolgen.

⁴ LeARn4Assembly - Didaktische und lernförderliche Gestaltung VR-/AR-basierter Lern- und Assistenzsysteme für komplexe (De-)Montagetätigkeiten in der Produktion

Arbeitsaufgabe	Aufgabeninhalt	Einrichten	Montieren	Reinigen	Prüfen	
	Grad der Flexibilität	Festgelegter Ablauf		Einzelne Schritte variabel	Freier Ablauf	
	Art der Anforderung	(grob-)motorisch	sensumotorisch	sensorisch	kognitiv	
	Aufgabenmerkmale	kurzzyklisch, repetitiv (monoton)		langzyklisch, teilvollständig	Vollständige Aufgabe	
Arbeitsperson	Kompetenzniveau	Novize	Fortgeschrittener	Kompetenter	Erfahrener	Experte
	Altersstruktur	< 35 Jahre		35 – 50 Jahre		> 50 Jahre
	Motiv	Materielles Motiv (Existenzsicherung)		Leistungsmotiv	Ideelles Motiv (In Tätigkeit aufgehen)	Entwicklungsmotiv (Karriere)
Umwelteinflüsse	Umgebungs-lautstärke	gering	durchschnittlich	hoch	Sehr hoch	
	Umgebungslicht	gering	natürlich	künstlich/klinisch	stark strahlend	
	Belastungsfaktoren	Lärm	Kälte/Hitze	Mechanische Schwingungen	Toxische Stoffe	

Abb. 3: Relevante Dimensionen des Arbeitssystems mit Einfluss auf Technologieauswahl und -gestaltung [Ha20]

3 Organisationale Integration als Schlüssel zur Verankerung im Bildungsalltag

Auch für digital unterstützte Lernprozesse ist zu klären, welche Voraussetzungen für erfolgreiche Lernprozesse, die den Transfer von Lerninhalten in die betriebliche Praxis sowie die individuelle Kompetenzentwicklung der Beschäftigten fördern, erforderlich sind. Über die technologische Perspektive hinaus ist also auch die organisationale und persönlich-individuelle Perspektive von entscheidender Bedeutung, wie sie z. B. in einem bereits in zweiter Auflage erschienenen Lehrbuch von Simone Kauffeld ausgeführt wird [Ka16].

Im vorliegenden Kapitel wird davon ausgehend insbesondere nach der Motivation von Beschäftigten für die Teilnahme an Weiterbildungsmaßnahmen und nach dem erwarteten Nutzen für die persönliche Weiterentwicklung gefragt. Schließlich werden erste

Ergebnisse des laufenden Forschungsprojektes ALL:konkret⁵ zur Rekonstruktion betrieblicher Bildungsarbeit in ausgewählten Unternehmen vorgestellt.

3.1 Kompetenzorientierung, Unternehmensbezug und ergebnisbezogene Evaluation

Die Betriebliche Weiterbildung ist als Kompetenzentwicklung Gegenstand umfangreicher Veröffentlichungen zu Schwerpunkten wie der Kompetenzerfassung, der Kompetenzentwicklung und dem Kompetenzmanagement, dem Handbuch Kompetenzmessung [ER07], mit einer strategischen Ausrichtung wie in dem Herausgeberband von v. Rosenstiel, Pieler und Glas [RPG04], oder den auf technische Bezüge eingehenden Bänden von Erpenbeck und Sauter zur „Kompetenzentwicklung im Netz“ [ES07] sowie dem von Ahrens und Molzberger 2018 herausgegeben Band zur „Kompetenzentwicklung in analogen und digitalisierten Arbeitswelten“ [AM18]. Ohne weiteren Bezug auf die unterschiedlichen Definitionen des Kompetenzbegriffs verdeutlicht die folgende Grafik die Einbettung der individuellen Perspektive in die organisationalen bzw. betrieblichen Rahmenbedingungen.

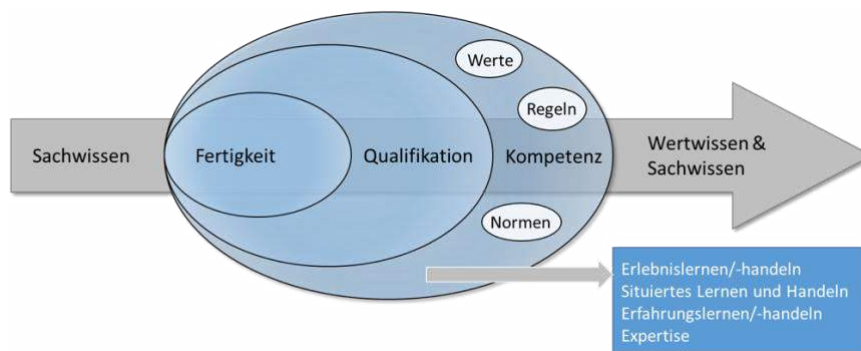


Abb. 4: Vom Wissen zur Kompetenz, in Anlehnung an [ES07]

Ein weiterer Aspekt ist die unter dem Stichwort des lebenslangen Lernens zunehmende Integration von betrieblicher Bildung in den Arbeitsprozess. Damit sollte nicht zuletzt der Vermittlung „trägen Wissens“ in seminaristischen Settings entgegengewirkt werden. Allerdings war dies oft auch der Vorwand, um Weiterbildungsbudgets zu kürzen, vgl. z. B. [Ka16]. In dem praxisorientierten Vorgehen zur Sicherung der Nachhaltigkeit von Weiterbildung stellt Simone Kauffeld, neben der ergebnis- und prozessbezogenen Evaluation der Maßnahmen sowie dem Bezug der Maßnahmen auf den Lebenszyklus der Beschäftigten, die systematische Planung und strategische Anbindung der Maßnahmen in den Mittelpunkt ihrer Überlegungen.

⁵ ALL:konkret – Arbeitswelt als Kontext für lebensbegleitendes Lernen – Ethnografische Studien zu Akteuren, Agenden und Arenen

In der Betrachtung der Evaluation der Wirksamkeit von betrieblicher Weiterbildung kommt Simone Kauffeld zu eher ernüchternden Einsichten. Systematische Evaluationen seien eher selten: „Schnell und einfach erhobene Zufriedenheitsurteile mit begrenzter Genauigkeit dominieren.“ [Ka16]. Damit beziehen sich die entsprechenden Erkenntnisse fast ausschließlich auf Dimensionen des betrieblichen Nutzens und der persönlichen Verwertbarkeit von Weiterbildung für die Erledigung der Arbeitsaufgaben.

Im folgenden Unterkapitel wird das Tätigkeitssystem als arbeitswissenschaftliche und -psychologische Rahmung zur Verortung individueller Ziele, Ansprüche und Erwartungen im organisationalen Umfeld als Ansatz zur systematischen Erfassung der Komplexität individuellen Handelns in Organisationen vorgestellt.

3.2 Das Lerntätigkeitssystem als konzeptioneller Rahmen für betriebliche Bildung

Die digitale Unterstützung betrieblicher Weiterbildung wird vielfach als berufliche Qualifizierung anhand von multimedial ausgestatteten Lernräumen oder mit mobilen Devices am Arbeitsplatz verstanden. In diesem Sinne werden den Mitarbeiter*innen idealerweise alle für die Bewältigung der Arbeitsaufgaben erforderlichen Informationen über Technologien, Prozessparameter, Normen und Qualitätsanforderungen entsprechend ihrem individuellen Kompetenzprofil zum richtigen Zeitpunkt in der angemessenen Komplexität zur Verfügung gestellt. Die so verstandene Qualifizierung konzentriert den Prozess des Lernens auf die Förderung von Kompetenz für eine selbständige, verantwortungsbewusste und effiziente Arbeitstätigkeit. Selbst unter Berücksichtigung der o. g. Merkmale einer kompetenzorientierten Weiterbildung hat die persönliche Entwicklung der Beschäftigten keinen besonderen Stellenwert.

Im Job Characteristics Modell von Hackman und Oldham [HO80] zur Förderung der Arbeitsmotivation werden Anforderungsvielfalt, Ganzheitlichkeit der Aufgabe, Bedeutung der Aufgabe, Autonomie und Rückmeldung durch die Tätigkeit benannt. Das von Frieling und anderen entwickelte Verfahren zur Bestimmung der Lernmöglichkeiten am Arbeitsplatz definiert vergleichbare Perspektiven wie Selbständigkeit, Partizipation, Variabilität, Komplexität, Kommunikation/Kooperation, Feedback und Information [Fr06]. Die gemeinsame Betonung der Selbständigkeit bzw. Autonomie verweist auf den Aspekt des Lernens als Erweiterung von Handlungsmöglichkeiten. In der Tätigkeitstheorie [Le79] wird Lernen als Zuwachs von Handlungsmöglichkeiten verstanden, welche auf Erfahrungen beruht und einen lebenslangen Prozess darstellt. Die autonome *Tätigkeit* beschränkt sich nicht auf die kognitive Ebene oder berufliche Kompetenz der Einzelnen, sondern bezieht Lernprozesse auf das soziotechnische System insgesamt und prägt damit ihre Motivation. Die *Handlung* wiederum bezieht sich auf konkrete Ziele im Rahmen der Tätigkeit und die *Operation* auf deren Realisierung. Dieser Bezug auf das Unternehmen als soziotechnisches System bzw. die gesellschaftlichen Rahmenbedingungen hebt den Anspruch betrieblicher Bildung von beruflicher Qualifizierung ab.

Das Konzept des expansiven Lernens [En99] [Ho95] bietet ein Modell der Integration von subjektiven, gegenständlichen, organisationalen und kulturellen Dimensionen des Arbeitens und Lernens. In einem Forschungsantrag zum organisationalen Lernen in virtuellen Arbeitssystemen wurde dieser Ansatz in einem interdisziplinären Modell eines Lerntätigkeitssystems ausgearbeitet [Di07].

Die inzwischen weit entwickelten Technologien der Virtuellen Realität bieten das Potential, die Dimensionen des Lerntätigkeitssystems in hoher Komplexität als virtuellen Lernort zur Verfügung zu stellen.

	Systemausschnitt	Fragestellung	Lerntätigkeitssystem
	1) Lernende ♦ Medium ♦ Gegenstand	VR in der Beziehung zwischen Lernendem und Objekt	
	2) Lernende ♦ Regeln ♦ Gemeinschaft	VR, Arbeitsteilung, Routinen, Kooperation	
	3) Gegenstand ♦ Gemeinschaft ♦ Arbeitsteilung	VR, Prozessketten, Verfahren, Logistik, Störungen	
	4) Lernende ♦ Gegenstand ♦ Gemeinschaft	VR implementieren, Wissens- und Teamentwicklung, Konfliktmanagement	

Abb. 5: Virtual Reality in den Dimensionen des Lerntätigkeitssystems, in Anlehnung an [Di07]

3.3 Erste Ergebnisse einer ethnografischen Rekonstruktion betrieblicher Bildungsarbeit

Die Unterscheidung von *Lernen* als beruflicher *Qualifizierung* mit dem Ziel der Verhaltensänderungen von Beschäftigten in Arbeitstätigkeiten und *Bildung* als allgemeine Weiterentwicklung des Verhältnisses von Individuen zu ihrer gesellschaftlichen Lebenswelt insgesamt ist ein wesentlicher Ausgangspunkt des Forschungsvorhabens „ALL:konkret“. Anhand ethnografischer Fallstudien in ausgewählten Unternehmen unterschiedlicher Branchen und Größen werden Status Quo, Stellenwert und Potentiale betrieblicher Bildung in ihrer strategischen Begründung, organisationalen Einbettung, Strukturen und Prozessen rekonstruiert werden. In einer vorläufigen Auswertung des noch laufenden Forschungsprozesses können bereits erste Kategorien identifiziert werden. Die *organisationale Position* variiert zwischen etablierten Organisationseinheiten und dezentraler Verortung ohne stringente zentrale Steuerung. Die *Legitimation* wird in manchen Unternehmen von überzeugten Führungskräften als Selbstverständlichkeit repräsentiert. In anderen Unternehmen muss die Notwendigkeit betrieblicher Bildung gegenüber vorgesetzten Stellen immer wieder neu nachgewiesen werden und steht in Krisenzeiten zur Disposition. Damit steht die Bedeutung einzelner *Akteure* im Mittelpunkt, die mit hoher fachlicher und persönlicher Anerkennung betriebliche Bildung

in permanenter Kommunikation, informellen Vertrauensbeziehungen und Netzwerkarbeit im Unternehmen stabilisieren. Eine insofern auch durch informelle Resonanz erzeugte *Lernkultur* erweist sich gerade in Krisenphasen als stabilisierender Faktor.

4 Systematisches Vorgehen zur organisationalen Verankerung technologiebasierter Lern- und Assistenzsysteme

Die aufgezeigten Projekterfahrungen und theoretischen Reflexionen machen deutlich, dass die Auswahl der geeigneten Technologie für die Unterstützung einer bestimmten Arbeitsaufgabe, deren didaktische Gestaltung und eine Verankerung im Bildungsalltag, und damit in den organisationalen Prozessen des Unternehmens, in einem ganzheitlichen und partizipativen Prozess gedacht werden müssen.

Die Autoren schlagen dafür das in Abb. 6 aufgezeigte Vorgehen vor.

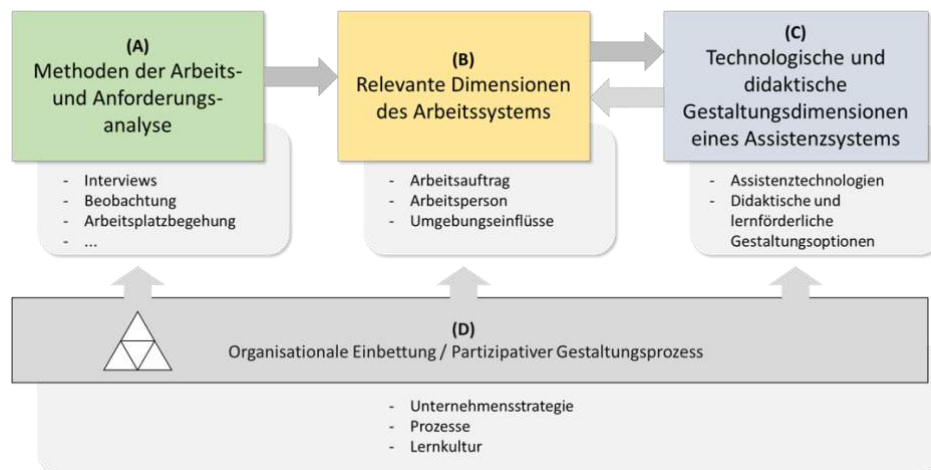


Abb. 6: Prozess der Technologieauswahl, -gestaltung und organisationalen Verankerung

Die Arbeits- und Anforderungsanalyse (A) bildet die Grundlage und dient der Ermittlung relevanter Einflussfaktoren des Arbeitssystems (B). Hier wird die Spezifik der Arbeitsaufgabe, der Arbeitsperson sowie Umgebungseinflüsse (z. B. Helligkeit und Lautstärke am Arbeitsplatz) erhoben. Parallel dazu werden geeignete Technologien ausgewählt und didaktisch begründete Gestaltungsoptionen erarbeitet (C). Dies erfolgt in einem partizipativen Aushandlungsprozess, der die individuellen Anforderungen der Arbeitsperson ebenso berücksichtigt wie das didaktische Potential der Technologien. Die nachhaltige Nutzung der entwickelten Lösungen erfordert die organisationale Einbettung (D) entlang der Unternehmensstrategie, etablierter Prozesse sowie der Lernkultur.

Literaturverzeichnis

- [AM18] Ahrens, D. & Molzberger, G. (Hrsg.): Kompetenzentwicklung in analogen und digitalisierten Arbeitswelten. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg. 2018.
- [DT20] Dick, M. & Termath, W.: Begeisterung und Beharrlichkeit: Erste Ergebnisse einer ethnografischen Rekonstruktion betrieblicher Bildungsarbeit". In: Festschrift für Klaus Jenewein. 2020. Im Druck.
- [Di07] Dick, M.: Das Lerntätigkeitssystem als Rahmenkonzept für die Gestaltung, Implementierung und Nutzung von VR im Arbeitsprozess. In (M. Schäper & M. Schütte): Kompetenzentwicklung in realen und virtuellen Arbeitssystemen. Bericht zum 53. Kongress der Gesellschaft für Arbeitswissenschaft vom 28. Februar - 2. März 2007 (S. 29–34). Dortmund: GfA-Press. 2007.
- [En99] Engeström, Y.: Lernen durch Expansion. Hrsg. und übers. von Falk Seeger (1. Aufl.). Marburg: BdWi-Verl.1999.
- [ER07] Erpenbeck, J. & Rosenstiel, L. v. (Hrsg.): *Handbuch Kompetenzmessung. Erkennen, verstehen und bewerten von Kompetenzen in der betrieblichen, pädagogischen und psychologischen Praxis* (2., überarb. und erw). Stuttgart: Schäffer-Poeschel. 2007.
- [ES07] Erpenbeck, J. & Sauter, W.: Kompetenzentwicklung im Netz. New Blended Learning mit Web 2.0 (1. Aufl.). Köln: Luchterhand - Wolters Kluwer Deutschland GmbH. 2007.
- [Fr06] Frieling, E. et al.: Lernen durch Arbeit. Entwicklung eines Verfahrens zur Bestimmung der Lernmöglichkeiten am Arbeitsplatz. Münster: Waxmann. 2006.
- [Ha20] Haase, T. et al.: Anforderungen an die lerntheoretische Gestaltung arbeitsplatzintegrierter VR-/AR-Anwendungen. In (Gesellschaft für Arbeitswissenschaft, Dortmund): Digitaler Wandel, digitale Arbeit, digitaler Mensch. GfA-Press, 2020.
- [Ha17] Haase, T.: Industrie 4.0: Technologiebasierte Lern- und Assistenzsysteme für die Instandhaltung. Bielefeld 2017. ISBN: 978-3-7639-5876-4
- [HO80] Hackman, J. R. & Oldham, G. R.: Work redesign (Addison-Wesley series on organization development, Bd. 2779). Reading, Mass.: Addison-Wesley. 1980.
- [HO95] Holzkamp, K.: Lernen. Subjektwissenschaftliche Grundlegung. Frankfurt / Main: Campus. 1995.
- [Ka16] Kauffeld, S.: Nachhaltige Personalentwicklung und Weiterbildung. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg. 2016.
- [Le79] Leontjew, A.: Tätigkeit, Bewußtsein, Persönlichkeit (Beiträge zur Psychologie, Bd. 1, 1. Aufl., 1 Band). Berlin: Volk und Wissen Volkseigener Verlag. 1979.
- [RPG04] Rosenstiel, L. v., Pieler, D. & Glas, P. (Hrsg.): Strategisches Kompetenzmanagement. Von der Strategie zur Kompetenzentwicklung in der Praxis (1. Aufl., 1 Band). Wiesbaden: Betriebswirtschaftlicher Verlag Dr. Th. Gabler; GWV Fachverlag GmbH. 2004.

- [Sc20] Schäfer, M.: Lehren und Lernen mit digitalen Medien und Technologien – Ein Lehrbuch für die Organisation der Lehre in der digitalen Welt. Verlag Barbara Budich GmbH, Opladen, Berlin & Toronto. 2020.

VR-Learning environments using the example of a paint shop in the project HandLeVR

Raphael Zender¹ and Matthias Weise¹

Abstract: The HandLeVR project explores what specific contribution VR technologies can provide to enable action-oriented learning in vocational training and how these technologies can be systematically didacticized to achieve learning success. The central tool in HandLeVR is a VR learning environment - the VR paint shop. In this article the project is mainly considered from a technological perspective. Exemplary the VR development in an interdisciplinary context as well as the VR learning tool, consisting of authoring system, VR learning application and reflection application are presented. This initiates the discussion towards agile development processes and technological potentials of VR in action-oriented learning scenarios.

Keywords: Virtual reality, action-oriented learning, vocational training, crafts

¹ Universität Potsdam, Institut für Informatik und Computational Science, August-Bebel-Str. 89, 14482, Potsdam, vorname.nachname@uni-potsdam.de

VR-Lernumgebungen am Beispiel der Lackierwerkstatt im Projekt HandLeVR

Raphael Zender¹ und Matthias Weise¹

Abstract: Das Projekt HandLeVR untersucht, welchen konkreten Beitrag VR-Technologien bieten, um handlungsorientiertes Lernen in der Berufsausbildung zu ermöglichen und wie diese Technologien systematisch didaktisiert werden können, um Lernerfolge zu erreichen. Das zentrale Werkzeug in HandLeVR ist eine VR-Lernumgebung – die VR-Lackierwerkstatt. In diesem Beitrag wird das Projekt vor allem aus technologischer Sicht beleuchtet. Es werden dabei beispielhaft die VR-Entwicklung im interdisziplinären Kontext sowie das VR-Lernwerkzeug, bestehend aus Autorensystem, VR-Lernanwendung und Reflektionsanwendung vorgestellt. Dadurch wird die Diskussion in Richtung agiler Entwicklungsprozesse sowie technologischer Potentiale von VR in handlungsorientierten Lernszenarien initiiert.

Keywords: Virtual Reality, handlungsorientiertes Lernen, berufliche Bildung, Handwerk

1 Motivation

Die Kompetenzorientierung in der Berufsbildung erfordert häufige, handlungsorientierte Lerneinheiten mit Lernfortschrittskontrollen. In der Ausbildung von Fahrzeuglackierer*innen sind diese jedoch schon aus gesundheitlichen (z.B. Einatmen von Lackdämpfen) und ökologischen (z.B. umweltschädliche Lacke) Gründen problematisch. Dieser Bereich kann daher sehr vom Einsatz von Virtual Reality (VR) profitieren. Die Technologie hat sich sowohl beim Training einfacher psychomotorischer Aufgaben als auch bei der Entwicklung komplexer Kompetenzen einschließlich Wissen, Fähigkeiten und Einstellungen bewährt [Ze18].

Im Projekt² „Handlungsorientiertes Lernen in der VR-Lackierwerkstatt“ (HandLeVR) wird untersucht, welchen konkreten Beitrag VR-Technologien bieten, um handlungsorientiertes Lernen in der Berufsausbildung zu ermöglichen und wie diese Technologien didaktisiert werden können, um entsprechende Lernerfolge sicherzustellen [Ze20].

Das umfassende didaktische Konzept folgt dem 4C/ID-Modell [MK18]. Dieses liefert eine empirisch validierte Grundlage zur Gestaltung digitaler Lehr-/Lernangebote zur Entwicklung komplexer Kompetenzen. Die konkrete didaktische Ausgestaltung steht im

¹ Universität Potsdam, Institut für Informatik und Computational Science, August-Bebel-Str. 89, 14482, Potsdam, vorname.nachname@uni-potsdam.de

² HandLeVR wird gefördert vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF), Förderkennzeichen: 01PV18002A, Laufzeit: 01.01.2019 - 31.12.2021

Rahmen dieses Beitrags nicht im Fokus und kann weiteren Projektpublikationen entnommen werden [MSK20]. Fachdidaktisch adressiert das Projekt innerhalb der Berufsausbildung von Fahrzeuglackierer*innen die Unterstützung von Einzel- oder Gruppenausbildungen. Hier werden unter anderem verschiedene Techniken für den Auftrag von Lacken auf Werkstücke (z.B. Kotflügel eines Fahrzeugs) erlernt und zur Verstetigung immer wieder im Rahmen der dreijährigen Ausbildung geübt [We20].

Im Rahmen dieses Beitrags wird das Projekt HandLeVR mit einem technologischen Fokus vorgestellt. Dabei wird ein besonderes Augenmerk auf den agilen Prozess der Entwicklungsarbeit im interdisziplinären Team gelegt. Dadurch sollen vom Ansatz vergleichbare Vorhaben inspiriert werden und in Ihrer Prozessgestaltung von den Erkenntnissen aus dem HandLeVR-Projekt profitieren können.

2 Die VR-Lackierwerkstatt

Zentrales Untersuchungsinstrument des HandLeVR-Projektes ist ein Lernsystem mit VR-Anteil - die VR-Lackierwerkstatt. Im Folgenden wird diese unter informatisch-gestalterischer Perspektive vorgestellt.

Die VR-Lackierwerkstatt besteht aus drei Hauptkomponenten:

1. Ein **Autorenwerkzeug** wird zur Vorbereitung einer konkreten Lernhandlung von Ausbilder*innen genutzt (z.B. durch Einbindung fertiger Templates für konkrete Lerneinheiten und/oder neuer 3D-Modelle).
2. Eine **VR-Trainingsanwendung** – die Lackierkabine – dient im berufsfachlichen Kern dem Training und der Qualitätskontrolle von Farbaufträgen auf Werkstücke.
3. In einer **Reflektionsanwendung** können Auszubildende untereinander bzw. mit den Ausbilder*innen ihre Lernhandlungen auswerten.

Das Zusammenspiel der drei Komponenten ist in Abbildung 1 illustriert. Die Komponenten werden im Folgenden näher erläutert.

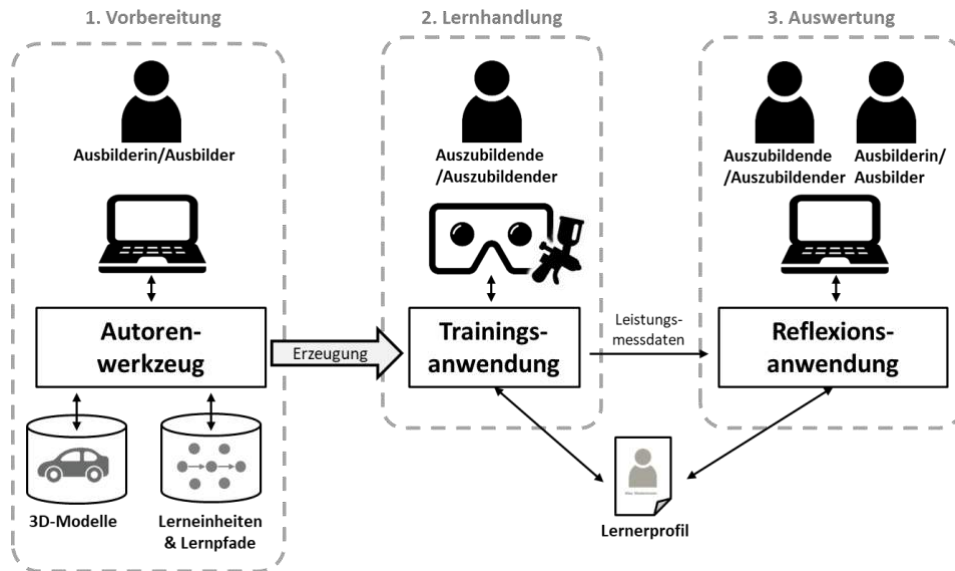


Abb. 1: VR-Lackierwerkstatt aus drei Komponenten inkl. einer VR-Trainingsanwendung

2.1 Autorensystem

In der Vorbereitungsphase einer konkreten Lernhandlung wird von Ausbilder*innen bzw. den ausbildenden Institutionen das Autorenwerkzeug genutzt, um das allgemeine Szenario (Auftrag von Farbschichten) zu konkretisieren. Das Werkzeug ermöglicht vor allem die umfassende Definition von konkreten Lerneinheiten.

Neben der Auswahl, Anpassung und Erstellung von Instruktionen und Inhalten werden hier insbesondere die Auswahl oder der Import konkreter 3D-Modelle für Werkstücke und Lackierwerkzeuge sowie verschiedener Lacke und weiterer Artefakte unterstützt.

Abbildung 2 zeigt einen aktuellen Screenshot des Autorenwerkzeugs. Im Fokus steht der Arbeitsfolgeplan – ein Begriff aus der Lackierausbildung – in dem der Ablauf der Lerneinheit sequentiell (von oben nach unten) zusammengestellt wird. Dabei können Ausbilder*innen vorgefertigte Aktivitäten wie Lackiertätigkeiten, die Anzeige unterstützender Informationen (z.B. Video zum Reinigen von Werkstücken), Wissensabfragen usw. nutzen und für ihre Bedarfe konfigurieren. Beispielsweise werden bei der Lackiertätigkeit die Art des Werkstücks, die verfügbaren Hilfestellungen sowie die zu nutzenden Lacke definiert.

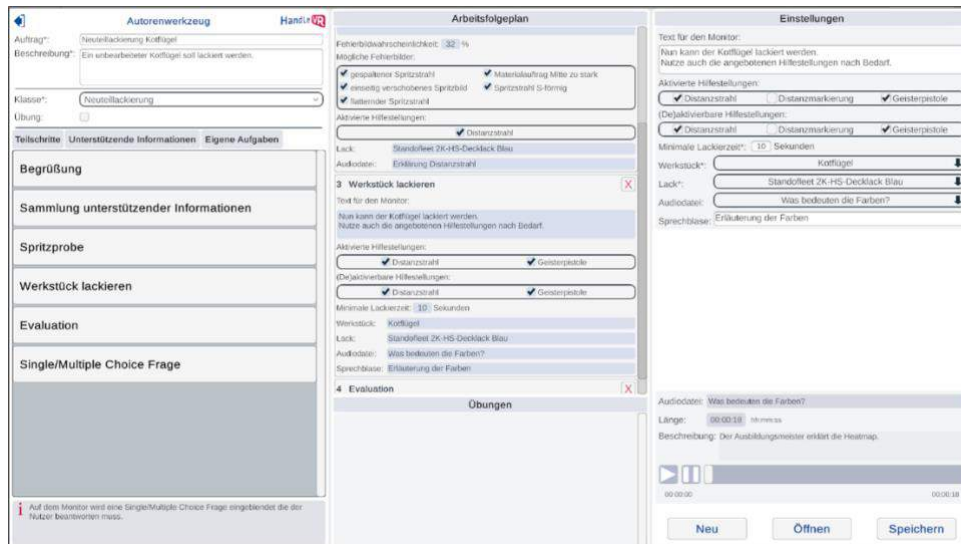


Abb. 2: Aktueller Stand des Autorensystems am Beispiel eines konkreten Lernszenarios

2.2 VR-Trainingsanwendung

Im Ergebnis wird die VR-Trainingsanwendung für die Nutzung durch die Auszubildenden konfiguriert. Diese führen im Rahmen der zuvor festgelegten Lernparameter ihre Lernhandlungen in einer simulierten Lackierkabine durch. Die Auszubildenden tragen während des Trainings ein handelsübliches und inzwischen kostengünstiges Head-Mounted-Display (HMD), welches sie direkt in die virtuelle Welt versetzt. Derzeit werden die HMDs *HTC Vive* (und Nachfolger), *Oculus Rift*, *Oculus Quest* (mit *Link*-Kabel) sowie *Windows Mixed Reality* unterstützt.

Mit einem physischen Controller in Form der typischen Lackierpistole sowie seinem virtuellen, in der VR sichtbaren Gegenstück können virtuell angezeigte 3D-Werkstücke durch die Auszubildenden lackiert werden. Abbildung 2 (links) zeigt einen Screenshot aus der VR-Trainingsanwendung. Die Simulation wird in der 3D-Engine Unity entwickelt.

Im Fokus der nachgebildeten Lackierkabine steht die Fragestellung nach der Wirkung einer realitätsnahen Umgebung für Lerntransferprozesse, insbesondere im Vergleich zu einer fehlenden authentischen Umgebung. Die virtuelle Lackierkabine ist dafür einem existierenden Vorbild nachempfunden. Dies ermöglicht Lackiervorgänge in einer authentischen Umgebung zu trainieren. Im Zentrum der Kabine können verschiedene dreidimensionale Teile eines Fahrzeugs (z.B. Motorhaube, Kotflügel oder Tür) platziert werden, um unter anderem an problematischen Oberflächen, wie z.B. Kanten und Krümmungen, üben zu können. Die Werkstücke befinden sich auf einem Lackierständer,



Abb. 3: (links) Ausschnitt der virtuellen Lackierpistole mit halb lackiertem Werkstück
(rechts) gedruckte Lackierpistole mit Vive Tracker zur 3D-Ortung im Raum

der es ermöglicht die Höhe und Drehung zu verändern und so das Werkstück auf die eigene Körpergröße anzupassen. Über einen an der Wand eingeblendeten Bildschirm können Auszubildende beispielsweise Hilfestellungen aktivieren, zusätzliche Lerninhalte (z.B. Lernvideos) anzeigen und Werkstücke variieren – sofern die Ausbilder*innen dies zuvor über das Autorenwerkzeug freigeschaltet haben.

Als Controller wurde im 3D-Druck ein Nachbau einer Lackierpistole angefertigt, der in Abbildung 2 (rechts) zu sehen ist. Dieser kann für eine Ortung im Raum mit einem Tracker (z.B. Vive Tracker wie im Bild) oder einem VR-Controller (z.B. für Oculus Quest) versehen werden. Die Position des Abzugshebels und sämtlicher Stellräder wird mit eingebetteten Sensoren erfasst und an die VR-Anwendung weitergeleitet.

Bereits in der VR-Trainingsanwendung wird eine erste Auswertung der Lackierhandlung angezeigt. Dazu gehört vor allem das Überlagern des Werkstückes mit einer *Heatmap*, die es nach einem Lackiervorgang ermöglicht festzustellen, in welchen Bereichen zu viel oder zu wenig Farbe appliziert wurde. Weiterhin lässt sich in diesem Modus erkennen, wie viel Farbe auf das Werkstück getroffen ist und wie viel daneben ging. Eine weitere Form der Reflektion stellt die Möglichkeit dar, die Bewegungen der Lackierpistole sowie den erzielten Farbauftrag aufzunehmen und später im dreidimensionalen Raum erneut abzuspielen. So können z.B. Fehler bei der Handhabung der Lackierpistole identifiziert werden.

Die detaillierten Ergebnisse der Lernhandlung werden zudem in das individuelle Trainingsprofil übertragen. Durch die explizit eingeholte Freigabe eines Trainingsprofil wird dem Datenschutz Rechnung getragen, sodass Auszubildende die Datenhoheit über ihr Profil und somit die über sie gesammelten Daten behalten. Ist dies im individuellen Fall nicht erforderlich, kann auch die automatisierte Übertragung der Leistungsmessdaten in die Reflexionsanwendung durch Lernende aktiviert werden.

2.3 Reflektionsanwendung

Dieses Trainingsprofil kann in die Reflexionsanwendung importiert werden, um die Lernleistungen mit Mit-Auszubildenden oder den Ausbilder*innen auszuwerten. Geeignete Darstellungsformen für die Auswertung werden derzeit erarbeitet und umgesetzt. Abbildung 4 zeigt einen aktuellen Zwischenstand der Reflektionsanwendung. Zu sehen ist die Funktion, dass für konkrete Punkte am fertigen Werkstück die Qualität des Farbauftrags hinsichtlich mehrerer, ausbildungsrelevanter Kriterien bewertet wird.

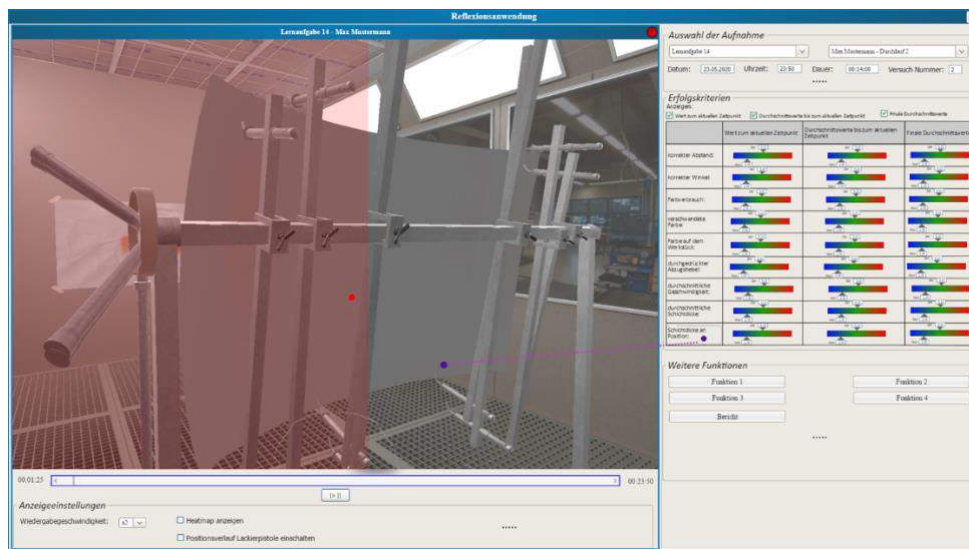


Abb. 4: Zwischenstand der Reflektionsanwendung

2.4 Aktueller Stand und spätere Nutzung der VR-Lackierwerkstatt

Aktuell liegt die VR-Lackierwerkstatt in einer prototypischen Umsetzung vor, wobei das Autorenwerkzeug bereits einen fortgeschrittenen Stand erreicht hat und die VR-Trainingsanwendung nahezu ausgereift ist. Der aktuelle Prototyp war im Frühjahr 2020 bereits Gegenstand einer ersten Evaluierung in der bei Mercedes-Benz Ludwigsfelde GmbH und wurde überaus positiv aufgenommen.

Ab 2021 werden die technischen Ergebnisse unter einer Open Source Lizenz veröffentlicht. Begleitet durch das offene Inhaltsmodell, durch das z.B. die 3D-Werkstücke und Lerneinheiten flexibel geändert werden können, wird die Nachhaltigkeit der Projektergebnisse gefördert. Für das Lernangebot – bestehend aus der VR-Lackierwerkstatt und didaktischem Begleitmaterial – ist eine Veröffentlichung als Open Educational Ressource (OER) geplant, mit einer Reihe vorbereiteter Lerneinheiten-Vorlagen (Templates) inkl. lizenzrechtlich nutzbarer, sinnvoller 3D-Modelle.

3 Interdisziplinäre Entwicklung

Das Projekt wird durch einen Verbund aus Experten in den Bereichen der Entwicklung von VR-Anwendungen (Universität Potsdam), der digital ausgerichteten Didaktik (Learning Lab der Universität Duisburg-Essen) sowie der beruflichen Qualifizierung und Weiterbildung im Handwerk (ZWH e.V.) durchgeführt. Zudem steht ein Praxispartner mit einem Schwerpunkt in der Ausbildung von Fahrzeuglackierer*innen (Mercedes-Benz Ludwigsfelde GmbH) mit seiner fachdidaktischen Expertise und einem Erprobungsumfeld durch Ausbildungskohorten in allen drei Ausbildungsjahren zur Verfügung. Ergänzt wird dieses interdisziplinäre Konsortium durch mehrere interessierte berufsbildende Einrichtungen (z.B. Berufsbildungszentren), die ebenfalls beratend und erprobend tätig sind.

Die Durchführung eines Forschungs- und Praxisprojektes in einer derartigen Konstellation und mit aktuell noch in der Entwicklung befindlichen VR-Technologien erfordert ein agiles Projektvorgehen mit systematischen Prozessen zur Anforderungsanalyse, technischen Umsetzung sowie Reflektion der Ergebnisse. Dieses wird nach einem Blick auf die technischen Rahmenbedingungen im Folgenden näher beleuchtet.

3.1 Technische Basis und Entwicklungsprämissen

Die VR-Lackierwerkstatt wird vollständig in der Entwicklungsumgebung und Game Engine Unity³ umgesetzt. Insbesondere bei der VR-Lackierkabine spielt diese ihre Stärken in der Erstellung von 3D- und VR-Anwendungen aus. Das Autorenwerkzeug und die Reflektionsanwendung werden jedoch auch in Unity entwickelt, um den Technologie-Stack übersichtlich zu halten und die Einbettung von 3D-Inhalten, wie eine Vorschau von Werkstücken, zu vereinfachen.

Darüber hinaus werden die Entwicklungsarbeiten von folgenden fünf Entwicklungsprämissen geleitet.

Didaktik vor Technikbegeisterung: Der jüngste VR-Hype wurde vor allem durch den Unterhaltungssektor hervorgerufen. Zudem gilt die Technologie noch immer als innovativ und zukunftsweisend. Dadurch entsteht auch im Bildungsbereich eine Vielzahl von Projekten ohne systematische Berücksichtigung eines konkreten Bildungsproblems und didaktischer Erkenntnisse [Ze18]. In HandLeVR werden deshalb in Bezug auf die konkreten Lerneinheiten und -aktivitäten konsequent nur Anforderungen umgesetzt, die von den didaktischen Expert*innen im Projekt formuliert bzw. mit diesen abgestimmt und diskutiert wurden.

Anwendungsflexibilität kontinuierlich mitdenken: Zum jetzigen Zeitpunkt lässt sich nicht abschätzen mit welchen konkreten VR-Headsets und -Controllern die VR-

³ <http://unity.com>

Lackierwerkstatt in den nächsten Jahren genutzt wird. Dafür ist der VR-Markt noch zu heterogen, es fehlen Standards und jährlich kommen neue VR-Headsets mit teils neuen Funktionalitäten auf den Markt. Zum Ersten wird daher in HandLeVR nur für die VR-Lackierkabine ein VR-Headset benötigt. Autorensystem und Reflektionsanwendung laufen auf gängigen Desktop-Rechnern. Zum Zweiten wird derzeit auf VR-Headset-spezifische Funktionen verzichtet. Alle derzeit gängigen PC-gebundenen VR-Headsets und -Controller mit 6 Freiheitsgraden (6DoF) werden unterstützt (inkl. Oculus Quest 1 und 2 mit Link-Kabel). Zu Dritten wird erwartet, dass im späteren Einsatz neue Inhalte eingebunden werden müssen (z.B. neue 3D-Modelle, neue Lacke). Dies muss das Autorensystem somit unterstützen.

Anforderungen durch unterschiedliche Ausbildungsbetriebe berücksichtigen: Mit der Mercedes-Benz Ludwigsfelde GmbH hat das Projekt einen Ausbildungsbetrieb als Praxispartner, der sehr gut ausgestattet ist und erstklassige Ausbildungsbedingungen bietet. Dieser kann daher eine sehr fundierte fachdidaktische Beratung durchführen. Allerdings ist er in Bezug auf den Ausbildungsalltag nicht stellvertretend für die Mehrzahl der Ausbildungsbetriebe in Deutschland, die häufig mit deutlich geringeren Ressourcen arbeiten müssen. Daher wird im HandLeVR-Projekt viel Wert auf die Einbindung überbetrieblicher Bildungseinrichtungen wie Berufsbildungszentren der Handwerkskammern gelegt. In diesen könnten Auszubildende die VR-Lackierwerkstatt nutzen, wenn sie sonst in eher kleinen und ressourcenarmen Betrieben arbeiten. Überbetriebliche Bildungseinrichtungen wurden somit schon frühzeitig durch entsprechende Workshops in die Anforderungsanalyse einbezogen, insbesondere im Hinblick auf Rahmenbedingungen.

Kosten für Anwender*innen niedrig halten: Um die oft eng limitierten finanziellen Mittel der Ausbildungsbetriebe und überbetrieblichen Bildungseinrichtungen zu schonen, wird durchgehend versucht die Kosten für den späteren Einsatz der VR-Lackierwerkstatt gering zu halten. Dies betrifft vor allem die bereits angesprochene Flexibilität bei der VR-Headset-Wahl aber auch die spätere kostenfreie Veröffentlichung der VR-Lackierwerkstatt sowie die Möglichkeit den Lackierpistolen-Controller kostengünstig im Eigenbau herzustellen.

Spätere Publikation stets im Fokus: Die VR-Lackierwerkstatt wird nach Projektende unter einer Open Source Lizenz und als Open Educational Ressource (OER) zur Verfügung gestellt. Dies muss bei der Entwicklung bereits von Beginn an berücksichtigt werden. So dürfen z.B. keine unternehmensspezifischen 3D-Modelle wie Fahrzeugteile konkreter Fahrzeugmodelle in die veröffentlichte Version eingebunden werden – dies soll den Ausbildungsbetrieben jedoch im Einsatz über das Autorensystem möglich sein. Die mitgelieferten 3D-Modelle sind daher eher generell „relevante“ Werkstücke – die jedoch auch schon zweckdienlich sind. Zudem werden keine kommerziell lizenzierten Assets (fertige 3D-Modelle und -Sets) genutzt. Auch der Lackierpistolen-Controller wird unter einer Open Source-Lizenz veröffentlicht. Ausbildungsbetriebe können diesen selbst mit der verfügbaren Anleitung 3D-drucken und mit mikroelektronischen Standardbauteilen (z.B. Arduino-Board, Potentiometer) zusammenbauen. Dienstleister,

die dies übernehmen können, werden jedoch ebenfalls empfohlen, falls einzelne Betriebe den Selbstbau nicht leisten können.

3.2 Agiler, technologischer Entwicklungsprozess

Die Umsetzung der fachlichen Ziele des Projektes unter Berücksichtigung der genannten Entwicklungsprämissen erfordert eine systematische und agile Vorgehensweise. Die im HandLeVR-Projekt etablierte Vorgehensweise zur Zusammenarbeit ist in Abbildung 3 illustriert und folgt in Ansätzen dem Scrum-Vorgehensmodell zur agilen Softwareentwicklung [SB02].

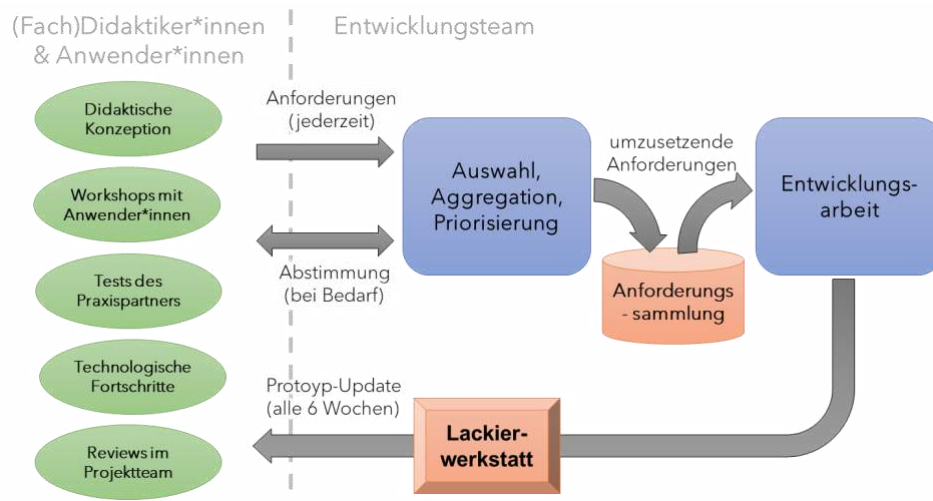


Abb. 5: Agiler Prozess zur Erfassung, Auswahl, Umsetzung und Reflektion von Anforderungen

Die Quellen aller technischen Anforderungen an die VR-Lackierwerkstatt sind verschiedene Aktivitäten der beteiligten (Fach)Didaktiker*innen und Anwender*innen. Dazu gehören beispielsweise das didaktische Konzept sowie Workshops mit Anwender*innen (z.B. aus Ausbildungsbetrieben). Auch Tests der aktuellen Version der Lackierwerkstatt sowie Reviews dieser Version im Projektteam sind erkenntnisreiche Quellen für neue Anforderungen. Nicht zuletzt müssen aber auch aktuelle technische Entwicklungen berücksichtigt werden, die gerade im VR-Bereich große Auswirkungen auf die technischen Möglichkeiten haben (z.B. breite Verfügbarkeit eines integrierten Handtrackings in VR-Headsets).

Die Anforderungen werden kontinuierlich an das Entwicklungsteam herangetragen bzw. selbstständig von ihm erfasst und in einer Anforderungssammlung gespeichert (Scrum-Backlog). Alle sechs Wochen wird ein Teil der Anforderungen in den aktuellen Entwicklungszyklus (Scrum-Sprint) übernommen und technisch umgesetzt. Diese Dauer

des Entwicklungszyklus‘ ist für ein agiles Vorgehen vergleichsweise lang, wird durch akademische Gegebenheiten (z.B. Stundenkonto für wissenschaftliche Hilfskräfte) aber erforderlich.

Im Ergebnis steht alle 6 Wochen ein neuer Prototyp der VR-Lackierwerkstatt bereit und kann durch alle Projektpartner und Interessierte getestet werden. Daraus resultieren neue Anforderungen und der Entwicklungskreislauf beginnt von Neuem.

Durch dieses Vorgehen kann einerseits dem interdisziplinären Zusammenarbeiten einer Vielzahl von Beteiligten durch ein flexibles Umsetzungsmodell Rechnung getragen werden. Andererseits steht zu jedem Zeitpunkt ein – maximal 6 Wochen alter – lauffähiger Prototyp zur Verfügung und kann in der Öffentlichkeits- und Transferarbeit des Projektes genutzt werden. Diese stellt wieder eine lohnenswerte Quelle für Anforderungen dar.

4 Zusammenfassung und Ausblick

Mit der in diesem Beitrag beschriebenen VR-Lackierwerkstatt soll die berufliche Fahrzeuglackierausbildung ein lernwirksames Trainingsinstrument mitsamt Einsatzkonzept erhalten. Dieses verlagert einen Teil der erforderlichen Lackierübungen in den ökologisch, ökonomisch und gesundheitlich attraktiveren virtuellen Raum und ermöglicht somit sowohl häufigere Übungen als auch neue Trainingsansätze. Durch realitätsnahe Lackierhandlungen in einer nachgebildeten aber authentischen Lackierkabine soll der Transfer des Erlernten von der VR in die Realität gelingen.

Geleitet werden die technischen Entwicklungen über einen agilen, interdisziplinären Entwicklungsprozess durch gezielte didaktische und betriebliche Erfordernisse und Empfehlungen. Derzeit werden in Zusammenarbeit mit Berufsbildungszentren und anderen beruflichen Bildungsanbietern zudem Betriebs- und Zugangsmöglichkeiten für Auszubildende im Bereich Fahrzeuglackierung erarbeitet. Auch gewerkeübergreifende Transferpotentiale werden untersucht.

Interessenten an den HandLeVR-Projektergebnissen bzw. der Mitwirkung in Evaluierungsläufen der VR-Lackierwerkstatt, werden um eine Kontaktaufnahme über die Projektwebseite⁴ gebeten.

Literaturverzeichnis

- [MK18] Van Merriënboer, J.J.G.; Kirschner, P.A.: Ten steps to complex learning (3. Edition). Routledge, New York, 2018.

⁴ <https://handlevr.de>

- [MSK20] Mulders, M.; Sander, P.; Kerres, M.: HandLeVR - A vocational training environment based on the 4C/ID model (Presentation). Earli SIG 6 & 7 - Instructional Design and Technology: From the lab to the classroom. 2020.
- [SB02] Schwaber, K.; Beedle, M.: Agile Software Development With Scrum. Prentice Hall, Upper Saddle River, 2002.
- [We20] Weise, M. et al.: Virtual Reality in der Fahrzeuglackierausbildung. In: Tagungsband des 66. Frühjahrskongresses der Gesellschaft für Arbeitswissenschaften. GfA-Press, Berlin, 2020.
- [Ze18] Zender, R. et al.: Lehren und Lernen mit VR und AR – Was wird erwartet? Was funktioniert? In: Proceedings of DeLFI Workshops 2018 co-located with 16th e-Learning Conference of the German Computer Society (DeLFI 2018). CEUR-WS.org, Frankfurt, 2018.
- [Ze20] Zender, R. et al.: Action-oriented Learning in a VR Painting Simulator In: Emerging Technologies for Education – Proceedings of the 4th International Symposium on Emerging Technologies for Education. Springer, Magdeburg,

Digital Skills Workshop: Modelling, Capturing, Cataloguing, Processing and Certification

Ilona Buchem¹, Matthias Dahlmeyer², Michael Eichhorn³, Johannes Konert⁴, and Jan Wunderlich⁵

The use of digital technologies in the education system and its administrative institutions promotes greater permeability and transparency in the certification of acquired competences and/or qualifications. More and more learning scenarios are being implemented digitally and outside of formal education. At the same time, *blended learning* formats and pure online learning platforms are increasingly establishing themselves in formal educational settings. Considering this development, it is a major disadvantage for educational institutions, teachers and learners, if competency-based credentials or qualification certificates continue to be issued exclusively as paper-based or electronic documents (e. g. scan or PDF). At the same time, such certificates represent a challenge for machine processing, as they do not allow connection to the *semantic web* and thusly slow down progress in the digitisation of higher education institutions (teaching, administration). For classical proofs, manual steps of interpretation are necessary to determine to what extent someone fulfils the competence/qualification requirements for a subsequent module, course, or workplace. Due to the growing diversity of learners and the world of work, simple credentials and certificates as described above are no longer sufficient.

The main scientific challenges in the modelling of semantic competence definitions are

- The development of decentralised expandable, application-oriented schemes for the description of competencies,
- Granularity of modelling,
- The use of *semantic web* technologies for cross competence framework networking and similarity determination of competences,
- The consideration of the requirements of the educational system and the world of work for the fit of individual educational biographies, acquired competences and job requirements,
- The use of *machine learning* for semi-automated generation of semantic competence models.

¹ Beuth Hochschule für Technik Berlin, Luxemburger Straße 10, 13353 Berlin, buchchem@beuth-hochschule.de

² Hochschule für Technik und Wirtschaft Berlin, Wilhelminenhofstraße 75A, 12459 Berlin, matthias.dahlmeyer@htw-berlin.de

³ Goethe Universität, Varrentrappstr. 40-42, 60486 Frankfurt am Main, eichhorn@sd.uni-frankfurt.de

⁴ Fulda University of Applied Sciences, Leipziger Str. 123, 36039 Fulda, johannes.konert@cs.hs-fulda.de

⁵ Universität Stuttgart, Pfaffenwaldring 4F, 70569 Stuttgart, jan.wunderlich@ids.uni-stuttgart.de

Some solutions exist, for example for semantic modelling⁶ and for linking educational qualifications and job requirements⁷. The continuous use of the existing partial solutions from the beginning of an educational career, through entry into working life and continuing throughout lifelong learning enables individual (automated) recommendations for competence development and job placement.

Digital credentials based on open, metadata-based standards, such as Open Badges or blockchain-based certifications of acquired competences and/or qualifications, are flexible enough to validate and recognise successes in all forms of learning. Additionally, digital, metadata-capable verification formats can be combined with semantic technologies in order to recognise and relate competences and to compare competence/qualification profiles. The application of such methods across domain boundaries (including so-called soft skills) and across languages, is a challenge that computer science, especially the disciplines of graph theory, semantic technologies and machine learning, have been addressing in the recent years. The interdisciplinary cooperation with researchers specialising in digital tools for competence tests (e. g. e-assessments) and educators has been advancing related research.

In the third edition of this workshop at DELFI 2020, the following topics, among others, were presented and discussed in the online workshop (original titles, followed by article language DE/EN):

- Eine Neuausrichtung universitären Lehrens, Prüfens und Zertifizierens im digitalen Zeitalter (DE)
- *Skills-Matching* und *Skills Intelligence* durch kuratierte und datengetriebene Ontologien (EN)
- Competency Mapping 3.0 (DE)
- Taxonomic Competence Modelling – Observations from a Hands-on Study and Implications for Modelling Strategies (EN)
- Semantic Competence Modelling – Observations from a Hands-on Study with HyperCMP Knowledge Graphs and Implications for Modelling Strategies and Semantic Editors (EN)
- Automatisierte Extraktion semantischer Kompetenzbeschreibungen am Beispiel von deutschsprachigen Modulbeschreibungen aus der Hochschullehre (DE)

The submitted papers were peer reviewed by at least two researchers in the field as specified in the Call for Papers⁸. Accepted contributions are published in this volume.

⁶ Schema.org Alignment: <https://schema.org/AlignmentObject> , Retrieved 21/07/2020

⁷ European Skills/Competences, qualifications and occupations framework, <https://ec.europa.eu/esco/portal/howtouse> , Retrieved 21/07/2020

⁸ Official Workshop website <https://projekt.beuth-hochschule.de/delfi-wsdg/> Retrieved 21/07/2020

A Reorientation of University Teaching, Testing and Certification in the Digital Transformation

Alexander Tillmann¹, Michael Eichhorn², David Weiß³, Elvir Bajrami⁴ and Angela Rizzo⁵

Abstract: The formal recognition of informally or non-formally acquired competences represents a central challenge of a lifelong learning process under the conditions of digital transformation. The article first describes the weaknesses of current courses of study from the perspective of computer science students with regard to the integration of competences acquired outside the university. Following the Constructive Alignment approach, the paper discusses the possibilities of a new orientation of university teaching, which also takes more account of competences acquired outside formal study programmes. The implementation of this reorientation is presented and discussed using the example of a specialisation module in the master's programme in computer science.

Keywords: Non-formal, Informal, Certification, Constructive Alignment, Lifelong Learning

¹ Goethe-Universität Frankfurt, studiumdigitale, Varrentrappstr. 40-42, 60486 Frankfurt/Main, tillmann@studiumdigitale.uni-frankfurt.de, <https://orcid.org/0000-0001-7230-7042>

² Goethe-Universität Frankfurt, studiumdigitale, Varrentrappstr. 40-42, 60486 Frankfurt/Main, eichhorn@studiumdigitale.uni-frankfurt.de, <https://orcid.org/0000-0003-3009-6667>

³ Goethe-Universität Frankfurt, studiumdigitale, Robert-Mayer-Str. 10, 60486 Frankfurt/Main, weiss@studiumdigitale.uni-frankfurt.de

⁴ Goethe-Universität Frankfurt, studiumdigitale, Robert-Mayer-Str. 10, 60486 Frankfurt/Main, bajrami@studiumdigitale.uni-frankfurt.de

⁵ Goethe-Universität Frankfurt, studiumdigitale, Varrentrappstr. 40-42, 60486 Frankfurt/Main, rizzo@studiumdigitale.uni-frankfurt.de

Eine Neuausrichtung universitären Lehrens, Prüfens und Zertifizierens im digitalen Zeitalter

Alexander Tillmann¹, Michael Eichhorn², David Weiß³, Elvir Bajrami⁴ und Angela Rizzo⁵

Abstract: Die formale Anerkennung informell bzw. non-formal erworbener Kompetenzen stellt eine zentrale Herausforderung für den Prozess des lebenslangen Lernens unter den Bedingungen der digitalen Transformation dar. Der Beitrag beschreibt zunächst aus der Perspektive von Informatik-Studierenden die Schwächen aktueller Studiengänge hinsichtlich der Integration außeruniversitär erworbener Kompetenzen. Entlang des Constructive Alignment-Ansatzes werden anschließend Möglichkeiten einer Neuausrichtung hochschuldidaktischer Lehre diskutiert, die auch außerhalb formaler Studiengänge erworbene Kompetenzen stärker berücksichtigt. Die Umsetzung dieser Neuausrichtung wird dabei am Beispiel eines Vertiefungs-Moduls im Masterstudiengang Informatik vorgestellt und diskutiert.

Keywords: Non-Formal, Informell, Zertifizieren, Constructive Alignment, Lebenslanges Lernen

1 Einleitung

Die formale Anerkennung außeruniversitär erworbener Kompetenzen stellt eine zentrale Herausforderung für einen flexiblen, lebenslangen Lernprozess dar, wie er unter den Bedingungen des Digitalzeitalters möglich und erforderlich ist [Se11]. Ausgehend von einer aktuellen Zustandsbeschreibung aus studentischer Perspektive, wird anschließend aus Sicht von Hochschullehrenden bzw. Studiengangs-Verantwortlichen ein Modell zur Neuausrichtung universitären Lehrens, Prüfens und Zertifizierens vorgestellt und Erfahrungen mit der Umsetzung im Masterstudiengang Informatik im Vertiefungs-Modul Educational Technologies reflektiert.

Die folgende Situationsbeschreibung aus Studierendenperspektive zeigt Schwächen des derzeit angebotenen Studiengangs Informatik auf und bietet konkrete Hinweise, durch welche Veränderungen des Lehr-/Lernangebotes unter der Perspektive einer Erweiterung

¹¹ Goethe-Universität Frankfurt, studiumdigitale, Varrentrappstr. 40-42, 60486 Frankfurt/Main, tillmann@studiumdigitale.uni-frankfurt.de, <https://orcid.org/0000-0001-7230-7042>

² Goethe-Universität Frankfurt, studiumdigitale, Varrentrappstr. 40-42, 60486 Frankfurt/Main, eichhorn@studiumdigitale.uni-frankfurt.de, <https://orcid.org/0000-0003-3009-6667>

³ Goethe-Universität Frankfurt, studiumdigitale, Robert-Mayer-Str. 10, 60486 Frankfurt/Main, weiss@studiumdigitale.uni-frankfurt.de

⁴ Goethe-Universität Frankfurt, studiumdigitale, Robert-Mayer-Str. 10, 60486 Frankfurt/Main, bajrami@studiumdigitale.uni-frankfurt.de

⁵ Goethe-Universität Frankfurt, studiumdigitale, Varrentrappstr. 40-42, 60486 Frankfurt/Main, rizzo@studiumdigitale.uni-frankfurt.de

und Neuausrichtung des hochschuldidaktischen Dreiecks [vgl. TEW19] von Lernzielformulierung, Lehr-/Lernaktivitäten und Prüfen/Anerkennen die Studiensituation verbessert werden kann.

2 Eine Studierendenperspektive auf Herausforderungen eines Studiums unter den Bedingungen des Digitalzeitalters

2.1 Herausforderungen und Hindernisse im Masterstudiengang Informatik

Die Informatik als eine sich rasch weiterentwickelnde Wissenschaft steht vor der Herausforderung, ihr Lehrangebot stetig um neue Inhalte erweitern zu müssen, die rasch an Relevanz gewinnen, wie in jüngster Vergangenheit z.B. die Teilgebiete “Big Data”, “Künstliche Intelligenz” und “Virtual Reality/Augmented Reality” zeigen. Die Aktualisierung der Curricula und Prüfungsordnungen müssten in kürzeren Zyklen erfolgen, um mit der inhaltlichen Weiterentwicklung Schritt zu halten, was in den gegebenen Strukturen der Hochschulen und den Prozessen der Curriculumentwicklung nur schwer möglich ist. Aktuelle Trends finden daher oft verspätet Eingang in die universitäre Lehre, was Studierende zwingt, sich das notwendige Wissen anderweitig anzueignen, beispielsweise durch Praktika und in der Freizeit. Da dies jedoch sehr zeitintensiv ist, geschieht diese non-formale Aneignung von Kompetenzen zu Lasten der Studienzeit.

Auch eine eigenständige Vertiefung, die über das Curriculum hinausgeht, wird von der Hochschule nicht anerkannt bzw. zertifiziert. Extracurricular, zum Beispiel im Rahmen einer Tätigkeit als Wissenschaftliche Hilfskraft, erworbene Teilkompetenzen lassen sich meist nicht als Studienleistungen anerkennen, da in den Modulbeschreibungen oft unklar bleibt, welche Kompetenzen und spezifischen Inhalte geprüft bzw. im Modul gelehrt werden. Viele Veranstaltungsbeschreibungen beinhalten nur recht allgemeine Informationen über die zu vermittelnden Inhalte und Lernziele. So ist es aktuell selten möglich basierend auf Veranstaltungsbeschreibungen selbstständig abzuschätzen, inwiefern man Zielkompetenzen erfüllt. Im Zweifelsfall muss man eine Veranstaltung besuchen, obwohl man die darin vermittelten Kompetenzen bereits non-formal erlangt hat.

Zusätzlich zur Eigenmotivation der Studierenden wird seitens vieler Arbeitgeber häufig arbeitspraktische Erfahrung verlangt, da im Studium Schlüsselkompetenzen wie das selbständige Aneignen notwendigen Wissens bei Projektarbeiten, eigenständiges Lösen von Problemen bei Projekten mit minimalen Vorgaben sowie Zeit- und Krisenmanagement bei Projektarbeit oft eine eher untergeordnete Rolle spielen.

Des Weiteren wird in der Prüfungsordnung als eines der Ziele des Masterstudiengangs Informatik genannt, die Auswirkungen des Fachs auf die Gesellschaft hinsichtlich verschiedener Aspekte abschätzen zu können. Tatsächlich zeichnen sich jedoch viele Veranstaltungen des Studiengangs durch einen eher übertakelten Lehrplan aus, so dass

solche reflexiven Prozesse kaum zum Tragen kommen. Für Studierende mit Arbeitserfahrung, welche die Auswirkungen ihres Fachs auf die Gesellschaft während ihrer Beschäftigung durch interdisziplinäre Kollaboration und Kooperation erfahren haben, ist es beispielsweise auch nicht möglich, dieses Wissen und Fähigkeiten im Umgang mit derartigen Konfliktsituationen im universitären Kontext anrechnen zu lassen.

2.2 Neuausrichtung des Verhältnisses von Lernzielen, Lehr-/Lernaktivitäten und Prüfen

Die Erweiterung und Modifikation hochschuldidaktischer Ansätze wie das vielfach genutzte Constructive Alignment [Bi96] um non-formale Lernaktivitäten, die von Studierenden selbstbestimmt erfolgen, können den Hochschulen eine notwendige Agilität verschaffen, um auf aktuelle Anforderungen von Flexibilität und Durchlässigkeit des Bildungssystems, Mobilität und Steigerung von Beschäftigungsfähigkeit angemessen reagieren zu können. Es ist davon auszugehen, dass die Bedeutung bekannter Studienmodelle zurückgeht und das veränderte Studienverhalten erhebliche Auswirkungen auf die Hochschulangebote hat [Or19]. Die Hochschulen müssen verstärkt auf vorhandene Fähigkeiten, Fertigkeiten und Vorkenntnisse reagieren, ihre Angebote entsprechend anpassen und auch die Zertifizierung zum Beispiel online erworbener Kompetenzen ermöglichen (vgl. ebd).

Wenn wir davon ausgehen, dass mehr und mehr Lehr-Lernaktivitäten durch die Nutzung bereits vorhandener, frei verfügbarer digitaler Lernressourcen stattfindet, die sich mit Hilfe des Internets einfach auffinden, nutzen, anpassen und weiterentwickeln lassen, dann ergibt sich eine Verschiebung des Dreiecks-Verhältnisses von Lernzielen, verstanden als zu erzielende Lernergebnisse (ILOs, für engl: Intended Learning Outcomes), Lehr-/Lernaktivitäten (TLAs, für engl. Teaching and Learning Activities) und Prüfen (Assessment) universitärer Lehre. Welche Folgen sind damit für die institutionelle Lehre verbunden?

2.3 Teaching and Learning Activities (TLAs)

Während in Zukunft ein immer größerer Teil der Lehr-/Lernaktivitäten im Rahmen selbstbestimmter, informeller und non-formaler Lernprozesse stattfindet, bleibt ein kleinerer Anteil an Lehr-/Lernaktivitäten im formalen Kontext bestehen. Universitäres Lernen stellt nur ein Element in vielfältigen Bildungsbiographien der Studierenden dar. Die zunehmende Bedeutung informeller und non-formaler Lernprozesse, häufig mit mehr Praxis- und Arbeitsweltbezug, beim Verfolgen eigener Projekte, beim Jobben (die Mehrheit der Studierenden ist heute erwerbstätig [Mi17]) oder bei Berufspraktika (Saracetti, 2009), führt - verstärkt durch die Digitalisierung - zu einem Verlust der "Herrschaft des Wissens" institutioneller Bildungseinrichtungen. Welche Funktion im Lehr-/Lernprozess kommen dann zukünftig den Universitäten zu? Eine wichtige Aufgabe für Lehrende wäre es, als Kurator*innen aus dem vielfältigen Online-Angebot

auszuwählen und Materialien, Kurse und Kanäle zu empfehlen, abgestimmt auf intendierte Lernergebnisse und Prüfungen. Es stellt sich hier die Frage, welche Inhalte und Veranstaltungsformen eher durch ein Selbststudium erschlossen werden könnten (z.B. Vorlesungen?) und welches Wissen und welche Kompetenzen eingebracht werden können, die bereits zuvor erworben wurden.

Was könnte dann den zukünftigen Kern an formalen Lehr-/Lernaktivitäten ausmachen? Je nach Vorerfahrungen und vorheriger Bildungsbiographie gestaltet sich der Einstieg in ein stärker selbstgesteuertes Lernen als schwierig, so dass ein Teil der Studierenden beim Lernen lernen unterstützt werden müsste, d.h. wie man zum Beispiel eine persönliche digitale Lernumgebung (PLE, [BAT11]) und Lernnetzwerke (PLN, [RM11]) aufbaut oder ein eigenes Kompetenzprofil entwickelt und sichtbar macht. Diese Unterstützung könnte noch stärker von Tutor*innen und Peers wahrgenommen werden. Würden Grundlagen vorwiegend eigenständig erarbeitet oder bereits mitgebracht, so blieben für die universitäre Lehre komplexere z.B. forschungs- und projektorientierte Formate und Spezialisierungen, die (wieder) näher an der Forschung der Lehrenden anknüpfen. Auf diese Weise bietet die Digitalisierung eine Chance, das Humboldtsche Bildungsideal mit der Einheit von Forschung und Lehre wieder stärker zu praktizieren. Die Zeit in Präsenz könnte qualitativ anders genutzt werden, indem Inhaltsvermittlung stark reduziert (Vorlesungen, klassische Referate-Seminare) und stattdessen Diskussion, Reflexion und Austausch in den Vordergrund gerückt würden. Auch die Universität, verstanden als lernende Institution, könnte noch stärker vom Austausch mit Studierenden profitieren (z.B. durch Feedback Loops), die ihr außerhalb der Universität erworbenes Wissen und Können einbringen. Studierende spüren häufig und frühzeitig neue Trends und Entwicklungen auf und bringen so neue Forschungsthemen ein.

2.4 Intended Learning Outcomes (ILOs)

Unter ILOs (Lernergebnissen) werden Aussagen darüber verstanden, was Studierende nach dem Absolvieren eines Studienmoduls wissen oder können. Sie machen den Studierenden transparent, was durch die Lehrveranstaltung erreicht werden soll. So können Studierende selbst Verantwortung für den Lernprozess übernehmen und es eröffnen sich auch alternative Lernwege. Wenn ich als Studierender weiß, was durch die Lehrveranstaltung erreicht werden soll, können eben auch alternative, selbst gewählte Lernaktivitäten zum gleichen Ziel führen (z.B. OER-Materialien nutzen, sich in einer Internet-Community dazu austauschen oder sich an einem MOOC beteiligen). Eine sehr viel genauere, fein-granulare Beschreibung der in den einzelnen Studienmodulen verlangten Lernergebnissen bzw. Leistung ist dabei notwendig, um bereits vorhandene Teilkompetenzen identifizieren und schließlich anerkennen zu können.

Bei der Planung von Lehrveranstaltungen gehen viele Lehrende von den Lehrinhalten aus, die vermittelt werden sollen und erstellen zum Beispiel eine stichpunktartige Liste mit Inhalten, die sie dann über das Semester verteilen. Da es bei diesem Vorgehen schwierig ist, Lernergebnisse abzuleiten, sollte man genau umgekehrt vorgehen. Zunächst also die

intendierten Lernergebnisse formulieren und erst anschließend daraus die Inhaltspunkte ableiten. Eine geeignete Methode ist es, lernergebnisorientierte Standards bei der Formulierung von Lernergebnissen anzuwenden, die mittels konkreter und beobachtbarer Verben die zu erbringenden Leistungen der Studierenden qualifizieren. Taxonomien, wie die nach Anderson et al. [AKB01], kategorisieren diese Verben nach zunehmend komplexeren Leistungen (z.B. Verstehen, Anwenden, Analysieren) und können als Standards genutzt werden. Werden Lernergebnisse detailliert und unter Beachtung dieser Standards formuliert, können Studierende sehr viel besser selbst einschätzen, ob sie das Lernergebnis bereits erreicht haben oder nicht bzw. ob sie bereits über die geforderten Kompetenzen verfügen. Lernergebnisse nach dem Muster „Am Ende der Veranstaltung können die Studierenden...“ mit der Beschreibung durch standardisierte Verben sind beobachtbar und prüfbar und daher eine wesentliche Voraussetzung zum Abgleich bereits vorhandener Kompetenzen und deren Anerkennung. Zertifikate und Badges, die im Rahmen von non-formalen Lernprozessen erworben wurden, sollten daher ebenso auf standardisierten Kompetenzbeschreibungen basieren, um einen Abgleich zu erleichtern.

Die Transparenz von Studienanforderungen an Kompetenzen und Wissen könnte durch interaktive Modulhandbücher stark erhöht werden, indem Lernziele detailliert beschrieben und Inhalte wie Skripte, Folien und Vorlesungsaufzeichnungen direkt verlinkt und durch Beispiel-Lern- und Prüfungsaufgaben konkretisiert werden und bereits vor der Veranstaltung zur Verfügung stünden. Bei der feingranularen Beschreibung von Kompetenzen würde deutlich, welche (Teil-)Kompetenzen in mehreren Studiengängen gefordert werden und wo eine verstärkte Zusammenarbeit der Fächer bei der Curriculumsentwicklung und Umsetzung sinnvoll wäre.

2.5 Assessment

Zurzeit gibt es im deutschen Hochschulsystem kein systematisches Verfahren zur Validierung anderweitig erworbener Kompetenzen, das zur Vergabe eines anerkannten Abschlusses führt [Gu19]. Voraussetzung zur Anerkennung non-formal und informell erworbener Kompetenzen ist die Passung zwischen Lernergebnissen und Prüfungsanforderungen, damit Kompetenzen, für die bisher keine Zertifizierung vorliegt oder diese nicht direkt von der Hochschule anerkannt werden, in einer Prüfung nachgewiesen werden können. Neben den Gütekriterien der Objektivität, Reliabilität und Validität müssten Prüfungen auch Aspekten der Skalierbarkeit Rechnung tragen, wenn die Anerkennung von anderweitig erworbenen Kompetenzen in einem größeren Maßstab erfolgen soll. Das einzige im Leitfaden der europäischen Kommission aufgeführte Instrument [Ce16, S. 59], das die Anforderungen an Qualitätskriterien und Skalierbarkeit erfüllen kann, sind Tests und kriteriale Prüfungen, die aus unserer Sicht als lernergebnisorientierte Standards wegen ihrer Abwendung von Input-Faktoren wie Lernort- oder -dauer als Basis zur Zertifizierung dienen können. Anhand der Ergebnisse der Prüfungsaufgaben kann dann eingeschätzt werden, ob die Studierenden die Anforderungen auf dem angestrebten Leistungsniveau erreicht haben. Mithilfe

automatisiert auswertbarer Tests können niedrige und mittlere Lernzielniveaus (Erinnern, Verstehen, Anwenden und Analysieren, vgl. [AKB01]) überprüft werden. Durch die Automatisierung freiwerdende Ressourcen sollten dann für die Diagnose von Kompetenzen hoher Lernzielniveaus (Bewerten, Entwickeln) verwendet werden, die sich nur sehr schwer standardisiert testen lassen bzw. individuelle Auswertung benötigen, wie z.B. von Portfolio- oder Projektarbeit.

2.6 Kritische Aspekte und Hürden der Umsetzung

Wird vermehrt in unterschiedlichen non-formalen Kontexten und bei verschiedenen Bildungsanbietern gelernt, stellt sich die Frage, wie dann noch ein Sozialisationsprozess im Fach stattfinden kann? Auch wenn dieser oftmals als wichtig eingeschätzt wird, so zeigt sich doch, dass Frage- und Problemstellungen fachübergreifende Bearbeitung und interdisziplinäre Forschung erfordern und Methoden aus unterschiedlichen Fachrichtungen kombiniert zur Anwendung kommen. Vielleicht wird daher die Sozialisation im Fach aus inhaltlichen Gesichtspunkten überschätzt und spielt vor allem noch für eine wissenschaftliche Karriere eine Rolle.

Beim selbstgesteuerten Lernen könnte es darüber hinaus dazu kommen, dass Lernende ohne es sich bewusst zu machen in eine so genannte "Filterblase" geraten und Inhalte vertiefen, die Mindermeinungen einzelner Wissenschaftler*innen darstellen oder nicht nach allgemein anerkannten wissenschaftlichen Methoden und Verfahren entstehen, wie beispielsweise das „Fach“ der Homöopathie. Welche Erkenntnisse nach wissenschaftlichen Verfahren gewonnen wurden, ist nicht leicht zu erkennen, da vor allem online jede(r) Lerninhalte zur Verfügung stellen kann. "Lernen lernen" unter diesen Bedingungen der Digitalität bedeutet daher im Dialog mit anderen in persönlichen Lernnetzwerken zu lernen [vgl. Ro18], in denen z.B. nach Prinzipien des Learning/Working-out-loud [KM18] Lernprozesse transparent gemacht und Lerninhalte reflektiert werden.

Eine Herausforderung besteht im Abgleich von anderweitig erworbenen Kompetenzen mit den von der Hochschule geforderten. Ausgehend von einem interaktiven Modulhandbuch zur Sammlung der zu vermittelnden Inhalte und Kompetenzen, stellt sich die Frage, inwieweit es Studierenden gelingt, die eigenen Kompetenzen und das vorhandene Vorwissen dahingehend abzugleichen. Problematisch ist dabei insbesondere, neben der Fähigkeit sich selber objektiv einschätzen zu können, dass möglichst kleinteilige "Herunterbrechen" der eigenen Kompetenzen und des Vorwissens in nachvollziehbare und somit überprüfbare Einheiten, die häufig voneinander abhängen, aufeinander verweisen oder aber Untermengen bilden. Somit liegt es in erster Linie an der Institution ein möglichst konsistentes Gesamtbild des aktuellen Curriculums und Bedingungen zur Anerkennung darzustellen und für den Studierenden verständlich zugänglich zu machen. Ein Weg für einen (teil-)automatisierten Abgleich von Kompetenzen könnte die Überführung von Lernzielen in natürlicher Sprache in eine ontologiebasierte Darstellung

sein [WT19], die die interaktiven Modulhandbücher um Curriculum Maps mit formalisierten Lernzielcodierungen ergänzen.

3 Erfahrungen mit der Umsetzung im Masterstudiengang Informatik im Vertiefungs-Modul *Educational Technologies*

Im Folgenden werden Praxiserfahrungen mit den oben beschriebenen Veränderungen im Verhältnis von Lehr-/Lernzielen, Methoden und Prüfungsformen in einer Lehrveranstaltung des Masterstudiengangs Informatik vorgestellt.

3.1 Lern- und Kompetenzziele des Moduls

Das Modul Educational Technologies umfasst 6 CPs und besteht aus einer Vorlesung sowie einer begleitenden Übung, welche mit der Vorlesung eng verzahnt ist. Im Modul werden aktuelle Konzepte und Methoden der technologiebezogenen empirischen Lehr-/Lernforschung thematisiert. Dabei führt die Veranstaltung in die Entwicklung geeigneter Forschungsdesigns zu Fragestellungen der Educational Technologies ein und stellt verschiedene Methoden der Datenerhebung und Datenauswertung vor. Mit Hilfe kleinerer Aufgabenstellungen sowie der Durchführung eines empirischen Übungsprojekts werden die vorgestellten Konzepte und Methoden praktisch erprobt.

Ausgehend von diesen Inhalten lassen sich verschiedene Kompetenzziele formulieren, die auch im begleitenden Modulhandbuch beschrieben sind: Die Studierenden können die Grundlagen der Testtheorie und Fragebogenkonstruktion in angeleiteten Übungsprojekten anwenden. Sie kennen Methoden der Hypothesengewinnung und Theoriebildung sowie populationsbeschreibende und hypothesenprüfende Verfahren und können diese im Rahmen von Übungsaufgaben anwenden. Die Studierenden können einfache statistische Prozeduren (z.B. Häufigkeits- oder Kreuztabellen, T-Tests) und anspruchsvolle Methoden zur Datenanalyse (z.B. lineare Regression, Faktoren- oder Cluster-Analyse) anwenden und deren Einsatzmöglichkeiten und -grenzen kritisch reflektieren (vgl. Modulhandbuch EduTeSt, 2019).

Neben den beschriebenen fachlichen Kompetenzen erwerben die Studierenden beim Besuch dieses Moduls, speziell durch die Konzeption als reine Online-Veranstaltung, auch digitale Kompetenzen, insbesondere im Bereich der Medienproduktion durch die Erstellung digitaler Lernmedien sowie der digital gestützten Kooperation im Rahmen des Übungsprojekts [vgl. EMT17].

3.2 Methodisch-didaktischer Aufbau

Aufgrund der coronabedingten Einschränkungen im Sommersemester 2020 wurde das Modul als reine Online-Veranstaltung konzipiert. Diese sah die einen sehr hohen asynchronen Selbstlernanteil vor, in dem die Masterstudierenden eigenständig Inhalte erarbeiteten und über die Lernplattform Moodle betreut wurden. Den Lehrenden eröffnete sich so die Möglichkeit, die synchronen Elemente in Form von Videokonferenzen für Fragen und Diskussion zu nutzen und die Studierenden auf die Gruppenarbeit in der Projektphase vorzubereiten.

Der erste Teilabschnitt des Moduls folgte dem didaktischen Ansatz des Lernens durch Lehren [Ma85]: Die Studierenden erarbeiteten dabei in Kleingruppen weitgehend autonom jeweils ein statistisches Verfahren und bereiteten die relevanten Inhalte für die Kommiliton*innen auf, beispielsweise in Form eines Lernprogramms oder auch eines Screencast-Videos. Zur Vertiefung erstellten die Gruppen zusätzlich jeweils einen Beispieldatensatz sowie eine Übungsaufgabe für die Statistik-Software „R“, welche die übrigen Studierenden als formatives Assessment zur Lernstandsüberprüfung verwenden konnten. Neben der vertieften inhaltlichen Auseinandersetzung konnte auf diese Weise auch der Erwerb digitaler Medienproduktions-Kompetenz initiiert werden. Die erstellten Materialien wurden auf der Lernplattform gesammelt und dort allen Studierenden zur Verfügung gestellt. Diese erarbeiteten sich in einer anschließenden Selbstlernphase die verschiedenen statistischen Verfahren anhand der von den Peers erstellten Lernmaterialien und bearbeiten die dazugehörigen Übungsaufgaben aus der Gruppenarbeitsphase. Abgeschlossen wurde der Modulabschnitt durch eine Online-Prüfung mit MC-Fragen.

Im zweiten Teilabschnitt des Moduls stand dann die Bearbeitung eines Forschungsprojekts in Kleingruppen im Mittelpunkt, wodurch auch die Ausbildung höherer Lernzielniveaus erreicht werden sollte. Dabei konzentrierten sich die Studierenden auf den Bereich der Datenauswertung und Interpretation mit Hilfe statistischer Verfahren, was im Kern den Lernzielen des Moduls entspricht. Entlang vorher gemeinsam erarbeiteter Forschungsfragestellungen analysierten die Studierenden-Gruppen einen vorgegebenen Datensatz mit Hilfe der Statistik-Software „R“, wobei sie die im ersten Teil der Veranstaltung erarbeiteten Inhalte in einem forschungspraktischen Setting anwenden sollten. Die Ergebnisse der Analyse wurden von den Gruppen anschließend im Hinblick auf die Forschungsfragen ausgewertet und interpretiert. Der Analyse- und Interpretationsprozess sowie die Ergebnisse wurden dabei von jeder Gruppe in einem Forschungsbericht dokumentiert.

Das hier beschriebene Lehr-Lern-Setting nutzt die besonderen Voraussetzungen des Online-Semesters, um Möglichkeiten zu erproben, wie in zukünftigen Veranstaltungen eine sinnvolle Verzahnung von non-formalen und informellen Lernprozessen mit einer formaler Hochschullehre aussehen könnte. Damit soll ein Prozess angestoßen werden, auch anderweitig erworbene Kompetenzen der Studierenden sichtbar zu machen und in den formalen Lernprozess des Hochschulstudiums zu integrieren. Die Lehr-Lern-Aktivitäten werden dafür bewusst in zwei Abschnitte unterteilt. Bei der Konzeption ist

dabei bereits intendiert, dass die im ersten Teil erworbenen Kompetenzen im Umgang mit der Software „R“ sowie den verschiedenen statistischen Analyseverfahren, grundsätzlich auch außerhalb des formalen Kontexts der Lehrveranstaltung erworben werden können. Die Autor*innen planen zu diesem Zweck, die im Rahmen des Moduls erarbeiteten Inhalte und Materialien als Basis für ein detailliertes, interaktives Modulhandbuch zu nutzen (vgl. Abschnitt 2.4). Neben einer feingranularen Beschreibung der Lernziele und Kompetenzen werden darin auch die erstellten Lernmaterialien und Übungsaufgaben verlinkt sein. Demgegenüber fördert die Arbeit am Forschungsprojekt im zweiten Teil die (Online-) Kooperation der Studierenden und nutzt die Möglichkeiten des formalen Settings, wie in Abschnitt 2.3 beschrieben, für einen diskurs- und problemorientierten Lernprozess. Dieses Vorgehen spiegelt sich auch in der Wahl der verschiedenen Assessment-Formen.

3.3 Prüfungsformate

Gemäß dem Modell des Constructive Alignment [Bi96] sollten die Form sowie die Anforderungen der Lernzielüberprüfung sowohl zu den intendierten Lehr-Lernzielen sowie auch zu den eingesetzten Lehr-Lern-Aktivitäten passen. Wie in Kapitel 2.6 beschrieben, eignen sich automatisiert auswertbare Tests besonders zur Überprüfung niedriger bis mittlerer Lernzielniveaus, während zum Überprüfen höherer Taxonomiestufen eher individuell auswertbare Prüfungsformen wie Portfolios oder Projektberichte geeignet sind.

Für den ersten Teilabschnitt des Moduls wird daher eine zweiteilige Prüfungsleistung eingesetzt. Zur Dokumentation der aktiven Teilnahme am Modul, kommt ein mehrstufiges Badge-System zum Einsatz. Die Abstufung der Badges folgt dabei dem Stufen-Modell zur Beschreibung digitaler Kompetenzen von Eichhorn, Müller & Tillmann [EMT17]:

- *-Badge: **Grundlagen-Wissen**; eine statistische Methode wurde durch Bearbeitung eines Lernprogramms angeeignet
- **-Badge: eine statistische Methode konnte **angewendet** werden, nachgewiesen durch Analyse eines Beispiel-Datensatzes
- ***-Badge: Studierende konnten beim Erlernen einer statistischen Methode **angeleitet** werden, nachgewiesen durch die Erstellung eines Lernprogramms

Eine online auf der Lernplattform Moodle durchgeführte Multiple Choice Prüfung diene dann der Kompetenzüberprüfung der im Rahmen der Gruppenarbeit sowie in der anschließenden Selbstlernphase erworbenen Kompetenzen zur Anwendung verschiedener statistischer Verfahren und Methoden. Die Prüfung adressiert dabei sowohl untere Taxonomiestufen („Erinnern“, „Verstehen“) als auch mittlere Lernzielniveaus, vorzugsweise durch Anwendungsaufgaben, die mit Hilfe der Software „R“ bearbeitet werden müssen.

Die Lernzielüberprüfung des Forschungsprojekts geschieht über einen Forschungsbericht, mit dem jede Studierendengruppe ihre Forschungsarbeit dokumentiert und entlang der erarbeiteten Forschungsfragen auswertet. Mit Hilfe dieses offenen Prüfungsformats lassen sich die stärker problemorientierten, höheren Taxonomiestufen überprüfen.

4 Fazit und Ausblick

Ausgehend von einer Studierendenperspektive auf aktuelle und zukünftige Herausforderungen im Studiengang Informatik werden entlang des hochschuldidaktischen Modells des Constructive Alignment Wege hin zu flexibleren Studienmodellen skizziert, die auf veränderte individuelle und gesellschaftliche Anforderungen reagieren. Die Umsetzung von Konzepten wie der Universität als lernende Institution (vgl. Abschnitt 2.3) könnte auch zu einem Agieren der Universitäten führen und den digitalen Wandel aktiv gestalten. Dazu gehört neben dem systematischen Austausch mit Studierenden, die ihr außerhalb der Universität erworbenes Wissen und Können auch zur inhaltlichen Weiterentwicklung der Universität einbringen, die Anerkennung von auf neuen, häufig digitalen Lernwegen erworbenen Kompetenzen. Über die Reflexion von Erfahrungen der Umgestaltung eines Studienmoduls im Vertiefungsstudiengang Educational Technologies der Goethe-Universität Frankfurt wird schließlich ausgelotet, welche Elemente eines Studienmoduls durch Standardisierung und Formalisierung über automatisiert auswertbare Tests oder über Badges, die auch außerhalb der Universität erworben werden, zu einer formalen Anerkennung von non-formal und informell erworbenen Kompetenzen führen können. Darüber hinaus wird deutlich, dass Kompetenzen wie die Interpretation und Diskussion von Ergebnissen einer statistischen Datenanalyse, die im Rahmen von didaktischen Modellen wie dem forschenden Lernen beim selbst forschen [vgl. Re15] erworben werden, sich bisher nicht automatisiert und damit skalierbar erfassen lassen. Der Prozess der Umgestaltung eines Studienmoduls, das Möglichkeiten der Anerkennung non-formal und informell erworbener Kompetenzen bietet, eröffnet die Chance, über das Verhältnis von Wissenswiedergabe und Wissensanwendung einerseits, die prinzipiell auch sehr gut selbstgesteuert und auch außerhalb der Universität adressiert werden können und enaktiver Formen wie dem forschenden Lernen andererseits [ebd.] zu reflektieren und den Kern universitären Lehrens und Lernens unter den Bedingungen des digitalen Wandels neu zu bestimmen.

Literaturverzeichnis

- [AKB01] Anderson, L. W.; Krathwohl, D. R.; Bloom, B. S.: A Taxonomy for Learning, Teaching, and Assessing. A Revision of Bloom's Taxonomy of Educational Objectives. Longman Publishing Group, London, 2001.
- [BAT11] Buchem, I.; Attwell, G.; Torres Kompen, R.: Understanding Personal Learning Environments: Literature review and synthesis through the Activity Theory lens, 2011.

- [Big96] Biggs, John: Enhancing teaching through constructive alignment. In: Higher education 32 (1996), 3, S. 347–364
- [Ce16] Cedefop: Europäische Leitlinien für die Validierung nicht formalen und informellen Lernens. Luxemburg: Amt für Veröffentlichungen der Europäischen Union, 2016.
- [EMT17] Eichhorn, M.; Müller, R.; Tillmann, A.: Entwicklung eines Kompetenzrasters zur Erfassung der „Digitalen Kompetenz“ von Hochschullehrenden. In (Igel, C. Hrsg.): Bildungsräume. Proceedings der 25. Jahrestagung der Gesellschaft für Medien in der Wissenschaft 5. bis 8. September 2017 in Chemnitz. Waxmann, Münster, New York, 2017; S. 209–219.
- [Gu19] Gutschow K.: Validierung und Anerkennung informell erworbener Kompetenzen. In: Arnold R., Lipsmeier A., Rohs M. (eds) Handbuch Berufsbildung. Springer Reference Sozialwissenschaften. Springer VS, Wiesbaden, 2019.
- [KM18] Kühn, G.; Marx, M.: Learning Out Loud. Einführung einer Lernkultur 4.0. In Manager-Seminare, 2018, 249; S. 72–78.
- [Ma85] Jean-Pol Martin: Zum Aufbau didaktischer Teilkompetenzen beim Schüler. Fremdsprachenunterricht auf der lerntheoretischen Basis des Informationsverarbeitungsansatzes. Dissertation. Narr, Tübingen, 1985.
- [Mi17] Middendorff, E. et al.: Die wirtschaftliche und soziale Lage der Studierenden in Deutschland 2016. 21. Sozialerhebung des Deutschen Studentenwerks – durchgeführt vom Deutschen Zentrum für Hochschul- und Wissenschaftsforschung, Berlin, 2017.
- [Or19] Orr, D. et al.: AHEAD – Internationales Horizon-Scanning: Trendanalyse zu einer Hochschullandschaft in 2030 – Hauptbericht der AHEAD-Studie. Hochschulforum Digitalisierung, Berlin, 2019.
- [Re15] Reinmann, G.: Prüfungen und Forschendes Lernen. In (Mieg, H. A. & Lehmann, J. Hrsg.): Forschendes Lernen: Programmatik und Praxis. Frankfurt am Main: Campus Verlag, 2015; S. 115–128.
- [RM11] Richardson, W.; Mancabelli, R.: Personal Learning Networks: Using the Power of Connections to Transform Education, 2011.
- [Ro18] Rosa, L.: Mobil in die Lernepoche. Das Ganze verstehen, um im Einzelnen erfolgreich zu handeln. In (Brendel, N.; Schröder, G.; Schwarz, I. Hrsg.): Globales Lernen im digitalen Zeitalter, 2018; S. 49–77.
- [Se11] Seidel, S.: Anerkennung informell erworbener Kompetenzen. In: Severing, E.; Weiß, R. (Hrsg.): Prüfungen und Zertifizierungen in der beruflichen Bildung. Bonn, 2011; S. 115–133.
- [TEW19] Tillmann, A.; Eichhorn, M.; Weiß, D.: Zertifizierung von informellen und non-formalen Lernprozessen. Identifizierung, Strukturierung und Anerkennung von Kompetenzen im Kontext Hochschule. In (Schulz, S. Hrsg.): Proceedings of DELFI Workshops 2019. Gesellschaft für Informatik e.V, Bonn, 2019; S. 86–93.
- [WT19] Wunderlich, J.; Tilebein, M.: Überführung von Lernzielen in natürlicher Sprache in eine ontologiebasierte Darstellung. Gesellschaft für Informatik e.V.z, 2019.

Skills-Matching and Skills Intelligence through Curated and Data-driven Ontologies

Usage scenarios, practical examples and the question: Who annotates education?

Robert Rentzsch ¹ and Mila Staneva²

Abstract: This paper reviews the fields of application of classification systems for job-relevant skills and competences. European and international public and private-sector developments for Skills Matching (in particular the matching of jobs and job seekers) and Skills Intelligence (labour market analyses and forecasts, in particular for political decision makers) are examined in an exemplary manner. We first provide an overview of the internationally most influential skills taxonomies and ontologies of the classical kind, which are created and curated by experts. These are contrasted with new, data-driven classifications. Subsequently, we describe the different areas of application of both classification types, followed by a wide variety of practical examples of initiatives, projects and products in the above-mentioned areas. The outlook section especially addresses the question of why and how, in addition to applicants and jobs, all types of educational programs should be annotated with skills taxonomies in the future.

Keywords: skills, competencies, qualifications, skills, jobs, matching, taxonomy, ontology, classification, ESCO, O*NET, recruiting, job market, analysis, education, training programs.

¹ Institut für Innovation und Technik (iit), Steinplatz 1, 10623 Berlin, rentzsch@iit-berlin.de, 
<https://orcid.org/0000-0003-0932-8777>

² Institut für Innovation und Technik (iit), Steinplatz 1, 10623 Berlin, staneva@iit-berlin.de

„Skills-Matching“ und „Skills Intelligence“ durch kuratierte und datengetriebene Ontologien

Überblick, Praxisbeispiele und die Frage: Wer annotiert die Bildungsangebote?

Robert Rentzsch ¹ und Mila Staneva²

Abstract: Dieser Beitrag beschäftigt sich mit den Einsatzbereichen von Klassifikationssystemen für beruflich relevante Fähigkeiten bzw. „Skills“. Dabei werden europäische und internationale Entwicklungen von staatlicher wie privatwirtschaftlicher Seite in den Bereichen Skills-Matching (insb. der Abgleich von Arbeitsstellen mit Arbeitskräften) und Skills Intelligence (Arbeitsmarktanalysen und -vorhersagen, insb. für politische Akteure) beispielhaft beleuchtet. Zunächst erfolgt ein Überblick über die international einflussreichsten Fähigkeiten-Taxonomien und -Ontologien klassischer Art, welche von Expert/innen erstellt und kuratiert werden. Diese werden neuen, datengetriebenen Klassifikationen gegenübergestellt. Im Anschluss werden die verschiedenen Einsatzbereiche beider Klassifikations-Typen genauer betrachtet, woraufhin eine Vielzahl von Praxisbeispielen für Initiativen, Projekte und Produkte in den o. g. Bereichen beschrieben werden. Der Ausblick beschäftigt sich abschließend besonders mit der Frage, warum und wie neben Bewerbern und Stellen künftig auch Bildungsangebote mit Fähigkeiten-Taxonomien annotiert werden sollten.

Keywords: Fähigkeiten, Skills, Berufe, Jobs, Matching, Kompetenzen, Taxonomie, Ontologie, Klassifikation, ESCO, O*NET, Recruiting, Arbeitsmarkt, Analyse, Bildungsangebote, Weiterbildung.

¹ Institut für Innovation und Technik (iit), Steinplatz 1, 10623 Berlin, rentzsch@iit-berlin.de, 
<https://orcid.org/0000-0003-0932-8777>

² Institut für Innovation und Technik (iit), Steinplatz 1, 10623 Berlin, staneva@iit-berlin.de

1 Überblick

Seit langem, systematisch seit den 1960er Jahren, nutzen Staaten und Organisationen für statistische Zwecke und im Rahmen von Standardisierungsbestrebungen Systeme, um Berufe und Berufsgruppen zu klassifizieren. Die international einflussreichste Klassifikation dieser Art ist die „Standard Classification of Occupations“ (ISCO)³ der Internationalen Arbeitsorganisation (ILO), zu der auch die deutsche Klassifikation der Berufe (KldB)⁴ kompatibel ist. Im Zuge der zunehmenden Ausdifferenzierung des Arbeitsmarktes und der beruflichen Rollen kamen dazu ab den 1990er Jahren erste Fähigkeiten-Taxonomien, bspw. als Teil der Datenbank „Occupational Information Network“ (O*NET)⁵ in den USA und in Form des mehrsprachigen europäischen „Dictionary of Skills and Competencies“ (DISCO)⁶. Die EU-Kommission (EU-KOM) entwickelt seit 2010 das nunmehr 27-sprachige Klassifikationssystem „European Skills, Competences, Qualifications and Occupations“ (ESCO)⁷. Bei diesem handelt es sich, wie auch bei O*NET, nicht um eine einzelne Taxonomie, vielmehr werden sowohl Berufe bzw. Berufsfelder als auch Fähigkeiten und Wissen in getrennten Säulen als Konzepte hierarchisch erfasst, wobei durch Querverweise bspw. beschrieben wird, welche Fähigkeiten für einen bestimmten Beruf benötigt werden; die dritte Säule, „Qualifikationen“, wird im Fazit noch einmal aufgegriffen. ESCO und O*NET sind demnach Ontologien, die Verknüpfungen zwischen Konzepten aus verschiedenen Taxonomien herstellen. Mit Stand Juni 2020 enthält ESCO ca. 13.500 Fähigkeits-, Wissens- und Einstellungs-/Wertekonzepte⁸ sowie ca. 3000 Berufskonzepte. In [SF17] findet sich eine Übersicht weiterer nationaler Klassifikationen.

Die Fähigkeiten und Berufe in ESCO und O*NET werden jeweils von Teams aus Sektorenexpert/innen auf Basis ihres Domänenwissens kuratiert. Auf ähnliche Weise werden viele kleinere, sektorenspezifische Taxonomien erstellt. Beispiele sind die EU-Projekte DigComp⁹ und e-Competence-Framework¹⁰ im IT-Bereich, EntreComp¹¹ für unternehmerische Kompetenzen und der Nationale Kompetenzbasierte Lernzielkatalog der Medizin (NKLM)¹² sowie Medbiquitous¹³ für medizinische Berufe. Alternativ dazu wurden in den letzten Jahren privatwirtschaftlich eine Vielzahl datengetriebener Ontologien entwickelt, von spezialisierten Software-Anbietern für die Bereiche Personalfindung und -verwaltung (HR), aber auch von Tech-Giganten wie Google und

³ <https://www.ilo.org/public/english/bureau/stat/isco>

⁴ <https://statistik.arbeitsagentur.de/Navigation/Statistik/Grundlagen/Klassifikationen/Klassifikation-der-Berufe/Klassifikation-der-Berufe-Nav.html>

⁵ <https://www.onetcenter.org>

⁶ <http://disco-tools.eu>

⁷ <https://ec.europa.eu/esco/portal/home>

⁸ https://ec.europa.eu/esco/portal/escopedia/Skills_pillar

⁹ <https://ec.europa.eu/jrc/en/digcomp>

¹⁰ <https://www.ecompetences.eu/>

¹¹ <https://ec.europa.eu/social/main.jsp?catId=1317>

¹² <http://www.nklm.de>

¹³ https://www.medbiq.org/competency_object

LinkedIn. Hierbei werden üblicherweise sehr große Datensätze aus Stellenanzeigen mit Algorithmen des Natural Language Processing (NLP) und des maschinellen Lernens (ML) analysiert und verarbeitet. Auf Basis der gelernten Abhängigkeitsbeziehungen zwischen Fähigkeiten und beruflichen Rollen sowie Ähnlichkeitsbeziehungen innerhalb von Fähigkeiten- und Berufsbezeichnungen werden jederzeit aktualisierbare, der Dynamik des Arbeitsmarktes angepasste Ontologien erstellt; häufig fließen zusätzlich existierende Taxonomien und/oder manuelle Kuratierungsschritte ein. Während diese proprietären Ansätze üblicherweise nicht im Detail erläutert werden, finden sie sich teils in wissenschaftlichen Veröffentlichungen wieder, etwa [DS18, KMC19, MJB20]. Schließlich verfolgen auch staatliche Initiativen vermehrt den datengetriebenen Ansatz.

Im Folgenden werden verschiedene Einsatzbereiche von Fähigkeiten-Taxonomien genauer betrachtet, bevor in Abschnitt 3 konkrete Praxisbeispiele für Initiativen, Projekte und Produkte in den Bereichen Skills- bzw. Job-Matching und Arbeitsmarktanalyse beschrieben werden. Der Ausblick beschäftigt sich besonders mit der Frage, warum und wie neben Bewerbern und Stellen künftig auch Bildungsangebote mit Fähigkeiten-Taxonomien annotiert werden sollten.

2 Einsatzbereiche

Klassifikationen wie die oben beschriebenen werden von Akteuren aus Wirtschaft, Politik und Verwaltung, aber auch von Individuen auf vielfältige Weise genutzt, auch wenn diese Nutzung üblicherweise indirekter Natur ist: Die Taxonomien bzw. Ontologien bilden, gemeinsam mit NLP- und ML-Algorithmen, die Basis einer breiten Palette von Such-, Matching- und Analysetools. Deren Einsatzbereiche sind u. a.:

- **Maschinenlesbare Annotation:** Fähigkeiten-Taxonomien kommen in (üblicherweise kommerziellen) Assistenzsystemen zur Erstellung von Lebensläufen (CVs) und Stellenanzeigen zum Einsatz, die während der Formulierung des Freitextes passende Taxonomie-Konzepte vorschlagen. Diese können dann auch maschinenlesbar in die jeweiligen Dokumente integriert werden, was die weitere Verarbeitung (s. u.) ermöglicht. Der Ansatz kann auch auf komplexere Ontologien erweitert werden.
- **Semantische Suchprozesse:** Ontologien bilden den Kern semantischer Suchtechnologien. Im Unterschied zur stichwortbasierten Suche berücksichtigt die semantische Suche die in der Ontologie erfassten komplexen Zusammenhänge zwischen Konzepten (etwa Fähigkeiten und Berufe) und nähert sich somit der semantischen Bedeutung des Suchbegriffs an. Nicht nur sprachlich synonyme, auch lediglich inhaltlich verwandte Konzepte können so berücksichtigt werden.
- **Semantisches Matching:** Als Erweiterung der semantischen Suche werden hierbei, um beim HR-Beispiel zu bleiben, ganze CVs bzw. Bewerberprofile mit Stellen-Profilen abgeglichen. Dafür werden alle Dokumente zunächst wie oben beschrieben

annotiert. Anschließend ermittelt ein Algorithmus die semantische Nähe der Konzepte aus CVs und der Stellenbeschreibungen. Auf dieser Basis wird eine Rangliste mit den besten Kandidaten für eine Stelle bzw. den am besten passenden Stellen zum Kandidatenprofil erstellt. Talentmanagement-Tools zur Zuweisung von Mitarbeitern zu Aufgaben und Positionen im Unternehmen können sich der gleichen Methoden bedienen, ebenso solche, die individuellen Kompetenzlücken („Skills Gaps“) oder die Fehlbesetzung von Stellen („Skills Mismatch“) erkennen und bspw. geeignete Weiterbildungen vorschlagen.

- **Mehrsprachigkeit:** mehrsprachige Klassifikationen wie DISCO oder ESCO ermöglichen die einheitliche Annotation von CVs und Stellenanzeigen in verschiedenen Sprachen. Dadurch wird der Informationsaustausch zwischen Arbeitgebern und Arbeitssuchenden über Grenzen hinweg erleichtert und transnationale Erhebungen und Vorhersagen (s. u.) erst ermöglicht.
- **Arbeitsmarktanalyse:** Hier geht es um Statistiken und Vorhersagen zu Angebot an und Nachfrage nach Fähigkeiten auf dem Arbeitsmarkt. Mit staatlich oder privatwirtschaftlich entwickelten Skills-Intelligence-Tools, die große Mengen an Stellenanzeigen mit den oben geschilderten Methoden analysieren [Ri16], sollen so etwa strukturelle Skills Gaps und Skills Mismatches erkannt und ein politisches Gegensteuern ermöglicht werden. Mittelfristig könnten so langwierige Trenderhebungen durch Umfragen, bisher weltweiter Standard in der Arbeitsmarktanalyse, durch tagesaktuelle Daten ergänzt oder ersetzt werden. Dabei wird auch ein deutlich höherer Detailgrad erreicht: Neben dem Wissen, dass bspw. Programmierer gesucht werden, kann unterschieden werden, dass in Region A eher Python und in Region B eher Ruby gefragt ist. Solche Aspekte sind nicht zuletzt auch für Bildungsanbieter interessant, die ihre Angebote eng am Bedarf des Arbeitsmarktes ausrichten wollen.

3 Praxisbeispiele

Im Folgenden werden konkrete Beispiele für Tools, Webseiten und Initiativen dargestellt, bei denen Fähigkeiten-Taxonomien und -Ontologien erstellt werden und/oder zum Einsatz kommen.¹⁴

Erstellung von Bewerber- und Stellenprofilen

- **Europass:** Für das neue Europass-Portal, das 2020 eingeführt wird, ist u. a. ein Online-CV-Editor mit einem ESCO-basierten Vorschlags- bzw. Annotationssystem für die maschinenlesbare Beschreibung von Fähigkeiten und Vorwissen von Nutzenden geplant. Das so entstehende Profil soll sowohl zur direkten Jobsuche an EURES (s.

¹⁴ Die entsprechenden NLP- und ML-Methoden werden hier aus Platzgründen jeweils nicht näher betrachtet.

u.) übermittelt werden können als auch leicht auf andere Plattformen, wie etwa LinkedIn, übertragbar sein.¹⁵

- Europäische Rundfunkunion (EBU): Die HR-Abteilung der EBU hat ESCO in ihre Arbeitsweise nachhaltig integriert und erweitert, um detailliertere Stellenausschreibungen im Medienbereich erstellen zu können.¹⁶ Dieses und andere Pilotprojekte fließen in die Weiterentwicklung von ESCO ein.
- EU-Instrument zur Erstellung von Kompetenzprofilen für Drittstaatsangehörige¹⁷: Dieses durch die EU-KOM entwickelte Tool basiert auf der ESCO-Klassifikation und soll die Fähigkeiten und die Berufserfahrung von Drittstaatsangehörigen standardisiert erfassen. Damit sollen Behörden, Arbeitsagenturen, Sozialämter und Nichtregierungsorganisationen bei der Beratung, Arbeitsvermittlung und Validierung von angegebener Vorerfahrung unterstützt werden.
- SkillLab: Das niederländische Start-Up¹⁸ hat eine Assessment-App entwickelt, die relevante Fähigkeiten und Arbeitserfahrungen von Geflüchteten identifiziert (ähnlich zum o. g. Tool der EU-KOM) und diese Informationen in standardisierte Bewerbungsunterlagen umwandelt. Dabei schlägt die App auf Basis angegebener vorheriger (beruflicher und anderweitiger) Tätigkeiten ESCO-Skills vor. Eine Zusammenarbeit besteht u. a. mit der ILO.

Optimierung von Job-Suchmaschinen

- Actonomy: Der belgische HR-Software-Anbieter sammelt seit über 15 Jahren Daten und hat seine aus mehr als 500.000 Konzepten bestehende HR-Ontologie mit ESCO verknüpft um seine Anwendung für die Personalsuche „xMP Semantic Mind“ zu optimieren.¹⁹
- Google: Die Suchmaschine besitzt seit kurzem ein eigenes Feature für die Jobsuche, „Google for Jobs“, welche auf der hauseigenen und separat im HR-Bereich vermarkteten Cloud Talent Solution²⁰ aufbaut. Diese basiert auf zwei miteinander verknüpften Ontologien, O*NET und einer proprietären, wiederum durch Data Mining „gelernten“, die mehr als 50.000 Fähigkeitskonzepte beinhaltet. Das Resultat ist eine Ontologie mit 30 Berufskategorien, über 1.000 Berufsfamilien und ca. 250.000 Berufsrollen, alle verknüpft mit spezifischen Fähigkeiten²¹.

¹⁵ <https://ec.europa.eu/futurium/en/europass/e-portfolio-and-web-based-tools>

¹⁶ https://ec.europa.eu/esco/portal/escopedia/European_Broadcasting_Union_40_EBU_41

¹⁷ <https://ec.europa.eu/migrantskills>

¹⁸ <https://skilllab.io/en-us>

¹⁹ <https://www.actonomy.com/whats-new/blog/combining-actonomys-ontology-with-esco>

²⁰ <https://cloud.google.com/solutions/talent-solution>

²¹ <https://cloud.google.com/blog/products/gcp/cloud-jobs-api-machine-learning-goes-to-work-on-job-search-and-discovery>

- JANZZ.technology: Das Kernprodukt des Schweizer Unternehmens ist die Ontologie für berufsbezogenen Daten JANZZon!²², die in mehreren Sprachen verfügbar ist und, im Gegensatz zu den o. g. rein datengetriebenen Ansätzen, auch mehr als 80 kuratierte Klassifikationen wie O*Net, ESCO, DISCO, UK Skills Taxonomy (s. u.) und KldB integriert. Zusammen mit einem Semantic-Matching-Produkt bildet sie die Basis für die Job-Suchseite JANZZ.jobs.
- LinkedIn, Monster: Das Karrierenetzwerk LinkedIn verfügt über eine eigene Ontologie (bzw. einen „Knowledge Graph“) von Jobtiteln, Fähigkeiten und Qualifikationen. Diese wurde auf Basis von nutzergenerierten Inhalten und externen Daten erstellt.²³ In einem ESCO-Pilotprojekt wurde ein Mapping zwischen den Fähigkeiten in der hauseigenen Taxonomie mit denen in ESCO erstellt.²⁴ Auch Monster nutzt in einem Pilotprojekt ESCO als Basis für die semantische Stellensuche auf seinem spanischen Portal.²⁵
- Textkernel: Das niederländische Unternehmen nutzt eine eigene Ontologie für seine Semantic-Web-Suchlösungen, die auf Data Mining basiert und von Domänenexperten qualitätsgesichert wird.²⁶ Diese wurde mit gängigen Taxonomien und Ontologien wie ISCO, ESCO, O*NET und ROME verknüpft, um die Interoperabilität mit anderen Systemen zu gewährleisten.

Job-Matching-Algorithmen

- DOCEBO²⁷: Der italienische Softwareanbieter mit mehreren Niederlassungen weltweit bietet eine ESCO- und ML-basierte Lernmanagementplattform für Unternehmen an. Diese ermöglicht es bspw., die Fähigkeiten der Mitarbeitenden mit den Bedarfen der Firma abzugleichen, um Skills Gaps zu identifizieren, und kann auf dieser Basis individualisierte Weiterbildungs-Vorschläge machen.
- Economic Modeling Specialists Inc. (EMSI): Die US-Firma ist technologisch in weiten Bereichen ein direkter Konkurrent von Burning Glass Technologies (s. u.). Eine bis dato seltene Besonderheit ist jedoch das allgemein zugängliche Online-Matching-Tool für Individuen, welches auf Basis einer Auswahl von Fähigkeiten per Vorschlagssystem und/oder eines hochgeladenen CVs Nutzende auf passende Berufe „matcht“.²⁸ Der Unterschied zu traditionellen Tools dieser Art aus dem Bereich der Berufsberatung ist die dahinterstehende Datenbasis der hauseigenen Taxonomie und die assoziierten Matching-Algorithmen.²⁹ Ein weiteres Tool, das aufgrund der

²² <https://janzz.technology/janzz-on>

²³ <https://engineering.linkedin.com/blog/2016/10/building-the-linkedin-knowledge-graph>

²⁴ https://ec.europa.eu/esco/portal/escopedia/Joint_pilot_project_with_LinkedIn

²⁵ <https://ec.europa.eu/esco/portal/news/61ef2465-7b91-4c1f-a5a0-afc390f42b90>

²⁶ <https://www.textkernel.com/ontology-mining>

²⁷ <https://www.docebo.com/>

²⁸ <https://match.emskills.com>

²⁹ <https://skills.emsidata.com/faqs#taxonomy>

Corona-Pandemie frei zugänglich gemacht wurde, macht Vorschläge zur Optimierung von CVs.³⁰

- HR-Software: Es existiert eine Vielzahl ontologiebasierter Semantic-Matching-Produkte, z. B. Match! von Textkernel, JANZZsme! von JANZZ.technology, xMP Semantic Mind von Actonomy, die AI Matching Engine von Sovren³¹ oder die Google Cloud Talent Solution (s. o.). Diese Tools ermöglichen den automatisierten Abgleich von Bewerbungen und Kandidaten mit Stellenbeschreibungen und umgekehrt. Dabei können i. d. R. sowohl strukturierte Daten (etwa hauseigene Datenbanken) als auch unstrukturierte Daten (etwa aus sozialen Netzwerken) verarbeitet werden.
- Milch & Zucker: Das deutsche Unternehmen hat auf Basis von ESCO das Matching-Tool AI-Match für sein Jobportal JobStairs entwickelt. Dieses gleicht ein Kurzprofil von Arbeitssuchenden mit den Stellenangeboten ab und liefert individualisierte Empfehlungen.³²
- OpenSKIMR³³: Das durch ERASMUS+ geförderte Projekt hat Algorithmen zur Unterstützung der individuellen Karriereplanung entwickelt. Ein Matching-Algorithmus ordnet Personen aufgrund ihres Kompetenzprofils Berufen und Stellen zu, während ein Skills-Gap-Algorithmus die Lücke zwischen vorhandenen und beim Wunschjob angeforderten Fähigkeiten erfasst. Darauf schlägt ein Route-Planning-Algorithmus Weiterbildungsmaßnahmen vor. Die Basis für diese Algorithmen bietet u. a. ESCO.³⁴

Mehrsprachigkeit

- European Employment Services (EURES)³⁵: Das Kooperationsnetzwerk von Arbeitsvermittlungen in der EU hat zum Ziel, die Mobilität von Arbeitnehmern trotz Sprachbarrieren zu gewährleisten. Zu diesem Zweck soll u. a. ESCO in das EURES-Stellensuchportal integriert werden. Laut dem entsprechenden Durchführungsbeschluss ist dies erforderlich, „um den Austausch von Stellenangeboten und Bewerberprofilen zu erleichtern und einen qualitativ hochwertigen Abgleich über Sprach- und Landesgrenzen hinweg zu gewährleisten“ [EU18a]. Um den Anschluss an EURES zu erreichen, müssen die Mitgliedsstaaten bis 2021 die ESCO-Berufsklassifikation nutzen oder die jeweils genutzten nationalen Klassifikationen mit ESCO verknüpfen [EU18a, EU18b]. Entsprechend laufen

³⁰ <https://skills.emsdata.com/resume>

³¹ <https://www.sovren.com/products/ai-matching>

³² <https://www.milchundzucker.de/matching-technologie-der-ai-match-von-jobstairs-ganz-schoen-smart>

³³ <https://openskimr.eu>

³⁴ <https://ec.europa.eu/esco/portal/escopedia/Openskimr>

³⁵ <https://ec.europa.eu/eures/public/homepage>

derzeit EU-geförderte Mapping-Projekte in mindestens 12 Ländern, auch in Deutschland.

Arbeitsmarktanalyse

- EU Skills Panorama³⁶: Das Skills-Intelligence-Portal wird vom Europäischen Zentrum für die Förderung der Berufsbildung (Cedefop) im Auftrag der EU-KOM entwickelt und richtet sich v. a. an politische Entscheider/innen und Analyst/innen, Karriere- und Bildungsberater/innen sowie Arbeitswissenschaftler/innen. Es bietet einen zentralen Zugang zu Daten und Informationen zur Skills-Nachfrage auf den Arbeitsmärkten der EU-Staaten und -Regionen. Neben anderen Klassifikationen³⁷ und Datensätzen³⁸ wird ESCO genutzt, um derzeit ca. 67 Millionen Stellenanzeigen aus den Jahren 2018/19 mit Skills zu annotieren. Das dahinter stehende Projekt „Skills Online Vacancy Analysis Tool for Europe“ (Skills-OVATE)³⁹ nutzt einen gemischten Ansatz aus API-Nutzung, Web-Crawling und -Scraping zur Sammlung von Stellenanzeigen aus mehr als 300 staatlichen und kommerziellen Portalen [CED19].
- OECD Skills For Jobs Database: Die Organisation für Wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung (OECD) betreibt auf Basis dieser Datenbank ein Dashboard⁴⁰ zu Fähigkeiten-Angebot und -Nachfrage für Akteure aus Politik, Bildung und Arbeitswelt. Dabei werden derzeit mehr als 40 Länder abgedeckt, teils bis auf die regionale und sektorale Ebene. Für die Datenerstellung wird u. a. O*NET genutzt.
- OpenSkills-Projekt: International existieren zahlreiche kleinere Projekte ähnlich den o. g., etwa für bestimmte Regionen oder Sektoren [MM19]. Es ist außerdem zu erwarten, dass das 2019 von der Stiftung der US-Handelskammer zusammen mit weiteren Stiftungen und großen Arbeitgebern wie Walmart gegründete T3 Innovation Network⁴¹ für die USA in den nächsten Jahren ein ähnlich umfassendes Tool wie das des Cedefop entwickeln wird, auf Basis des OpenSkills-Projektes⁴².
- Burning Glass Technologies (BGT): Das US-Unternehmen ist seit mehr als 15 Jahren in den Bereichen Skills-Matching und Skills Intelligence aktiv. Die Datenbasis bilden nach Angaben des Unternehmens ca. 3,5 Millionen jeweils aktive Stellenanzeigen, wofür täglich mehr als 50.000 Quellen im Netz automatisch durchsucht werden. Daraus wird eine dynamische Berufs- und Fähigkeiten-Ontologie erstellt und kontinuierlich angepasst [BG19]. Die breite Produktpalette wendet sich u. a. dezidiert an Entscheider aus Bildung und Politik.⁴³ BGT beteiligt sich zudem regelmäßig an gemeinsamen Studien mit Akteuren aus Forschung und Politik. So lieferte die Firma

³⁶ <https://skillspanorama.cedefop.europa.eu>

³⁷ <https://skillspanorama.cedefop.europa.eu/en/about-us/about-the-data>

³⁸ <https://skillspanorama.cedefop.europa.eu/en/datasets>

³⁹ <https://www.cedefop.europa.eu/en/data-visualisations/skills-online-vacancies>

⁴⁰ <https://www.oecdskillsforjobsdatabase.org>

⁴¹ <https://www.uschamberfoundation.org/t3-innovation>

⁴² <http://dataatwork.org>

⁴³ <https://www.burning-glass.com/solutions/government-and-workforce>

bspw. die Daten für die UK Skills Taxonomy (s. u.) und steht derzeit im Austausch über eine gegenseitige Datennutzung mit dem Cedefop.

- Economic Modeling Specialists International (EMSI): Dieser BGT-Konkurrent ist ähnlich lang am Markt und wertet nach eigenen Angaben mehrere 100 Millionen Stellenanzeigen und über 100 Millionen Online-CVs und Kandidatenprofile aus. Daraus wird u. a. eine Taxonomie mit über 30.000 Fähigkeiten erstellt, die 14-täglich aktualisiert wird. Bei Produkt und Zielgruppe fokussiert EMSI noch stärker auf Arbeitsmarktanalysen, v. a. regionale und branchenspezifische. Neben einem Ableger in England, wie bei BGT, ist EMSI auch in Kanada und Australien aktiv, der Fokus liegt also bei beiden Firmen bisher auf dem englischsprachigen Markt. Eine Beispielanwendung zur Trendanalyse ist das „Job Postings Dashboard“⁴⁴, wo u. a. nach Fähigkeiten gefiltert werden kann.
- UK Skills Taxonomy: Die britische NESTA-Stiftung hat in Zusammenarbeit mit BGT und Weiteren eine datengetriebene, interaktiv dargestellte Fähigkeiten-Taxonomie für den britischen Arbeitsmarkt entwickelt⁴⁵. Diese wurde um Schätzungen der Fähigkeiten-Nachfrage auf dem nationalen und regionalen Arbeitsmarkt (basierend auf der Häufigkeit von Nennungen in Stellenanzeigen) und des Marktwertes einzelner Fähigkeiten (basierend auf Einkommensangaben in Stellenanzeigen) ergänzt. Dies soll ermöglichen, stark nachgefragte Fähigkeiten zu identifizieren. Künftig sollen auch Bildungsangebote zur Nachfrage in Beziehung gesetzt werden.

4 Ausblick

Durch die rasant zunehmenden Möglichkeiten im Bereich „Big Data“ ist sowohl in der Entwicklung von Klassifikationen für Fähigkeiten und Berufe als auch in deren Hauptanwendungsfeldern Skills-Matching und Skills Intelligence derzeit eine große Dynamik zu verzeichnen. Dies gilt ganz besonders für den Bereich der datengetriebenen Ontologien, wo neben den hier genannten Beispielen noch eine Vielzahl weiterer Akteure (v. a. die Betreiber der großen Stellensuchportale) mit den o. g. Methoden eigene „Skills Clouds“ entwickeln⁴⁶. Gerade die Verbindung der Vorteile klassischer, von Experten erstellter Klassifikationen wie ESCO und O*NET mit denen neuer, datengetriebener Ontologien birgt enormes Potential: Mit ersteren lassen sich makroskopische und längerfristige Arbeitsmarkt-Trends verlässlich erfassen und Berufe sowie übertragbare Fähigkeiten wie Soft Skills oder Sprachen konsistent beschreiben, mit letzteren lässt sich

⁴⁴ <https://www.economicmodeling.com/job-posting-dashboard>

⁴⁵ <https://www.nesta.org.uk/data-visualisation-and-interactive/making-sense-skills>

⁴⁶ <https://joshbersin.com/2020/01/the-war-of-the-skills-clouds-skillscloud>

die Nachfrage am Arbeitsmarkt quasi-live abbilden und Mikrotrends bei nachgefragten Fähigkeiten können verfolgt werden.

Auffällig ist, dass das Thema der Annotation von Bildungsangeboten mit den dort vermittelten Fähigkeiten – verglichen mit der Annotation von Stellenangeboten mit den dort benötigten – sowohl bei staatlichen und privatwirtschaftlichen Entwicklungen bisher wenig bearbeitet wird. Im akademischen Bereich wurde mit dem Ziel der einheitlichen Beschreibung von Lernergebnissen und des Vergleichbarmachens von Curricula innerhalb eines Studien- oder Berufsfeldes („Curriculum Alignment“) in den letzten Jahren durchaus viel publiziert, etwa [KBS19] und [WT19]. Auch dort gelingt aber der Anschluss an übergreifende Entwicklungen wie ESCO oder O*NET, und damit die Möglichkeit einer direkten Nutzung für den Brückenschlag „Bildung ↔ Fähigkeiten ↔ Arbeitsmarkt“, bisher häufig nicht. Dieser wäre besonders für Skills-Intelligence-Analysen wichtig, deren Potential sich erst dann wirklich entfaltet: Zusätzlich zur Nachfrage an Fähigkeiten könnte so auch das Angebot entsprechender Bildungs- und Weiterbildungsmöglichkeiten gemessen werden. Dies würde es weiterhin erlauben, auch das Angebot an Arbeitskräften mit diesen Fähigkeiten zu schätzen, etwa über Absolvent/innenzahlen oder öffentlich verfügbare Daten zu individuellen Bildungsbiografien (wie auf Xing oder LinkedIn). Solche Metriken könnten dann als Leitfaden für Bildungsinitiativen und -programme dienen.

Die ESCO-Säule „Qualifications“ enthält Stand Juni 2020 Bildungsangebote aus nur acht Ländern, Deutschland nicht eingeschlossen. Die Mitarbeit der verantwortlichen nationalen Institutionen ist also bisher überschaubar. Bisher nutzen diese auch nicht die im ESCO-Metadatenschema für Qualifikationen durchaus vorhandene Möglichkeit der Annotation mit dort zu erwerbenden Fähigkeiten⁴⁷, was in Anbetracht fehlender nationaler Vorgaben dieser Art für Bildungsanbieter nicht überrascht. Positiv ist zu werten, dass auf Basis einer von den ESCO-Entwicklern in Auftrag gegebenen Studie [LAW19], die diese Problematik erkannt hat, ein Pilotprojekt zur Prüfung von Parsing- und Assistenzsystemen (ähnlich der oben beschriebenen) gestartet wurde.⁴⁸ Die zusätzliche Herausforderung dabei: Im Gegensatz zu Stellenangeboten und CVs folgen Dokumente, die Bildungsangebote aller Art beschreiben, bis dato kaum einer einheitlichen Struktur.

Es ist möglich, dass etwa der boomende On- und Offline-Weiterbildungsmarkt (wo für private Anbieter und Hochschulen gleichermaßen finanzielle Anreize bestehen) und, ganz allgemein, die wachsenden Bestrebungen hin zu digitalen Leistungsnachweisen („Digital Credentials“) neue Dynamik in diese Prozesse bringen werden. Gerade bei neu geschaffenen, innovativen Bildungsangeboten könnte eine von Beginn an standardisierte Beschreibung der jeweils erlernten und in Prüfungen nachgewiesenen Fähigkeiten, etwa mit oder auf Basis fachspezifischer Erweiterungen von ESCO, sowohl für Suchende als auch für Anbieter Vorteile bieten. Dazu gehören eine bessere Vergleichbarkeit und eine

⁴⁷ https://ec.europa.eu/esco/portal/escopedia/Qualifications_pillar

⁴⁸ https://ec.europa.eu/esco/portal/escopedia/Linking_pilot

höhere internationale Sichtbarkeit. Grundsätzlich gilt: Jede zusätzliche maschinenlesbare Annotation von im Freitext beschriebenen Angeboten, unabhängig davon, wie grob und unzureichend diese initial ggf. ausfielen, wäre für die in diesem Artikel angesprochenen Typen von Projekten und Produkten ein Gewinn, und damit für alle Nutzenden. Die immensen Aufwände, die von staatlicher und wirtschaftlicher Seite zur Ontologie-Entwicklung betrieben werden, müssen mittelfristig auch im Bildungssystem einen Widerhall finden.

Literaturverzeichnis

- [BG19] Burning Glass Technology: Mapping the Genome of Jobs. The Burning Glass skills taxonomy. White Paper, 2019.
- [CED19] Cedefop, European Centre for the Development of Vocational Training: Online job vacancies and skills analysis: a Cedefop pan-European approach. Luxembourg: Publications Office, 2019.
- [DS18] Djumalieva, J.; Sleeman, C.: An Open and Data-driven Taxonomy of Skills Extracted from Online Job Adverts. ESCoE Discussion Paper 2018-13, 2018.
- [EU18a] Europäische Kommission: Durchführungsbeschluss (EU) 2018/1020 der Kommission vom 18. Juli 2018 zur Annahme und Aktualisierung der Liste der Fähigkeiten, Kompetenzen und Berufe der europäischen Klassifikation zum Zweck des automatisierten Abgleichs über die gemeinsame IT-Plattform von EURES. Amtsblatt der Europäischen Union L 183/17, 2018.
- [EU18b] Europäische Kommission: Durchführungsbeschluss (EU) 2018/1021 der Kommission vom 18. Juli 2018 zur Festlegung der technischen Standards und Formate, die für die Anwendung des automatisierten Abgleichs über die gemeinsame IT-Plattform unter Nutzung der europäischen Klassifikation und für die Interoperabilität zwischen den nationalen Systemen und der europäischen Klassifikation benötigt werden. Amtsblatt der Europäischen Union L 183/20, 2018.
- [KMC19] Khaoaja, I.; Mezzour, G.; Carley, K.M.; Kassou, I.: Building a soft skill taxonomy from job openings. Social Network Analysis and Mining 1/2019, 2019.
- [KBS19] Konert, J.; Buchem, I.; Stoye, J.: Digital competence directory with semantic web technology. Linking digital proofs of competence with machine-readable competence definitions: A practical solution used in the Open Virtual Mobility project. In (Schulz, S., Hrsg.): Proceedings of DELFI Workshops. Berlin. S.61-69, 2019.
- [LAW19] Luomi-Messerer, K.; Andersen, T.; Wilson, F.; Blakemore, M. RfS 43 - Support to the Development of the ESCO qualifications pillar. Final Report v7. European Commission, Brussels, 2019.
- [MM19] Mezzanzanica, M.; Mercorio, F.: Big Data for Labour Market Intelligence: An Introductory Guide. European Training Foundation, 2019.
- [MJB20] Mrsic, L.; Jerkovic, H.; Balkovic, M.: Interactive Skill Based Labor Market Mechanics and Dynamics Analysis System Using Machine Learning and Big Data. In (Sitek P.;

- Pietranik M.; Krótkiewicz M.; Srinilta C., Hrsg.): Intelligent Information and Database Systems. ACIIDS 2020. Communications in Computer and Information Science, vol 1178. Springer, Singapore, S. 505-516, 2020.
- [Ri16] Rihova, H.: Using Labour Market Information. Guide to Anticipating and Matching Skills and Jobs, Vol. 1. In (European Training Foundation; European Centre for the Development of Vocational Training; International Labour Office, Hrsg.): Using Labour Market Information. Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2016.
- [SF17] Siekmann, G.; Fowler, C.: Identifying Work Skills: International Approaches. Discussion Paper of the National Centre for Vocational Education Research (NCVER), 2017.
- [WT19] Wunderlich, J.; Tilebein, M.: Transforming Intended Learning Outcomes expressed in natural language into elements of an ontology: Towards the formalisation of Intended Learning Outcomes for use in Curriculum Maps. In (Schulz, S., Hrsg.): Proceedings of DELFI Workshops. Berlin. S.101-109, 2019.

Competency Mapping 3.0: Modelling, Cross-Referencing and Credentialing of Competencies with Semantic Technologies. Instruments and Implementation in the *Open Virtual Mobility* Project

Ilona Buchem ¹ and Johannes Konert ²

Abstract: Modelling, recording, processing, and credentialing of competences with the help of digital media play an increasingly important role in the context of the increasing digitisation of learning and educational offers in different contexts (including schools, universities, companies). The central challenges here are the provision of empirical bases for competence modelling, the selection of suitable methods and procedures for recording competences, as well as the structuring and description of competences and ultimately suitable infrastructures for certification. In view of the increasing number and variety of different competence models or frameworks, there is also a growing interest in and need for methods and tools for competence mapping, not only with regard to the recording of competences in a domain or context, but also with regard to cross-referencing of competences in different competence models. The semantic cross-references between competency models can then be used and exploited in further procedures, e.g. in the digital credentialing of competencies with open badges. This extended view of competence modelling - Competency Mapping 3.0 - serves to create comparability and to make connections between competences in different models visible. This article presents an example of Competency Mapping 3.0 from the European project Open Virtual Mobility, in which different methods and instruments were used to model virtual mobility competences and to digitally credential these competences with Open Badges. The article presents selected research results and formulates recommendations.

Keywords: Competency Mapping 3.0, competence modelling, competence recording, competence referencing, digital competence certificates, semantic web.

¹ Beuth Hochschule für Technik, Luxemburger Str. 10, 13353 Berlin, buchem@beuth-hochschule.de, 
<https://orcid.org/0000-0002-9189-7217>

² Hochschule Fulda, Leipziger Straße 123, 36037 Fulda, johannes.konert@informatik.hs-fulda.de, 
<https://orcid.org/0000-0003-0022-535X>

Competency Mapping 3.0: Modellierung, Referenzierung und Auszeichnung von Kompetenzen mit semantischen Technologien. Instrumente und Einsatz im Projekt *Open Virtual Mobility*

Ilona Buchem ¹ und Johannes Konert ²

Abstract: Modellierung, Erfassung, Verarbeitung von Kompetenzen sowie Ausstellung von Kompetenznachweisen mit Hilfe von digitalen Medien spielen eine immer wichtigere Rolle im Kontext der zunehmenden Digitalisierung der Lern- und Bildungsangebote in verschiedenen Kontexten (u. a. Schule, Hochschule, Unternehmen). Die zentralen Herausforderungen sind dabei die Bereitstellung empirischer Grundlagen für Kompetenzmodellierung, die Auswahl geeigneter Methoden und Verfahren zur Kompetenzerfassung sowie die Strukturierung und Beschreibung von Kompetenzen und letztlich passende Infrastrukturen zur Zertifizierung. Angesichts der zunehmenden Anzahl und Vielfalt an verschiedenen Kompetenzmodellen bzw. Kompetenzrahmen, wächst auch das Interesse und der Bedarf an Methoden und Instrumenten zu Competency Mapping nicht nur in Bezug auf die Erfassung von Kompetenzen in einer Domäne bzw. in einem Kontext, sondern auch in Bezug auf die gegenseitige Referenzierung von Kompetenzen in verschiedenen Kompetenzmodellen durch Querverweise. Die semantischen Querverweise zwischen Kompetenzmodellen können dann in weiteren Verfahren zum Einsatz kommen und verwertet werden, z. B. bei der digitalen Auszeichnung von Kompetenzen mit Open Badges. Diese erweiterte Sicht auf die Kompetenzmodellierung – Competency Mapping 3.0 – dient der Schaffung von Vergleichbarkeit und der Sichtbarmachung von Zusammenhängen zwischen Kompetenzen in verschiedenen Modellen. Dieser Beitrag stellt ein Beispiel zu Competency Mapping 3.0 aus dem europäischen Projekt *Open Virtual Mobility* vor, in dem verschiedene Methoden und Instrumente eingesetzt wurden, um Kompetenzen zu virtueller Mobilität zu modellieren, zu referenzieren und mit Hilfe von digitalen Kompetenznachweisen auf Basis von Open Badges auszuzeichnen. Der Beitrag stellt ausgewählte Forschungsergebnisse aus dem Projekt zusammen und formuliert einige Handlungsempfehlungen für Competency Modelling.

Keywords: Competency Mapping 3.0, Kompetenzmodellierung, Kompetenzerfassung, Kompetenzreferenzierung, digitale Kompetenznachweise, Semantisches Web.

¹ Beuth Hochschule für Technik, Luxemburger Str. 10, 13353 Berlin, buchem@beuth-hochschule.de, 
<https://orcid.org/0000-0002-9189-7217>

² Hochschule Fulda, Leipziger Straße 123, 36037 Fulda, johannes.konert@informatik.hs-fulda.de, 
<https://orcid.org/0000-0003-0022-535X>

1. Kompetenzmodellierung im digitalen Wandel

Die zentralen (theoretischen und praktischen) Herausforderungen bei der Modellierung, Erfassung, Verarbeitung von Kompetenzen sowie Ausstellung von Kompetenznachweisen mit Hilfe von digitalen Medien sind unter anderem die Bereitstellung empirischer Grundlagen für Kompetenzmodellierung, die Auswahl geeigneter Methoden und Verfahren zur Kompetenzerfassung sowie die Strukturierung, Beschreibung und Erfassung von Kompetenzen unter Berücksichtigung von Ausprägungen und Stufen. Die folgenden Abschnitte beschreiben die Evolution von Competency Mapping. Dabei werden die einzelnen Formel als Versionen 1.0, 2.0 und 3.0 gekennzeichnet.

1.1. Competency Mapping 1.0

Unter anderem verstärkt die Bologna Reformen werden Beschreibungen von (Teil-) Kompetenzen als Grundlage für die Gestaltung von Lern-/Bildungsangeboten inklusive Assessments sowie für die Gestaltung von Stellenbeschreibungen genutzt. Eine besondere Herausforderung ist, die Kompetenzen unter plausiblen Gesichtspunkten in Teilkompetenzen zu strukturieren und diese zu operationalisieren. Dabei ist ein praktikables Kompetenzset eine Voraussetzung für ein sinnvolles und effektives Kompetenzmanagement, welches belastbare Aussagen zu Kompetenzen gestattet [HE07]. Beispiel dafür liefert u. a. der Kompetenzatlas für das Verfahren der Kompetenzdiagnostik KODE®X, welches zahlreiche Kompetenzbegriffe nach expliziten Kriterien auf ein überschaubares Set reduziert [EHM01]. Bei der Kompetenzerfassung können unterschiedliche Methoden zum Einsatz kommen, u. a. quantitative Messungen, qualitative Charakterisierungen, biographische Beschreibungen, sowie simulative und beobachtende Erfassungen [ER04]. Derartige Beschreibungen von Kompetenzen, welche sich auf die Strukturierung und Erfassung von Kompetenzen in bestimmten Domänen bzw. Kontexten beziehen, können als *Competency Mapping 1.0* bezeichnet werden.

1.2. Competency Mapping 2.0

Angesicht der zunehmenden Anzahl und Vielfalt an verschiedenen Kompetenzmodellen und Kompetenzrahmen, welche häufig auch in der gleichen Domäne (z. B. verschiedene Modelle zu digitalen Kompetenzen) eingesetzt werden, wachsen auch das Interesse und der Bedarf an Methoden und Instrumenten, mit denen nicht nur die Erfassung von Kompetenzen in einer Domäne bzw. in einem Kontext, sondern auch eine gegenseitige Referenzierung von Kompetenzen in verschiedenen Kompetenzmodellen möglich wird. Insbesondere durch Querverweise zwischen Kompetenzen in verschiedenen Kompetenzsystemen wird die Vergleichbarkeit von Kompetenzen angestrebt. Diese erweiterte Sicht auf die Kompetenzmodellierung kann als *Competency Mapping 2.0* bezeichnet werden. Bei der Kompetenzreferenzierung werden Methoden genutzt, welche die Aufdeckung von Synergien, Überschneidungen sowie möglichen Lücken ermöglichen, z. B. Erstellung von Querverweisen zwischen Deskriptoren in zwei verschiedenen Modellen zu digitalen

Kompetenzen – DigComp und e-CF [Vu16]. Bei der Herstellung von Querverweisen zwischen Kompetenzmodellen wird dabei das Ziel verfolgt, die Kompatibilität und die Interoperabilität zwischen verschiedenen Modellen zu verbessern und gleichzeitig die Besonderheiten der einzelnen Modelle und Instrumente zu bewahren [Vu16].

1.3. Competency Mapping 3.0

Competency Mapping 3.0 geht noch einen Schritt weiter und setzt semantische Technologien zur Beschreibung und Verknüpfung von Daten- und Informationsobjekten ein, um eine automatisierte Wiederverwendung von Daten aus der Kompetenzerfassung und der Kompetenzreferenzierung mit Hilfe digitaler Technologien zu ermöglichen. Während die Ansätze Competency Mapping 1.0 und 2.0 vorwiegend auf einer rein aus den menschlichen Bedeutungsinterpretationen resultierenden Grundlage aufbauen, kommen beim Competency Mapping 3.0 Methoden von Semantic Web zum Einsatz, mit denen Bedeutungen maschineninterpretierbar werden und eine effektive Informationsverwendung und -visualisierung in digitalen Systemen unterstützt wird.

Semantische Technologien ermöglichen dabei vor allem eine persistente Repräsentation und Speicherung der Kompetenzbeschreibungen und damit auch den Austausch und die Vernetzung mit anderen Kompetenzbeschreibungen. Weiterhin werden die automatische Suche im Web sowie die Wiederverwendung von Kompetenzbeschreibungen in weiteren Verfahren, z. B. bei digitalen Kompetenznachweisen auf Grundlage des Metadaten-Standards Open Badges [Bu19], möglich. So können beispielsweise in einem Open Badge, im Feld *alignment* die URLs, welche auf die Beschreibung einer oder mehrerer Kompetenzen in einem (oder mehreren) Kompetenzmodellen verweisen, hinterlegt werden, um Querverweise zwischen der Kompetenzbeschreibung im digitalen Kompetenznachweis und weiteren Kompetenzrahmen bzw. Kompetenzstandards herzustellen.

Der Einsatz von semantischen Technologien zur Repräsentation und Referenzierung von Kompetenzen ermöglicht die Entwicklung von maschinenlesbaren, dezentralen und erweiterbaren Schemata für die Beschreibung der Kompetenzen sowie eine kompetenzmodellübergreifende Vernetzung von Kompetenzen. Dadurch werden Entscheidungen zur Granularität von Kompetenzen bei der Kompetenzmodellierung sowie die Ähnlichkeitsbestimmung von Kompetenzen erleichtert. Mit semantischen Technologien können auch die Anforderungen der Bildungs-/Arbeitskontexte mit Kompetenzbeschreibungen verknüpft sowie die Passung zwischen individuellen Bildungsbiographien, erworbenen Kompetenzen und Arbeitsanforderungen erleichtert werden. Semantische Technologien umfassen neben geeigneten Vokabularen auch die passenden maschinenlesbaren Formate, welche semantische Datenauszeichnungen enthalten sowie die zugehörigen Algorithmen, welche diese Formate verarbeiten und daraus (aggregierte) Informationen ableiten können. Semantische Kompetenzbeschreibungen ermöglichen den Einsatz des maschinellen Lernens zur halbautomatischen Generierung semantischer Kompetenzmodelle [Bu19].

Die Erfassung und Strukturierung von Kompetenzen als vernetzte, semantische und maschinenlesbare Struktur ist viel flexibler und persistenter als tabellarische Kompetenzbeschreibungen und erlauben es, unterschiedlichste Kompetenzdefinitionen systematisch miteinander zu verbinden [KBS19]. Die semantischen Verbindungen können dabei verschiedene Bedeutungen erhalten, bspw. *ist-identisch-mit*, *ist-Teil-von* oder *ist-Voraussetzung-für*. Damit kann die gleiche Kompetenz mehrfach in unterschiedlichen Kompetenzmodellen mittels eines Querverweises (cross-referencing) mit Kompetenzen aus anderen Modellen in Bezug gesetzt werden. Die Querbezüge zwischen den verschiedenen Kompetenzmodellen sind dabei notwendig, um die einzelnen Kompetenzmodelle als Inseln mittels semantischer Brücken zu einem Netzwerk zu verbinden [KBS19].

2. Competency Mapping 3.0 im Projekt OpenVM

Dieser Beitrag stellt ein Beispiel zu Competency Mapping 3.0 aus dem europäischen Projekt *Open Virtual Mobility* (kurz: *OpenVM*)³ vor, in dem verschiedene Methoden und Instrumente eingesetzt wurden, um Kompetenzen zu virtueller Mobilität zu modellieren, zu erfassen, in anderen Kompetenzmodellen zu referenzieren und mit Hilfe von digitalen Kompetenznachweisen auf Basis von Open Badges auszuzeichnen. Das OpenVM Projekt ist eine strategische Partnerschaft von Hochschulorganisationen, gefördert im Rahmen von Erasmus+ für Hochschulinnovationen, und verfolgt als Hauptziel die Förderung der notwendigen Kompetenzen zur Nutzung von virtueller Mobilität an Hochschulen in Europa.

Competency Mapping 3.0 im OpenVM Projekt wurde dabei in fünf Schritten vollzogen. Im ersten Schritt wurden empirische Daten mittels der Group Concept Mapping Methode erfasst. Auf der Grundlage der Ergebnisse wurde ein Kompetenzmodell mit Teil-/Kompetenzbeschreibungen zur virtuellen Mobilität erstellt. Im zweiten Schritt wurden die Kompetenzfelder mit ihren Teilkompetenzen im digitalen Kompetenzverzeichnis als semantische Daten im JSON-LD Format eingetragen. Im dritten Schritt wurden Querverweise zum europäischen Kompetenzrahmen ESCO⁴ hergestellt. Im vierten Schritt wurden die Kompetenzbeschreibungen in Open Badges referenziert. Im fünften Schritt wurden die Kompetenzbeschreibungen in MOOCs eingesetzt. Im Folgenden werden die einzelnen Schritte genauer beschreiben.

2.1. Schritt 1: Group Concept Mapping und Kompetenzmodell

Um Kompetenzen im Bereich virtueller Mobilität beschreiben und strukturieren zu können wurde die Group Concept Mapping (GCM) Methode eingesetzt. GCM ist eine

³ siehe auch <https://openvirtualmobility.eu>

⁴ Europäische Klassifikation für Fähigkeiten, Kompetenzen, Qualifikationen und Berufe, siehe <https://ec.europa.eu/esco/portal/home>, zuletzt abgerufen am 31.07.2020

Methodik zur Organisation von Ideen (z. B. von Experten) zu einem Thema und zur visuellen Darstellung dieser Ideen in Form von visuellen Landkarten. Diese können weiter analysiert, interpretiert und verwendet werden, um das Verständnis, das Design und/oder die Entscheidungsfindung von komplexen Zusammenhängen zu unterstützen. Es handelt sich dabei um einen Mixed Methods Ansatz, bei dem unterstützend auch statistische Analysen auf qualitative Daten angewandt werden [KT07].



Abb. 1: Auszug aus dem OpenVM Kompetenzrahmen mit insgesamt acht Kompetenzbereichen.

Im Projekt OpenVM wurde eine GCM-Studie auf der Grundlage von über 100 Beiträgen von Experten in den Bereichen virtueller Mobilität (VM) und Open Education (OE)

durchgeführt. Dabei kam die Software Concept System® Global MAX™ zum Einsatz⁵. Mit Hilfe von Analysen, u. a. semantische Gruppierung, multidimensionale Skalierung (MDS) und hierarchische Cluster-Analyse (HCA), wurden acht Kompetenzbereiche identifiziert, welche zur Entwicklung vom Kompetenzmodell verwendet wurden [Ka20]. Das OpenVM Kompetenzmodell umfasst dabei interkulturelle Kompetenzen, Medien- und Digitalkompetenzen, Kompetenzen zum interaktiven und kooperativen Lernen in authentischen internationalen Kontexten, Kompetenzen zum vernetzten Lernen, Kompetenzen zum aktiven, selbstregulierten Lernen, Kompetenzen zum autonomen Lernen, sowie Aufgeschlossenheit und das Wissen zu VM und OE [Ra20]. Jeder der acht Kompetenzbereiche beinhaltet weitere Unterkategorien von Kompetenzen, welche den jeweiligen Bereich operationalisieren. Abb. 1 stellt einen Auszug aus dem OpenVM Kompetenzmodell mit drei Kompetenzbereichen und ihren Unterkategorien dar.

Die Kompetenzen der acht Kompetenzbereiche wurden jeweils auf drei Niveaustufen als Progression der Kompetenzentwicklung beschrieben, d. h. Stufe 1 Grundlagen, Stufe 2 Aufbauend und Stufe 3 Fortgeschritten [KBS19].

2.2. Schritt 2: Semantisches Kompetenzverzeichnis

Eine Strukturierung von Kompetenzen als vernetzte Strukturen erlaubt es, verschiedene Kompetenzdefinitionen systematisch miteinander zu verbinden. Die Verbindungen zwischen den Teil-/Kompetenzen können als semantische Relationen erstellt und mit anderen Kompetenzbeschreibungen in verschiedenen Kompetenzrahmen in Bezug gesetzt werden (siehe dazu auch Kap. 1.3). Mit Hilfe der Formate des Semantic Web können Kompetenzbeschreibungen und deren Struktur sowie semantische Beziehungen zwischen Kompetenzen in Form von maschinenlesbaren, dezentralen und vernetzten Strukturen abgebildet werden [KBS19]. Die Voraussetzung dafür ist, dass Kompetenzen mit Metadaten beschrieben und in einem einschlägigen semantischen Format zur Verfügung gestellt werden.

Im Projekt OpenVM wurden die acht Kompetenzbereiche mit ihren Teilkompetenzen (insgesamt 33) in einem digitalen Kompetenzverzeichnis eingetragen und sind als semantische Daten im JSON-LD Format abrufbar. Die Implementierung umfasst dabei drei lose gekoppelte Komponenten. Die erste Komponente ist eine Neo4j Graphendatenbank. Die Graphendatenbank enthält Kompetenzeinträge mit ihren Attributen als Knoten sowie Referenzen zwischen den Kompetenzen als gerichtete Kanten mit Typisierungen. Um Knoten- und Referenztypen zu beschreiben wurde das ESCO-Schema (Stand 2019) verwendet. Die zweite Komponente ist ein Node.js-basiertes Backend mit einer REST-API. Das Backend stellt die Kompetenzeinträge mittels URLs im JSON-LD Format zur Verfügung. Die dritte Komponente ist eine web-basierte Benutzerschnittstelle zur Suche und Einzelansicht von Kompetenzeinträgen. Diese wurde mit dem React.js⁶ Framework erstellt. Mittels einer HTTP-basierten REST-Schnittstelle

⁵ <https://concept-systemsglobal.com>

⁶ <https://reactjs.org/>

sind die Kompetenzdefinitionen inklusive Querverweisen in maschinenlesbarer Form als JSON-LD Daten abrufbar [KBS19] (Abb. 2).

```
{
  "@context": "http://cd.openvirtualmobility.eu/context/",
  "id": "http://cd.openvirtualmobility.eu/entries/6",
  "skillReuseLevel": "1 Transversal",
  "skillType": "Skill or Competence",
  "isEssentialPartOf": "http://cd.openvirtualmobility.eu/entries/1",
  "isOptionalPartOf": [],
  "isSameAs": [],
  "isSimilarTo": [],
  "needsAsPrerequisite": [],
  "prefLabel": {
    "language": "en",
    "value": "Demonstrating cultural understanding"
  },
  "description": {
    "language": "en",
    "value": "Direct interaction with ...
      \nExchange knowledge with ...
      \nBeing able to deal with ..."
  },
  "altLabel": []
}
```

Abb. 2: Beispiel der Kompetenz *Demonstrating cultural understanding* (ID 6), welche Teil des Kompetenzbereiches *Intercultural skills and attitude* (ID 1) ist. [Darstellung im JSON-LD Format (kompakt), aus Darstellungszwecken gekürzt. Abgerufen am 31.07.2020 über die REST-API URL <http://cd.openvirtualmobility.eu/entries/6>]

2.3. Schritt 3: Mapping zu ESCO

Im ESCO werden Fähigkeiten, Kompetenzen, Qualifikationen und Berufe, die für den Arbeitsmarkt und die Bildung in der EU relevant sind, kategorisiert. Dabei werden die Beziehungen zwischen den verschiedenen Konzepten systematisch abgebildet. Im Projekt OpenVM wurden Querverweise zwischen den Kompetenzen im OpenVM-Modell und den Kompetenzbeschreibungen in ESCO ausgearbeitet (vgl. Tab. 1). Der Mapping-Prozess verlief dabei in mehreren Schritten. Zunächst wurde eine umfassende Liste ausgewählter ESCO-Deskriptoren erstellt, die für das OpenVM-Kompetenzmodell relevant waren. Dabei wurde eine Kodierung jedes ESCO-Deskriptors nach der Zuordnung zu einer Kategorie von vier Experten/innen aus dem Projektverbund unabhängig voneinander vorgenommen, d. h. 1 = „der ESCO-Deskriptor beschreibt (einen Teil) des OpenVM-Kompetenzbereichs“, 0 = „der ESCO-Deskriptor beschreibt (einen Teil) des OpenVM-Kompetenzbereichs nicht“. Für jeden OpenVM-Kompetenzbereich wurde ein Kommentar hinzugefügt, in dem genauer beschrieben wurde, inwiefern die aufgeführten ESCO-Deskriptoren den OpenVM-Kompetenzbereich abdeckten. Danach wurde die Interrater-Reliabilität zwischen den vier Experten/innen,

ausgerechnet, um zu einem minimalen Satz zu gelangen. Darüber hinaus wurden in diesem Prozess Ergänzungen zur Abdeckung fehlender Kompetenzbereiche im ESCO vorgeschlagen.

OpenVM	ESCO
Gaining cultural knowledge	demonstrate intercultural competence
Understanding cultural perspectives	respect cultural preferences
Enhancing own cultural identity	work in an international environment

Tab. 1: Beispiel zum ESCO-Mapping im Kompetenzbereich *Interkulturelle Kompetenzen*.

2.4. Schritt 4: Referenzierung in Open Badges

Die einzelnen OpenVM-Kompetenzbereiche wurden anschließend in digitalen Nachweisen auf der Basis des Metadaten-Standards *Open Badges* referenziert. Dabei konnte durch das Upgrade der Projektpartner-Plattform Bestr⁷ auf die Badgr⁸-Infrastruktur, welche die zweite Version des Open Badges Standards (OB 2.0) unterstützt, das Metadatenfeld *alignment* aus der Open Badges 2.0-Spezifikation genutzt werden. Dies ermöglichte auch die Verknüpfung von OpenVM Badges mit dem digitalen Kompetenzverzeichnis. Die semantische Verknüpfung ist nicht nur über Hyperlinks in der Beschreibung der Badges und seiner Kompetenzen gegeben, sondern auch über das maschinenlesbare Format (JSON-LD), welches das Hochladen von OpenVM Badges in beliebige Plattformen und das Anzeigen von Open Badges (OB 2.0) unterstützt (Abb. 3).

⁷ <https://bestr.it/organization/show/99>

⁸ <https://badgr.org/>



Abb. 3: Konzeptionelles Beispiel für die Referenzierung von semantischen Kompetenzbeschreibungen in Open Badges (OB 2.0) [Aufgeführte URLs sind aus Platzgründen symbolisch und nicht funktional].

2.5. Schritt 5: Einsatz in MOOCs

Die acht Kompetenzfelder mit dazugehörigen Teilkompetenzen, welche im Rahmen der Group Concept Mapping Studie, der Kompetenzmodellierung und semantischen Referenzierung, wie in den Abschnitten oben dargestellt, ausgearbeitet wurden, kamen auch beim Design von mini-MOOCs in der OpenVM Learning Hub⁹ zum Einsatz [BPT19]. Der Ansatz für die Gestaltung von OpenVM MOOCs basiert auf der Taxonomie der MOOCs von [Cl16]. Diese Taxonomie beschreibt mini-MOOCs als kleinere und kürzere Form mit weniger Inhalten und fokussiert auf wenige Kompetenzen im Vergleich zu traditionellen MOOCs. Dabei können digitale Kompetenznachweise auf der Basis von Open Badges als sogenannte *Micro-Credentials* mit dem mini-MOOC Format, in dem ein klar umrissenes Set an Kompetenzen entwickelt wird, gut abgestimmt werden [Cl16]. OpenVM mini-MOOCs bauen auf dieser Idee auf und nutzen die acht Kompetenzbereiche, um die Lernziele, Lernaktivitäten, E-Assessments und digitale Kompetenznachweise zu beschreiben und aufeinander abzustimmen [BPT19]. Dabei ist jeder der acht mini-MOOCs einem der acht Kompetenzbereiche gewidmet. Die übersichtliche Struktur der mini-MOOCs wird zusätzlich dadurch unterstützt, dass jeder mini-MOOC aus drei Niveaustufen (sub-MOOCs) besteht und damit ebenfalls der Struktur des OpenVM Kompetenzmodells entspricht. Damit findet eine weitere Form von Competency Mapping statt: das strukturierte Kompetenzmodell mit acht Kompetenzbereichen auf drei Niveaustufen und den dazugehörigen Teilkompetenzen wird auf das mediendidaktische

⁹ <https://hub.openvirtualmobility.eu/login/index.php>

Design von den acht mini-MOOCs bestehend aus je drei sub-MOOCs abgebildet (Abb. 4).



Abb. 4: Beispiel für den Einsatz von Open Badges in einem der OpenVM mini-MOOCs.

Die OpenVM mini-MOOCs wurden in den Jahren 2019 und 2020 in zwei Zeiträumen pilotiert und im Rahmen der begleitenden Online-Befragung evaluiert. Insgesamt haben sich 1.389 MOOC-Teilnehmende an der Online-Evaluation beteiligt. Im Rahmen der Online-Evaluation wurde eine Reihe von Fragen zu Nutzererfahrung und Lerneffekten gestellt. Dabei fanden ca. 70% der Befragten, dass die Learning Outcomes und die Lernaktivitäten klar und verständlich definiert bzw. beschrieben wurden. Die Beschreibungen basierten auf dem Kompetenzmodell mit den drei Niveaustufen und dazugehörigen Teilkompetenzen. Rund 65% der Befragten waren der Meinung, dass sie mit OpenVM mini-MOOCs die einzelnen Kompetenzen graduell und selbst-gesteuert gut entwickeln konnten und die erworbenen Kompetenzen mit Open Badges angemessen abgebildet wurden.

3. Handlungsempfehlungen

Auf der Basis der Erkenntnisse im Projekt OpenVM können folgende Empfehlungen zur Weiterentwicklung von Competency Mapping 3.0 aus Sicht der Autoren/innen formuliert werden: Modellierende und Nutzende von Kompetenzen sollten ...

- ... die Kompetenzen in verschiedenen Modellen semantisch aufeinander beziehen, um die Verbindungen zwischen den einzelnen Kompetenzen sichtbar und verständlicher zu machen.

- ...Kompetenzmodelle mit Hilfe semantischer Technologien beschreiben und in geeigneten digitalen Formaten zur Verfügung stellen, um maschinelle Nutzung und Nutzbarmachung für digitale Verfahren zu ermöglichen.
- ...Competency Mapping 3.0 auch als Methode der mediendidaktischen Gestaltung von digitalen Lernangeboten (z. B. MOOCs) nutzen, um u. a. Lernmaterialien (z. B. OERs), Lernaktivitäten (z. B. Übungsaufgaben) und Lernkontrollen (z. B. Quizzes) mit Kompetenzbeschreibungen im Sinne von Constructive Alignment semantisch, inhaltlich als auch technisch, in Verbindung zu bringen.

Literaturverzeichnis

- [HE07] Heyse, V.; Erpenbeck, J.: KompetenzManagement. Münster, New York, München, Berlin, 2007.
- [ER04] Erpenbeck, J.; von Rosenstiel, L.: Handbuch Kompetenzmessung (2. Edition). Stuttgart; Ridder, H.-G., Bruns, H.-J., Brünn, S. (2004): Online und Multimediainstrumente zur Kompetenzerfassung. QUEM-Report, Berlin, 2007.
- [Ra20] Rajagopal, K. et al.: Learner skills in open virtual mobility. Research in Learning Technology, 28, 2020.
- [Vu16] Vuorikari, R.; Punie, Y.; Carretero Gomez S.; Van den Brande, G.: DigComp 2.0: The Digital Competence Framework for Citizens. Update Phase 1: The Conceptual Reference Model. Luxembourg Publication Office of the European Union, 2016.
- [Bu19] Buchem, I. et al.: Digital Skills Workshop: Modelling, Capturing, Cataloguing, Processing and Certification. In (Schulz, S. ed.): Proceedings of DELFI Workshops 2019 Berlin, Germany, September 16, 2019.
- [KBS19] Konert, J.; Buchem, I.; Stoye, J. (2019). Digitales Kompetenzverzeichnis mit Technologien des Semantic Web. In S. Schulz (Eds.), Proceedings of DELFI Workshops 2019 (pp. 61–70). Bonn, Germany: Gesellschaft für Informatik e.V.z. <https://doi.org/10.18420/delfi2019-ws-108>
- [KT07] Kane, M.; Trochim, W.M.: Concept Mapping for Planning and Evaluation (vol. 50), Sage, Thousand Oaks, CA, 2007.
- [BPT19] Buchem, I.; Poce, A.; Tur, G.: Microlearning in MOOCs. A case study on designing engaging micro-learning experiences in the Media and Digital Literacy MOOC. Comunicación y Pedagogía, No. 315-316, Microlearning, pp. 7-12, 2019.
- [Cl16] Clark, D.: A Taxonomy of Massive Open Online Courses. Contemporary Educational Technology, 7(3), pp. 223-240, 2016.

Taxonomic Competence Modelling – Observations from a Hands-on Study and Implications for Modelling Strategies

Matthias Patrick Dahlmeyer¹

Abstract: Following previous postulations for a global, integrated competence management system, this paper belatedly publishes and evaluates reflections from a 2014 study of taxonomic competence modelling. Mechanical engineering master students explore modelling their recent bachelor program as a study project. Following a systematic methodology with typical elements of a competence syntax, they encounter significant problems of inconsistency in all aspects of their data. Their reflections showcase that taxonomies are not suitable for a decentrally maintained competence model, competence levels and categories should be avoided from the core structure of a model, and both key aspects of a syntax should be kept flexible in a semantic network.

Keywords: integrative competence management, competence modelling, representation syntax, taxonomy, mechanical engineering.

1 Introduction

In previous publications, the strategic need was presented to define and establish a global, decentralized digital infrastructure for an integrative competence management system ([Da06], [DSR16], [Da19]), allowing participative management of life-long learning from individual personal, educational, and organizational perspectives. The underlying functional framework features a distributed, pervasive, and digitally operable competence representation model as a key element. In [Da19], the author derived guidelines for the core model's type and structure from an analysis of functional requirements.

As a follow-up in this workshop, hands-on experiences from modelling competencies in a technology-based domain are presented and evaluated as a set of two papers: The first (this) paper portrays more in detail the practical problems of a taxonomic modelling approach, and why this is unapt for decentralized competence management. The second paper [Da20] explores the process and challenges of a semantic approach, including the search for semantic tools for non-IT-experts to model domains as ontologies or graphs.

Although modelling of taxonomic domain competencies is not novel for itself (e.g. [EC20]), the specific exploration perspective of decentralized competence modelling can

¹ Hochschule für Technik und Wirtschaft Berlin – University of Applied Sciences, Faculty 2: School of Engineering – Technology and Life, Wilhelmshofstraße 75A, Berlin, D-12459, Matthias.Dahlmeyer@htw-berlin.de

be considered – as outlined in [Da19] – as highly relevant for understanding the challenges in this process.

Based on [Da19], competence will herein refer to a semantic network of representations of a perceived reality, dispositioning its owner to cause an effect or induce a change within himself, or someone / something without himself.

2 Methodology

In [Da19], the author analyzed the logic problems of taxonomies and other hierarchic classification approaches for a universal, distributed, context-sensitive competence representation model. The study referenced in this paper pre-dates this theoretic analysis (and contributed to it), and illustrates in more detail the practical challenges that arise even in a highly homogenous context by the example of a hands-on study.

The goal of the study was to explore the modelling process with open outcome and to understand implications for modelling strategies. Therefore, this paper compiles and evaluates qualitative, subjective testimonies and emerging reflections for what worked and what did not.

The study was conducted in an interdisciplinary project-based course in a master program for mechanical engineering at the Hochschule für Technik und Wirtschaft Berlin – University of Applied Sciences. Criterium for participation was only to opt for the specific, untypical project task over other more typical engineering tasks.

In April 2014, a team of five master students volunteered for a study to map competencies of courses in the bachelor program of mechanical engineering. They had completed the bachelor program only one year before, so they had experienced and could still recall the learning results of courses beyond course description. The team consisted of a group that had already worked together regularly in their bachelor program.

The project task was to research and develop an approach to map learning outcomes to program courses, to apply this independently from each other to at least one self-selected course per participant, and evaluate comparability of the resulting competence syntax. Participants were also asked to reflect and document their own modelling experiences. The observations and reflections are excerpts from a study project report [Bu14] (unless marked otherwise, e.g. comments in curly brackets). The project course was held and documented in German (de). While it is not feasible to translate full semantic domain data to English (en), critical data will be translated or summarized selectively in the following.

3 Observations and reflections

The team researched typical competence classification systems to define and describe mutual formulation rules for competencies and agreed on a four-element syntax of category, level, operation verb, and subject (e.g. *technical comprehension: calculate fractions*; or *methodical analysis: evaluate learning competencies*). They based the categories on the system of Helen Orth [Or99] (*technical, methodical, social-communicative, and personal* competencies). Levels used the cognitive scale of Bloom's taxonomy [Bl73] (*knowledge, comprehension, application, analysis, synthesis, evaluation*). From several sources ([Et09], [Ho10], [Kö13], [FUB11], [To13]) a table was compiled (**Error! Reference source not found.**), mapping operation verbs for technical competence (right column, de: Fachkompetenz) to levels (left column, de: Niveaustufe). The excerpt shows a list of verbs for level *knowledge* (de: Wissen/Erinnern), e.g. ability to *recognize, describe, define, identify, or draw*.

Niveaustufe	Fachkompetenz		
Wissen / Erinnern	abzeichnen	annehmen	reproduzieren
	anfahren	erkennen	schälen
	angeben	erzählen	schreiben
	aufheben	feststellen	sich erinnern
	aufzählen	finden	skizzieren
	benennen	gliedern	umstellen
	berichten	identifizieren	wiedergeben
	beschreiben	Kenntnis haben von	wiederholen
	bezeichnen	kennzeichnen	zeichnen
	bezeichnen	messen	zählen
	darstellen	präsentieren	zuordnen
	definieren		
	abgrenzen	extrapolieren	repräsentieren
	Verstehen		

Fig. 1: excerpt from table mapping levels ("Niveaustufe", left column) to verbs of technical competence ("Fachkompetenz", right column) (excerpted from [Bu14])

The *subject* was extracted individually from specific course content. To align the format of the data, the team developed a form (implemented in Microsoft Word) with a competence matrix per course, based on a template from elementary schools. **Error! Reference source not found.** shows an excerpt from the competence charting for computer engineering (de: Informatik) from the category *technical* competencies (de: Fachkompetenzen) with competence entries per subject (de: Inhalt), crossmarks on the respective level *knowledge, apprehension, and application* (de: Stufe Wissen/Erinnern, Verstehen, Anwenden), as well as *formulated competence verbs* underneath, here for entry 1: *knowing* and *denominating* (de: Formulierte Kompetenz: wissen, benennen).

To synchronize apprehension and application of the definition, *one course* (material science 1) was modelled *mutually*. Then, each participant modelled *two mutually selected courses independently* (material science 2, computer-aided design 1) to validate the definition by comparing the five matrix samples per course with regard to reproducibility of their four elements. Unfortunately, systematic analysis of reproducibility was not anticipated in the exploration as an explicit research design but developed by the participants' own, highly commendable initiative. The five deviating matrices were not

turned in with the report and cannot be reconstructed ex post, so no specifics can be derived. Looking back, a systematic reflection of specific aspects and degree of reliability of taxonomic competence descriptions would have been a relevant exploration task. This might be of interest for a continuative research question.

Kompetenzerfassung zum Modul F25 (Informatik)

1. Fachkompetenzen

Nr.	Inhalt / Modulbestandteil / Themengebiet	Stufe / Niveau					
		Wissen / Können	Verstehen	Anwenden	Analyisieren	Bewerten / Reflektieren	Erweitern / Erschaffen
1	Grundlagen Hardware	X					
2	Grundlagen Betriebssysteme (Unix/Windows)	X					
3	Grundlagen Software	X					
4	Grundlagen von Datensicherheit und Datenschutz	X					
5	Grundlagen der Datenverarbeitung	X					
6	Informations- und Kommunikationsdienste	X	X	X			
7	Datenbanken und Datenbankenmodelle	X					
8	Programmierumgebungen und Programmiersprachen	X	X	X			
9	Datenaustausch	X	X				
10	interne und externe Schnittstellen	X	X				
11	Aufbau von Internetseiten, Homepage, Hypertext	X	X	X			
12	Dienste und Rechner	X	X	X			
13	Protokolle und Adressierung	X	X	X			
14	Informationsbeschaffung, Bereitstellung, -verbreitung	X	X	X			

Formulierte Kompetenzen:

1. Wissen, Benennen

Fig. 2: Competence matrix for computer engineering (excerpt from appendix of [Bu14])

However, as a conclusion, “for all four criteria {syntax elements}, severe differences could be observed. Competence categories were identified differently, subjects were formulated individually, levels assessed with subjective perception, and verb specification was conducted unequally strong {sic}”.

The team reflected:

- Description of competencies with this basic approach is subjective and therefore cannot be conducted independently from each other in this form.
- To avoid crass differences resulting from subjective experience, expert panels should be assembled who generate those descriptions with the matrix mutually.
- Social and self-competence cannot be assessed and described {sic – based on their stage of expertise in competence modelling.}
- The six {Bloom’s cognitive} levels work only for technical competencies. For all other {categories}, specific competence levels have to be used that express the degree of mastery in this competence type duly.

In consequence, the definition was revised by eliminating social and personal competencies completely because of the mainly technical focus, and by applying a new scale for methodical competence levels (*elementary school, secondary school, German Abitur* {comparable to A-Levels or International Baccalaureate Diploma Programme}, and *University*”): Based on the new definition, they completed the further course mapping individually, without further validation. However, this might be attributed rather to a depletion of inspiration for further improvement potential than to fatigue of commitment: Their report covers in fact all 23 mandatory courses from the full six-semester bachelor program (much more than the five examples required), with a scope from natural science basics, over typical mechanical engineering technology to computer aided modelling and simulation.

4 Conclusion

The exploration study demonstrated that

- an established team
- of five capable, highly engaged, and well-cooperating domain experts
- with a recent, widely identical professional background
- from the perspective of a homogenous, single-perspective organizational unit of an educational institution
- after cooperatively defining, aligning, and employing a researched and agreed syntax with a systematic tool

was not sufficient to create a fairly unambiguous, reproducible competence model from their specific domain. The reflection of the process makes the practical barriers for taxonomic modelling vivid and tangible.

The exploratory, selective, and subjective nature of this study puts implications into a limited perspective. No quantitative analysis or factor analysis could be conducted to estimate modelling reliability. It also has to be considered that the domain experts had limited exposure to competence modelling. More experienced competence management experts would likely identify better-suited taxonomies (instead of eliminating social and personal categories altogether, or mapping methodical competencies to stages of an individual education system). Even mapping technical competencies to a purely cognitive scale might be regarded an unspecific approach, bearing inconsistency potential by design.

Yet, this subjective, hands-on example exploration graphically showcases the distinctly perceived difficulties of taxonomic modelling, even in a very narrow field of expertise. Extrapolating from this simplification to a global, multi-lingual, distributed competence model, decentrally managed by domain experts (not competence management experts), some implications can be derived at least for further consideration.

5 Implications

A competence model based on a strict taxonomic model should be assumed – or rather be expected – to be severely subjective, inconsistent, and extensively cumbersome to maintain and extend, at least without significant alignment efforts in modelling and utilization. Inconsistency should be expected to affect all typical syntax elements like the subjects to be competent about, the operations to be competent for, as well as levels and categories. This can be countered by cooperative alignment during creation, maintenance, and utilization of the competence model. This would, however, render such a structure inapplicable as key element of a global, distributed, multi-perspective system.

It is no surprise that a wide range of concepts from an indefinite spectrum of domains is highly elusive to consistent classification. The need for extensive maps of operation verbs (and the demonstrated inconsistent results) indicates that this element of syntax is also highly subjective to context and experience. It should be expected that both, subject and operation verb, cannot rely on a mutually agreed closed structure as part of a decentralized competence model, but require semantic openness in modelling and interpretation. In consequence, they should not be handled as pre-defined categories or attributes, but as semantic data that can be defined, correlated, interpreted, and shared, depending on subjective perspective.

It may also be concluded that level and category did not contribute directly to the specification of a competence: The verb-to-level mapping table indicates that operation verbs were used primarily to identify higher aggregated levels. Categories were only used to assign a competence to the most applicable level taxonomy. There is no example in the data where a competence is specified more in detail by means of the category. In consequence, level and category depend with a cardinality of 1:n directly on the choice of verb resp. subject, they are less specific aggregate attributes, and thus not required for competence specification. The correlation of levels to verbs and of categories to subjects was reflected to be just as subjective as the data itself, escalating inconsistency of the model significantly. They need not (and should not) be constitutive part of a model structure.

6 Outlook

One possible implication is that neither taxonomies, nor syntax definitions, nor algorithmic approaches seem to be sufficient by themselves to guarantee coherence across various contexts, as a by-product of an actual process of competence identification, formulation, and mapping. Rather, coherence of competence maps could actually be considered as outcome of two separate, but highly interdependent processes:

1. compositional² modelling to identify, formulate, and map operative occurrences of competencies (e.g. in owners, learning settings, or tasks), by configuring semantic elements according to a compositional syntax, and
2. lexical modelling to define and maintain the semantic logic behind these elements (meaning) for semantic interpretation (e.g. a taxonomy or a domain knowledge graph) according to a lexical syntax.

Those processes would be separate because composing competence occurrences and defining domain knowledge require a diverging perspective and focus. For instance, parsing descriptions of personal experience, courses or job profiles manually or with Natural Language Processing (NLP) can be expected to result in a domain knowledge model that would be rather selective to these contexts than cross-linked for technical lexicality. On the other hand, analysis of technical domain knowledge or parsing technical reports will hardly generate a representative set of formulated competencies how to make use of this knowledge.

But both processes would also be highly interdependent because lexical models provide elements for compositional modelling, and compositional formulations would contain new elements to feed into lexical modelling. Furtherly, competencies are not restricted to elementary subjects (e.g. “recognizes a hammer”) but can comprise complex subjects from a domain knowledge model (e.g. “can operate a hammer to drive a nail” or “can reflect that a hammer is a type of tool”). Therefore, compositional and lexical modelling could possibly share a part of their syntax. If the compositional syntax would be based on an established syntax for lexical use - like semantic triples from the Resource Description Framework (RDF) - it could be possible to incorporate already existing domain knowledge models.

Instead of closed-term taxonomic classifications, more versatile structures such as semantic networks or semantic graphs can be used to define, correlate and interpret semantic elements (like “operation verb” and “subject”, or even to further break down the subject). This would be in line with today’s software reality where more and more personal and social storage systems (e.g. for music, photos, bookmarks, or notes) can be observed to shift from hierarchic folder or category structures to more flexible non-hierarchic interfaces (like multiple tags, tag clouds, or knowledge graph structures). This is explored further in [Da20].

² Based on the linguistic principle of compositionality by George Boole (also attributed to Gottlob Frege as Frege’s principle)

Acknowledgements

This paper would not have been possible without the committed study participation of my former students Lina Buss, Markus Köhler, Stefan Seeger, Marcus Tress, and Sebastian Zimmer.

Bibliography

- [Bu14] Buss, L.; Köhler, M.; Seeger, S.; Tress, M.; Zimmer, S.: Analyse von Ingenieurstudiengängen über vermittelte Kompetenzen und Anforderungen an ein Portfolio zur Kompetenz-Abbildung. Report (unpublished) from an interdisciplinary study project with Prof. Dr.-Ing. Matthias Meyer (later Dahlmeyer), Hochschule für Technik und Wirtschaft Berlin – University of Applied Sciences, 2014.
- [Bl73] Bloom, B. S.: Taxonomie von Lernzielen im kognitiven Bereich, Weinheim, Basel, Beltz-Verlag, 1973.
- [Da06] Dahlmeyer, M. (at that time under the previous name Meyer): Management von Ingenieurkompetenzen im Spannungsfeld beruflicher Arbeitsteilung. Dissertation at the TU Berlin (University of Technology), 2006. URN: urn:nbn:de:0011-n-446310 (available online).
- [Da19] Dahlmeyer, M. P., (2019). Conditions, Requirements, and Guidelines to a Universal, Integrative Model of Digitally Operable Competence Representations. In: Schulz, S. (Hrsg.), Proceedings of DELFI Workshops 2019. Bonn: Gesellschaft für Informatik e.V.z. (S. 111). DOI: 10.18420/delfi2019-ws-113 (available online).
- [DRS16] Dahlmeyer, M.; Reinhardt, K.; Schnauffer, H.-G.: Die Zukunft des Kompetenzmanagements. Vorschlag für ein transversales „System-Modell“ zur Kompetenzvernetzung zwischen Wissenschaft und Industrie als Voraussetzung für effektive Wissensarbeit. In: Gesellschaft für Wissensmanagement e.V.: gfwm Themen spezial. Frankfurt am Main, 2016. URN: urn:nbn:de:kobv:523-3437 (available online).
- [EC20] European commission: European Skills/Competences, qualifications, and Occupations. Classification of Skills/competences. Available online: <https://ec.europa.eu/esco/portal/skill> (lookup: July 21, 2020).
- [Et09] Ettmüller, W.: "Geht's auch konkreter?" – Wie können wir Kompetenzen in Lernsituationen konkretisieren?". Landesverband Rheinland-Pfalz – BAK, Kaiserslautern, 2009.
- [FUB11] Freie Universität Berlin (Hrsg.): Arbeitshilfe Kompetenzorientierung. Formulierungsvorschläge für die Qualifikationsziele/ Kompetenzorientierung. 2011. Available online: http://www.fu-berlin.de/sites/bologna/dokumente_zur_bologna-reform/Kompetenzorientierung.pdf?1320326409 (lookup: May 10, 2014).
- [Ho10] Hollender, D. N., et al.: „Formulierungshilfen für Modulhandbücher,“ TU Darmstadt, 2010.

- [Kö13] Bastian-Köber, J.: Leitfaden kompetenzorientiertes prüfen. Karlsruher Institut für Technologie, 2013. Available online: http://www.kit.edu/downloads/Sonstige/Leitfaden_kompetenzorientiertes_Pruefen.pdf (lookup May 10, 2014).
- [Or99] Orth, H.: Schlüsselqualifikationen an deutschen Hochschulen. Konzepte, Standpunkte und Perspektiven". Neuwied/Kriftel/Berlin: Luchterhand 1999.
- [To13] Tobias, B.: Kurzleitfaden Kompetenzformulierung. Universität Würzburg, 2013. Online: http://www.zils.uni-wuerzburg.de/fileadmin/39030000/ZiLS/Material/Kompetenzorientierung/Kurzleitfaden_Kompetenzformulierung.pdf (lookup: May 12, 2014).

Semantic Competence Modelling – Observations from a Hands-on Study with HyperCMP Knowledge Graphs and Implications for Modelling Strategies and Semantic Editors

Matthias Patrick Dahlmeyer¹

Abstract: Following previous postulations for a global, integrated competence management system, this paper publishes and evaluates reflections from a 2019 study of hands-on semantic competence modelling. Mechanical engineering bachelor and master students explore modelling their technical domain as a study project. They use a previously derived knowledge hypergraph structure (branded herein as HyperCMP) to model key subdomains in a two-staged process. Modelling subdomain knowledge as the first stage was prioritized. In the end, deriving actual competencies had to be suspended because of the lack of a suitable modelling tool that allows managing the complexity of such a model. Observations and reflections from tool research and the modelling process are used to narrow down the profile of a proposed semantic software solution to build, maintain, and use a decentralized competence model.

Keywords: HyperCMP, competence modelling, ontology editor, graph database, reification, hypergraph, federated knowledge graph, visualization, mechanical engineering.

1 Introduction

In previous publications, the strategic need was presented to define and establish a global, decentralized digital infrastructure for an integrative competence management system ([Da06], [DSR16], [Da19]), allowing participative management of life-long learning from individual personal, educational, and organizational perspectives. The underlying functional framework features a distributed, pervasive, and digitally operable competence representation model as a key element. In [Da19], the author derived guidelines for the core model's type and structure from an analysis of functional requirements.

As a follow-up in this workshop, hands-on experiences from modelling competencies in a technology-based domain are presented and evaluated as a set of two papers: The first paper [Da20] portrays more in detail the practical problems of a taxonomic modelling approach, and why this is unapt for decentralized competence management. The second (this) paper explores the process and challenges of a semantic approach, including the search of semantic tools for non-computer experts to model domains as ontologies or graphs, and their implications for semantic modelling strategies and tool development.

¹ Hochschule für Technik und Wirtschaft Berlin – University of Applied Sciences, Faculty 2: School of Engineering – Technology and Life, Wilhelmshofstraße 75A, Berlin, D-12459, Matthias.Dahlmeyer@htw-berlin.de

2 Underlying concepts: Competencies and HyperCMP meta-model

The following section compiles the principle concepts for the further paper.

Based on [Da19], *competence* will herein refer to a semantic network of representations of a perceived reality, dispositioning its owner to cause an effect or induce a change within himself, or to someone / something without himself.

Semantic modelling of competencies is often understood as a process, where competencies are formulated as a monolithic concept label or *vertex*, and then enriched by subsequent semantic interrelation statements or *edges* (typically called *node* resp. *relations* in ontologies, but furtherly, graph terms will be preferred). Labels can be derived from controlled vocabularies or taxonomies that may already include limited, usually mono-hierarchical semantics. An example was presented by the OpenVM project [BK19], using a semantic extension for competence descriptors in Mozilla Open Badges, based on the ESCO taxonomy [EC20]. This approach is low-threshold for competence formulation – But for a meaningful semantic model, each label will have to be semantically mapped to all other label variations. In a decentrally managed model without controlled vocabulary, this entails extensive effort for modelling, maintenance, and working with the data, even for small networks (see Fig. 3 top left). Also edge combination may be correct but ambiguous (highlighted gray: soup is a type of food; salted is a type of spiced), or contradicting (highlighted black: potato soup is a type of soup; salted is a type of spiced).

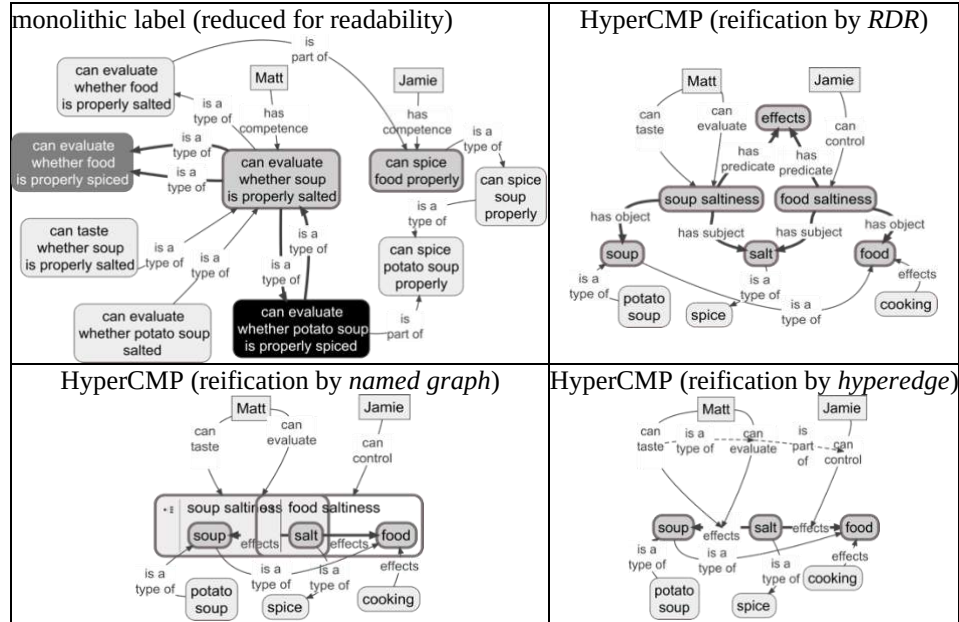


Fig. 3: Comparison of various modelling approaches

As an alternative, a modular semantic modelling approach has been proposed that allows composing competencies from non-controlled elements, but in a shared syntax of *quadruple statements* [Da19]. This approach defines a composition pattern (syntax) for competencies, furtherly referred to as *Hypergraph-based Competence Modelling Pattern (HyperCMP)*: Semantic triples (“[subject] – [predicate] – [object]”) are used to lexically² model elements of a domain and their semantic structure (what to be competent *about*). Competencies would then be compositionally³ modelled by addressing these lexical triple statements with a fourth element, a competence owner’s *disposition* to effect the respective aspect of the domain (what to be competent *for*, *disposition to* <x> [Da19], or *operation verb* [Da20]). This shared syntax allows semantic structures to be distributed over a network of federated domain knowledge graphs while a shared syntactic logic allows cross-linking and cross-interpretation. It also allows to control traversal of a semantic graph *per element* (“semantic search” as described in [Da19]), so vertices and edges can be identified or matched from semantically related (e.g. *synonymous*, *translated*, *broadener*, or *narrower*) keywords – including the semantic structure of edges themselves. This reduces model and modelling complexity significantly (see Fig. 3, bottom right), while allowing more specific control *per element* over the semantic search. New competencies can be composed based on previously modelled domain knowledge graphs.

When a fourth semantic component (in this case disposition) points to a semantic statement (*statement about a statement*), this is generally referred to as *reification*. Reification requires quadruples instead of triples, e.g. “[*can operate*] – [hammer] – [drives] – [nail]”. In a graph, this is realized by *hyperedges* (edges that do not point to a vertex, but to another edge that represents the triple statement). A graph natively supporting hyperedges is referred to as a *hypergraph* (see Fig. 3, bottom right). Another way to implement quadruples is a named graph [Ca05], with an auxiliary entity for the statement to be reified, e.g. [*can explain*] – [nailing]; with: [nailing] = [hammer] – [drives] – [nail]. Fig. 3, bottom left, displays two named graphs *soup saltines* and *food saltines*. In triple-based semantics systems, reification has to be modelled as an indirect construct, established as *Reification Done Right (RDR)* [HT14]: The statement to be reified is sub-modelled as a vertex which is the object of the reifying statement, but also the subject of three more semantic statements (*has subject*, *has predicate*, *has object*) (see Fig. 3, top right). Such substitutions for every statement of a graph are cumbersome to model and query/traverse (all HyperCMP examples in Fig. 3 contain only two reified statements, to be extrapolated for more complex graphs). The syntax for the example of nailing demonstrates the complexity of this approach: “[person] – [can operate] – [nailing]; with: [nailing] – [has subject] – [hammer]; [nailing] – [has predicate] – [drives]; [nailing] – [has object] – [nail]”.

HyperCMP using hypergraphs was premise for observations and implications throughout the study and especially in the tool research – even though it could not be implemented.

² as introduced in [Da20]: interrelating semantic elements to define their meaning.

³ as introduced in [Da20]: composing competence formulations from semantic elements.

3 Methodology

The goal of the study was to explore the modelling process with HyperCMP with open outcome and to understand implications for modelling strategies and semantic editors. Therefore, this paper compiles and evaluates qualitative, subjective testimonies and emerging reflections for what worked and what did not.

The study was conducted in an interdisciplinary project-based course in a mechanical engineering program at the Hochschule für Technik und Wirtschaft Berlin – University of Applied Sciences. Criterion for participation was only to opt for the specific, untypical project task over other more typical engineering tasks.

In October 2019, one bachelor and one master student volunteered for a study project to start an ontology- or graph-based competence model for the mechanical engineering domain. The results were intended to be publically available as linked open data, to support learning by exploration of the domain itself and, later, of mapped content, and for further exploratory research of competence modelling.

Initially as a side-track, semantic modelling tools were researched for utilization in the study. This evolved into a substantial immersion – The results are documented in section 4. The project task for each participant was to choose, research, and model competencies from one key subdomain. In a first step, participants should lexically model their subdomain's content, and in a second step, compositionally model competence statements (about the lexical model) with disposition hyperedges. Participants were also asked to reflect and document their own modelling experiences. The observations and reflections are excerpts from their project reports [Bu19] and [Sc19] (unless marked otherwise, e.g. comments in curly brackets). The project course was held and documented in German. Critical data will be translated or summarized selectively.

4 Research of tools for semantic modelling of competencies

In order to provide a modelling tool for the study, semantic tools were researched for their suitability to HyperCMP modelling. Initial requirements were:

- a system to create a semantic structure like an ontology or knowledge graph (focused on vertex and edge entities only, ignoring semantic attributes).
- natively supporting reification resp. hyperedges.
- browsing and editing appropriate for non-computer experts, i.e. no coding in application programming interface (API) or query language (QL) is required.
- intuitive graphic user interface for front-end tool to navigate and explore data ("browser") as well as to create and maintain data ("editor").
- data can be edited online or updated to a data server for machine-readable traversing and linking into the data. Ideally, the system itself offers web-based

- browsing and editing, with differentiated access rights management (ARM). Alternatively, a separate compatible web-based editor is available.
- Availability in descending priority: open source, free, or low-cost academic license for research.

No system was found to fulfill the requirements without major compromise. To put this into perspective, the search was a side track out of necessity and, to a notable degree, new territory of expertise. Some systems were installed and tested, others were abandoned because of the web documentation. Unfortunately, no systematic documentation and evidence per system and aspect was systematically planned – The search began as a simple web search and was refined more and more based on findings. However, within these limitations, relevant insights crystalized in the process, to be shared as overall evaluation of software categories regarding need for action.

A key insight was to distinguish between semantic functionality of data storage, schema browsing, data browsing, data layout & presentation, schema editing, and data editing.

Ontology editors and graph databases often discriminate two different layers: the model's schema layer⁴ and the model's data layer⁵. In ontology editors like Protegé, data is strictly instantiated from a schema of binding class taxonomy. A graph can be explicit (strictly binding), hybrid (partially binding) or implicit (not binding). Even though the schema and the data layer basically consist of vertices and edges, visualizing and editing is usually implemented as separate tools or functions.

Ontology editors seem to be ideal for use cases when the schema layer is centrally controlled by few experts and shared, to be populated with data in a close decentral but coordinated cooperation. E.g., Protegé (Desktop) includes an editor for the complex schema, and a more basic interface to create and edit data (as well as multiple graphic data exploration interfaces not capable of editing). Functionality of a local desktop installation can be extended by a large choice of plugins (for WebProtegé very limited). The WebVOWL editor (Protegé plugin or webclient) allows highly comfortable browsing and editing – but exclusively for the schema layer (no visualization and editing of the data layer). All these characteristics of ontologies do not make this software class suitable as a vehicle for HyperCMP modelling: Most of the schema is based on non-taxonomic, subjectively controlled elements, restricted only by syntax conventions.

Graph databases like AllegroGraph, ArangoDB, Blazegraph, Caley, Grakn, GraphDB, GraphEngine (formerly Trinity), HypergraphDB, or JanusGraph (formerly Titan), or Neo4J are apparently preferred for storage of large data sets for analysis or for ad hoc processing. They are notably often available as a mere server, with a text console and application programming interface (API) instead of a graphical user interface (GUI), with few exceptions described below. Many tutorials focus on coding the schema or loading data into the graph in query language, or how to implement queries by software clients.

⁴ vertex and edge types in a graph schema; concepts or classes in an ontology

⁵ specific vertices and edges in the graph data; actual instances or individuals in an ontology

Some systems include a visualization window or separate tool, parallel to editing via console (like Neo4J Bloom, Browser for JanusGraph, or the now web-based Gruff for AllegroGraph, which is also promoted as a “graphical query builder”).

But a key problem is that most ontology editors and graph databases are not promoted to natively support reification / hypergraphs. Named graphs as a reification concept have been published 15 years ago [Ca05], and they do form part of the SPARQL Protocol and RDF Query Language specification. However, non-IT domain experts cannot be expected to code their knowledge into RDF editors.

However, there are some exceptions: HypergraphDB, Graphbrain, GraphEngine, and Grakn claim to natively support hypergraphs, with Graphbrain explicitly promoted as experimental (version 0.3.2, command-line interface, and MacOS only). But none could be confirmed in the study to have a GUI function or extension for graph building and populating and were therefore not or only superficially installed and explored with the exception of Grakn: Grakn Labs promotes heavily native hypergraph support as a key feature of the Grakn Core database and offers Grakn Workbase as an unpretentious but graphic, force-directed editing tool. In his just published extensive overview of emerging semantic technology, [Fi20] comes to the conclusion that hypergraph are supported by “some of the emerging databases”, but afterwards names only that he identified Grakn when writing this article. However, currently in Grakn, only the schema layer can be graphically edited (with some teething problems that have yet to be smoothened out). Unfortunately, competence modelling with the HyperCMP syntax is more concerned with the data layer than the schema layer, and the GUI for the data layer currently only allows browsing – Without graphic data editing functionality, domain experts would have to enter their model using GraknLabs query language GraQL via a text console. Another obstacle for research and distributed modelling is that even simple access rights management (e.g. to prevent editing from website visitors) currently requires the paid Enterprise suite (The basic software is free and open source). Grakn uses an own, yet open source query language for its functionality.

However, during research for this paper (after the study), AllegroGraph (Frank Inc.) was discovered to support hypergraphs by means of named graphs, and it includes Gruff as a free additional tool for advanced graphic visualization, query building, and – actually – editing. This seems to be a promising starting point for further exploration.

Many other graph databases require third-party (although often free) tools for browsing, analysis, and layout, like Cytoscape, Gephi, Graphileon, Graphviz, or VisGraph. None could be confirmed to provide editing the source graph data graphically, or to support reification with again a few exceptions described below. A few tools arrange data in mere fixed planar pan and zoom layouts, ill-suited for large networks. But most visualization tools offer – at least as a choice – a comfortable force directed (or *spring*) layout based on a *Model-View-Controller (MVC)* concept. The prevalence of the force-directed layout method is also attested by the extensive overview and analysis of visualization tools and methods in [Du18] (although no proof was seen that it is significantly better than other

visualization methods). Some tools allow also defining “perspectives” which simplify (filter) the data graph for a specific exploration interest. This could support visual editing significantly.

Franz Inc.’s Gruff is promoted to browse and edit data with named graphs (to be tested in detail). Hyperscape was discovered while writing this paper, with the claims to not only visualize but also edit hypergraphs (to be tested for the schema and for the data).

Since no ontology or graph editor could be confirmed during the project to match the requirements, a basic graph-drawing editor was chosen for the modelling. From two identified freely available tools, the participants chose *Visual Understanding Environment (VUE)* from Tufts University (open source, based on the VUE.js framework) over *yEd Graph Editor* (yWorks, free): VUE’s interface is optimized for quick-and-simple editing and basic analysis, rather than yEd’s powerful layout and presentation options. Also, resulting data was considered more future-proof for extension because of native hyperedge-support and RDF-export as options for subsequent modelling.

5 Observations and reflections from a modelling study

The bachelor student chose to model *production technology*, the master student *engineering design*. To prevent duplicates, they were to define interface points for cross-reference between the two subdomains. It was decided to prioritize modelling the domain content, and consider the hypergraph-based modelling of actual competencies as a subsequent option.

edge	type	implied reverse	reverse type
[is a type of]	hyponym to	[comprises]	hypernym to
[is the same as]	synonym to	[is the same as]	synonym to
[is part/member of]	partitive/meronym to	[consists of/contains]	partitive/holonym to
[is cause of]	causative cause	[is effect of]	causative effect

Tab. 1: semantic edge type used in the study

A basic set of four edge types was predefined (see Tab. 1) to ensure compatibility of subdomains but to be extended if required. Individuals of edges had to be type-aligned manually because it was not recognized during the study that VUE – other than most graph drawing tools – does actually support a systematic type definition. Reverse edge types were not explicitly modelled but can be semantically reasoned (e.g. “engine – is part of – car” → “car – contains – engine”). Since [Bu19] considered the basic set insufficient, he introduced additional edge types in his sub-domain of production technology (“A defines B”, “A develops B”, “A influences B”, “B depends on A”). Those can be interpreted as more specific causative types (“depends on” is reverse). Therefore, subdomains are compatible as long as semantic aggregation of edge types is available. [Bu19] recognizes that choice of edge types may be subjective, depending on context. This observation

indicates that edge types should also be subject of decentralized, federated semantic modelling and interpretation, rather than be strictly centrally prescribed.

The students assembled concepts for vertices from technical books, lecture notes, classifications from technical standards, technical websites, and lecture notes, and then sorted, specified, and interrelated them [Bu19].

Lexical subdomain modelling with a graph-drawing tool turned out to be a major challenge in itself. The lexical models quickly grew too complex to manage with a simple drawing tool with planar layout (see Fig. 4 for an impression of result complexity). A full compositional HyperCMP model with hyperedges for competencies would have added significantly more complexity and had to be suspended for subsequent research. Nevertheless, the explored modelling principles are highly relevant also for the subsequent compositional competence modelling.

Some basic cross-subdomain-references were created, including interface points for prospective subdomains (engineering mechanics, quality management) but only highlighted manually without function at this stage.

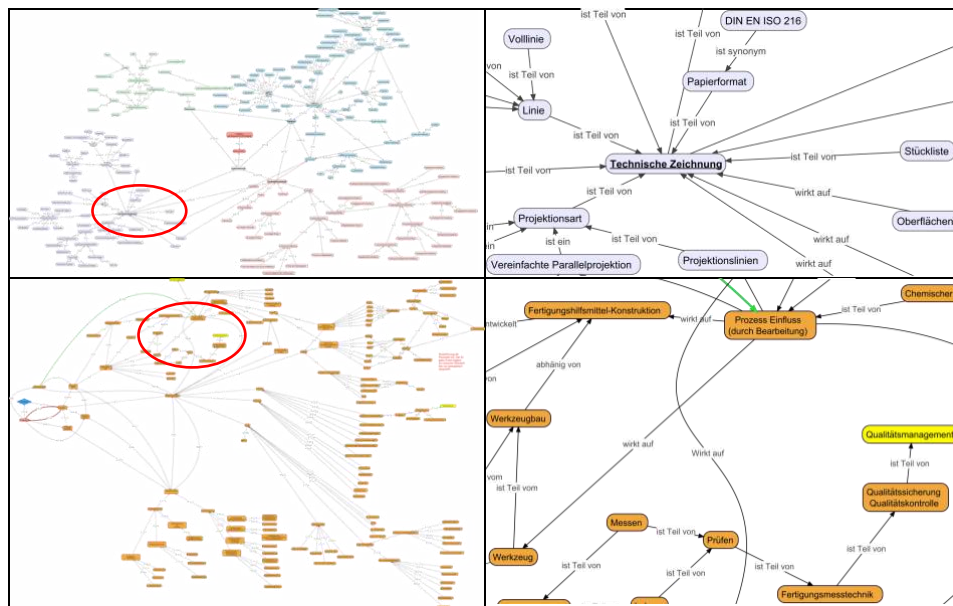


Fig. 4: Domain graphs (left) and detail (right) for engineering design (top) and production technology (bottom), from appendices of [Sc19] and [Bu19]

The participants reflected in their project reports:

A tendency was observed to “lose oneself in single branches of the network, explicating all too detailed and specific”. So the focus should be kept high-level at an early stage. “Choice of terms should be self-explaining and comprehensive”, with “standard technical terms wherever possible.” [Bu19]

The main inhibiting factor for modelling was the lack of facility of navigation. As the semantic network grew, the planar graphic arrangement became more critical, intricate, and hindering to keep track and to maintain by zoom and pan functions. Extensive time, concentration, and reviewing had to be devoted to self-orientation and, after pauses, re-orientation in the data, resulting e.g. in duplicates [Sc19]. Automatic layout functions resulted in a counterintuitive arrangement and produced overlapping vertices and edges [Sc19]. Best overview resulted from manual layout that was cumbersome to handle because there was no reasonable coordination between the view of the model and the focus of exploration or editing. E.g. it was difficult to isolate selected areas for focused analysis and editing: Dragging vertices temporarily to the side (with the rest of the graph unmodified) resulted in promiscuous edge runs across the network. “Three-dimensional browsing and editing” would be considered a significant improvement. [Bu19] {This refers more to *dynamic* than actual 3D.}

VUE allows structuring the graph into optional layers. Defining the layers “properties”, “technologies”, “processes”, and “objects” turned out to be very helpful for populating, browsing, and editing the graph systematically [Sc19], without structuring the model strictly (like a taxonomy of these categories would). Some semantic tools offer a similar functionality of *perspectives* on the data to mask aspects of a graph that are irrelevant for the task at hand. In the *engineering design* graph, the coloring function was applied to sections for better orientation (Fig. 4, top left.)

The graphic presentation of a graph requires formal conventions or guidelines to transport meta-concepts about graph elements. E.g. in the production technology graph, the decision symbol from the Unified Modelling Language (UML) was used at first as a format to highlight link points to super- or other subdomains – This may confuse a reader with UML-background [Bu19]. For further work, edge types, building and structuring of the graph, and degree of detailing / branching out should be defined and aligned in the data [Sc19]. VUE’s lack of a class model or type schema resulted in a difficult-to-handle manual alignment of edge types. [Sc19] {sic – During the study, it was not recognized that VUE actually can support external ontology class references e.g. for edge typing. However, this function requires an external type ontology and is not visualized descriptively - So after choosing an edge type, the edge would still have to be named consistently for display.}

The long-term target of making this data available and editable in the semantic web cannot be realized within VUE. [Sc19] {On later reflection, this should mainly be attributed to a lack of appropriate navigation.}

6 Implications for Strategies and Tools

The HyperCMS modelling approach yet has to be tested for full composition modelling with actual *disposition* hyperedges. Yet, exploration so far encourages the assumption that distributed competence data can be generated, connected, and queried using the HyperCMP modelling approach with hypergraphs. Modelling the domain first, and later supplementing disposition types was accidental but would allow systematic staging of the modelling process or division of work into lexical and compositional modelling as suggested in [Da20]. This also encourages confidence that competence modelling can build on previously developed knowledge graphs.

The key enabler for managing this modelling approach is a capable editor for non-computer domain experts to comfortably create, maintain, and utilize hypergraph data without coding. The software categories *ontology editors*, *graph databases*, *graph visualizations*, and *graph drawing tools* all allow semantic navigation and – except most visualization tools – editing. But they were designed for different use case (expert-supervised schema, API-driven data population, Big Data analysis and presentation, and diagramming of limited concepts). None currently seems to solve the essential functionality premised for HyperCMP modelling, not by itself, nor in combination with others. The closest candidate found was Grakn Core + Grakn Workbase, with AllegroGraph/Gruff or maybe Hyperscape as previously overlooked but promising candidates for further exploration.

Overall, a case can be made for a proposed software solution for the use case of decentrally managed, federated semantic modelling of competencies and similar concepts that:

- stores and publishes semantic graphs with native reification / hypergraph support,
- provides an integrated and intuitive graphic (“click-drag-and-label”-)interface for visualization, navigation, and editing of the data layer ,
- makes large data sets navigable by a combination of automatic layout following the focus of exploration and editing, preferably a force-directed layout, plus perspectives/filters to reduce complexity when building, maintaining, and exploring hypergraphs.
- allows decentrally managed, federated semantics for lexical modelling of domain concepts, compositional modelling of competencies, as well syntactical modelling of edge types (for lexical and for compositional modelling, as described in section 5) – ideally in one universal interface.
- does not bind types inherently to a taxonomy or an explicit schema. According to previously published guidelines, “taxonomies, categories, levels, and other assortative information must not be coded into the model {meta-model or pattern} itself, but as relationships into the semantic network data” [Da19].

Acknowledgements

This paper would not have been possible without the committed study participation of my students Philipp Burgdorf and Anna Schulenburg.

Bibliography

- [Ca05] Carroll, J. J. et al.: Named graphs. In *Journal of Web Semantics*, 2005, 3; pp. 247–267. DOI: 10.1016/j.websem.2005.09.001
- [Da06] Dahlmeyer, M. (at that time under the previous name Meyer): *Management von Ingenieurkompetenzen im Spannungsfeld beruflicher Arbeitsteilung*. Dissertation at the TU Berlin (University of Technology), 2006.
- [DRS16] Dahlmeyer, M.; Reinhardt, K.; Schnauffer, H.-G.: *Die Zukunft des Kompetenzmanagements. Vorschlag für ein transversales „System-Modell“ zur Kompetenzvernetzung zwischen Wissenschaft und Industrie als Voraussetzung für effektive Wissensarbeit*. In: *Gesellschaft für Wissensmanagement e.V.: gfwm Themen spezial*. Frankfurt am Main, 2016.
- [Du18] Dudáš, M. et al.: *Ontology visualization methods and tools: a survey of the state of the art*. In *The Knowledge Engineering Review*, 2018, 33.
- [HT14] Hartig, O.; Thompson, B.: *Foundations of an Alternative Approach to Reification in RDF*, Technical Report, 2014. Available online: <https://arxiv.org/pdf/1406.3399>, accessed: 20/07/2020.
- [BK19] Konert, J., Buchem, I. & Stoye, J.: *Digitales Kompetenzverzeichnis mit Technologien des Semantic Web*. In: Schulz, S. (Hrsg.), *Proceedings of DELFI Workshops 2019*. Bonn: Gesellschaft für Informatik e.V.z. (S. 61), 2019. DOI: 10.18420/delfi2019-ws-108.
- [Bu19] Burgdorf, P.: *Maschinenbau goes Web 2.0 – Inhalte im Semantic Web (Fertigungstechnik)*. Report (unpublished) from an interdisciplinary study project with Prof. Dr.-Ing. Matthias Dahlmeyer, Hochschule für Technik und Wirtschaft Berlin – University of Applied Sciences, 2019.
- [Fi20] *The emerging landscape for distributed knowledge, ontology, semantic web, knowledge base, graph based technologies and standards (June 2020)*. <https://www.linkedin.com/pulse/emerging-landscape-distributed-knowledge-ontology-semantic-figay> (lookup: July 2, 2020).
- [Sc19] Schulenburg, A.: *Maschinenbau goes Web 2.0 – Inhalte im Semantic Web (Konstruktion)*. Report (unpublished) from an interdisciplinary study project with Prof. Dr.-Ing. Matthias Dahlmeyer, Hochschule für Technik und Wirtschaft Berlin – University of Applied Sciences, 2019.

Automatic Extraction of Semantic Competence Descriptions Using German Module Descriptions from Higher Education as an Example

Timo Raschke¹ and Johannes Konert ²

Abstract: For managing competencies, competency descriptions in natural language are usually used. A conversion to semantic data records is advised, if cataloging and organization of these data is needed. An approach was developed to extract German semantic competence triples consisting of competence verb, object and context using the example of continuous text module descriptions from higher education (in the specific case of the Beuth University of Applied Sciences Berlin) using recent solutions from the research area of Natural Language Processing. The techniques *Constituency Parsing*, *Dependency Parsing* and *Semantic Role Labeling* are compared based on their suitability. First results are presented based on a developed software architecture and a resulting prototype. The results show that competence extraction with an F1 measure of up to 50.2 % is possible on the basis of dependency parsing. The results of this work create a basis for the further use of semantic competence descriptions for a variety of other areas of application, for example, similarity calculations of university courses or the creation of dependency graphs for courses in a course.

Keywords: Natural Language Processing, dependency parsing, competence extraction, semantic

¹ Beuth Hochschule für Technik Berlin, Fachbereich VI – Informatik und Medien, Luxemburger Str. 10, 13353 Berlin, research@timoraschke.de

² Hochschule Fulda, Fachbereich Angewandte Informatik, Luxemburger Straße 123, 36037 Fulda, johannes.konert@informatik.hochschule-fulda.de,  <https://orcid.org/0000-0003-0022-535X>

Automatisierte Extraktion semantischer Kompetenzbeschreibungen am Beispiel von deutschsprachigen Modulbeschreibungen aus der Hochschullehre

Timo Raschke¹ und Johannes Konert ²

Abstract: Um Kompetenzen von Personen zu verwalten, werden für gewöhnlich Kompetenzbeschreibungen in menschlicher Sprache verwendet. Soll nun eine semantische Katalogisierung und Organisation mittels dieser Daten erfolgen, so empfiehlt sich eine Konvertierung in semantische Datensätze. Es wurde ein Ansatz entwickelt, um deutschsprachige, semantische Kompetenztripel bestehend aus Kompetenzverb, Objekt und Kontext am Beispiel von Fließtext-Modulbeschreibungen aus der Hochschullehre (im konkreten Falle der Beuth Hochschule für Technik Berlin) mittels aktueller Lösungsansätze des Forschungsgebiets Natural Language Processing zu extrahieren. Es werden *Konstituenzparsing*, *Dependenzparsing* und *Semantic Role Labelling* anhand ihrer Eignung verglichen und erste Ergebnisse anhand eines entwickelten Entwurfs und ein daraus resultierender Prototyp präsentiert. Die Ergebnisse zeigen, dass die Kompetenzextraktion mit einem F₁-Maß von bis zu 70,1 % auf Basis von Dependenzparsing möglich ist. Durch die Ergebnisse dieser Arbeit wird eine Grundlage für die weitere Verwendung von semantischen Kompetenzbeschreibungen für eine Vielzahl anderer Anwendungsgebiete geschaffen, zum Beispiel Ähnlichkeitsberechnungen von Hochschulkursen oder die Erstellung von Abhängigkeitsgraphen für Kurse eines Studiengangs.

Keywords: Natural Language Processing, Dependenzparsing, Kompetenzextraktion, Semantik

1 Einleitung

Im Laufe des Lebens gewinnt ein Mensch eine Vielzahl von Erfahrungen. Wenn aus diesen Erfahrungen Fähigkeiten oder Fertigkeiten hervorgehen, wird von einer Kompetenz gesprochen. Es gibt viele Möglichkeiten, Kompetenzen zu erlangen: Von der Grundschule über die Oberschule bis hin zum Studium oder Berufsleben. Es gilt einen Überblick zu erhalten, welche Fächer, Kurse, Module, Weiterbildungen oder Schulungen welche Kompetenzen vermitteln und welche diese gegebenenfalls voraussetzen. Weiterhin soll ermittelt werden, welche Kompetenzen wurden bereits erlangt wurden und wie diese nachgewiesen werden können.

Kompetenzen sind für die spätere Auswahl zum Beispiel für konsekutive Masterstudiengänge oder eine berufliche Tätigkeit relevant und müssen in vielen Fällen

¹ Beuth Hochschule für Technik Berlin, Fachbereich VI – Informatik und Medien, Luxemburger Str. 10, 13353 Berlin, research@timoraschke.de

² Hochschule Fulda, Fachbereich Angewandte Informatik, Luxemburger Straße 123, 36037 Fulda, johannes.konert@informatik.hochschule-fulda.de,  <https://orcid.org/0000-0003-0022-535X>

Modell	Sprache	Genauigkeit	Trefferquote	F ₁
Klein und Manning (2003) [KM03]	Englisch	83,1	82,1	82,9
Rafferty und Manning (2008) [RM08]	Deutsch	-	-	79,7
Zhu, Zhang, Chen, Zhang und Zhu (2013) [Zh13]	Englisch	91,5	91,1	91,3
Joshi, Peters und Hopkins (2018) [JPH18]	Englisch	94,8	93,8	94,3

Tabelle 1 Vergleich zwischen den Ansätzen für Konstituenzparsing

mit Nachweisen belegt werden. Kompetenzen werden im Rahmen eines Studiums unter anderem mittels Kompetenzbeschreibungen beschrieben. Dabei handelt es sich in der Regel um Fließtexte, die gemäß ihrer Natur nicht besonders gut durch Maschinen semantisch interpretierbar sind. Eine Möglichkeit zur Vereinfachung dieses Ablaufs ist die Digitalisierung der Dokumentation von Kompetenzen mittels semantischer Datensätze. Durch eine semantische Digitalisierung können Kompetenzen digital als Zertifikate ausgestellt werden, wodurch maschinenlesbar dokumentiert werden kann, welche Kompetenzen im Rahmen zum Beispiel eines Studiums erworben wurden.

Dieser Beitrag basiert auf einer abgeschlossenen Masterarbeit und hat zum Ziel, folgende Forschungsfragen zu klären:

1. Welche Voraussetzungen und Daten der Modulbeschreibungen von Studiengängen an deutschen Hochschulen sind relevant für eine solche Extraktion?
2. Mit welchen Verfahren der maschinellen Verarbeitung natürlicher Sprache, im Englischen Natural Language Processing (NLP) genannt, lassen sich Kompetenzbeschreibung präzise aus deutschsprachigen Fließtexten extrahieren?
3. Welche speziellen Herausforderungen stellt die Verwendung der deutschen Sprache an eine solche Extraktion?

2 Aktueller Stand der Forschung und verwandte Arbeiten

Nach intensiver Recherche ist das Forschungsgebiet der automatisierten Extraktion von Kompetenzen aus *deutschsprachigen* Texten noch unerforscht oder zumindest nicht in den gesichteten wissenschaftlichen Publikationen thematisiert. Aufgrund dessen liegt das

Modell	UAS ¹	LAS ¹
Chen und Manning (2014) [CM14]	92,0	90,7
Kiperwasser und Goldberg (2016) [KG16]	93,9	91,9
Dozat und Manning (2017) [DM17]	95,7	94,1

Tabelle 2 Vergleich zwischen verschiedenen Ansätzen für Dependenzparsing

Hauptaugenmerk darauf, verschiedene Methoden und Ansätze zur Beantwortung der Forschungsfragen (s.o.) zu erörtern. Das Forschungsgebiet des NLP konzentriert sich hauptsächlich auf die englische Sprache. Wo möglich werden Methoden erläutert, die für die Extraktion aus Texten deutscher Sprache anwendbar sind.

2.1 Konstituenzparsing, Dependenzparsing, Semantic Role Labeling

Konstituenzparsing versucht aus mittels Part-of-Speech Tagging³ (POS) annotierten Texten deren Konstituenzgrammatiken zu bilden. Es wurden vier Ansätze des Konstituenzparsings betrachtet. Dazu zählen der auf selektiver Aufteilung der Elternknoten und einer sprachlich abgeleiteten Aufteilung von Merkmalen von [KM02] und eine Adaption des Ansatzes für die deutsche Sprache von [RM08]. Weiterhin das Shift-Reducing Modell von [Zh13] und der ELMo⁴-basierte Ansatz von [JPH18]. Die Ergebnisse aller vorgestellten Modelle sind in Tabelle 1 zu finden. Die Ergebnisse wurden auf unterschiedlichen Datensätzen erzielt. Bei - liegen keine detaillierten Ergebnisse vor.

Dependenzparsing versucht anhand von POS annotierten Texten deren Dependenzgrammatiken zu bilden. Diese können durch Dependenzgraphen abgebildet werden. Dazu wurden vier Ansätze des Dependenzparsings behandelt. Es handelt sich dabei um den für die deutsche Sprache entwickelten *Zurich Dependency Parser for German (ParZu)* von [Se09] und [SS13], den auf neuronalen Netzwerken basierenden Parser von [CM14], der unter anderem auch für Deutsch adaptiert wurde und ein auf bidirektionalen LSTMs basierenden Parser von [KG16], der wiederum von [DM17] optimiert wurde. Die Ergebnisse der vorgestellten Modelle sind in Tabelle 2 zu finden.

³ Englisch für *Annotation von Wortarten*

⁴ Embeddings from Language Models, Englisch für *Einbettungen aus Sprachmodellen*

Modell	Genauigkeit	Trefferquote	F ₁
He, Lee, Levy und Zettlemoyer (2018) [He18]	81,9	84,0	82,9
Ouchi, Shindo, und Matsumoto (2018) [OSM18]	88,5	85,5	87,0
Li et al. (2019) [Li19]	85,7	86,3	86,0
Shi und Lin (2019) [Sh19]	85,9	87,0	86,5

Tabelle 3 Vergleich zwischen verschiedenen SRL Ansätzen auf dem CoNLL-2012 Datensatz

Semantic Role Labeling⁵ (SRL) versucht aus Texten natürlicher Sprache automatisiert deren Semantik zu ermitteln. Im Folgenden werden vier SRL-Modelle vorgestellt. [He18] entwickelten einen BIO⁶-basierten Ansatz mittel neuronaler Netzwerke und vortrainierten ELMo-Modellen. [OSM18] entwickelten einen spannenbasierten mit Hilfe eines neuronalen Netzwerkes und vortrainierten ELMo-Modellen. Eine Kombination dieser beiden Ansätze setzt das Ende-zu-Ende-Modell von [Li19] ein. Ein auf vortrainierten BERT⁷-Modellen basierender Ansatz wurde von [SL19] entwickelt. Die Ergebnisse aller vorgestellten Ansätze sind in Tabelle 3 zu finden.

2.2 Zusammenfassung

Die drei vorgestellten Techniken Konstituenz parsing, Dependenz parsing und SRL können grundsätzlich alle für die Extraktion von Kompetenztripeln aus Kompetenzbeschreibungen in natürlicher Sprache verwendet werden, wobei POS die Grundlage aller drei Techniken bildet. Konstituenz parsing und Dependenz parsing stellen dabei eine erste Voranalyse dar der Sprache dar, durch die mittels weiterer Logik ein Tripel aus Kompetenz, Objekt und Kontext erstellt werden kann. SRL stellt durch das Hinzufügen von Semantik eine interessante Alternative zu den beiden erstgenannten Techniken dar, da dadurch bereits ein Teil der notwendigen Weiterverarbeitung durch Algorithmen reduziert werden kann. Leider existiert zum Zeitpunkt der Ausarbeitung kein geeignetes Modell für SRL in deutscher Sprache.

⁵ Englisch für *Annotation von semantischen Rollen*

⁶ Beginning-Inside-Outside, Englisch für *Beginn-Innen-Außen*

⁷ Bidirectional Encoder Representations from Transformers, Englisch für *Bidirektionale Encoder-Darstellungen von Transformatoren*

3 Ansatz für deutschsprachige Kompetenzextraktion

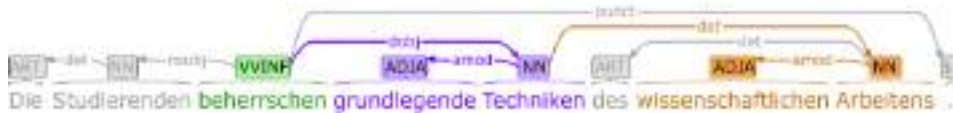


Abbildung 6 Beispiel der Extraktion eines Kompetenztripels einer beispielhaften deutschsprachigen Kompetenzbeschreibung

Auf Grundlage der durchgeführten Recherche wurde ein auf Dependenzparsing basierender Entwurf zur automatisierten Extraktion von Kompetenzbeschreibungen (als Kompetenztripel) mit dem Fokus auf deutschsprachige Texte entwickelt. Ein Kompetenztripel wird als ein Tripel definiert, bestehend aus einem Kompetenzverb, dem zum Kompetenzverb zugehörigen Objekt und gegebenenfalls einem Kontext, in dem die Kompetenz erbracht wird. Ziel ist es, dass der Entwurf Kompetenztripel innerhalb eines Textes (also einer Kompetenzbeschreibung) in deutscher Sprache erkennen und extrahieren kann.

Eingabeparameter des Extraktionsprozesses sind Sätze deutscher Sprache. Auf einem eingegebenen Satz werden zuerst mittels POS die Wortarten der Wörter des Satzes ermittelt. Auf Grundlage dessen kann nun auf dem Satz ein Dependenzparsing durchgeführt werden, dessen Ausgabe der mit Wortarten und Dependenz annotierte Eingabesatz ist. Dependenzparsing wurde als Hauptbestandteil des Prozesses gewählt, da es im Gegensatz zu Konstituenzparsing ähnlich wie der Ausgabeparameter Prädikatzentriert ist und durch die gebildeten Dependenzbeziehungen zwischen den einzelnen Wörtern Objekte und Kontexte einfacher ermittelt werden können. SRL, als möglicher weiterer vielversprechender Ansatz, wurde vorerst nicht in Betracht gezogen, da aktuell kein deutsches Modell existiert und das Anlegen eines deutschen Datensatzes inklusive Ressourcen für Training eines Modells für diesen ersten Ansatz im Rahmen der vorliegenden wissenschaftlichen Arbeit nicht möglich war. Auf dem gebildeten Dependenzgraphen werden nun weitere Schritte durchgeführt um Kompetenztripel bestehend aus Kompetenzverben, deren Objekte und Kontexte zu ermitteln. Der im Folgenden dargestellte Extraktionsprozess verwendet für die Bezeichnung der Wortarten das TIGER Annotationsschema ([Pr03]) und für Dependenz Universal Dependencies 2.0 ([MDS15]). Das Ergebnis einer beispielhaften Extraktion ist in Abbildung 1 als Dependenzgraph dargestellt, wobei grün gefärbte Wörter Kompetenzverben, lilafarbene Objekte, orangefarbene Kontexte und grau gefärbte Wörter Elemente ohne Funktion darstellen.

Algorithmische Schritte der Extraktion von Kompetenztripeln:

- 1) **Kompetenzverben ermitteln:** Finde infinitive Vollverben (VVINF), infinitive Vollverben mit zu (VVIZU) oder finite Verben (VVFIN) innerhalb des Satzes.
- 2) (optional) **Prüfen gegen Positivliste:** Prüfe für jedes gefundene Verb, ob es in einer Positivliste (zum Beispiel Taxonomiestufen nach Bloom) steht. Verwerfe nicht gefundene Verben.

- 3) Prüfe für jedes gefundene Kompetenzverb:
 - a) **Objekte ermitteln:** Finde direkte Objekte (doj) des Verbs, die normale Nomen (NN) sind
 - i) Finde gegebenenfalls das Adjektiv (ADJA) des gefundenen Objekt-Nomens (NN) mittels des adjektiven Modifikators (amod)
 - ii) **Kontext ermitteln:** Finde Nomen (NN) die eine nominale Modifikator (nmod) oder Determinator (det) Dependenz zum Nomen (NN) des Objektes besitzen
 - (1) Finde gegebenenfalls das Adjektiv (ADJA) des Kontext-Nomens (NN) mittels des adjektiven Modifikators (amod)

Gemäß des zuvor beschriebenen Entwurfs wurde ein Prototyp (in weiteren Verlauf CompEx⁸ genannt) implementiert. Er wurde in Python implementiert und ermöglicht eine Extraktion von Kompetenztripeln für deutschsprachige Sätze auf Basis von Stanford CoreNLP⁹ (POS, Dependenzparsing). Die Extraktion des Kompetenzverbs kann mit Hilfe eines optionalen Taxonomiewörterbuchs gesteuert werden. Der Dependenzgraph wird im Anschluss mit Hilfe eines Semgrex-Ausdrucks¹⁰ analysiert. Weiterhin kann der Prototyp seine Ergebnisse gegen einen annotierten Datensatz prüfen und gängige Kennwerte berechnen. Der Prototyp ist unter der MIT-Lizenz lizenziert und auf GitHub¹¹ abrufbar.

4 Evaluation

Für eine repräsentative Evaluation ist ein geeigneter Testdatensatz für deutschsprachige Kompetenztripel aus Kompetenzbeschreibungen erforderlich. Da zum Zeitpunkt dieser Forschungsarbeit kein geeigneter Datensatz existierte, erfolgte eine manuelle Erstellung eines Testdatensatzes auf Basis der Modulbeschreibungen des Fachbereich VI der Beuth Hochschule für Technik Berlin für *Medieninformatik Bachelor* [Be16] und *Medieninformatik Master* [Be17].

Die Evaluation wurde schrittweise mit ansteigender Komplexität durchgeführt: Zu Beginn erfolgt lediglich die Erkennung der Kompetenzverbs, anschließend die Erkennung des Kompetenzverbs inklusive seiner Objekte und schlussendlich die Erkennung des kompletten Kompetenztripels. Alle Schritte werden jeweils einmal mit und ohne Taxonomiewörterbuch nach den Taxonomiestufen von Bloom durchgeführt. Die Berechnungen wurden auf Wortebene durchgeführt, d.h. ein falsches Wort eines drei

⁸ Akronym für *Competency Extractor*

⁹ Weitere Infos über CoreNLP siehe <https://stanfordnlp.github.io/CoreNLP/>

¹⁰ Werkzeug zum Finden von Mustern in Dependenzgraphen, siehe <https://nlp.stanford.edu/software/tregex.html>

¹¹ CompEx ist verfügbar unter <https://github.com/traschke/bht-compex>

Durchlauf	Genauigkeit	Trefferquote	F ₁ -Maß
Verb	65,1 84,0	76,0 46,0	70,1 59,4
Verb + Objekt	53,3 66,8	52,7 33,3	53,0 44,4
Verb + Objekt + Kontext	52,9 66,0	47,8 31,0	50,2 42,1

Tabelle 4 Ergebnisse der Evaluation des Prototyps (ohne | mit Taxonomiewörterbuch)

Wörter umfassenden Objekts führt zu einem 66 % korrekten Objekt, statt das gesamte Objekt als falsch anzusehen. Die Ergebnisse der Evaluation sind in **Error! Reference source not found.** zu finden. Die Ergebnisse zeigen, dass dieser erste Ansatz für die Extraktion von Kompetenztripeln aus deutschsprachigen Kompetenzbeschreibungen verglichen mit den Ergebnissen der themenverwandten Arbeiten noch keine perfekten, geschweige denn zufriedenstellende Ergebnisse liefert.

Die Erkennung des Kompetenzverbs innerhalb eines Satzes einer Kompetenzbeschreibung verläuft dabei am zuverlässigsten, ist aber verbesserungsbedürftig. Dies kann zum einen auf Schwachstellen des Extraktionsalgorithmus, zum anderen aber auch auf die Qualität der Daten (Inhaltlich wie aber auch in der manuellen Annotation) zurückzuführen sein. Auffällig ist die voranschreitende Verschlechterung der Erkennung, je komplexer und verschachtelter Eingabesätze sind, desto schlechter ist die Erkennung. Dies ist zum einen auf den Entwurf zurückzuführen, der eher einfache Satzstrukturen erwartet, aber auch auf fehlerhafte Annotationen durch den deutschsprachigen Dependenzparser von CoreNLP, wie während der Anwendung aufgefallen sind.

5 Fazit und Ausblick

Dieser Beitrag zeigt einen ersten Ansatz der Extraktion von Kompetenztripeln aus deutschsprachigen Kompetenzbeschreibungen. Wie die Ergebnisse zeigen, ist dieser erste Ansatz noch nicht fähig, verlässliche Ergebnisse zu liefern. Wie in der Einleitung erwähnt, besteht die Herausforderung bei der Entwicklung eines Extraktionsverfahrens darin, dieses auf die deutsche Sprache anzuwenden.

Mit den Ergebnissen eines solchen Extraktionssystem, wie hier vorgestellt, könnten Ähnlichkeiten zwischen zwei oder mehreren Kompetenzbeschreibungen berechnet werden. Es ließe sich so zum Beispiel auf Hochschulebene bestimmen, welche bereits absolvierten Kurse auf Grund ihrer vermittelten Kompetenzen als Voraussetzungen für andere Kurse gelten. Es ließe sich daraus ein Abhängigkeitsbaum für Module eines Studiengangsaufbauern oder redundant vermittelte Kompetenzen ermitteln. Weiterhin kann über eine vollständige Individualisierung des Studienverlaufs auf Basis von Kompetenzen nachgedacht werden. Studierenden werden auf Basis des jeweiligen Studiengangs und ihrer persönlichen Interessen entsprechend Module angeboten.

Literaturverzeichnis

- [Be16] Beuth Hochschule für Technik Berlin - Fachbereich VI: Modulhandbuch für den Bachelor-Studiengang Medieninformatik, 2016.
- [Be18] Beuth Hochschule für Technik Berlin - Fachbereich VI: Modulhandbuch Masterstudiengang Medieninformatik, 2018.
- [CM14] Chen, D., Manning, C.D.: A Fast and Accurate Dependency Parser Using Neural Networks. In: Proceedings of the 2014 Conference on Empirical Methods in Natural Language Processing (EMNLP). Association for Computational Linguistics, Stroudsburg, PA, USA, S. 740-750, 2014.
- [DM17] Dozat, T., Manning, C.D.: Deep Biaffine Attention for Neural Dependency Parsing. 5th International Conference on Learning Representations ICLR 2017 - Conference Track Proceedings, S. 1-8, 2017.
- [He18] He, L., Lee, K., Levy, O., Zettlemoyer, L.: Jointly Predicting Predicates and Arguments in Neural Semantic Role Labeling. In: Proceedings of the 56th Annual Meeting of the Association for Computational Linguistics, Volume 2: Short Papers. Association for Computational Linguistics, Stroudsburg, PA, USA, S. 364-369, 2018.
- [Jo18] Joshi, V., Peters, M., Hopkins, M.: Extending a Parser to Distant Domains Using a Few Dozen Partially Annotated Examples. In: Proceedings of the 56th Annual Meeting of the Association for Computational Linguistics (Volume 1: Long Papers). Association for Computational Linguistics, Stroudsburg, PA, USA, S. 1190-1199, 2018.
- [KG16] Kiperavasser, E., Goldberg, Y.: Simple and Accurate Dependency Parsing Using Bidirectional LSTM Feature Representations. In: Transactions of the Association for Computational Linguistics, Volume 4. Association for Computational Linguistics, Stroudsburg, PA, USA, S. 313-327, 2016.
- [KM02] Klein, D., Manning, C.D.: Fast exact inference with a factored model for natural language parsing. In: Proceedings of the 15th International Conference on Neural Information Processing Systems. MIT Press, Cambridge, MA, USA, S. 3-10, 2002.
- [Li19] Li, Z., He, S., Zhao, H., Zhang, Y., Zhang, Z., Zhou, X., Zhou, X.: Dependency or span, end-to-end uniform semantic role labeling. In: Proceedings of the AAAI Conference on Artificial Intelligence, Volume 33. AAAI Press, Palo Alto, California USA, S. 6730-6737, 2019.
- [Ma15] de Marneffe, M.-C., Dozat, T., Silveira, N., Haverinen, K., Ginter, F., Nivre, J., Manning, C.D.: Universal Dependencies: A cross-linguistic typology, 2015.
- [OSM18] Ouchi, H., Shindo, H., Matsumoto, Y.: A Span Selection Model for Semantic Role Labeling. In: Proceedings of the 2018 Conference on Empirical Methods in Natural Language Processing. Association for Computational Linguistics, Stroudsburg, PA, USA, S. 1630-1642, 2018.
- [Pr03] Projekt TIGER: TIGER Annotationsschema. 2003.
- [RM08] Rafferty, A.N., Manning, C.D.: Parsing Three German Treebanks: Lexicalized and Unlexicalized Baselines. In: Proceedings of the Workshop on Parsing German.

- Association for Computational Linguistics, Stroudsburg, PA, USA, S. 40-46, 2008.
- [Se09] Sennrich, R., Schneider, G., Volk, M., Warin, M.: A New Hybrid Dependency Parser for German. In: Proceedings of the German Society for Computational Linguistics and Language Technology. German Society for Computational Linguistics, Tübingen, Germany, S. 115-124, 2009.
- [Sh19] Shi, P., Lin, J.: Simple BERT Models for Relation Extraction and Semantic Role Labeling. arXiv preprint arXiv:1904.05255, 2019.
- [SVS13] Sennrich, R., Volk, M., Schneider, G.: Exploiting Synergies Between Open Resources for German Dependency Parsing, POS-tagging, and Morphological Analysis. In: Proceedings of the International Conference Recent Advances in Natural Language Processing RANLP 2013. INCOMA Ltd., Shoumen, Bulgaria, S. 601-609, 2013.
- [Zh13] Zhu, M., Zhang, Y., Chen, W., Zhang, M., Zhu, J.: Fast and Accurate Shift-Reduce Constituent Parsing. Proceedings of the 51st Annual Meeting of the Association for Computational Linguistics (Volume 1: Long Papers). Association for Computational Linguistics, Stroudsburg, PA, USA, S. 434-443, 2013.

Workshop Learning Analytics

Oliver Hermann und Sven Judel

Der Learning Analytics Workshop 2020 fand am 14. September im Rahmen der DELFI 2020 statt und hat sich die zwei Schwerpunkte *Trusted Learning Analytics* und *Data Literacy* gesetzt. Während *Trusted Learning Analytics* durch den vertrauensvollen Umgang mit den Daten eine Grundlage für die erfolgreiche Etablierung von Learning Analytics in Deutschland und der EU darstellt, beschreibt *Data Literacy* Kompetenzen, die für einen guten Umgang mit Learning Analytics Tools notwendig sind.

Aufgrund der Corona-Situation und der damit verbundenen digitalen Durchführung der DELFI, fand auch dieser Workshop online statt.

Der Workshop hat durch die Fokussierung auf mehr Interaktion der Teilnehmer untereinander wieder einen intensiveren thematischen Austausch erreicht. Der Präsentation aktueller Forschungsergebnisse und „Work in Progress“ folgte die Bearbeitung von Themen zu den Schwerpunkten in Arbeitskreisen und der arbeitskreisübergreifenden Präsentation und Diskussion der Ergebnisse.

Workshop-Programm

Im diesjährigen Workshop gingen wir nach der Beitragspräsentation in eine aktive Arbeitsphase über. Zu den beiden Schwerpunkten *Trusted Learning Analytics* und *Data Literacy* in Learning Analytics wurde je ein Arbeitskreis (AK) gebildet, der die Themen bearbeitete und diskutierte.

Dies geschah über zwei Arbeitsphasen hinweg und endete mit der Zusammenfassung der Ergebnisse in den beiden Arbeitskreisen und der Präsentation dem jeweils anderen AK gegenüber.

Um 16:00 Uhr begann ein Workshop des Learning Analytics Learning Networks (LALN), der internationales Publikum angesprochen hat.

Der Tag gestaltete sich wie folgt:

10 ⁰⁰	Begrüßung, Vorstellung des Tagesablaufs
10 ¹⁵	Beitragspräsentation
10 ⁴⁵	Bildung der Arbeitskreise und 1. Arbeitsphase
12 ³⁰	Mittagspause
13 ³⁰	2. Arbeitsphase
14 ³⁰	Präsentation der Ergebnisse • arbeitskreisintern • arbeitskreisübergreifend
15 ³⁰	Pause
16 ⁰⁰	LALN Workshop
17 ³⁰	Zusammenfassung, Verabschiedung und Ausklang

Der Workshop wurde vorbereitet und durchgeführt von

- Dr. Oliver Herrmann, Goethe-Universität Frankfurt am Main
- Sven Judel, RWTH Aachen.

Das Programmkomitee bestand aus

- Dr. Ulrik Schroeder, RWTH Aachen
- René Röpke, RWTH Aachen
- Dr. Agathe Merceron, Beuth Hochschule Berlin
- Dr. Albrecht Fortenbacher, Hochschule für Technik und Wirtschaft Berlin
- Dr. Christoph Rensing, TU Darmstadt
- Dr. Hendrik Drachsler, Goethe Universität, Frankfurt am Main
- Dr. Johannes Konert, Hochschule Fulda
- Dr. Niels Pinkwart, Humboldt-Universität zu Berlin
- Dr. Detlef Krömker, Goethe Universität, Frankfurt am Main

Initial Investigations of Grade Predictions for a Course Recommender System

Kerstin Wagner, Agathe Merceron and Petra Sauer¹

Abstract: Course recommendation systems can support students' success. An important component of such a system is the prediction of the grade students can expect when they take a course. In this paper, different algorithms for predicting grades are used and compared. Linear regression models provide the better results; furthermore, they have the advantage of being comprehensible, which enables users to better assess the limitations of the model and thus decide how much trust they want to place in the system.

Keywords: Grade prediction, course recommender system, data analysis, linear regression

¹ Beuth Hochschule für Technik Berlin, Fachbereich VI, Luxemburger Straße 10, 13353 Berlin, {kerstin.wagner, merceron, sauer}@beuth-hochschule.de

Erste Untersuchungen zur Notenprognose für ein Kursempfehlungssystem

Kerstin Wagner, Agathe Merceron und Petra Sauer¹

Abstract: Kursempfehlungssysteme können den Studienerfolg unterstützen. Eine wichtige Komponente eines solchen Systems ist die Prognose der Note, die Studierende bei Kursbelegung erwarten können. In diesem Beitrag werden verschiedene Algorithmen zur Notenprognose eingesetzt und verglichen. Die Modelle der linearen Regression liefern die besseren Ergebnisse. Darüber hinaus haben sie den Vorteil, nachvollziehbar zu sein, was Nutzende befähigt, die Grenzen des Modells besser einzuschätzen, und somit zu entscheiden, wie viel Vertrauen sie dem System schenken möchten.

Keywords: Notenprognose, Kursempfehlungssystem, Datenanalyse, Lineare Regression.

1 Einleitung

Relativ hohe Zahlen an Studienabbrechern führen Hochschulen dazu, innovative Maßnahmen zu ergreifen, um diesem Problem aktiv zu begegnen. Falk et al. argumentieren, dass eine Kombination von unterstützenden Maßnahmen die beste Erfolgsaussicht hat [FTV18]. Unter den von Falk et al. genannten Maßnahmen sind diejenigen besonders wichtig, die auf der Analyse der Daten der Studierenden beruhen. Ein maßgebliches Ziel der analytischen Forschung mit akademischen Daten ist es, Kursempfehlungssysteme zu entwickeln und zu evaluieren.

Während im ersten Semester das Belegungsverhalten innerhalb von Kohorten recht homogen ist und die Empfehlungen des Curriculums weitgehend berücksichtigt, folgen bereits nach einem Semester nicht mehr alle Studierende dem Curriculum. Gründe dafür sind u.a. das Bestehen oder Nicht-Bestehen der belegten Module und die Erfahrungen der Studierenden zur Handhabbarkeit der *Workloads* aus dem ersten Semester. Die Datenexploration zeigt, dass manche Studierende es schaffen, alle Kurse, die sie in einem Semester belegen, erfolgreich abzuschließen, während andere Studierende teilweise systematisch mehr Kurse belegen, als sie erfolgreich abschließen. Abbildung 1 zeigt einen solchen Verlauf: der Studierende, dessen Belegungsverhalten links zu erkennen ist, schließt in jedem Semester erfolgreich alle belegten Kurse ab und absolviert den Bachelorstudiengang in sechs Semestern, wie in der Studienordnung vorgesehen. Der Studierende rechts belegt mehr Kurse (grau) als er erfolgreich abschließt (grün), außer im letzten Semester, und benötigt für den gleichen Bachelorstudiengang neun Semester und

¹ Beuth Hochschule für Technik Berlin, Fachbereich VI, Luxemburger Straße 10, 13353 Berlin,
{kerstin.wagner, merceron, sauer}@beuth-hochschule.de

somit drei Semester mehr, als in der Studienordnung vorgesehen. Studierende, die fortwährend mehr Kurse belegen als abschließen, laufen Gefahr, exmatrikuliert zu werden, da ein Kurs maximal vier Mal belegt werden kann. Ein Kursempfehlungssystem kann unterstützen und das Belegungsverhalten positiv beeinflussen.

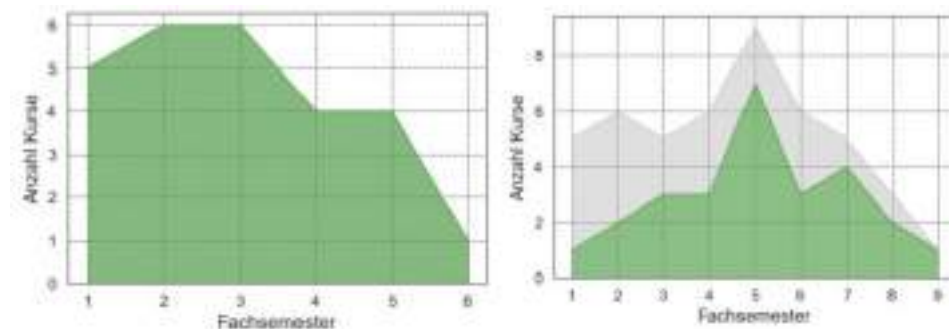


Abb. 3: Belegungsverhalten von Studierenden

Dieser Beitrag zeigt, wie eine Ausgangsbasis für Kursempfehlungen alleine aus der Analyse der bisherigen Kursbelegungen und erreichten Prüfungsergebnisse geschaffen werden kann, indem Notenprognosen für Kurse des kommenden Semesters gegeben und daraus Belegungsempfehlungen abgeleitet werden.

Grundlagen des Beitrags sind Daten aus drei Bachelor-Studiengängen seit deren Start im Jahr 2005 bis ins Jahr 2019. Die für die Vorhersage verwendeten Algorithmen sind dem Gebiet des maschinellen Lernens zuzuordnen. In dieser Untersuchung erfolgt zunächst eine Beschränkung auf Pflichtkurse, da diese erfolgreich abgeschlossen werden müssen, während ein Wahlpflichtkurs durch einen anderen ersetzt werden kann. Ferner erfolgt eine Beschränkung auf die drei ersten Semester des jeweiligen Studienganges: einerseits bestehen diese vorwiegend aus Pflichtkursen, andererseits liegen in diesem Zeitraum wegen der Studienabbrüche über die Semester mehr Daten vor, was prinzipiell für die eingesetzten Algorithmen in dieser frühen Phase der Untersuchung von Vorteil ist. Mehrere Algorithmen werden untersucht, um deren Ergebnisse zu vergleichen und wie in [PK16] wird ein Modell pro Kurs erstellt. Die besten Ergebnisse für alle drei Studiengänge liefert die lineare Regression. Ein Vorteil der linearen Regression ist die Interpretierbarkeit der Koeffizienten, die es Studierenden und Lehrende ermöglicht nachzuvollziehen, wie das Modell die Vorhersage konstruiert, was wichtig ist, damit sie die Stärken und Grenzen des Modells erkennen und entscheiden können, wie viel Vertrauen sie dem System schenken.

2 Verwandte Arbeiten

Polyzou und Karypis untersuchen eine kurs-spezifische Regression und kollaboratives Filtern, genauer *Matrix Factorization*, um die Note in einem bestimmten Kurs vorherzusagen, den Studierende belegen möchten [PK16]. Dabei werden alle Noten betrachtet, die Studierende erhalten haben, ehe sie den bestimmten Kurs belegen. Der *Matrix-Factorization*-Ansatz ist der gleiche Ansatz, der in Empfehlungssystemen verwendet wird. Die Zeilen der Matrix sind die Studierenden, die Spalten die Kurse und der Wert $g_{i,j}$ ist die Note, die ein Studierender i im Kurs j erhalten hat. In ihrer Untersuchung erhalten die Autoren leicht bessere Ergebnisse mit dem Ansatz der kurs-spezifischen Regression ($RMSE$ (Root Mean Square Error) = 0.632) als mit dem Ansatz der *Matrix Factorization* ($RMSE$ = 0.661).

In [MK19a] erweitern Morsy und Karypis den kurs-spezifischen Regressionsansatz von [PK16], um zu berücksichtigen, dass nicht alle Kurse gleich wichtig sind. Zum Beispiel sollte der Wahlpflichtkurs „Amerikanische Literatur“ für den Kurs „Informatik II“ weniger wichtig sein als der Kurs „Informatik I“. Sie führen neuronale Netze ein (*Single-Layer Perceptron* mit einem *Attention Mechanism*), um Gewichte für die Kurse zu trainieren. In einer Untersuchung verbessert dieses Modell die Ergebnisse des kurs-spezifischen Regressionsansatzes. In [MK19b] kombinieren Morsy und Karypis die Kursempfehlung mit der Notenvorhersage und vergleichen dabei mehrere Ansätze. Die Kursempfehlung basiert auf den Belegungen der Studierenden anhand historischer Daten. Aus der Liste der Top-N-Kurse, die Studierende am meisten belegen, werden diejenigen mit einer besseren Vorhersage der Note empfohlen. Der Ansatz, der die besten Ergebnisse gibt, verwendet die kurs-spezifische Regression für die Vorhersage der Note und eine Singulärwertzerlegung (*Singular Value Decomposition*) für die Empfehlung der Kurse.

Backenköhler et al. verwenden ebenso kollaboratives Filtern, um eine Note in einem Kurs vorherzusagen [Ba18]. Dabei werden weitere Merkmale wie z.B. der den Kurs anbietende Dozent berücksichtigt. Die Vorhersage der Note wird mit der Reihenfolge der Belegungen kombiniert, die wiederum auf statistischen Methoden beruht: Kurs A wird vor Kurs B empfohlen, wenn die Wahrscheinlichkeit einer besseren Note durch diese Reihenfolge höher ist.

Jiang et al. sagen nicht direkt eine Note vorher, sondern berechnen, ob Studierende ihre Zielnote für einen Kurs, den sie belegen möchten, erreichen werden [JPW19]. Dafür verwenden sie rekurrente neuronale Netze, genauer *LSTMs* (*Long Short-Term Memory*). Die Folge der *Hidden Layer* spiegelt die Folge der Semester, die Studierende nacheinander studieren.

Basierend auf den Ergebnissen von [PK16] und [MK19b] und auf der eigenen Vorarbeit mit dem Datensatz [WMS20] werden in diesem Beitrag Algorithmen aus dem Gebiet des maschinellen Lernens in den Mittelpunkt gestellt, um Noten in Kursen vorherzusagen.

3 Methodisches Vorgehen

3.1 Überblick über die Daten und Datenvorbereitung

Für die Entwicklung der Prognosen des Kursempfehlungssystems wurden Daten von drei verschiedenen Bachelor-Studiengängen (codiert mit 113, 143, 153) einer mittelgroßen deutschen Hochschule verwendet. Die Daten liegen vom Wintersemester 2005 bis zum Sommersemester 2019 vor und umfassen 6.049 Studierende (113: 1038, 143: 2351, 153: 2660). Ein Datensatz eines Studierenden beinhaltet unter anderem Informationen zur Kursbelegung, zur erreichten Kursnote und zum Bestehen des Kurses.

Die Studierenden- und die Prüfungsdaten werden bereits in einer anonymisierten Form durch die Hochschule zur Verfügung gestellt, um Rückschlüsse auf Studierende über die Prüfungsergebnisse zu erschweren, d.h. die Studierenden-ID ist randomisiert und die Noten sind wie folgt zusammengefasst: (1.0, 1.3) $\rightarrow$ (1.3), (2.0, 2.3, 2.7) $\rightarrow$ (2.3), (3.0, 3.3, 3.7) $\rightarrow$ (3.3), die Noten 1.7, 4.0 und 5.0 wurden separat belassen.

Die Rohdatenverarbeitung bis hin zum *Feature Engineering* für die Regression umfasste grob die folgenden vier Schritte: 1. allgemeine Datenbereinigung, 2. *Mapping* zu aktuell gültigen Lehrveranstaltungen gemäß aktueller Studienordnung, 3. Zusammenfassen einzelner Lehrveranstaltungen zu Kursen und 4. Datenfilterung und *Feature Engineering* für die Regression, wobei die drei ersten Schritte die grundlegenden sind und die so vorverarbeiteten Daten auch für andere Arbeiten verwendet werden können.

Da nur Noten vorliegen, wenn ein Kurs “bestanden” oder “nicht bestanden” ist, nicht jedoch “belegt” oder “nicht belegt”, werden fehlende Noten mit 5.0 ersetzt, so dass die 5.0 alle Fälle abdeckt, in denen ein Kurs nicht erfolgreich abgeschlossen wurde. Bei den bereits zusammengefassten Noten werden für die Regression auch (1.3, 1.7) gleichbehandelt, so dass für die Regression die Noten 1.0, 2.0, 3.0, 4.0, 5.0 im Sinne von “sehr gut”, “gut”, “befriedigend”, “ausreichend” und “nicht bestanden” vorliegen. Diese Zusammenfassung entspricht nicht dem gängigen Schema (1.0, 1.3) $\rightarrow$ “sehr gut”, (1.7, 2.0, 2.3) $\rightarrow$ “gut”, (2.7 3.0, 3.3) $\rightarrow$ “befriedigend”, (3.7, 4.0) $\rightarrow$ “ausreichend” und resultiert daraus, dass die Daten bereits bei Bereitstellung innerhalb der Hochschule aus Datenschutzgründen in einer abweichenden, aggregierten Form vorliegen, worauf kein Einfluss genommen werden konnte.

3.2 Algorithmen und Evaluierung der Modelle

In der Datenexploration wurden die Korrelationsmatrizen zwischen den Noten der Kurse des 1. und 2. sowie des 1., 2. und 3. Plansemesters gebildet – unabhängig davon, in welchem Fachsemester der Kurs abgeschlossen wurde. Etwa ein Drittel der Korrelationskoeffizienten ist größer als 0.3, was darauf hinweist, dass die vorhandenen Noten sinnvolle Eingangsvariablen für die Vorhersage der Noten im nächsten Semester

sind. Abbildung 4 (links) zeigt beispielhaft die Korrelationsmatrix des Studiengangs 143 für das 1. und 2. Semester. In dieser Studie wurden

1. die Noten des jeweils ersten Semesters als Features verwendet und die Noten für jeden Kurs des zweiten Semesters vorhergesagt, und
2. die Noten des jeweils ersten und zweiten Semesters als Features verwendet und die Noten für jeden Kurs des dritten Semesters vorhergesagt.

Tabelle 1 zeigt die Anzahl der Kurse und die Anzahl der Studierenden, die für das jeweilige Semester und den Studiengang in die Regression aus dem Gesamtdatensatz eingegangen sind. Die geringere Anzahl an Studierenden im 3. Semester ergibt sich durch Studierende, für die im 3. Semester keine Prüfungsergebnisse vorlagen, z.B. durch Studiengangsabbrecher oder genommene Urlaubssemester. Der Studiengang 113 hat im 3. Semester einen einzigen Pflichtkurs, alle anderen sind Wahlpflichtkurse.

Studiengang	113	113	143	143	153	153
Semester	2	3	2	3	2	3
Anzahl Kurse	6	1	5	5	6	6
Anzahl Studierende	854	713	1756	1377	1861	1565

Tab. 2: Anzahl der Pflichtkurse und Studierenden nach Studiengang und Semester

Mittels verschiedenartiger Algorithmen (lineare Regression (LR), *Decision Tree* (DT), *k-Nearest-Neighbors* (KNN) [Ja13], *Multi-Layer Perceptron* (MLP) [HTF09]) wurde untersucht, ob eine Prognose von Kursnoten und Kursbelegungen grundsätzlich machbar ist. Die Implementierung der Modelle erfolgte in Python 3.8.3 und Scikit-Learn 0.22.1 mit Default-Einstellungen bezüglich der Modellparameter. Eine Ausnahme bildet der *MLP*-Regressors: hier wurde die Zahl der Neuronen im ersten *Hidden Layer* auf 10 herabgesetzt, um *Overfitting* zu vermeiden. Die Datensätze wurden in 60% Trainingsdaten und 40% Testdaten gesplittet, wobei die Zuordnung zufällig erfolgte.

Die Güte der Modelle wurde mittels des Fehlermaßes *RMSE* (*Root Mean Square Error*, Wurzel der mittleren quadratischen Abweichung) ermittelt. Der *RMSE* gibt an, wie weit die prognostizierten Werte im Durchschnitt von den tatsächlichen Werten abweichen und hat 0 als den besten Wert.

Um abschließend eine Belegung für einen Kurs zu empfehlen oder nicht, wurden die prognostizierten Noten wieder auf die im Rahmen dieser Arbeit verwendeten Notenwerte gerundet (1.0, 2.0, 3.0, 4.0, 5.0) und bei einer Note besser als 4.0 wurde die Belegung empfohlen. Für die tatsächlichen und empfohlenen Belegungen wurden analog zu einer Klassifikation Konfusionsmatrizen erstellt (siehe Abb. 2) und die folgende Metriken abgeleitet:

- Genauigkeit (*Accuracy*): Anteil empfohlener Kurse, die tatsächlich belegt wurden (RP) und Anteil nicht empfohlener Kurse, die tatsächlich nicht belegt wurden (RN), an allen möglichen Belegungen (RP+RN+FP+FN)
- Relevanz (*Precision*): Anteil empfohlener Kurse, die tatsächlich belegt wurden (RP) an allen empfohlenen Kursen (RP+FP),
- Sensitivität (*Recall*): Anteil empfohlener Kurse, die tatsächlich belegt wurden (RP) an allen tatsächlich belegten Kursen (RP+FN),
- F1: harmonisches Mittel aus Relevanz und Sensitivität mit 1 als den besten Wert

		Modell	
		Kurs empfohlen	Kurs nicht empfohlen
Realität	Kurs belegt	RP (richtig positiv)	FN (falsch negativ)
	Kurs nicht belegt	FP (falsch positiv)	RN (richtig negativ)

Abb. 4: Schema der Konfusionsmatrix für die abgeleitete Belegungsempfehlung

4 Ergebnisse

Im Folgenden werden die Ergebnisse der Vorhersage der Noten für Kurse des 2. Semesters dargestellt. Die Ergebnisse für die Prognose der Noten des 3. Semesters werden aus Platzmangel nicht abgebildet. Sie unterscheiden sich nicht wesentlich von den Ergebnissen des 2. Semesters.

Tabelle 2 beinhaltet die Evaluierungsergebnisse der Notenprognose über den *RMSE* für das 2. Semester. Der je Kurs kleinste (beste) Wert ist hervorgehoben. Die lineare Regression weist in 12 von 17 Fällen den kleinsten Wert auf. Ihre Werte schwanken zwischen 1.062 (143 / Kurs B06) und 1.743 (113 / Kurs B12) und ihr Mittelwert liegt bei 1.238. Für das 3. Semester erreicht die lineare Regression in 9 von 12 Fällen den kleinsten Wert, schwankend zwischen 1.162 und 1.407 und mit einem Mittelwert von 1.272.

Studiengang	Kurs	DT	KNN	LN	MLP
113	B07	1.807	1.390	1.363	1.387
113	B08	1.697	1.369	1.346	1.361
113	B09	1.486	1.130	1.101	1.162
113	B10	1.632	1.340	1.353	1.333
113	B11	1.465	1.169	1.122	1.109
113	B12	2.152	1.802	1.743	1.812
143	B06	1.311	1.163	1.062	1.069

Studiengang	Kurs	DT	KNN	LN	MLP
143	B07	1.621	1.419	1.312	1.320
143	B08	1.562	1.417	1.278	1.286
143	B09	1.455	1.281	1.162	1.169
143	B10	1.605	1.417	1.318	1.321
153	B08	1.431	1.357	1.201	1.202
153	B09	1.461	1.343	1.181	1.177
153	B10	1.408	1.337	1.274	1.262
153	B11	1.539	1.427	1.352	1.355
153	B12	1.396	1.318	1.231	1.227
153	B13	1.416	1.295	1.219	1.229

Tab. 3: RMSE der Notenprognosen für das 2. Semester

Abbildung 3 veranschaulicht die Verteilungen der prognostizierten Noten in Abhängigkeit von der tatsächlichen Note über alle Kurse eines Studiengangs. Die Box-Plots zeigen die Mediane, die oberen und unteren Quartile sowie Ausreißer. Die Boxen sind sowohl bezüglich der tatsächlichen Noten als auch der Studiengänge unterschiedlich groß, wobei eine kleinere Box eine geringere Verteilung der prognostizierten Noten und damit ein besseres Ergebnis darstellt. Der allgemeine Trend für die drei Studiengänge ist: pessimistisch für die Noten 1 und 2, eher realistisch für die Note 3 und optimistisch für die Noten 4 und 5 ist. Die Prognosen für das 3. Semester zeigen ein ähnliches Ergebnis.

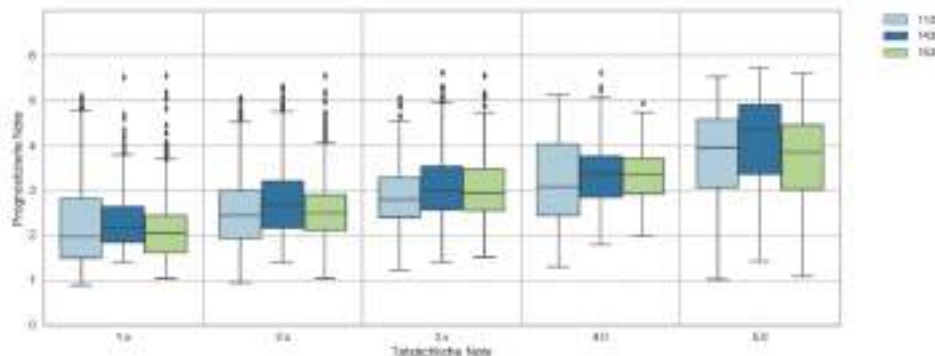


Abb. 3: Verteilung der prognostizierten Note für alle Kurse des 2. Semesters

Abbildung 4 stellt die Korrelationskoeffizienten (links) den Koeffizienten der linearen Regression (rechts) beispielhaft für den Studiengang 143 und die Noten des 1. und 2. Semesters gegenüber. Korrelationskoeffizienten mit hohen Werten entsprechen den Koeffizienten der linearen Regression mit höheren Werten. Die größten Koeffizienten

liegen für B01 und B06 (0.612) sowie B05 und B09 (0.616) vor und zeigen einen starken positiven Einfluss.

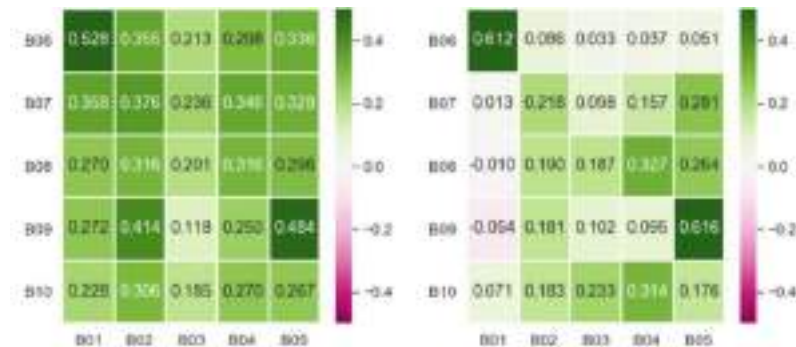


Abb. 4: Korrelationsmatrix (links) und Regressionskoeffizienten (rechts) jeweils für die Kurse des 1. und 2. Semesters des Studiengangs 143

Tabelle 3 zeigt die Ergebnisse Evaluierung der Belegungsempfehlung über alle Kurse für das 2. und 3. Semester auf Basis der Notenprognose (Note <4.0: Belegung empfohlen). Der je Metrik höchste (beste) Wert ist hervorgehoben – er wird für alle Metriken vom Studiengang 113 für das 3. Semester erreicht. Beim studiengangsspezifischen Vergleich der Ergebnisse zwischen dem 2. und 3. Semester schneidet die Vorhersage für das 3. Semester bis auf eine Ausnahme (Sensitivität / Studiengang 143) besser ab.

Studiengang	113	113	143	143	153	153
Semester	2	3	2	3	2	3
Genauigkeit	0.781	0.829	0.785	0.795	0.786	0.823
F1	0.832	0.897	0.812	0.829	0.841	0.866
Relevanz	0.779	0.862	0.771	0.804	0.805	0.846
Sensitivität	0.893	0.934	0.857	0.855	0.881	0.887

Tab. 3: Ergebnis der Evaluierung der Kursempfehlungen für das 2. Semester für alle Studiengänge

5 Diskussion

Aus den in Tabelle 2 gezeigten *RMSE* lässt sich schließen, dass die lineare Regression mit den etwas besseren Ergebnissen eine gut interpretierbare Basis für ein Kursempfehlungssystem liefern kann. Im besten Fall kann jedoch eine Notenvorhersage um +/- 1.062 von der tatsächlichen Note abweichen, d.h. eine tatsächliche 3.0 würde ggfs. als 4.0 vorhergesagt und entsprechend würde von einer Belegung abgeraten werden. In

[PK16] liegt der *RMSE* bei 0.632 und die erlaubten Noten sind 4.0, 3.667, 3.333 usw. bis 0. Im Unterschied zu [PK16] wird in der vorliegenden Arbeit nicht zwischen 1.0, 1.3, 1.7, usw., differenziert, was einen wesentlichen Teil der weniger guten Vorhersage erklärt. Die Verwendung der echten, nicht zusammengefassten Noten und eine Verbesserung der Modelle, z.B. über Hyperparameter-Tuning, sollten die Ergebnisse der Prognose verbessern. Die für die Verteilung der prognostizierten Noten ersichtliche Schwäche für die besseren und die schlechteren Noten sind nach einer Optimierung der Modelle erneut zu untersuchen.

Die größten Koeffizienten (B01 und B06 sowie B05 und B09) der linearen Regression in Abbildung 4 (rechts) sind nachvollziehbar, da es sich jeweils um einen Grundlagen- und den zugehörigen Aufbaukurs handelt (Mathematik I und II, Programmierung I und II), und somit lassen sich die Werte geeignet interpretieren. Für ein Kursempfehlungssystem sollte jedoch das Vorwissen der Nutzenden über lineare Regression und ihre Koeffizienten berücksichtigt und entsprechende Erklärungen zur Verfügung gestellt werden.

Hinsichtlich der Evaluierung der Kursempfehlungen zeigt das 3. Semester, abgesehen von der im Abschnitt 4 genannten Ausnahme, bessere Ergebnisse als das 2. Semester, was darauf beruhen kann, dass mehr Daten (Kursnoten aus dem 1. und 2. Semester) über die Studierenden vorliegen. Der Studiengang 113 hat im 3. Semester insgesamt die besseren Werte, was möglicherweise darauf zurückzuführen ist, dass nur ein Pflichtkurs existiert. Die erreichten Werte für die Genauigkeit liegen zwischen 0.781 und 0.829 und für *F1* zwischen 0.812 und 0.897 – dies sind sehr ermutigende Ergebnisse für eine erste Untersuchung. Mit den bereits genannten Maßnahmen zur Verbesserung der Notenprognose ist auch eine Verbesserung der Kursempfehlung zu erwarten.

6 Fazit und Ausblick

Der vorliegende Beitrag zeigt, dass anhand von akademischen Daten einer deutschen Hochschule eine Notenprognose und darauf basierend eine Kursempfehlung für künftig zu belegende Kurse machbar ist. Das entwickelte Prognosemodell hat eine akzeptable Prognosequalität, was anhand des Fehlermaßes *RMSE* gezeigt wurde: der durchschnittliche Fehler liegt bei weniger als 1.3 Notenabweichung. Eine Ergebnisverbesserung wird durch die Optimierung der Modelle und Verwendung der echten Noten erwartet. Darüber hinaus könnte auch die Klassifikation der Studierenden mit Abbruchrisiko, die in [WMS20] mit dem betrachteten Datensatz durchgeführt wird, als zusätzliches Feature die Prognosegüte erhöhen.

Weitere Untersuchungen betreffen künftig die Möglichkeiten der Vorhersage des besten Wiederholungszeitpunktes für Studierende, die in einem Semester nicht alle Pflichtfächer erfolgreich abgeschlossen haben: Wann ist der bessere Zeitpunkt, um Kurse zu wiederholen? Welche weiteren Pflichtkurse des entsprechenden Fachsemesters können oder sollten kombiniert belegt werden? Auch die Einbeziehung der Wahlpflichtkurse, die

Analyse ihrer Einflüsse auf Ergebnisse der Pflichtkurse sowie die von den Studierenden angestrebten Noten und Studiendauer stellt interessante Weiterentwicklungen dar.

Damit die Studierenden jedoch nicht blind einer Empfehlung folgen, sondern selbst entscheiden können, ob sie dem System vertrauen, sind sowohl einfache, interpretierbare Modelle oder Ansätze zur Erklärung komplexerer Modelle nötig, als auch Kompetenzen, um diese Erklärungen nachvollziehen und kritisch hinterfragen zu können. Die Analyse dieser Kompetenzen und ihrer Bedeutung für das Vertrauen in das System sind – neben den Vorhersagemodellen an sich – ein wesentlicher Bestandteil für den Erfolg eines Kursempfehlungssystems und damit Schwerpunkte zukünftiger Arbeiten.

Literaturverzeichnis

- [Ba18] Backenköhler, M.; Scherzinger, F.; Singla, A.; Wolf, V.: Data-driven approach towards a personalized curriculum. In (Boyer, K.K. et al. Eds.) Proceedings of the 11th International Conference on Educational Data Mining EDM 2018, 246–251, 2018. <https://educationaldatamining.org/EDM2018/proceedings/>
- [FTV18] Falk, S.; Tretter, M.; Vrdoljak, T.: Angebote an Hochschulen zur Steigerung des Studienerfolgs: Ziele, Adressaten und Best Practice. In: Bayerische Staatsinstitut Für Hochschulforschung Und Hochschulplanung (IHF), IHF Kompakt, 2018. <https://www.ihf.bayern.de/publikationen/ihf-kompakt/detail/angebote-an-hochschulen-zur-steigerung-des-studienerfolgs-ziele-adressaten-und-best-practice>
- [HTF09] Hastie, T.; Tibshirani, R.; Friedman, J. H.: The elements of statistical learning. Springer, New York, 2009. DOI: 10.1007/978-0-387-84858-7
- [Ja13] James, G.; Witten, D.; Hastie, T.; Tibshirani, R.: An Introduction to Statistical Learning. Springer, New York, 2013. DOI: 10.1007/978-1-4614-7138-7
- [JPW19] Jiang, W.; Pardos, Z.A.; Wei, Q.: Goal-based Course Recommendation. In (R. Ferguson et al. Eds.): LAK19: The 9th International Learning Analytics & Knowledge Conference, Tempe AZ, USA, March 2019, Association for Computing Machinery, New York, NY, United States, pp 36–45, 2019. DOI: 10.1145/3303772.3303814
- [MK19a] Morsy, S.; Karipys, G.: Sparse Neural Attentive Knowledge-based Models for Grade Prediction. In (Desmarais, M. et al. Eds.): Proceedings of the 12th International Conference of Educational Data Mining EDM 2019, pp. 366–371, 2019. <https://educationaldatamining.org/edm2019/proceedings/>
- [MK19b] Morsy, S.; Karypis, G.: Will this Course Increase or Decrease Your GPA? Towards Grade-aware Course Recommendation. In (Olney A. Ed.) JEDM Journal of Educational Data Mining, 11(2), 20–46, 2019. DOI: 10.5281/zenodo.3554677
- [PK16] Polyzou, A.; Karipys, G.: Grade prediction with course and student specific models. In J. Bailey et al. (Eds.): PAKDD 2016, Part I, LNAI 9651, pp. 89–101, Springer International Publishing Switzerland, 2016. DOI: 10.1007/978-3-319-31753-3_8

- [WMS20] Wagner, K., Merceron, A. & Sauer, P., (2020). Accuracy of a Cross-Program Model for Dropout Prediction in Higher Education. In Companion Proceedings of the 10th Learning Analytics and Knowledge Conference (LAK'20), p. 744-749. Workshop on Addressing Dropout Rates in Higher Education, Frankfurt am Main, Germany, 2020.

Educational Media Technology and its Inclusive Potential

Findings from a multidisciplinary workshop covering recent approaches in informal, formal and continuous education

Thomas Köhler¹, Ulrike Lucke² and Xiaohan Zhang³

Abstract: The workshop investigates the inclusive potential of educational media technology, based upon a review of recent approaches in informal, formal and continuous education. It is intended to present approaches at the interface between technology enhanced learning and teaching and the ongoing development of computer sciences and respective technological approaches. Indeed, respective papers reflect special needs of learners in any sector of education from informal to formal learning and as well-situated education in the context of the home or workplace. Most recently, the corona pandemic did lead to a strong need for including even average population without any special need into formal education. Reflecting that development, the focus of the workshop shall be on both, special needs and special conditions addressing requirements of TEL / TET. Accordingly, special attention is given to international, even global comparative approaches of how educational media technology is applied in an inclusive way covering both, an individual psycho-physiological as well as a socio-cultural dimension. Subsequently it can be concluded that authors have been able to identify diverse perspectives of inclusiveness when it comes to the adoption of educational media technology.

Keywords: TEL / TET, inclusion, educational media technology, informal, formal and continuous education.

1 Introduction

Not only with the recent corona pandemic the inclusive potential of digital media has been considered as innovative in the light of supporting accessibility and heterogeneity in any educational context. Formal education, namely general and higher education, does have a further educational mandate and is encouraged to submit innovative offers for social participation. Teaching at school and university - so that it is accessible to everyone - must be more clearly oriented than before to the individually varied learning skills and other characteristics of the individual. In particular, digitally supported forms of micro learning are taught in open offers. In addition, databased approaches to learning behaviour open up diverse and, above all, novel entries for teaching staff – cf. learning analytics and tailored training [KK05]. It is suggested that the implementation of digital technologies in the

¹ TU Dresden, Educational Technology Chair, D-01062 Dresden, Thomas.Koehler@tu-dresden.de

² University of Potsdam, Chair for Complex Multimedia Application Architectures, August-Bebel-Str. 89, D-14482 Potsdam, ulrike.lucke@uni-potsdam.de

³ Jiangsu Normal University, Department of Education, 101 Shanghai Road, CN-221116 Xuzhou, xiaohan.zhang@jsnu.edu.cn

educational system provides considerable benefits for inclusive education by helping pedagogues to exempt from routine work and facilitating the fulfilment of educational tasks for children with disabilities [AAB20]. Yet to allow such shift digitalization and the use of artificial intelligence must be mastered, leading to new teaching concepts [KWI19]. Thus, some attention is given to modularized online-based formats for the individual further development of teaching staff are to be considered in order to enable them for inclusive educational practice [AAB20, OSD19].

While recent research developments, for example, deal with the user experience and the usability evaluation when using personalized adaptive e-learning system [HTK20] as well as the function of peer groups in response to digital exclusion of older adults [BK19] such did and does not always systematically address the domain of media technology and its inclusive potential. Moreover, developments either are often driven by technological opportunities or selected conditions of a specific case. For example, most of the research and development projects of the authors include a sub-project dealing with user experience and evaluation of effects caused on the target audience (for example pupils using a new learning software with restricted access to schooling). Yet with the wide distribution of smart devices and its combination with new digital assistants and augmented technologies, the landscape of technical artefacts has become much more diverse, powerful and ubiquitous [MSZ19]. Digital technology with a fine inclusive potential is everywhere [ZML17] and did start to coin how we implement it with new patterns of automated, sometimes even AI-driven adaptation to any user's needs [KWI19], not only in educational settings.

However, does such mean that we have to consider inclusive practice anew in the light of the digital transformation [MK17]? Taking this assumption into mind the workshop intended to review recent approaches in formal and continuous education, which apply digital technologies for inclusive practices. Resultantly it was expected that both, theoretical and case based studies might contribute to a wider picture of the state of the art, providing evidence of effective measures and dysfunctional approaches as well. Conceptually the workshop does focus on educational technology studies as interface between computer science and education science, ideally located in order to detect and reflect the potential application toward inclusive practices in an inspiring way.

2 Recent conditions of educational media technology and inclusion

2.1 The context of the UNCRPD

Educational staff not only at the university must recognize how to deal with heterogeneous learning groups and design individualized educational paths, as demanded by the United Nations Convention on the Rights of Persons with Disabilities (UNCRPD) - which currently seems to be very far from the implemented educational practice. Rather, the practical situation shows that educational professionals like teachers are overwhelmed in

many cases when learners with learning difficulties, different mother tongues, social difficulties or other inclusion obstacles attend seminar groups or school classes. Often there is an increased need for supervision or individually specific forms of care required, which is not always and not necessarily delivered by the education professionals, but as well by peers, family and administrators. Under the given analogue teaching conditions⁴, the opportunity of meeting those demands seems to be very limited.

2.2 Participation for everyone through an equal education process all over the life span in the light of educational technology

The teaching staff working at the university as well as the newly trained pedagogues (mostly to become teachers at school but also other educational institutions) will enable or make it impossible for everyone to participate in the educational process in the future. The prerequisite for this is how educational staff is sensitized to the condition of people with disabilities (disabilities stands for special needs in a very wide sense) and is able to recognize and largely dismantle communication and knowledge barriers. Ideally, educational processes are actively supported by people with inclusion barriers, such as in particular disabilities, but also migration biography etc., and lead to their comprehensive participation in social life.

In Germany, the number of smartphone users is 57 million, with remarkable annual growth rates [BI18]. However, this supposedly broad social acceptance is deceptive and the use of digital media seems to be an age-specific phenomenon. While coverage with smartphones in the 14 to 49 year old age group is over 95 percent [ibid], only 41 percent of population aged 65 and over use a smartphone [LMT17]. The usage behaviour decreases with increasing age [BA19] and in this respect the question inevitably arises, what causes the given age-related digital divide?

For implementation in education of any sector (including senior citizens), however, it is not only necessary to raise the awareness of education professionals, foremost teachers, docents and lecturers, but also to sensitize and update the administrative staff, who structure processes such as recognition processes or exams. For the organization of courses, all these actors must also have basic knowledge about the design of teaching-learning processes at the university, in detail regarding e.g. achieve the design of open (inclusion-supporting) curricular structures and their media implementation [cf. Müller & Gottschalk in this volume].

⁴ It is noteworthy to mention that this text has been first drafted just before the pandemic reached Europe in March 2020 and now corrected for final submission in November 2020. Obviously, our perception of ‘regular’ teaching conditions has been affected heavily – the new normal is analogue anymore.

3 Developing comparative perspectives in between computer sciences and education sciences over time

3.1 Previous workshops

As part of DelFI 2013, the workshop “Inclusive E-Learning” was successfully carried out for a first time. Contributions covered a wide area from university infrastructure to personalized content, with a focus on general inclusive offers and concrete implementations for learners with disabilities. The topic of the workshop fit well into the profile of DelFI 2014, which dealt with current approaches, new scenarios and developments in the area of accessible teaching / learning content as well as studies on accessibility and acceptance of teaching / learning content.

In recent years, the research was rather diverse but not fully covered by DelFI. As well, the ECTEL did have a respective focus in 2013 only when the functional diversity and users with special needs had been addressed explicitly. In 2020, with the presented workshop volume, this focus is to be continued with an international (if possible comparative) and clearer interdisciplinary focus. Organizers were looking for scientific contributions as well as best practice examples and case studies. Those cover (without being limited) the following topics:

- Novel mechanisms for learning target and group-oriented adaptation of teaching / learning content;
- Innovative developments of ubiquitous information technical means for knowledge related purposes;
- Developments and studies on learning methods for physically or mentally impaired learners / teachers;
- Ethical and epistemological considerations which lead to an improved understanding of recent developments at the interface between computer sciences and education science
- Intercultural comparative research elaborating the meaning of educational cultures for inclusive or exclusive practices in adopting educational media technologies.

3.2 Topics of the Workshop

In order to investigate how to complete educational activity without barriers by adopting educational media technology in an appropriate way the field was split into different perspectives to cover main dimensions in a more systematic way. Even though this does not have the character of a generic theoretical approach, there were four main topics for the workshop:

- a) The physiological dimension of educational media technology: special needs from a medical perspective

Surprisingly both the keynotes deal with rather medial aspects for accessibility and the related inclusive potential of educational media technology. First the Barriers in E-Learning for People with a Sensory Disability are discussed (the keynote by Gerhard Weber of Technische Universität Dresden), before there is a focus on personalized Intelligent Intervention and Precise Evaluation for Children with Autism Spectrum Disorder (the keynote by Jingying Chen of Central China Normal University).

- b) The educational dimension: how learning objects and educational material function

Analog learning materials and situations can mean the exclusion of certain people due to the location, the media use, etc. Examples include physical disabilities, cultural differences, individual learning styles and personality traits or seniors. Due to its location-independent, predominantly time-independent properties and digital, adaptable materials, e learning enables many disadvantaged groups to access learning content. At the same time, the consideration of accessibility guidelines also has a positive effect on the usability of systems for users without restrictions. However, the increasing multimedia and distribution of dynamic content and mobile devices can also create new barriers. For example, participating in a synchronous session of a virtual classroom is difficult for a blind learner. Due to factors such as the orientation between different windows, the parallelism of activities and the use of multimedia content. Ubiquitous computing as well as open educational resource policies eventually open up improved access – and demand for renewed practices of inclusion

- c) The social dimension: how collaborative activity is enabled of disabled

Even though TEL / TET could primarily be considered, a form of HCI does not meet the conditions of an Educational media technology. When it comes to an effective educational activity the inclusive potential is especially linked the communicative dimension of the endeavour and related collaborative activity. Indeed, smart devices and permeant online connectedness created new forms of social collaboration – even in times of social distancing. Yet does education always need a teacher or is the collaborative activity with any other individual – either learner or expert – enabled and functional as well? Does exclusive (!) practice start when classrooms are hidden behind an institutional (fire-) wall and exclude independent access to different objects, materials or communications?

- d) The intercultural dimension: what we may conclude from comparative approaches

While computer sciences are per se a global endeavour education is of the driven and framed by national or even local (state defined) pattern of activity. The comparison of approaches – for example based on data collected in China versus Germany – shall be presented in order to allow useful conclusions at the interface of global technology and local education approaches. It is expected, that teaching with digital media becomes a major approach in any educational sector and culture. Still, appropriate competencies of

the staff are an entry condition in order to allow inclusive practices. Does educational or informational culture need to differ between digital and analogue inclusion? Alternatively, does either way mean the exclusion of a certain target audience? Of course, the intercultural dimension is linked to the special needs of educational audiences that meet the demands of diversity by new approaches of (virtual) openness, using formats such as open schools of massive open online courses, or, again open educational resources.

3.3 Structure of the Workshop

The workshop “Educational media technology and its inclusive potential” was embedded into one-day event together with the workshop “Digitally supported inclusive practices in education and training”. This it became possible to present findings in a multidisciplinary way when the workshop did cover recent approaches in informal, formal and continuous education over half a day. Because a part of the audience, including one of the two keynotes, came from Asia, there was a global outreach, which lead to comparative character. Subsequently there will be texts presented as a combination of two invited keynotes, submitted papers (selected through peer review). The discussion during the debates in between the presentations however is not covered by this report.

Bibliography

- [AAB20] Akhmetova, D. & Artyukhina, T. & Bikbayeva, M. & Sakhnova, I. & Suchkov, M. & Zaytseva, E. (2020). Digitalization and Inclusive Education: Common Ground. 29. 141-150. 10.31992/0869-3617-2020-29-2-141-150.
- [BA19] Barczik, Kristina (2019): Akzeptanz digitaler Medien bei Personen im Ruhestand im ländlichen Raum. Der Einfluss des subjektiven Alterserlebens, sozioökologischen Kontextes und technikspezifischer Faktoren. Dissertation. Technische Universität Dresden.
- [BI] Bitkom e.V. (2018): Anzahl der Smartphone-Nutzer in Deutschland in den Jahren 2009 bis 2018 (in Millionen). Online via <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/198959/umfrage/anzahl-der-smartphonenuutzer-in-deutschland-seit-2010>, 20.11.2020.
- [BK19] Barczik, K. & Köhler, T. (2019). Peer-Groups als Antwort auf die digitale Exklusion – Best Practise Beispiel zur Förderung digitaler Fähigkeiten bei älteren Erwachsenen; In: Köhler, T., Schoop, E. & Kahnwald, N.; Communities in New Media. Researching the Digital Transformation in Science, Business, Education & Public Administration. Proceedings of 22nd Conference GeNeMe 2019. Dresden, TUDPress.
- [HTK20] Hariyanto, D., Triyono, M. B., & Köhler, T. (2020). Usability evaluation of personalized adaptive e-learning system using USE questionnaire. Knowledge Management & E-Learning, 12(1), 85–105.).
- [KK05] Köhler, T. & Kahnwald, N. (2005). Does a class need a teacher? New teaching and learning paradigms for virtual learning communities; In: Online Communities and

- Social Computing. Proceedings of the HCI 2005. New York, Lawrence Erlbaum Associates.
- [KWI19] Köhler, T., Wollersheim, H.-W. & Igel, C. (2019). Scenarios of Technology Enhanced Learning (TEL) and Technology Enhanced Teaching (TET) in Academic Education. A forecast for the next decade and its consequences for teaching staff. Proceedings of the 8th International Congress on Advanced Applied Informatics IIAI-AAI 2019; Danvers, IEEE Publishers. <https://doi.org/10.1109/IIAI-AAI.2019.00055>
- [LMT17] Lutter, T., Meinecke, C., Tropsch, T., Böhm, K. & Esser, R. (2017): Zukunft der Consumer Technology 2017. Marktentwicklung, Trends, Mediennutzung, Technologien, Geschäftsmodelle. Hg. v. Bitkom e.V. Berlin. Online via <https://www.bitkom.org/sites/default/files/file/import/170901-CT-Studie-online.pdf>; 20.11.2020.
- [MK17] Marquet, P. & Köhler, T. (2017). The empowerment of users: rethinking educational practice online; In: Dobrick, F. M., Fischer, J. & Hagen, L. M.: Research Ethics in the Digital Age. Ethics for the Social Sciences and Humanities in Times of Mediatization and Digitization; Berlin, Springer. https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-658-12909-5_6
- [MSZ19] Moebert, T. & Schneider, J. & Zoerner, D. & Tscherejkina, A. & Lucke, U. (2019). 4. How to use socio-emotional signals for adaptive training. 10.1515/9783110552485-004.
- [OSD19] Open School Doors (2019). Open School Doors Training Framework [Offline Documentation]; OSD Project “Developing diverse School / Parents communities through innovative partnerships. <http://openschooldoors.westgate.gr/>
- [TKW19] Thelen, T., König, C., Wannemacher, K., Wollersheim, H.-W., Köhler, T., Igel, C., Pengel, N., & Riedel, J. (2019) Digitale Werkzeuge für Studienindividualisierung und personalisierte Kompetenzentwicklung; Hafer, J., Mauch, M. & Schumann, M. [Hrsg.]: Teilhabe in der digitalen Bildungswelt. Münster; New York: Waxmann.
- [ZML17] Zoerner, Dietmar & Moebert, Tobias & Lucke, Ulrike. (2017). IT-gestütztes Training sozio-emotionaler Kognition für Menschen mit Autismus. Informatik-Spektrum. 40. 10.1007/s00287-017-1074-x

Barriers in eLearning for People with a Sensory Disability

Gerhard Weber  ¹

Abstract: Students with a sensor disability often benefit from transcription of auditory or visual media. We identify some of the techniques available as well as some gaps in Learning Management Systems suitable for synchronous collaboration such as video conferencing. Responsibility for accessibility is shared by LMS owners and authors of learning materials. We illustrate two case studies and highlight practical experiences in implementing accessible eLearning settings.

Keywords: Accessibility, eLearning

1 Introduction

Students with a sensory disability are a minority at universities. A recent study by German National Association of Student Affairs (DSW) among students with special needs reports 4.9% of participants where physically impaired (such as people relying on a wheelchair) and 5.6% have a sensor disability (related to seeing or hearing). Although the majority of participants has some form of cognitive disability (52.3%) we expect eLearning services are supporting this large group by more self-controlled learning implicitly. Fig 1 describes the distribution of special needs in German universities in more detail.

Studying is challenging for people who have a hearing disability, are deaf, have low vision or are blind due to special needs for adapting communication with other people including lecturers and examiners. Students with a sensory disability at TU Dresden attend a large variety of degree programs such as computer science, psychology, social sciences, educational sciences, medicine and more and may receive some support for compensation of a disability for examinations.

Both students and teachers may experience lack of accessibility of eLearning services by deficits in digital communication and in particular in the use of notations while reading or writing using their preferred modality. Most sensory disabled people rely on alternative media. In particular, some hearing impaired people may understand voices only if there is no background noise or prefer to follow captions accompanying verbal utterances. Deaf people use sign language and rely on sign language interpreters. People with low vision need high contrast presentations or avoid specific colour combinations (e.g., due to red-green colour blindness). Blind people use linearized notations to read for example tabular

¹ Technische Universität Dresden, Dept. of Computer Science, Nöthnitzer Str. 46, 01062 Dresden,
gerhard.weber@tu-dresden.de,  orcid.org/0000-0002-1890-4281

text by a screenreader software in Braille. Multiple sensory impairments are rare, only very few people with multiple impairments can get access to higher education.

Specifically, students who are deafblind rely on communication by finger spelling (in Germany referred to as *lorming*) and are excluded from self-controlled eLearning. We have no technical solution to support for computer-based interaction by finger spelling currently.

Creating above mentioned alternative media is often handled by experts and support centres, and sometimes in tandem teams with disabled people for quality assurance.

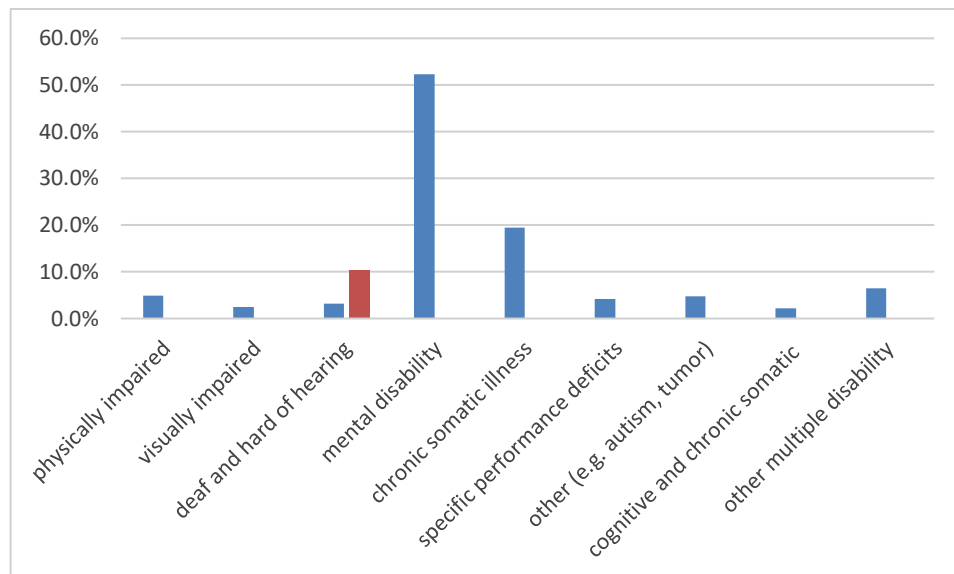


Fig 1. BEST2 Report by German National Association of Student Affairs (DSW)

In the following we focus on a higher education context. It is the lecturer who has expertise in introducing terms and notations needed for a particular scientific topic and who communicates with a sensory disabled student.

We first analyse the responsibilities for accessibility in eLearning based on current legislation in Germany and the EU. By describing two case studies on designing an accessible MOOC and accessibility of conference systems we will highlight inclusive approaches in eLearning.

2 Accessibility of eLearning

Accessible eLearning includes not only access to eLearning material but is a feature of the learning management system (LMS) with a myriad of approaches for presentation of learning objects, synchronous and asynchronous collaboration among learners and teachers, as well as for conducting assessment of learning achievements. This is affected by the recent changes on how accessibility in higher education is enforced legally in the European Union (EU).

An LMS is acquired within the framework of procurement procedures and is thus highly regulated in public institutions such as universities. Accessibility of an LMS can (and in some federal states even must) be part of the tender offer and thus becomes a contractual quality feature. LMSs should meet conformity requirements also due to EN 301 549 in order to comply with national laws and meet EU regulation 2016/2102. This standard refers to Web Content Accessibility Guidelines (WCAG) and requests conformity level AA. Each of the 16 federal states of Germany has implemented 2016/2102 as a law.

In its core, this regulation (and its legal implementation) requests not only to meet guidelines but also requires exceptions need to be declared appropriately and need to be periodically monitored. A reporting mechanism ensures that users can point out a lack of accessibility to the owner of a website (LMS in this case). Users have to get feedback in due time whether accessibility can be established or whether the reported barriers are included in the list of exceptions due to, for example, unreasonable effort.

After selection, installation and adaption of a LMS by lecturers and learners, responsibility for accessibility moves also to the content authors and the learners contributing to the LMS. Lack of competence in applying techniques such as image descriptions of mathematical terms in LaTeX mark-up is commonly a reason for creating inaccessible contents [WV14] [VBW14]. Fig. 2 gives an overview on some of the techniques for accessibility in eLearning.

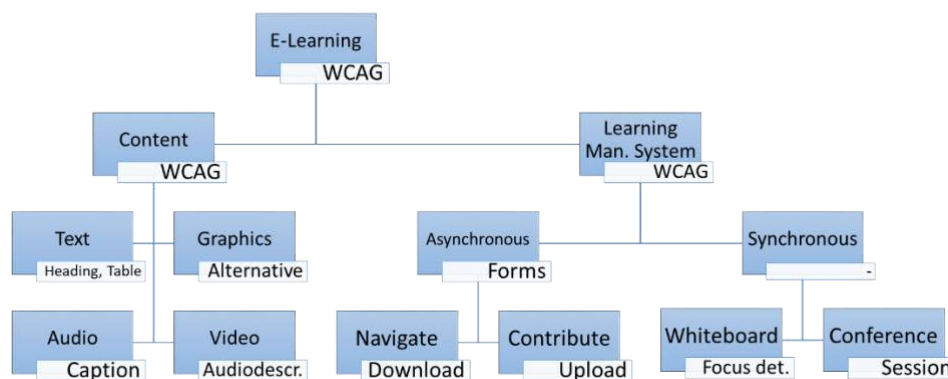


Fig 2: Techniques for accessibility in eLearning

WCAG level provides many guidelines but also many techniques how to meet the guidelines. These techniques are of a general purpose nature but can be adapted to learning materials.

Future curricula in higher education may consider accessibility as part of formal education on scientific writing skills, and in some degree programs accessibility testing can be introduced as a competence to be developed.

WCAG has only few guidelines on interactive features. A good example are links for downloading a document or forms for uploading a document when participating in a course. Links should be self-explanatory and operable by keyboard input. Each textbox of a form should be accompanied by a label in order to link the textbox with a description. We will illustrate this by a case study on an accessible Massive Open Line Course (MOOC) as developed in project MOOCAP².

2.1 Case study 1: MOOCAP

MOOCAP partners have developed a MOOC on digital accessibility. The course is an introduction to the topic and runs over 5 weeks each with several learning units. It contains structured text and short videos with interviews, lecture style recordings, or screen recordings of demonstrations (duration of 3-10min). Quizzes complete several learning units with multiple choice questions allowing some self-assessment.

Although there are several platforms for running a MOOC only FutureLearn³ was identified as being an accessible LMS [Ke15]. Both the assessment of sample courses according to WCAG and a blind user tested the platform. The user was asked to register, sign into the course “Introduction to Cyber Security” and complete one learning unit. Except for managing the personal profile no accessibility or usability issues linked to the use of a screen reader were reported.

Image descriptions were not needed in this case study, but audio descriptions and captions. Both alternative media are required according to WCAG for video recordings. One of the suggested techniques for alternative media suggests to describe the speaker of a lecture briefly for an audio description. Some of the videos were produced without sufficient pauses for adding audio descriptions. In such a case, WCAG techniques suggest to pause the video and add verbal content.

Production of captions by professional services can be time consuming, but there are alternatives. A low-cost, almost automatic approach is based on the caption editing provided by Youtube. Editing allows to fix the begin and end of captions and was often

² <https://moocap.gpii.eu/?p=487>

³ <https://www.futurelearn.com/>

needed. In our experience word recognition for English works sufficiently well in our recordings. Recently, Youtube has disabled its caption editor.

The course on Digital Accessibility was repeated a few times and altogether more than 7000 learners joined it. They were engaged in lively peer-to-peer discussions and these were also tutored by some of the MOOCA partners.

2.2 Case study 2: BigBlueButton

BigBlueButton (BBB) is a web-based open source conference system suitable for a small number of attendants. It allows collaboration among learners through chat, video, audio and a whiteboard. BBB can integrate a LMS such as Moodle. In spring 2020 BBB became available at TU Dresden to support examinations and teaching in small groups due to the Covid-19 pandemic.

Accessibility of BBB is high⁴ and meets level AA of WCAG with exceptions such as lack of support for editing on the virtual whiteboard by a blind user as other LMS [Kö12]. This will also be declared by TU Dresden, for example in its accessibility declaration⁵. At this point of writing a suitable organisation for accessibility declaration of more than 200 websites and subsystems of tu-dresden.de was still under work.

In a pilot study with a blind user we evaluated accessibility of BBB successfully for core tasks. The blind participant was asked to join a session by video and microphone, read and contribute to the chat, manage moderator rights and initiate a presentation. Although the chat is accessible, we recommend to avoid it as it is too time consuming to listen to a speaker. Captions can be generated only manually within BBB by uploading timed text files or by a stenographer and was not tested.

3 Outlook

Establishing accessibility of eLearning requires good support from many stakeholders. One important inaccessible component of LMS are some assessment types. ONYX, for example, may require mouse operations on graphics or dragging text blocks by a pointing device [WV14]. In this and other areas we need to improve the LMS's components and their accessibility as well as the competences of lecturers and administrators for monitoring accessibility.

⁴ <https://bigbluebutton.org/accessibility/>

⁵ <https://tu-dresden.de/barrierefreiheit>

Bibliography

- [Ke15] Keller, S., Voegler, J., Weber, G., & Zimmermann, G. Barrierefreiheit im MOOC, in T. Köhler, N. Kahnwald & E. Schoop (eds.), *Wissensgemeinschaften 2015*, Dresden: TUDpress, ISBN: 978-3-95908-010-1, pp. 135-139, 2015.
- [Kö12] Köhlmann, W. Identifying barriers to collaborative learning for the blind. In *International Conference on Computers for Handicapped Persons* (pp. 84-91). Springer, Berlin, Heidelberg, 2012.
- [VBW14] Voegler, J., Borschein, J., & Weber, G. (2014, July). Markdown—A simple syntax for transcription of accessible study materials. In *International Conference on Computers for Handicapped Persons* (pp. 545-548). Springer, Cham.
- [WV14] Weber, G., & Voegler, J. (2014). *Inklusives E-Teaching*. Online: [http://www. e-teaching.org/etresources/media/pdf/langtext_2014_weber_voegler_inklusives-e-teaching.pdf](http://www.e-teaching.org/etresources/media/pdf/langtext_2014_weber_voegler_inklusives-e-teaching.pdf) (version from 21.7. 2014).

Personalized Intelligent Intervention and Precise Evaluation for Children with Autism Spectrum Disorder

Jingying Chen¹, Guangshuai Wang² and Kun Zhang³

Abstract: Autism Spectrum Disorder (ASD) is a lifelong neurodevelopmental disorder involving core deficits in interpersonal communication and social interactions. There is a pressing need for educational intervention for children with ASD in the field of special education. This study aims at the fundamental problems facing educational intervention for children with ASD based on human–computer interaction. The technical bottlenecks include individual representation, process intervention, and effectiveness evaluation. The main objectives are to improve the accuracy of individual modeling, establish an exact intervention mechanism, achieve precise evaluation, and enhance the intelligence of educational interventions for children with ASD that are based on human–computer interaction.

Keywords: ASD; Human–computer interaction; Intelligent intervention; Precise evaluation

4 Introduction

Autism spectrum disorder (ASD) refers to a broad range of conditions characterized by challenges with social skills, repetitive behaviors, speech, and nonverbal communication [APA13]. According to the Centers for Disease Control, autism affects an estimated 1 in 54 children in the United States [AP20]. Every child or adult with ASD has unique strengths and challenges, so there is no one-size-fits-all approach to autism treatment and intervention. Research has made clear that high-quality early intervention can improve learning, communication, and social skills, as well as underlying brain development. Early intervention affords the best opportunity to support healthy development and to deliver benefits across the lifespan [Pe12]. Educational intervention is the best way to help children with ASD and improve their social interaction abilities. Researchers worldwide are making efforts to help children with ASD, using different technologies. There is evidence that interventions based on human–computer interaction (HCI) offer a novel and effective approach to helping children with ASD [Cé19].

In China, there is a pressing need in the field of special education for educational intervention for children with ASD. This study focuses on the fundamental problems

¹ Central China Normal University, National Engineering Center for E-Learning, NO.152 Luoyu Road, Wuhan, Hubei, China, 430079, chenjy@mail.ccnu.edu.cn

² Central China Normal University, National Engineering Center for E-Learning, NO.152 Luoyu Road, Wuhan, Hubei, China, 430079, wangguang_shuai@163.com

³ Central China Normal University, National Engineering Center for E-Learning, NO.152 Luoyu Road, Wuhan, Hubei, China, 430079, zhk@mail.ccnu.edu.cn

with educational intervention based on HCI for children with ASD. The technical bottleneck relates to issues of individual representation, process intervention, and effectiveness evaluation. To this end, our study has three goals:

- To explore the method of understanding the cognitive and affective states of children during interventions in order to model individuals dynamically.
- To design well-structured learning activities and establish an intelligent intervention mechanism adaptable to individuals in order to improve the performance of interventions.
- To develop a hybrid assessment framework of local and global levels to evaluate the effectiveness of interventions comprehensively.

5 The proposed method

The effectiveness of educational interventions depends on three factors: (1) ***the individual representation of learners***, necessary to establish precise models of children with ASD, which is the premise of any effective intervention; (2) ***the process intervention of educators***, to create systematic learning activities, which is key to any effective intervention; and (3) ***the evaluation of the effectiveness of interventions***, to develop a precise evaluative framework, which is the basis of verifying the effectiveness of interventions. The typical workflow of an educational intervention based on HCI for children with ASD is shown in Fig1.

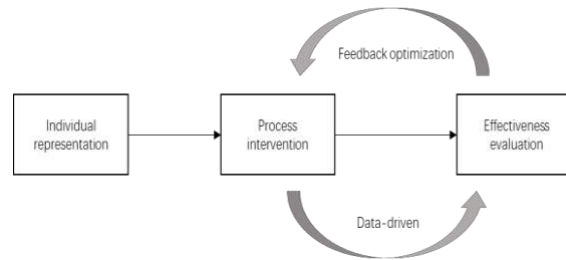


Fig.1: Typical workflow of educational intervention for children with ASD

5.1 Individual representation

There are great differences among individual children with ASD, and the traditional learner model lacks a description of cognitive and affective states. As a result, the accuracy of personal representations of children with ASD cannot be guaranteed. In order to solve this problem, we have proposed a cognition-affect model (see Fig. 2) to analyze the affective states of children based on valence, arousal, and attention; we then infer the

cognitive and affective states on the basis of the current affective state and learning progress, which can comprehensively reflect each child's attention level and emergent behaviors [Ch14]. We have developed a series of techniques for acquiring and recognizing multimodal sensory information of children with ASD. These techniques center on sensing and recognizing human behavior, including head-pose and eye-gaze estimation, facial expression recognition, multicamera surveillance, and use of a large multitouch server for gesture detection. The proposed head-pose estimation is both robust and efficient, based on a method of facial feature detection and tracking from a monocular image series to sense the child's head direction. An efficient eye-gaze estimation method has been developed to determine precisely the focus of a child's attention, freeing the child from physical contact with intrusive equipment. A novel cognitive and affective state detection method facilitates understanding of the child's specific responses to the interactive scenario and thus forms the basis of virtual characters' ability to react to the child's behaviors.

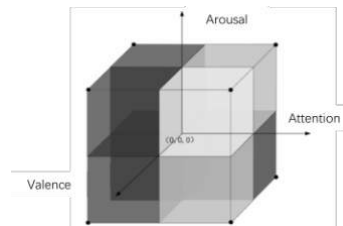


Fig. 2: Three-dimensional cognitive and affective model

5.2 Process intervention

The developmental trajectory of children with ASD is complex and diverse, involving several social interaction learning stages, multiple scenarios, and a complex intervention process. The current single-learning-activity mode and fixed-intervention methods are difficult to apply.

A personalized learning scheme specific to individual needs is very important. While the various theories of psychological functioning in the field of child development have something to offer in terms of understanding the cognitive development of children in general and the deficits associated with autism in particular, individually they are unlikely to provide a full explanation of autism deficits and are therefore unlikely to provide a sufficient basis for learning scenarios for social engagement. We have therefore used three key theories of child development to act as a framework for this research, relating to theory of mind, executive functioning, and central coherence. On the basis of the theoretical framework, three stages of learning activity were presented, namely, mirroring, interaction, and communication. Furthermore, an intelligent intervention system for children with ASD was developed on the basis of a Pivotal Response Treatment (PRT) model that could collect the facial expressions and gaze patterns of

the children during the intervention (see Fig. 3). In addition, the children's emotional states and learning interest were accurately monitored and analyzed in real time; child-centered intervention improves their ability to respond to multiple cues and increases the motivation for social communication, self-initiation, self-management, and empathy.

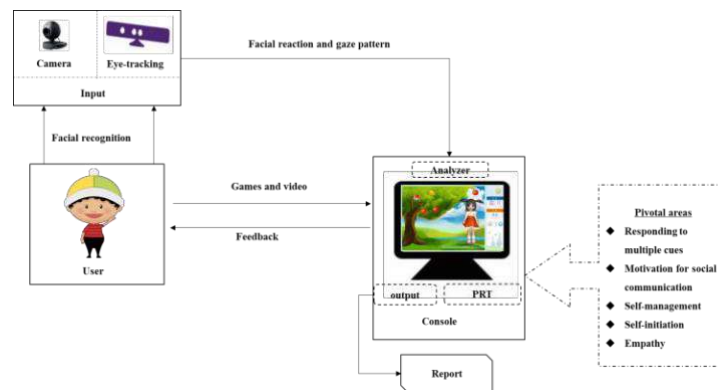


Fig. 3: Intelligent intervention for children with ASD based on the PRT model

5.3 Evaluation of effectiveness

The ability of children with ASD to interact socially is reflected in a complex system of indicators involving behavior, language, and emotion. The evaluation of an intervention's effectiveness is usually obtained by a questionnaire survey and observation of behavior by experts; evaluative results acquired in this way lack objectivity and precision. Therefore, we present a quantitative evaluation method of educational interventions that combines global and local level approaches. On the basis of a model of autistic children and learning goals, empirical research is conducted by combining the use of quantitative assessment technology for autistic children's ability at the local level and a qualitative evaluation framework at the global level, which helps to evaluate the effectiveness and scientific validity of the intervention, as shown in Fig.4.

- **Local level** objectives are those that correspond to specific developmental objectives, such as increasing a child's joint-attention skills (attention and duration of decision making). The learning outcomes at the micro level are evaluated through task-oriented measures within the learning environment, using pre- and post-test metrics; these are associated with each individual learning activity. Technologies such as head-pose estimation and gaze tracking are used to measure social cues.
- **Global level** objectives are those that refer to a developmental change in a child's skills and the ability to generalize those skills to novel situations. We use established metrics in combination with qualitative measures, such as interviews with teachers and parents.

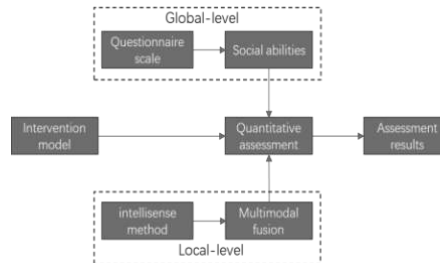


Fig. 4: Quantitative evaluation method of educational intervention

6 Preliminary results & conclusions

We have tested the system with both live video sequences and publicly available face databases, and demonstrated the usefulness of the system via interactive scenarios of engagement studies. The evaluation studies were carried out with small groups of typically developing children and children with autism aged from 5 to 7, with inputs from expert practitioners. For example, one study was conducted in a special school for

20 children with high functioning autism. Each child completed an average of 20 minutes of social engagement training per day, five times a week, for six months. The training activities were adjusted gradually according to each child's progress.

The system has the ability to operate in a natural environment to estimate a user's head pose and gaze direction while also detecting the user's expression. The proposed approach is fully automatic and computationally efficient, which makes it highly appropriate for a real-time system. Children's expressions can be recognized, reflecting their affective state in interactive scenarios. The recognition method proposed is based on the Expression Intensity Ranking Convolutional Neural Networks (EIR-CNN) and deep feature definitions.

The approach frees the user from physical contact with any intrusive equipment. Furthermore, the system supports multicamera surveillance. The functionality of multicamera surveillance allows the user to act freely in an area of large range and to interact with virtual scenarios in a natural manner. It requires only inexpensive and commonly used equipment, which makes the system cost-effective and accessible.

Experimental results indicate that our system can accurately estimate a user's head pose and detect the user's eye gaze with a correctness rate of 96%. An expression-recognition test was performed with a CK+ database and live videos, and the rates for recognition were 91.5% and 87.3%, respectively. The results obtained suggest that the methods have strong potential as alternative methods for sensing human behavior and providing appropriate support. In addition, the study evaluating children with ASD using computer games with this system shows that the computer games designed have great potential in

the field of special education as an evaluative tool to clarify difficulties associated with autism [Ch19].

The successful recognition of cognitive and affective states forms the basis of this engagement study. These cognitive and affective states provide solid criteria for assessing whether and how closely a child is engaged with a virtual scenario. Given the observations from a series of engagement studies with children, we can conclude that:

- Our system enables real-time and reliable recognition of a user's cognitive and affective states.
- The children are engaged with the system and interact with virtual characters.
- Children are more engaged in social communication after six months of engagement training.

The system has strong potential to help children with difficulties to improve their ability to interact socially. In future, we will further verify the effectiveness of the intervention methods and explore the potential application of artificial intelligence in special education.

Acknowledgment

The authors would like to thank all ECHOES and NERCEL team members for their tremendous contribution. This work was supported in part by the National Natural Science Foundation of China under Grant 61977027, the Hubei Province Technological Innovation Major Project under Grant 2019AAA044, the Colleges Basic Research and Operation of MOE under Grants CCNU19Z02002, CCNU18KFY02.

Bibliography

- [APA13] APA, American Psychiatric Association: Diagnostic and statistical manual of mental disorders (5th ed.). Arlington, VA: Author.,2013.
- [AP20] AP, Autism Prevalence, www.autismspeaks.org/autism-statistics: 18/07/2020.
- [Pe12] Peters-Scheffer, N. et.al.: Cost comparison of early intensive behavioral intervention and treatment as usual for children with autism spectrum disorder in The Netherlands. *Research in Developmental Disabilities*, pp.1763–1772,2012
- [Cé19] Cécile Mazon, et.al.: Effectiveness and usability of technology-based interventions for children and adolescents with ASD: A systematic review of reliability, consistency, generalization and durability related to the effects of intervention, *Computers in Human Behavior*, pp. 235-251,2019.

- [Ch14] Chen, J. et al.: Towards improving social communication skills with multimodal sensory information. *IEEE Transactions on Industrial Informatics*, pp.323-330,2014.
- [Ch19] Chen, J. et al.: A pilot study on evaluating children with autism spectrum disorder using computer games. *Computers in Human Behavior*, pp.204-214,2019.

Digitally Supported Inclusive Practices in Education and Training

Workshop on opportunities and practical challenges related to inclusive EdTech

Susan Beudt¹, Sebastian Claus², Alexander Heuts³ and Niels Pinkwart⁴

In the course of increasing digitalization of all aspects of life, it is more important than ever not to exclude anyone. The vision of both quality and reduced inequality (SDGs 4 and 10) in education is set out in the 2030 Agenda⁵. Specific and, if ratified, legally binding requirements are defined in the UN Convention on the Rights of Persons with Disabilities⁶. The objective to accomplish inclusive education in the future underlines the importance of analyzing and discussing the opportunities and challenges of applying digital technologies and AI-based systems in educational contexts.

Digital technologies and AI applications have the potential to improve equal access to all levels of education and training. Solutions can be tailored to the needs of marginalized groups, including persons with disabilities. For instance, AI applications can adapt automatically to specific user needs according to the situation at hand. Such systems allow for highly personalized on-the-job training and can advance the participation of persons with disabilities in vocational training. It is also necessary to explore ways to better inform prospective employers about the immense opportunities that lie in the use of digital technologies and find good means to raise awareness of the strengths and competencies of persons with disabilities.

However, educational realities often differ from the vision outlined above. Just recently, digitalization was pushed fast forward due to the pandemic situation, and it became even more apparent that one of the many challenges in digital education is, in fact, inclusion. Persons with disabilities may once more experience learning barriers because educators and trainers are left with technologies at their disposal that are not at all or only insufficiently accessible. Additionally, highlighting the social and cultural dimension of inclusion in digital education, it can be observed that learning barriers are affecting a far

¹ Deutsches Forschungszentrum für Künstliche Intelligenz GmbH, Educational Technology Lab, Berlin, susan.beudt@dfki.de

² Humboldt-Universität zu Berlin, Department of Computer Science, Berlin, clausseb@informatik.hu-berlin.de

³ Humboldt-Universität zu Berlin, Department of Computer Science, Berlin, alexander.heuts@hu-berlin.de

⁴ Humboldt-Universität zu Berlin, Department of Computer Science, Berlin, pinkwart@hu-berlin.de

⁵ United Nations, Convention on the Rights of Persons with Disabilities, <https://www.un.org/development/desa/disabilities/convention-on-the-rights-of-persons-with-disabilities/convention-on-the-rights-of-persons-with-disabilities-2.html>, accessed: 26/11/2020.

⁶ United Nations, 2030 Agenda for Sustainable Development, <https://sustainabledevelopment.un.org/post2015/transformingourworld>, accessed: 26/11/2020.

higher percentage of the population. Development and design of today's educational technologies, be it AI-driven or not, is rarely done with a diverse user group in mind. Thus, cultural and gender biases can often lead to technology that segregates specific user groups. Also, AI-based systems may even aggravate existing social injustice.

This workshop invited researchers to explore the potential and practical challenges of digitally supported inclusive education and training. In some projects, the Department of Computer Science at the Humboldt-Universität zu Berlin (HU Berlin) and the Educational Technology Lab at Deutsches Forschungszentrum für Künstliche Intelligenz GmbH (DFKI) are working on inclusion and accessibility-related questions in schools, universities, vocational training, and vocational rehabilitation. As part of the workshop, we planned to present work in progress from selected research projects that aim to remove barriers in various educational contexts and foster capacity building at an individual level. The workshop aimed at bringing together researchers to present related work and discuss the potential of EdTech applications. We were especially interested in discussing what conditions should be met to provide successful technological support for inclusive educational processes and what requirements are imposed on (adaptive) educational technologies in inclusive educational contexts.

We invited submissions to topics such as:

- Cooperative learning in an individualized educational reality
- Conditions of successful EdTech application in inclusive education
- Adaptivity of educational technologies to support inclusive education
- Learning methods for physically or mentally impaired persons
- Novel mechanisms for adaptation of teaching /learning content
- Participation of marginalized groups in EdTech Design and Development
- Supporting marginalized groups beyond disabilities (i.e., social and cultural implications of EdTech)
- Ethical issues related to the use of AI applications for persons with disabilities

With this workshop, we follow up on the conference theme of last year's *Participation in education and science - access and barriers in the digital educational world* (DELFI 2019). We observed a growing interest in inclusive and accessible educational technologies and want to further this development. Therefore, we aim to provide a platform for developing future collaborative projects by initiating a series of subsequent workshops on this topic. Inclusion and equality in education also emerged as a prominent topic across the co-located EC-TEL (theme: *addressing global challenges and quality education*) and HDI (theme: *diversity in teaching*) conferences. We opened this workshop to EC-TEL to facilitate an interdisciplinary exchange among the research communities.

We welcomed contributions that represent work in progress, innovative ideas for future research, hands-on experiences with the application of digital technologies and AI-based systems in related use cases, and critical reflections on related topics. It was also possible to submit 2-4 pagers presenting early work and experiences as well as PhD research.

The workshop was organized by

- Susan Beudt, DFKI (Chair)
- Sebastian Claus, HU Berlin (Chair)
- Alexander Heuts, HU Berlin
- Niels Pinkwart, HU Berlin, DFKI

We received a total of five submissions for the workshop. Each of the submitted papers was peer-reviewed by two members of the program committee

- Susan Beudt, DFKI
- Sebastian Claus, HU Berlin
- Alexander Heuts, HU Berlin
- Thomas Köhler, TU Dresden
- Ulrike Lucke, University of Potsdam
- Niels Pinkwart, HU Berlin, DFKI
- Xiaohan Zhang, Jiangsu Normal University

based on the Call for Papers⁷. Four contributions were accepted for publication and are included in this volume.

The workshop “Digitally supported inclusive practices in education and training” was embedded in a full-day event. It was hosted in the second half of the day and presented and discussed submitted research papers. The workshop was held in conjunction with the workshop “Educational media technology and its inclusive potential”. That workshop took place in the first half of the day and consisted of invited formats only.

⁷ Official Workshop Website: <https://inclusive-edtech.dfki.de/workshop2020/>

Critical Reflection of AI Applications for persons with Disabilities in Vocational Rehabilitation

Susan Beudt¹, Berit Blanc², Rolf Feichtenbeiner³ and Marco Kähler⁴

Abstract: Applications of artificial intelligence are increasingly being used to support work and learning in the workplace. Adaptivity and recommender systems, as key features of such innovative technologies, allow for enhanced personalization. Most notably, persons with disabilities may benefit from such technologies at work and during on-the-job training. Adapting such systems to very heterogeneous target groups, however, is not easily done. Implementing AI-based assistive systems in various educational settings in vocational training, especially in vocational rehabilitation, can also be challenging. This position paper looks at existing AI-based applications to analyze their potential for more inclusive workplaces and qualification processes. Furthermore, those technologies are discussed in the context of current ethical discourses to identify to what extent normative requirements are being reflected in existing AI-based applications.

Keywords: assistive technologies, inclusion, AI, ethics, vocational training

1 Introduction

More and more digital tech is used at the workplace and to support vocational training, e.g., in the form of assistance and knowledge services on the shop floor and the office floor. Those systems, however, are rarely designed and developed for a heterogeneous and diverse user group. Awareness of this issue is slowly but increasingly changing. Assistive Technology has been used to support persons with disabilities for a long time. The focus here is often put on physical disabilities enabling assistive technology - although often not AI-based - to remove at least some barriers at the workplace or during vocational training.

AI-based assistive technology may be one key component when aiming at removing barriers for a diverse target group. Through their ability to adapt automatically to the needs of the individual user, such systems allow for highly personalized assistance. We, therefore, see great potential to enhance the participation of persons with disabilities at the workplace. Those technologies may enable persons with disabilities to use their strengths and skills without being held back by various barriers in individual work environments.

¹ Deutsches Forschungszentrum für Künstliche Intelligenz, Educational Technology Lab, Berlin, susan.beudt@dfki.de

² Deutsches Forschungszentrum für Künstliche Intelligenz, Educational Technology Lab, Berlin, berit.blanc@dfki.de

³ Deutsches Forschungszentrum für Künstliche Intelligenz, Educational Technology Lab, Berlin, rolf.feichtenbeiner@dfki.de

⁴ Deutsches Forschungszentrum für Künstliche Intelligenz, Educational Technology Lab, Berlin, marco.kaehler@dfki.de

In vocational rehabilitation, where diverse learning and working settings exist, those technologies may open up new employment opportunities or support reintegration in working life (e.g., enabling new work areas).

While opportunities seem promising, one must carefully analyze and evaluate potential risks that can emerge through implementing and using respective AI applications for persons with disabilities for vocational training and vocational rehabilitation. For the last years, the overall debates about AI have shifted towards ethical issues. The debates were essential to lay out the key aspects of AI ethics. So far, however, ethical discussions revolved mainly around a relatively homogeneous target group, in which persons with disabilities were only rudimentarily brought into focus.

With this positional paper, we want to take a closer look at existing AI-based assistance systems that are either developed directly for persons with disabilities or have the potential to support them at work. Thereby, we will focus on factors that are currently underrepresented in the AI ethics debate. This input may guide the design and development of future AI-based assistance systems. We also looked at the information given by technology providers on data sovereignty and data protection. Many evolving initiatives discuss the need for standardization of AI applications [Zi20]. Based on first results of our research project K.L.A.S.S.I.S.T. (on AI-based assistance systems for persons with severe disabilities in vocational rehabilitation), we point out the importance of transparency and standardization in the presentation of such systems by the manufacturers or technology providers.

2 AI Ethics and inclusion

The last years have seen a growing interest in ethics revolving around AI-based technologies. To date, a considerable number of ethical guidelines have been put forward by key political and economic organizations, the private sector, stakeholders from science, and the non-profit sector. Most frameworks discuss standards concerning the design, development, and application contexts. Main ethics guidelines have been introduced by the European Commission's High-Level Expert Group on AI [AI19], the OECD [OE20], the German Data ethics commission [DE19] or are currently developed such as, for instance, by the Study Commission "Artificial Intelligence – Social Responsibility and Economic, Social and Ecological Potential" [En18]. Some companies set themselves ethical frameworks (for an overview of current AI ethics frameworks by various stakeholders, see [AI19]). Comparing existing guidelines showed that several core topics or codes of practice are deemed relevant across frameworks, both in the public and private sector. [Ha20] and [Yu19] listed the most and repeatedly discussed factors concerning AI ethics. Among the top 6 main issues covered by 22 selected guidelines were privacy, fairness, accountability, transparency, safety, and the common good (grouped with sustainability and well-being) [Ha20].

In most frameworks, diverse and disabled user groups are significantly being underrepresented. As [Ha19] states, in areas such as diversity in AI, fostering of solidarity, respect for human autonomy, and AI for the common good, there is still a long way to go to achieve the ethical goals set. Our analysis on the significance of inclusion related topics regarding seven prominent ethical guidelines on AI also indicates that neither the disability dimension nor the social or cultural dimensions of inclusion have been sufficiently addressed (own work, not yet published).

One of the challenges in formulating ethical guidelines for AI applications is the possibility of unintended applications of AI systems (e.g., dual-use). Usually, the systems are being designed for a specific use case in a particular domain and with a predefined user group in mind. However, most AI systems are quite generic and may be transferable or customizable and, therefore, can be used in various contexts and for various purposes [Br18]. While inclusion by design is still an emerging field, persons with disabilities often have no choice but to use AI systems that are developed for a non-diverse user group. Thus, one critical point to make is that such systems could potentially cause harm beyond accessibility issues even when used for the purpose for which they were originally designed.

In our research, we looked at the extent to which ethical factors that are specifically relevant for inclusion and persons with disabilities are being integrated into the description of AI-based assistive technologies. Secondly, we also analyzed how current ethical aspects are being reflected in expert evaluations of such technologies.

3 Related Work: Scanning and Monitoring of AI-based Assistive Technologies

In many areas of the education and labor market, AI-driven digital transformation significantly shapes new forms of teaching, learning, and working. To assess the potential of AI applications to support vocational education and work practices for persons with disabilities, we set up a comprehensive and systematic technology foresight process. This process includes a scanning, monitoring, and scouting of AI-based assistive technologies to analyze and evaluate them. The aim is to build up a scientifically sound knowledge base that offers an orientation as to which AI-based assistance systems may add value for work and education scenarios in the context of occupational rehabilitation. The findings will also guide the testing of AI-based technologies in rehabilitation institutions and companies. In this way, it can also be investigated which groups could sustainably benefit from which AI applications. The findings will help us identify short-, medium- and long-term application possibilities and critical success factors for their implementation and formulate recommendations for the digital transformation of occupational rehabilitation systems. We present first results from our technology scanning and expert interviews focusing on aspects of ethics and data sovereignty.

3.1 Method

The methodological approach of the monitoring comprises three parts: research, validation, and foresighting. As a first step, we conducted systematic research of AI-based assistance systems for persons with disabilities in vocational rehabilitation. We scanned AI applications that represent finished products available on the market and technologies currently being developed for commercial and research purposes.

The basis for this comprehensive web research is a search, description, and evaluation system developed in the project network. Therefore, we defined search objects and search terms (English and German), search locations, selection and exclusion criteria, and description and evaluation categories to conduct a targeted search for AI-based assistive technologies that support work and training for persons with disabilities. The technology may have been developed in an inclusion context or should show potential for the support for persons with disabilities at the workplace. A comprehensive categorization system was created to provide the basis on which the suitability of technologies for persons with disabilities in vocational rehabilitation could be evaluated. This system initially contains numerous descriptive categories that were collected in the scanning of AI-based applications.

We conducted a summarizing and structuring qualitative content analysis of the technology features recorded in the desk research (following [Ma00], with a deviation regarding the source material). As part of the qualitative content analysis, assessments such as the development status of the application or ratings covering various forms of disability were derived from the description categories. Further evaluation categories were created to assess the benefit and suitability of the application for the target group. These evaluation categories were based on the seven person-centered dimensions formed in the project: competencies, acceptance, motivation, self-determination, data sovereignty, diversity, and participation. In a workshop with a multidisciplinary group of participants, these seven dimensions were subdivided into categories, from which evaluations were compiled in the content analysis, e.g., for personal added value or the acquisition effort.

In order to validate the suitability of the collected technologies for persons with disabilities at work, our analysis furthermore comprises three components: a qualitative content analysis of the scanned technologies, qualitative content analysis of guided interviews with inclusion as well as AI experts (according to [Ma00]) and a standardized online survey. In the final step of our monitoring activities, we will use a foresighting methodology to assess which trends and future developments are expected or probable and which are desired.

This paper presents work in progress and first results from desk research, qualitative content analysis, and expert interviews with a specific focus on aspects relating to ethics, data protection, and data sovereignty.

3.2 Results from desk research and qualitative content analysis

We found 154 AI-based assistive technologies that met the criteria described above. Fifty-nine of which were existing products, 89 non-finalized projects, and six demonstrators or prototypes. In two out of three technologies, types of disabilities are addressed, mainly physical (46) and sensory disabilities (38). Most of the collected technologies support visually impaired or blind people as well as people with hearing impairments. Learning disabilities (11) and mental disorders (9), on the other hand, are much less frequently addressed by the technologies.

The technologies were then systematized according to which tasks the technologies mainly perform. The applications were assigned to seven task groups: Perception and communication support, interaction support, navigation/orientation support, concrete work support, learning support, physical support, and psychological support. We also analyzed aspects related to ethics, data protection, and data sovereignty. An index to determine the suitability of these technologies for our target group and context was developed. This index was used to determine the most suitable technologies for each task group and randomly choose technologies for further analysis of ethics and data sovereignty. For further analysis, we selected four categories based on inclusion-relevant ethical aspects: self-determination, diversity, participation, and transparency. General AI-related ethical aspects such as accountability, technical robustness, and security have not been included.

Out of the 44 analyzed technologies, we found that the promotion of self-determination or independence from other people is part of most applications. Technology providers stated that with the help of their technology, people with disabilities could perform tasks entirely independently without needing help from other people (17) or perform subtasks more independently but still depend on other people's support (22).

With regard to diversity, we found that the majority of the providers stated that people with disabilities were actively considered in the training data of the AI system and that the technology was designed accessible (in 17 cases, both statements applied, in 12 cases, either one of the statements applied). In terms of participation, providers stated that persons with disabilities (in 13 cases) or their representatives (in four cases) were actively involved (at least consulted) in developing the technology.

We also looked at the extent to which the information made available by the providers of AI-based assistive technologies increases transparency for persons with disabilities, e.g., concerning the system, its functions, modes of operation, and possible malfunctions of the technology. For four out of 44 applications, such information was given in simple language, sign language (e.g., in videos), audio description, and Braille. In seven cases, it was only provided in one form.

For further analysis of the information given by technology providers concerning data protection and data sovereignty, we selected the following seven categories based on relevant sources (e.g. [De18], [Sa17]).

Out of the 62 analyzed technologies, we found the following results:

- **Data sovereignty - scope for action and decision-making** concerning data collection: For none of the technologies, information was provided on whether the user could choose between different data collection models/how much data is collected or whether sub-functions could be activated or deactivated.
- **Data sovereignty and self-determination:** In 10 cases, the user is informed about the personal data collected and can view and control (for example, view, delete or modify) the data. In three cases, the user is informed about the personal data collected or can view and control them. In the other 49 cases, the user is not informed about the collected personal data.
- **Data protection compliance:** In four cases, it is declared that the technology is data protection compliant. In one case, data protection conformity is clearly explained.
- **Data acquisition – description of personal data usage:** In nine cases, the collected data is named completely. In three cases, some areas/parameters are named, and for the other 50 technologies, no such information is mentioned.
- **Data processing:** In five cases, it is stated that collected personal data is only used anonymously and then deleted. In six cases, it is stated that the data is treated anonymously and pseudonymously, and for the other 50 technologies, no such information was found.
- **Data storage:** In four cases, it is stated that the collected data is only stored locally (storage exclusively within the EU is not indicated), while no information on the storage location can be found for the remaining 58 technologies.
- **Data security:** In seven cases, it is stated that the collected data is encrypted and separately backed up, and the rest (55) of the technologies does not provide any information on this.

3.3 First results from guided expert interviews

We conducted overall 20 Interviews (12 with inclusion experts, eight with AI experts) for a first qualitative evaluation of selected research results and seven sample technologies (one for each task group) as well as for the identification of important influencing factors and concerns. The first results of the qualitative content analysis with a specific focus on ethics and data sovereignty are presented below. Ethical issues were frequently mentioned when evaluating the suitability of sample technologies. For one technology, ethical topics were not addressed. For the remaining six technologies, positive as well as negative ethical aspects were addressed.

The following points were raised as positive:

- Enhancing participation
- Enhancing autonomy, self-determination, and independence
- Accessibility
- Increased transparency via open source
- The system adapts to people and not vice versa, e.g., via user feedback

Among the ethical concerns raised were the following:

- possibility of surveillance or extraction of information that is necessary and accepted
- neglect of other senses and thus dependency on technology, potentially leading to a lack of future investment in general accessibility
- non-acceptance of such technologies, e.g., due to permanent paternalism
- keeping the status quo: using technology to turn "silly" work into less (but still) "silly" work
- replacement of humans (reduction of staffing ratio/human assistants), risk of too much reliance on the assistance system, and resulting neglect of human interaction/reduced communication by persons with disabilities
- psychological user profiles (that may not adequately represent the user)

Topics linked to data protection and data sovereignty were rarely mentioned by the experts when evaluating the suitability of the sample technologies.

Another aim of the interviews was to identify influencing, success, or disruptive factors for transformation processes. The interviewees should imagine introducing an AI-based technology in an organization and name crucial influencing factors for a successful introduction and sustainable use of this AI-based technology. As part of the qualitative content analysis, such factors were identified and clustered into the following four groups, for which factors relating to ethical considerations were added in brackets:

- individual factors (added value in terms of job satisfaction, work facilitation)
- technological factors (no ethical aspects addressed)
- organizational factors (support of the majority of employees including management and IT: fostering a willingness to cooperate, understanding, motivation, competence)
- procedural factors (participatory approach, involve everyone from the beginning, person-centered approach)

Aspects relating to data protection appeared four times overall but were not mentioned as the first or second important influencing factors.

4 Discussion

Imagine looking for an adaptive assistive technology for a specific group of persons with disabilities that should support a particular working and learning environment. It became apparent that practitioners might find this task quite unmanageable because either essential information is not readily accessible or completely missing from the website. Also, besides legally binding aspects such as fulfilling GDPR requirements, a lack of standardization with regard to reporting basic information about each technology becomes apparent.

In the technology scanning outlined in section 3, it could be observed that information on the data that is assessed by the systems is insufficiently provided. Although data protection and GDPR conformity are among the main topics discussed in the realm of AI applications, the debate should also include concerns about persons with disabilities. One challenge is that essential information is often not barrier-free or accessible for persons with disabilities. Also, some of the AI-based assistive technologies gather data that, even when pseudonymized, could allow for the identification of a user within a user group, for instance, due to health-related data patterns. GDPR tries to protect people from being discriminated against by biased algorithmic decision-making through misused usage of sensitive data such as race, gender, or health information. Thus, even when a system is designed to assess sensor data that is not intended to be health-related, developers could ignore the fact that the assessed data may allow conclusions about the health of some target groups.

Another critical point could be that some GDPR requirements work perfectly in theory, but one might encounter challenges when looking at practical implementation. Take, for instance, the right of access or rectification. In the course of our technology scanning, it turned out to be challenging for manufacturers to provide information about the GDPR-related rights of the individual and how to exercise those in a comprehensible way. Having persons with cognitive disabilities in mind, the issue of data sovereignty is even more pressing. One means to deal with this challenge could be based on an idea by [KSL18]. Adapting and extending their idea of a self-explanation dashboard to the individual needs of users with all kinds of competence levels could be a viable solution to help users understand what data is assessed by a system, how it is processed, and with whom it is shared. It could also comprise elements that could help build up data sovereignty, explain which rights the user has and what can be done to exercise those rights. At best, this system would adapt automatically to the needs and competence level of the individual user.

In this position paper, we discussed first results of our current work on ethics-related aspects addressed in the description of AI-based assistive technologies and ethics-related opportunities and challenges stated by inclusion and AI experts. Great potential for improvement can be seen concerning aspects such as transparency and data sovereignty. When using AI-based assistance systems to support persons with disabilities, it is crucial to address the potential challenges and risks in the ethical debate to sensitize all relevant

stakeholders such as developers and manufacturers. In our future research, we will further analyze gaps in AI ethics debates and derive recommendations for further action.

Acknowledgments

This research is funded by the Federal Ministry of Labour and Social Affairs (Bundesministerium für Arbeit und Soziales, BMAS, Ausgleichsfonds für überregionale Vorhaben zur Teilhabe schwerbehinderter Menschen am Arbeitsleben) and is part of the project *KIASSIST – Assistenzdienste und Künstliche Intelligenz für Menschen mit Schwerbehinderung in der beruflichen Rehabilitation* (Assistance systems and artificial intelligence for persons with severe disabilities in vocational rehabilitation).

We would like to thank Anh Thu Nguyen-Hoang and Moritz Emmrich for their support in data collection and data analysis.

Bibliography

- [AI19] High-Level Expert Group on AI: Ethics guidelines for trustworthy AI. European Commission, Brussels, 2019.
- [AI19] Algorithm Watch, AI Ethics Guidelines Global Inventory, <https://inventory.algorithmwatch.org/>, accessed: 26/06/2020
- [Br18] Brundage, M. et al.: The Malicious Use of Artificial Intelligence: Forecasting, Prevention, and Mitigation, 2018.
- [DE19] DEK, Data Ethics Commission of the Federal Government, Opinion of the Data Ethics Commission, <https://datenethikkommission.de/>, accessed: 26/06/2020
- [De18] Deutscher Ethikrat (German Ethics Council), Big Data and Health – Data Sovereignty as the Shaping of Informational Freedom, <https://www.ethikrat.org/fileadmin/Publikationen/Stellungnahmen/englisch/opinion-big-data-and-health-summary.pdf>, accessed 26.06.2020
- [En18] Enquete-Kommission „Künstliche Intelligenz – Gesellschaftliche Verantwortung und wirtschaftliche, soziale und ökologische Potenziale“ des deutschen Bundestages (Study Commission on Artificial Intelligence, German Bundestag), Website and Reports, https://www.bundestag.de/ausschuesse/weitere_gremien/enquete_ki, accessed 13 Nov 2020.
- [Ha20] Hagendorff, T.: The Ethics of AI Ethics: An Evaluation of Guidelines. In *Minds and Machines*, 2020, 30; pp. 99–120.
- [KSL18] Kiy, A.; Sass, K.; Lucke, U.: Der EU-Datenschutz-Grundverordnung begegnen: Welche Daten sind über mich erhoben und wie komme ich da ran? (Facing the General Data Privacy Regulation: What data is being collected about me and how can I get access?). In (Schiffner, D. Ed.): *DeLFI-WS 2018, DeLFI Workshops 2018. Proceedings der Pre-Conference-Workshops der 16. E-Learning Fachtagung Informatik*, co-located with

- 16th e-Learning Conference of the German Computer Society (DeLFI 2018) Frankfurt, Germany, September 10, 2018. RWTH Aachen, Aachen, Germany, 2018.
- [KPN19] Kazimzade, G.; Patzer, Y.; Pinkwart, N.: Artificial Intelligence in Education Meets Inclusive Educational Technology—The Technical State-of-the-Art and Possible Directions. In (Knox, J.; Wang, Y.; Gallagher, M. Eds.): Artificial Intelligence and Inclusive Education: Speculative Futures and Emerging Practices. Springer Singapore, Singapore, 2019; pp. 61–73.
- [Ma00] Mayring, P.: Qualitative Inhaltsanalyse. Grundlagen und Techniken. Deutscher Studien-Verlag, Weinheim, 2000.
- [Ma13] Manzeschke, A. et al.: Ergebnisse der Studie "Ethische Fragen im Bereich Altersgerechter Assistenzsysteme". VDI, Berlin, 2013.
- [OE20] OECD, Recommendation of the Council on Artificial Intelligence, OECD/LEGAL/0449, <https://legalinstruments.oecd.org/en/instruments/OECD-LEGAL-0449>, accessed: 19/04/2020.
- [Sa17] Sachverständigenrat für Verbraucherfragen beim Bundesministerium der Justiz und für Verbraucherschutz, Digital Sovereignty - Report by the Advisory Council for Consumer Affairs, <https://www.svr-verbraucherfragen.de/wp-content/uploads/English-Version.pdf>, accessed: 26/06/2020
- [Yu19] Yun, H. et al.: Code of Practice for Sensor-Based Learning. In (Pinkwart, N. & Konert, J. Ed.): DELFI 2019. Gesellschaft für Informatik e.V., Bonn, 2019; pp. 199–204.
- [Zi20] Ziegler, W.: A Landscape Analysis of Standardisation in the Field of Artificial Intelligence. In Journal of ICT Standardization, 2020.

How to Get to School, LAYA?

Conducting a participatory design workshop to design and introduce an inclusive e-learning platform into secondary math classes

Sebastian Claus¹ and Niels Pinkwart²

Abstract: The authors' prior studies have revealed that it is difficult for some secondary teachers to conduct cooperative learning in math classes. This contribution suggests a workshop series to design a learning platform to support peer cooperation in diverse secondary school classes. Teachers collaboratively create the design in a joint venture with the authors. The usage of the grounded theory methodology in combination with a so-called Learning Study is an excellent fit for the conference's motto "education realities" and the workshop's inclusive theme. Four workshop sessions, with dedicated goals to narrow down the scope of the design and to eventually create it, are sketched out.

Keywords: participatory design; inclusion; diversity; computer-supported collaborative learning; learning study; grounded theory methodology

1 Introduction

This paper intent is to discuss a work in progress workshop series to participatory design an inclusive and collaborative e-learning platform and its introduction and usage in secondary maths classes in Germany.

Participatory design is a common practice for designing learning environments [Eh18]. Still, it has not been applied to develop a collaborative and inclusive technology-enhanced environment as far as the authors know. Even though it has been separately applied to the fields of collaborative learning [Ca00] and technology-enhanced inclusive education [Bo16].

2 Methodology

The workshop series is the second stage within a three-staged research project. The overarching goal of the project is to investigate the success conditions of computer-supported collaborative learning (CSCL) in inclusive learning.

¹ Humboldt-Universität zu Berlin, Institut für Informatik, 10099 Berlin, clausseb@hu-berlin.de

² Humboldt-Universität zu Berlin, Institut für Informatik, 10099 Berlin, pinkwart@hu-berlin.de

The first stage gathers exploratory data to map out the circumstances in the field and to narrow down the scope of the design. There was no a priori knowledge about the structure of the specific classes available (i.e., what needs do the students have and how does it affect classic cooperation or computer-supported cooperation during course?). A critical insight based on two interviews from this stage is that it is more difficult for teachers to conduct cooperative learning during math classes than during their other subjects, which they explain to themselves with the emphasize on adaptive or individualized learning in math classes. Early results of the first stage are published in [CP20]. A teacher suggests two design ideas. First, collaboration supporting technology has to be adaptive. Second, an inclusively designed information pool to accompany the cooperation process and the gained knowledge during conduct could be helpful for all students and especially for those with special needs.

This study focuses on secondary school students because they should have some experience in collaborative learning and should not be that irritated if the medium is varied.

The third stage will be the evaluation of the design during the participants' math classes. This evaluation is out of scope for this paper.

The methodological framework for these three stages is the constructivist grounded theory methodology (GTM) constituted by Kathy Charmaz [Ch14]. It perfectly fits the requirements of the development process to get a stakeholder-informed PD, and it is an adequate methodology for filling gaps in preliminary theories. GTM is also established in the human-computer interaction field [LFH17]

3 The application of a Learning Study to elicit requirements for a learning software

It was Ference Marton, who developed a pragmatic approach to in-service teacher training while leveraging practitioner's insights for research through a method called Learning Study [Ma15]. A Learning Study combines the approach of a lesson study with Design Research.

The workshop series will be conducted with teachers from the first stage, who opt into the workshop series. It will be an online workshop series, because of the participant's physical distance ranging from western Lower Saxony to Berlin via Schleswig-Holstein and because of the COVID-19 pandemic. The series is intended to be divided into four sessions two for requirements analysis and two for preparing the application of platform during the teachers' classes.

There are amendments and specifications made for the Learning Study. The guiding question for the series will be ``How to technologically support peer cooperation during

inclusive math classes?". The workshop series is planned for five teachers creating a buffer for potential dropouts.

A suggested high-level plan (i.e., goals for each session) for the series is:

- specification of one inclusive focus and creation of student personas.
- creation of technologically and pedagogically sound designs to support these personas.
- discussion of a prototype and preparation of the introduction to the own class.
- preparation of a lesson using the prototype.

The reduction to one focal point of inclusion (e.g., learning difficulties, language or a specific disability) is necessary to make the study feasible. Then, the teachers will collaboratively create personas based on their knowledge about their students. During the first workshop, the availability of different media and the digital literacy of the participants is assessed.

The next step will be the participatory and collaborative design of technological supports. It is challenging to anticipate possible design outcomes at the time of writing because it one hand it depends on the chosen inclusive focus and on the other hand on the earlier mentioned difficulties of peer cooperation in math classes. Likely, one or both design ideas mentioned above are further developed.

After that, a prototype of this design will be implemented for three months. Then, the prototype will be discussed and further refined during the 3rd workshop, and the introduction into the teacher's classes is prepared. Last but not least, the actual lesson using this prototype is planned.

The workshop series will be much work for the participating teachers. Thus, it is intended to give them certificates of attendance, which may be used to show their training efforts.

4 Conclusion

This contribution shows how to approach a participatory design with secondary teachers to improve their students' cooperation while taking special needs into account.

There is still work to do. Some information is not known a priori (i.e., which particular need will be focused?) and is there a way to even reduce complexity in before? It seems to be adequate to opt for an online format to conduct the workshop series to cope with the COVID-19 pandemic, and it is implications for all stakeholders. However, are there unforeseen side effects, and how will it affect the actual conduct of the lesson (i.e., remote vs on-site teaching)?

The still ongoing data analysis of the first stage shows the emergent trend that peer cooperation remains extraordinarily complicated in math classes compared to other

subjects. Is it a subject-specific phenomenon? Furthermore, what are its implications for the design and the design process?

Finally, it is not yet possible to tell how the design might be evaluated until the actual particular need is known.

Acknowledgements

This research is partially funded by the Federal Ministry of Education and Research (grant: 01JD1819B).

Bibliography

- [Bo16] Borges, Luciana C. L. F.; Araujo, Mauricio R. R.; Maciel, Cristiano; Nunes, Eunice P. S.: Participatory design for the development of inclusive educational technologies: A systematic review. In: 2016 IEEE Frontiers in Education Conference (FIE). volume 2016-Novem.IEEE, pp. 1–9, oct 2016.
- [Ca00] Carroll, John M.; Chin, George; Rosson, Mary Beth; Neale, Dennis C.: Development of cooperation: Five years of participatory design in the virtual school. In: Proceedings of the Conference on Designing Interactive Systems: Processes, Practices, Methods, and Techniques, DIS. Association for Computing Machinery (ACM), New York, New York, USA, pp. 239–251, 2000.
- [Ch14] Charmaz, Kathy: Constructing grounded theory. SAGE Publications Inc., Los Angeles, 2nd edition, 2014.
- [CP20] Claus, Sebastian; Pinkwart, Niels: LAYA will in die Schule – Eine Anforderungsanalyse für den inklusiven, kollaborativen Einsatz einer Lernsoftware in der Sekundarstufe. In (Zender, Raphael; Ifenthaler, Dirk; Leonhardt, Thimo; Schumacher, Clara, eds): DELFI 2020 – Die18. Fachtagung Bildungstechnologien der Gesellschaft für Informatik e.V. Gesellschaft für Informatik e.V., Bonn, pp. 361–362, 2020.
- [Eh18] Ehn, Pelle: Learning in Participatory Design as I Found It (1970–2015). In: Participatory Design for Learning, pp. 7–21. Routledge, nov 2018.
- [LFH17] Lazar, Jonathan; Feng, Jinjuan Heidi; Hochheiser, Harry: Analyzing qualitative data. In (Lazar, Jonathan; Feng, Jinjuan Heidi; Hochheiser, Harry, eds): Research Methods in Human Computer Interaction, volume 25, chapter 11, pp. 299–327. Elsevier, Boston, 2edition, 2017.
- [Ma15] Marton, Ferenc: Learning to Help Others to Learn. In: Necessary Conditions of Learning, chapter 7, pp. 255–282. Routledge, New York, 1 edition, 2015.

The Diversity of Online Teaching in Chinese Universities During the Pandemic

Xiaohan Zhang¹, Thomas Köhler² and Ulrike Lucke³

Abstract: Online Education is one of the important directions of future education reforms. The pandemic happened at the beginning of this year worldwide has promoted the pace of online education namely online teaching. What are the characteristics of online learning in an emergency? The article presents the results of a survey on the status and experience of online teaching during the pandemic in Chinese universities. Teaching platform, teaching form, teaching process, teaching content, teaching effect, learning environment and obstacles of online teaching are analysed. Chinese studies also showed that especially students with disabilities are affected by the Corona situation. Some benefit from the flexibility of online learning, but many suffer from missing competencies or missing aids. The overview of effects and empirical data presented here may help to promote and enhance the accessibility of educational media technology.

Keywords: pandemic; online teaching; diversity; inclusion

1 Introduction

With the change and advancement of modern technology, students may not be able to meet teachers in person. This distant “impossibility” was brought forward during the pandemic. Since January 2020, the Covid-19 pandemic has swept the world. Regular school teaching was forced to stop. In response to the impact of the pandemic on higher education, China's Ministry of Education issued a guideline on online teaching in early February, to urge universities across the country to “suspend classes but not teaching or studying”. Under this initiative, universities across the country have organized the largest online teaching program in a very short time, with the largest number of courses and students. As of May 2020, 1454 universities (54.09%) nationwide had launched online teaching, and 1.07 Mio courses had been taught online by 1.03 Mio teachers (59.20%) . 17.75 Mio undergraduate students (58.56%) took part in online learning (Statistic of the Chinese Ministry of Education 2019) [Nu20]. Online teaching during the pandemic contains opportunities for educational innovation and teaching reform, such as students' self-growth, teachers'

¹ Jiangsu Normal University, Department of Education, 101 Shanghai Road, CN-221116 Xuzhou, xiaohan.zhang@jsnu.edu.cn

² TU Dresden, Educational Technology Chair, D-01062 Dresden, Germany, Thomas.Koehler@tu-dresden.de

³ University of Potsdam, Chair for Complex Multimedia Application Architectures, August-Bebel-Str. 89, D14482 Potsdam, Germany, ulrike.lucke@uni-potsdam.de

professional development and universities teaching reform, but it also brings great challenges to students, teachers and universities.

2 Brief introduction to the investigation

In order to investigate the online teaching situation in Chinese universities, the teacher development centre of Xiamen University has carried out an online survey on the online teaching situation in universities during the pandemic, which was commissioned by the secretariat of the Chinese Network of Internal Quality Assurance Agencies in Higher Education (CIQA). Through the questionnaire data, the present situation of the online teaching during the pandemic in Chinese universities has been analysed and discussed, and the further thinking and some advices of development of online teaching in future has been given [Su20]⁴. A total of 334 universities, 13,997 teachers and 256,504 students have participated in this survey. The participators cover teachers of all ages from under 35 to over 55 years old, including both new teachers and older teachers with rich teaching experience. Participators came from 12 disciplines including engineering, literature, philosophy, history, education, art, economy, management, law and medicine.

Before the pandemic, only small percentage 20.43% of teachers have conducted online teaching, compared with 79.57% did not have any experience about online teaching before the pandemic. This percentage changed dramatically during the pandemic. The proportion of teachers teaching online increased sharply to 97.19% during the pandemic. Only 2.81% of the teachers did not take online teaching in this special period. Nearly 85% of them adopted one or two courses online among the teachers who taking online teaching, 54.89% of them offered “compulsory professional courses” online, while the rest 45.11% offered “elective professional courses”, “compulsory public courses” and “public elective courses”. Teachers take four different types of online courses, covering “theory course (including in-class practice and experimental teaching)”, “independent empirical setting”, “skill course”, and “other teaching link”. 53.02% of the teachers teach theory courses online, which means theory course occupies a dominant position in online teaching. The survey results of the students also proved the important role of theory courses in online teaching. 50.39% of the students studied the theory courses online during the pandemic.

3 Online teaching status in Chinese colleges and universities

3.1 Diversification of teaching platforms

Diversified usage of teaching platforms.

The combination of modern Internet technology and teachers' teaching wisdom could improve teaching quality more effectively. In order to ensure educational quality, teachers

⁴ Without special instructions and notes, the data in this paper are all from the <Survey Report on Online Teaching of University Teachers during the Pandemic Period>.

strive to explore appropriate teaching methods and online platforms. The teaching platforms used by university teachers are very diverse and decentralized. Nearly half of them use off-campus platforms entirely, and nearly 40% use both campus and off-campus platforms. At the same time, many teachers use multiple teaching platforms in a single course. Less than one-fifth use only one teaching platform and half of the teachers choose to use 2-3 platforms in one course.

Overall, online teaching in colleges and universities mainly use four types of platforms:

- (1) course resource platforms, such as MOOC platforms of Chinese universities, Wisdom Tree, Xuetang Online, etc.;
- (2) experimental platforms, such as the national virtual simulation experiment teaching comprehensive platform;
- (3) live streaming platforms, such as Dingding, Rain Classroom, Tencent Classroom, ZOOM, enterprise WeChat, QQ video, etc. and
- (4) On-campus platforms, such as course center platform and SPOC platform.

The main teaching forms are “live broadcast” and “online interactive discussion”. The forms that we are familiar with, such as “recorded broadcast” and “MOOC” are far less frequently used than these two new teaching forms [CC20].

The nature of courses and the characteristics of teaching content affect the using frequency of online courses.

Whether the nature and characteristics of the course and the function of the teaching platform can meet the teaching needs or not are the important standards for teachers to choose the teaching platform. Whether the content is suitable for online teaching affects the utilization rate of online courses. Experimental and practical courses pay more attention to on-site and practical practice in teaching, so these kinds of courses are been greatly affected during online teaching due to limitations of laboratory, playground, piano room and other practice places. Less than 30% of the participators thought that the online platform could finish the teaching task of experimental demonstration. As for other links of classroom teaching and teaching activities, such as submitting and transmitting course materials, answering questions after class, assigning and correcting homework, teaching in class, attendance management, etc., 60% of the participators believe that online teaching platform can meet the needs of such teaching activities. The mean value analysis also verified the results. Except the mean value of “online experiment demonstration” was significantly lower than three, the value of satisfaction of other teaching activities was all above 3.5, which indicated that teachers showed a good recognition of the functions of online teaching platform. For experimental demonstration courses, some universities have independently formulated some teaching plans, such as using online virtual simulation

platform for teaching, or conducting theoretical teaching according to teaching needs. For example, Physical courses could focus on the exercises and MOOCs that do not depend on venues and equipment. By recording videos, students could be supervised and guided to exercise every day.

Students prefer platforms that are stable and easy to operate.

Although the use of online learning platforms is characterized by diversification and mixing, it can still be seen from the data that platforms with good evaluation and high frequency of use are characterized by easy operation and strong stability by students. In terms of students' evaluation, more than 60% of them rated the "fluency of network speed" as "good" or "very good", while 36.5% of students rated it as "average". As for the "stability of platform operation", 57.6% of students consider it as "good" or "very good", while 38.6% as "average". Overall, students' evaluation of online teaching platforms was medium level, which may be related to network problems or expensive mobile phone traffic. The evaluation of teachers was better; nearly 70% of the participating teachers rated various platforms as "good" or "very good".

Technology is the foundation, any online teaching without the support of the hardware and technology is "a clever housewife without rice", which is not feasible. The information technology status and environment of the universities provide strong external support for online teaching. In addition to live streaming, MOOC, SPOC and communication platform tools, some universities also suggest teachers to use correction network, online testing system, collective editing software and other auxiliary tools. Universities have launched an online study survey to students before the start of the semester and provided a variety of solutions for students who have difficulties in online teaching, including mailing study materials and one-to-one tutoring, so that no student is left behind in online teaching during the pandemic. Compared with the situation of students, not so many universities pay enough attention to the personal network equipment of teachers, such as their own network equipment at home.

Effective services provide guarantee for smooth development of online teaching.

Effective online teaching services were provided during the pandemic, such as teaching and community support for teachers. In view of the technical problems in teaching, specialized technicians would be arranged. To investigate how teachers evaluate the online teaching service of their universities, 8 dimensions were divided including "Network conditions", "teaching platforms", "e-book resources", "technical team", "technical skills training", "online teaching methods training", "policy", "and leadership". According to the survey, the mean value of teachers' overall evaluation on online teaching service guarantee is 3.87 (the mean value of students' overall evaluation is 3.60), which is close to the level of "better 4.00". Dimensions "support from the leadership", "Training of the technical skills", "training of the online teaching methods" got the mean value over 3.87; while the other five dimensions were, lower than 3.87. This indicates that teachers and students are quite satisfied with the various support provided by the universities. However, the assessment of both teachers and students still show that current software and hardware resources of the universities do not yet fully meet the needs of online teaching, such as the

evaluation of existing network condition, the school policy, and the electronic library resources are below the “overall evaluation”.

3.2 Online live broadcast as the main teaching form

Online teaching in emergencies is an online version of offline teaching.

During online teaching, most teachers use a mixture of online teaching resources, online live broadcast, group interaction and offline immediate guidance to maximize the completion of teaching tasks. Teachers, such as attendance check, on-site answer questions, free talk, and homework circulation, have adopted a variety of interactive online teaching methods and so on. While teachers provide materials for students to study on their own, Q&A sessions and live broadcasts are used frequently, compared that MOOCs and recorded broadcasts on the platforms and other existing online courses are less frequently used. However, whether live, recorded or existing online courses, the essence of them is still the “online version” of offline class. How do teachers think about their own online teaching? The survey divided teachers’ online teaching activities into 13 dimensions. Out of these, teachers gave the highest self-assessment of dimension “submit/modify teaching materials (such as PPT)” with the mean 4.18, and next in turn is “assignments, marking and feedback of homework online” (4.10), “recommend electronic learning resources to students” (4.05), “organize online teaching effectively” (4.01), “interact with students through the various kinds of platform” (4.00). Dimensions “record and broadcast by using electrical tools” and “use data to analysis and track students learning behaviour” got the mean value below 3.7. Utilizing the online teaching platform for teaching (live or recorded) is still the main online teaching activity. While interacting with students is mainly related to homework, such as online assignments, collect, grade and feedback. It can be recognized that teachers still take the common methods they commonly used in traditional classroom teaching in online teaching.

Interaction between teachers and students during online teaching is insufficient.

The disadvantage of live broadcasting is that teachers cannot see students directly; they cannot recognize how the students grasp the knowledge by eyes like offline teaching. Therefore, it is significant to combine live broadcasting with interaction. Whether online or offline teaching, the interaction between teachers and students in class is an important link in the teaching process, which has to be verified along with the teaching effect. However, since online teaching is completely new for most teachers, they are still exploring the usage of online teaching platforms and teaching formats. During the live streaming, a teacher becomes the pure “network anchor”. Without an effective interaction with the teacher, it is difficult for students to pay attention to the teacher continuously, therefore the teaching effect would not be guaranteed.

For example, slightly more than 50% of students consider the effect of each link of teachers’ online teaching as good or very good, and another 40% as average. The difference of the mean value among each dimension (“class live broadcast”, “class record and broadcast”, “text audio”, “communication and interaction with teachers in and out of

class”, “e-learning resources”, “submit homework online”, “feedback for homework”, “mutual help and discussion among students” and “use various online learning tools”) of students’ evaluation is not particularly significant. 53.9% of the Students consider the effect of “communication and interaction with teachers in and out class” as good or very good. Even some students who are ashamed to communicate with teachers face-to-face prefer to communicate with teachers online. However, nearly 50% of the students think that their teachers cannot immediately “understand and realize the learning status of students” and they cannot “recognize how students grasp the new knowledge” as the shortcoming of online teaching. The interaction between teacher and students in online teaching is more active, and students speak more open than in traditional classes. However, this does not achieve the desired effect. The reason appears that frequent barrage and numerous group chats will lead to low interaction efficiency. It is difficult for teachers to pay attention to students’ learning feedback and give effective evaluation in time when too much chatting information come out in short time, which also increases the difficulty for teachers to control students’ learning dynamics and classroom participation [CC20].

3.3 Effective teaching process as the focus of students’ teaching satisfaction

Data showed that the majority of students is overall satisfied with teaching. According to the regression analysis of some questions, the regression coefficient value of satisfaction of items “online course design”, “teaching process” and “teaching assessment” is 0.271 ($p = 0.000 < 0.01$), as well as “teacher could focus on the key points, solve the difficult contents, lecture proficiently and clear” is 0.204 ($p = 0.000 < 0.01$). The regression coefficient of “teaching interaction and effect” (like “teacher guides the student to interactive with each other effectively, and the students respond positively, the teaching effect is good”) is 0.07 ($p=0.000<0.01$). The regression coefficient of satisfaction of “teachers’ teaching attitude” is 0.280 ($p = 0.000 < 0.01$) which shows that the students pay more attention to the teacher’s high-efficiency teaching process. Despite the fact that 79.07% of students consider that the teaching materials as PPT, e-books, videos from their teachers are very helpful for their study, which shows that students paying no longer attention to e-learning materials, even though they are an indispensable auxiliary teaching tool for online teaching. Students pay more attention to the rich teaching process, efficient teaching interaction and effective teaching feedback, which are the key points to improve the teaching satisfaction in student’s side.

By analysing the key words in answers to the question “do you have any constructive suggestions or requirements for teaching”, the highest occurrences of words are “interaction”, “speed”, and “communication”. Thus, students still pay more attention to the completely teaching process. However, online teaching increases the sense of separation between teacher and students actually, the teacher could not be able to see the students’ feedback. Under the guarantee of the knowledge dimension therefore, teachers should be appropriate to explain a little slower, focus on the key points, solve the difficult contents, and especially often organize students to participate in online learning activities, discussion, or inquiry learning. To find an efficient online teaching mode that is both

suitable for teachers and their students, teacher should enrich online teaching mode, enhance effective interaction between teacher and student [We20].

3.4 Degree of complexity of teaching contents and students' understanding

The chi-square independence test results show that students who feel that online teaching knowledge is easy to understand and online learning is easy to accept have higher satisfaction with the final learning effect. Specifically, 95.6% and 71.7% stated to be satisfied (or very satisfied) with the learning effect in groups of students who understood all or most of the knowledge. In contrast to only 3.6% and 5% of students who stated to be satisfied with their final learning effect if they only understood a little or no at all the new knowledge. In addition, 98.2% and 83.3% of the students stated to be satisfied with their final learning effect in groups of students who were satisfied or very satisfied with the complexity of the knowledge. In contrast to the group who feels unsatisfied or very unsatisfied with the complexity of the knowledge, or we say who think the learning contents difficult is, only 0.0% and 4.6% respectively satisfied or very satisfied with their final learning effect. This result fully indicates that the difficulty of teaching content and the degree of students' understanding of knowledge should be strengthened and enhanced. Teachers should provide a clear plan in online teaching, and the students' understanding should be paid more attention to. Considering the particularity of online teaching, teachers should be fully prepared for difficult courses.

3.5 Learning environment at home

The main factors affecting the use of online learning platforms are “unstable online learning platform, easy to be stuck, dropped line and noise”. In addition, “limited learning environment at home” is also an important factor that cannot be ignored. Compared with the fixed and good learning environment in class, more uncontrollable factors affecting students' attention in online learning environment. Learning in the classroom means a strong influence on the learning atmosphere as well as teachers' supervision, while the home environment, including family members' activities, affects online learning at home. Without a disciplined classroom atmosphere, students' initiative, enthusiasm, attention, and friendliness of teacher-student interaction at home would be impaired. Moreover, study at home implies greater autonomy, which means that students must have good motivation and self-discipline to complete the study. In the survey, students (over 80%) considered their “autonomous learning ability” and “good online learning behaviour habits” as the most two important factors that affect [LZ20].

Some students have problems with distraction; such as “I can easily lose concentration in class without the teacher's supervision”; “the learning environment at home often interrupts my study”. Therefore, a good family learning environment is particularly important. Colleges and universities should pay more attention to the cultivation of students' learning skills, such as awareness, methods, monitoring and self-motivation of autonomous learning while focusing on knowledge transmission. Successful education

cannot be separated from students' self-education. In this sense, the key point of both offline and online teaching is to cultivate students' autonomous learning ability.

3.6 Factors influencing the online teaching effect

Students pay more attention to the advantages of online teaching.

Both students and teachers need time to get used to from offline to online, and the teaching effect therefore needs to be further tested by time and practice. Effective online teaching comes from the learners' clear understanding of independent learning, to carry out student-centred curriculum setting, learning design, learning material preparation and learning activity organization. The design process of online teaching will influence its quality. In online teaching in emergency, teachers lack the correct understanding of online teaching, nor do they carry out rigorous and systematic instructional design. Therefore, their online teaching practice fails to adapt to the characteristics and needs of students, the teaching effect is not ideal [MW20]. Compared to the effect of face-to-face classes, teachers have no clear views on the effect of online teaching. In the students' evaluation, the mean value of "overall satisfaction with online teaching" is 3.53. Among them, the item "effect is worse than traditional offline teaching" got the highest average value with 3.18. It indicates that students are overall not satisfied with online teaching. Moreover, there is little difference in the value of students' evaluation, which indicates that online teaching quality still needs to improve. Although students are not sure about the effect of online teaching, they still think that the benefits of online teaching outweigh its drawbacks: the average value of students' evaluations on the positive and negative aspects in online teaching is both above 3.00, while they rate the advantages of online teaching slightly higher than the disadvantages.

Various factors jointly affect the online teaching effect.

According to the mean value analysis of students and teachers' answer, the impact factors from high to low can be roughly divided into five dimensions:

- Teachers believe that the students' ability had the greatest influence on the online teaching effect, such as "autonomous learning ability, good learning habits, active participation consciousness, etc." (mean value 4.65). This fully demonstrates that online teaching can reflect students' subjectivity so that it is conducive to teachers to guide students to study autonomously. Different from traditional classes, the independent learning ability of students and the consequences caused by uncertain environmental conditions must not be ignored.
- The second factor is teacher quality (mean value 4.53), such as teachers' attitude and energy for teaching, teachers' educational strategies and methods. This indicates that teachers already realize that teaching is a bilateral activity where teacher and student interact. Thus, teachers' personal teaching ability and quality will directly affect the teaching effect and the quality of education, including talent training in universities.

- Third, school policy, software and hardware support (mean value 4.42) show an effect, such as function and stability of online teaching platform, teachers' and students' physical online learning space, terminal equipment support, the school's support policy for online teaching, speed and stability of network, suitable online teaching curriculum and content, technical services, etc. This underlines education as a relatively independent subsystem, consisting of teachers, students and educational intermediaries (like policies and infrastructures).
- The fourth dimension is technical trainings (mean value 4.33), such as teachers and students' familiarity with teaching platforms and tools, e-teaching resources for courses, etc. Whether teachers and students receive training on online teaching or not and whether they have enough knowledge or not are important factors for the smooth progress and the outcome of online teaching. The survey revealed that 80% of teachers received training on online teaching, and more than 66% of them believed to be proficient or very proficient in using the relevant online teaching platform. This provides a good support for teachers to carry out online teaching.
- Fifth, educational evaluation and classroom discipline and management (mean value: 4.08) shows an affect, such as choosing appropriate evaluation methods, controlling and maintaining classroom teaching order, and providing a certain number of teaching assistants.

The impact factors of online teaching effect from the students' side are consistent with teachers' evaluation. Not every teacher was able to master online teaching related methods and strategies in a short time, resulting in some online courses with a poor online learning experience, which indeed affects the quality of teaching and learning.

3.7 Obstacles, difficulties and problems in online teaching

The current online teaching still has problems from different aspects.

The root cause of the problems or difficulties lies in the fact that teachers do not really understand the nature of online teaching. Online teaching is essentially the online version of offline teaching, which is to reproduce on-site classes through the Internet. Some teachers will adjust their teaching according to the change of teaching environment, but they use the teaching methods that they familiar with in traditional class. Some teachers try to use teaching resources and learning management platform to organize and implement online teaching. Only a few teachers define the characteristics of learning clearly, design learning resources and activities for this purpose and organize teaching in line with the characteristics of online learning [MW20]. The items of "Problems in Online Teaching" show an overall mean of 3.49. Teachers believe that "the nature of teaching content", "students' learning ability and maturity of information technology" are the main problem fields in online teaching. With the highest mean value (3.97), they consider that some contents are not suitable for online teaching. Second, students have weak independent learning ability (3.89), students do not own good online learning habits (3.84), coupled with the network speed and platform instability (3.79), which result in

poor classroom teaching order (3.70) and not enough participation and interaction of students (3.69). Other aspects, such as “students' and teachers' equipment support”, “educational evaluation methods”, “teaching strategies and methods”, “teachers' and students' proficiency in the teaching platform”, “e-learning resources”, and “the school's online teaching support policy” were all lower than the average value of 3.49. The lowest item of teachers' evaluation is “teachers' teaching attitude and insufficient teaching contribution”; only less than 40% teachers consider it as a problem. From that, we will learn that teachers have invested considerable energy and contribution in online teaching.

Teachers are quite positive about online teaching. More than 45% will continue to use online teaching after the pandemic, while only about 20% still stick to offline teaching. However, more than 70 % considered a mix of online and offline the best way for future teaching. [Su20] listed 18 possible Suggestions for improvement, whereof each description is consistent with the existing problems above. The average value of 17 items is above 4.07, except for the item “offer teaching assistants for courses” indicating that teachers have high expectations for the improvement of current online teaching. The average value of the teachers' overall evaluation of the 18 improvement suggestions is 4.28. Teachers believe the necessary improvements should focus on strengthening the guidance of students' learning, namely improve students' autonomous learning ability (4.51), guide students to develop good learning habits (4.49), and further improve students' participation in class (4.42). Secondly, improve the teaching content (4.43) and teaching resources (4.41), and improve the stability of the existing teaching platform (4.42). The third is to strengthen the available technology such as hardware facilities (4.33) and increase policy support (4.32). Finally, strengthen the training of teachers and students (4.07 resp. 4.23), and encourage teachers to put more effort on teaching (4.09).

Teachers still face certain pressure from “offline” to “online”.

During the pandemic, many colleges and universities have prepared for teaching and learning actively by providing training and some practical support to teachers. They have provided various forms of training, including customized courses based on the company, live Q&A training and sharing with online teaching experience. Most colleges and universities have provided training with equal emphasis on professional skills and teaching methods. However, teachers are not satisfied with their current knowledge and skills related to online teaching and think that they need further training and improvement. The survey described the biggest challenges in online teaching (OT) teachers may face as seven aspects and each challenge ranged from high to low with the following values:

- (1) “Need to change the teaching strategies and methods in OT” (mean value 4.01);
- (2) “Need to change the old teaching habits in OT” (3.96);
- (3) “Need to change the teaching concept in OT” (3.96);
- (4) “Need to learn various kinds of educational technology in OT” (3.95);
- (5) “Blurred boundaries of time and space in and out of classroom in OT” (3.92);

(6) “Increase burden of teaching workload in OT” (3.88);

(7) “Increase the psychological pressure in OT” (3.56).

In the mean value, all seven dimensions are higher than 3.5, which shows that online teaching still gives great challenge to teachers. Although more than 81% of the teachers had some training on online teaching before the pandemic, there is certain difficulty for teachers to master and improve their skills and ability in the short term. We may conclude that universities should provide teachers with continuous systematic training and mentoring, especially for teachers who are less prone to technology; it is possible to provide young teachers as teaching assistants for this group.

Teachers are overall satisfied with self-evaluation. They consider that they can complete the online teaching related activities and tasks, such as “submit/modify teaching materials”, „online assignments, marking and feedback of homework”, “recommend students using a variety of electronic learning resources“, “organize online teaching effective and maintain the teaching order” and “interact with students through various platforms”, etc. In these items, teachers gave higher self-assessment than the mean value for “overall self-evaluation” of 3.88.

In contrast to this, teachers gave for several items an evaluation below the mean value:

- “Control the rhythm of class to avoid excessive fatigue of students”,
- “Appropriate teaching strategy to improve student’s attention”,
- “Design appropriate and effective online teaching plan”,
- “Use a variety of test or evaluation tools for course”,
- “Use the online data to analyse and recognize students learning behaviour”,
- “Record by using technical tools”.

This indicates that teachers have the corresponding technical knowledge and skills of online teaching overall, but there is still room for teachers to make efforts and improve in teaching art, teaching strategies, teaching evaluation, teaching reflection and other aspects.

4 Summary and reflection

Although the pandemic has promoted the pace of online teaching, it cannot completely replace traditional teaching, and it still has some drawbacks. According to the analysis above, we find that online teaching especially during the emergency period still has deficiencies in technology, curriculum, teacher quality and students' ability. Chinese

studies also showed that especially students with disabilities are affected by the Corona situation. Some benefit from the flexibility of online learning, but many suffer from missing competencies (e.g., self-management, self-organization, self-discipline – especially for students with psychological burdens) or from missing aids (technical or social support). How do these group of students benefit from the educational media technology? We should consider how to promote and enhance the accessibility of educational media technology, so that any individual, including physically handicapped individuals, can use the media effectively from their own side. Media inclusion is a hierarchical concept with varying degrees, including four different levels, namely availability, accessibility, usability and digital literacy. [LL13] We should consider how to combine these four aspects with online teaching in university to provide better support for online teaching from the perspective of media educational technology. In addition to technology, teaching reform of colleges and universities involves many aspects, such as building a stable and efficient online teaching platform, strengthening online course planning and teaching design, carrying out teachers' information literacy training, and cultivating students' independent learning ability and so on. Although most universities have started online teaching, it remains to be seen whether online teaching will become a part of daily teaching in some universities or some courses after the pandemic. Anyway, online teaching is one of the important directions of future education reform.

5 Acknowledgements

This research is funded by the Philosophy and Sciences research project of Universities of Jiangsu (2018), China. Detailed information about this project can be found under the project title: *Research on the quality standard and training mechanism of young teachers' teaching ability in universities in the digital era - based on the survey of eight universities in Jiangsu Province* (Project Nr. 2018SJZDI178).

Bibliography

- [CC20] Chen, W. Y.; Cao, H. L.: Implementations Situation and Reflection on Online Teaching in „Double First-Class” Universities. *Journal of Education Science* 36/20, 24-30, 2020.
- [LL13] Li, D. X.; Looms, P. O.: Media Accessibility: Conception, Model and Designing. <http://www.docin.com/p-1255778162.html>, accessed: 25/06/2020.
- [LZ20] Liu, Y.; Zhang H. R.: Research on online teaching in Colleges and Universities. *Journal of Chongqing Higher Education Research* 20, 05-18, 2020.
- [MW20] Mu, S.; Wang, Y. N.: Turning „Crisis” into „Opportunities”: How Emergency Online Teaching Moves Towards Systematic Online Teaching. *Journal of Modern Distance Educational Research* 32/20, 22-29, 2020.
- [Nu20] Number of Schools, Educational Personnel and Full-time Teachers by Type and Level. Statistic of the Chinese Ministry of Education 2019. http://www.moe.gov.cn/s78/A03/moe_560/jytjsj_2019/qg/202006/t20200611_464804.html, accessed: 24/06/2020.

- [Su20] Survey Report on Online Teaching of University Teachers during the Pandemic Period [EB/OL]. Chinese Network of Internal Quality Assurance Agencies in Higher Education (CIQA), Teacher development center of University Xiamen. <https://mp.weixin.qq.com/s/eplOC9NpJKpXqqZCO3SD2A>, accessed: 05/04/2020.
- [We20] Weekly report on the operation of undergraduate online teaching in Jiangsu Normal University. <http://jwc.xznu.edu.cn/66/18/c10414a288280/page.htm>, accessed: 25/04/2020.

Diversity MOOC - Inclusion in Everyday Teaching

A MOOC not only for teachers at universities and schools

Hélène Gottschalk¹ and Josefin Müller²

Abstract: The term diversity means variety, difference or heterogeneity. This includes various dimensions, such as: gender, sexual identity, age, worldview, social and ethnic origin, health and much more. Inclusion takes up this concept and sheds light on it in a multifaceted and cross-cutting way in all social areas of life. These areas also include everyday teaching at universities and schools. In order to recognise and promote this diversity and thus achieve the best possible educational process with equal opportunities, comprehensive participation is required for all people. Therefore, it is the future task of all those working at the university to enable participation in the educational process for all. The project "Diversity MOOC - Inclusion in everyday teaching. A MOOC not only for teachers at universities and schools".

Within the framework of the project, theme-specific videos were produced which are directed at all groups of people involved in the university and contribute to raising awareness to inclusion. These videos have been made accessible (with subtitles and audio description) to enable everyone to participate in digital teaching and learning.

Keywords: MOOC, Diversity, Accessibility, Inclusion

1 Introduction

Comprehensive social participation for all people can only be achieved through the best possible educational process with equal opportunities for each individual. However, studies show that colleges and universities as educational institutions currently only implement inclusion for people with disabilities to a very limited extent [Sä16]. Universities with their function as central educational institutions are not entrusted with the task of professionalising pedagogical personnel for the educational process, especially in general and vocational schools, but also for further education. The Diversity MOOC project was set up to create an initial approach to this problem and to ensure that the requirements described above are met. In the further course of this paper, the project will be described in more detail. Chapter 2 first describes the current situation, before the Diversity MOOC is presented in the following chapter. The paper is rounded off with a short summary.

¹ Technische Universität Dresden, Faculty of Education / Institute of Vocational Education, Weberplatz 5, 01217 Dresden, helena.gottschalk@tu-dresden.de

² Technische Universität Dresden, Media Center, Strehleener Straße 22/24, 01069 Dresden, josefin.mueller@tu-dresden.de

2 Description of the situation

In the future, the teachers working at the university as well as the newly trained educators (mostly teachers at schools, but also other educational institutions) will make participation in the educational process possible or impossible for all. A prerequisite for this is how these pedagogical staff are sensitised to the situation of people with disabilities and are able to recognise and largely dismantle barriers to communication and knowledge. Ideally, educational processes of people with inclusion barriers, such as disability in particular, but also migration biography etc., are actively supported and lead to their comprehensive participation in social life. In order for the UN-BRK [UN20] to be implemented, educational staff at the university must recognise and design individualised educational paths and the handling of heterogeneous learning groups - which currently seems to be very far removed from implemented educational practice. Rather, the practical situation shows that teachers are often overburdened when pupils with learning impairments, non-native German language, social difficulties or other barriers to inclusion come into seminar groups or school classes and, under the given teaching conditions, sometimes require increased supervision or individually specific forms of care.

Even if a significantly higher degree of self-management and self-organisation in the learning process can be assumed at university or in adult education than in school, there are nevertheless various forms of disability due to university cultures, structures and practices - e.g. due to the teaching materials provided, examination situations or the organisation of studies, etc. Particularly for students with disabilities there are different barriers at attendance universities. These include, for example, inaccessible lecture halls for wheelchair users, lack of access to blackboards for blind and visually impaired students, as well as a lack of deaf interpreters and poor intelligibility of the language for the hearing impaired. E-learning can partially contribute to reducing such barriers [ET18].

This is where it is important to start in order to translate this fundamental openness, especially in higher academic education, into a situation that can actually be experienced by all learners. This task affects both the teaching and administrative staff of the university. For the implementation in teaching, however, not only teachers need to be sensitised, but also the administrative staff, which structures procedures such as recognition processes or examinations. In order to organise courses, all of these actors must also acquire basic knowledge about the design of teaching-learning processes at the university, in detail concerning, for example, the design of open (inclusion-promoting) curricular structures and their implementation in the media.

3 Solution approach

In order to improve participation and to minimise existing gaps in education and training in terms of inclusion for university teachers, but also for all other groups of people involved in university life, such as newly trained educators, it is necessary to raise

awareness of the situation of people with disabilities and to be able to respond to the needs and requirements of each individual.

In order to contribute to this, the project "Diversity MOOC - Inclusion in everyday teaching. A MOOC not only for teachers at universities and schools", which was funded within the framework of the initiative budget "Diversity specifically promoted" of the staff unit Diversity Management of the Technische Universität (TU) Dresden and is part of the Diversity Strategy 2030 of the TU Dresden.

During the project period from 01.06.2018 to 31.09.2020, a Massive Open Online Course (MOOC) was developed in joint cooperation between the Faculty of Education and the Media Center of the TU Dresden. This course focuses on various topics that can be worked on individually or in their entirety. The following topics were worked on in MOOC:

- Basics of inclusion and inclusive teaching and learning

This topic area deals with the concept of inclusion in contrast to exclusion through various approaches. In this context, the question will be explored: "How can every person be educated within pedagogy for co-determination and self-determination?"

- Creating barrier-free documents

The video, moderated by a visually impaired speaker from the Chair of Human-Computer Interaction, begins by explaining the relevance of the topic describing illustrations and the distinction from alternative texts. This is followed by step-by-step instructions on how the description of illustrations works and which factors must be taken into account when describing diagrams.

- Practical examples for working with special target groups

In this video two practical examples are presented. One is a national and the other an international project that deals with the topic of migration as a characteristic of diversity in vocational and teacher education.

- Designing work tasks and the learning process

This article, which is designed in the laying technique, describes what is meant by scientific learning and which derivations to inclusive teaching-learning design are possible.

3.1 Target group of the MOOC

The offer should be as described in the situation description,

- for lecturers at universities as a further education programme;
- for students of teaching as a supplementary course of study;

- for active teachers as an offer of further education in addition to their job;
- for administrative and management staff at educational institutions as an information offer

be made available.

In addition, the elements of the MOOC can be taken up in the context of teacher training, which also supports the individualisation of basic training - as a characteristic of inclusive teacher training.

3.2 Structure of the MOOC

The MOOC, consisting of short instructional videos, is divided into four units. Learning and instructional videos play a central role in MOOCs and are well suited for imparting knowledge. A video can be embedded as an introduction to a subject area, to repeat or deepen individual learning contents of a subject area or to review the learning material. In this case, the videos serve as an introduction to the topic of diversity and inclusion, as well as knowledge transfer [ES17]. Each thematic focus is presented in a video of 10-25 minutes by the speakers. The speakers are lecturers from various disciplines. Further material on specific topics is available for reading in more detail on the respective videos. The MOOC is used solely as an information service.

A five-minute trailer (see Fig. 1) is available for the MOOC's introduction, consisting of a short introduction of the speakers, which anteaes the relevance of the topic of diversity, their motivation and topic, as well as an introduction to the respective topic areas.

In order to enable all people to participate in digital teaching and learning, a barrier-free framework was created. On the one hand, the videos can be played with subtitles and on the other hand with audio description. Subtitles in German can be switched on for people with hearing impairments. Subtitles are also suitable for people with a migration background who find the spoken word too fast and want to see the word visually. The audio description for visually impaired people describes the interaction of the screen so that the learner gets an idea of the action. The advantage of videos is that the learner sets the learning speed and time according to the way the video is used. The videos can be edited individually or as a whole [PL19].



Fig. 1: Video Clip Trailer

On the one hand, the teaching videos are made available via the video portal of the Saxon universities "Videocampus Sachsen" and on the other hand, the MOOC is made publicly available via the Saxon learning management system OPAL under the following link <https://bildungsportal.sachsen.de/opal/auth/RepositoryEntry/21107834886?3>.



Fig. 2: OPAL Course

4 Conclusion

The MOOC, as a part of the Diversity Strategy 2030 of the TU Dresden, contributes to the sensitization of the topic of inclusion in the university. Teaching staff as well as students and other employees of the university are given an insight into the four different focal points that deal with the topic of diversity.

Bibliography

- [ES17] Ebner, M.; Schön, S.: Lern- und Lehrvideos: Gestaltung, Produktion, Einsatz. In (Hohenstein, A.; Wilbers, K. Hrsg.): Handbuch E-Learning. Deutscher Wirtschaftsdienst (Wolters Kluwer Deutschland), Köln, 4.61. S. 1-14, 2017.
- [ET18] ET, [e-teaching.org](https://www.e-teaching.org), https://www.e-teaching.org/didaktik/konzeption/barrierefreiheit/index_html, status: 13.08.2020.
- [PL19] Puhl, S.; Lerche, S.: Barrierefreie Videos in der Hochschullehre. In (Tolle, P.; Plümmer, A.; Horbach, A. Hrsg.): Hochschule als interdisziplinäres barrierefreies System. Kassel university press, Kassel, S. 84, 2019.
- [Sä16] Sächsisches Staatsministerium für Wirtschaft und Kunst: Auf dem Weg zur inklusiven Hochschule. Studie zur Situation von Studierenden und Beschäftigten mit Behinderungen im öffentlichen sächsischen Wissenschaftsbereich, 2016.
- [UN20] UN-Behindertenrechtskonvention, <https://www.behindertenrechtskonvention.info/>, status: 13.08.2020.