

BEREND DENKENA (Gottfried Wilhelm Leibniz Universität Hannover)

STEFFI ROBAK (Gottfried Wilhelm Leibniz Universität Hannover)

SILKE THIEM (Gottfried Wilhelm Leibniz Universität Hannover)

**Praxisbericht: Gestaltung einer Online-Lernplattform zur
Digitalisierung in der Produktion unter Verwendung von OER-
Bildungsmaterialien**

Herausgeber

BERND ZINN

RALF TENBERG

DANIEL PITTICH

Journal of Technical Education (JOTED)

ISSN 2198-0306

Online unter: <http://www.journal-of-technical-education.de>

BEREND DENKENA / STEFFI ROBAK/ SILKE THIEM

Praxisbericht: Gestaltung einer Online-Lernplattform über die Digitalisierung in der Produktion unter Verwendung von OER-Bildungsmaterialien

ZUSAMMENFASSUNG: Im Projekt OpenDigiMedia wurde zur Öffnung von Hochschulen eine Online-Lernplattform zur Digitalisierung in der Produktion entwickelt. Auf der Plattform wurden Lernkonzepte, welche Materialien in einer virtuellen Lernumgebung verwenden, erprobt. Angesprochen wurden Beschäftigte auf der Fertigungsebene und Erwachsenen- und Weiterbildungseinrichtungen in Niedersachsen. Bestehende Materialien wurden unter einer OER-Lizenzierung zur Vermittlung von grundlegenden Inhalten zur Digitalisierung aufbereitet. Dazu ist ein didaktisches Konzept unter der Verzahnung von technikdidaktischen und mediendidaktischen Aspekten entwickelt worden. Die Evaluation hat aufgezeigt, dass das Konzept zur Vermittlung von Grundlagen geeignet ist, die Vermittlung von Handlungskompetenzen jedoch an seine Grenzen stößt.

Schlüsselwörter: Digitalisierung, E-Learning, berufliche Weiterbildung, Open Educational Resources (OER), Fertigungstechnik

Designing an online-learning platform on digitisation in production based on OER educational content

ABSTRACT: Within the project OpenDigiMedia, an online learning platform about digitisation in production was developed to open up universities. On the platform, new learning concepts, which use digital materials in a virtual learning environment, were tested. The project addressed employees on the production level and adult and further education institutions in Lower Saxony. Existing materials were modified under an OER-licence to provide basic content for digitisation. For this purpose, a didactic concept has been developed, which combines aspects of didactics of technology and didactics of media. The evaluation has shown, that the concept is suitable for teaching the basics, but that teaching of action competencies is limited.

Keywords: Digitisation, e-learning, further professional education, open educational resources (OER), manufacturing technology

1 Einleitung

Im Zuge der Digitalisierung ist der Industriestandort Deutschland gefordert, sich mit dem Einsatz neuer Technologien zu behaupten. Mit der fortschreitenden Entwicklung von Informations- und Kommunikationstechnologien verändern sich Arbeits- und Geschäftsprozesse. Im industriellen Kontext werden Digitalisierungsansätze ein hohes Potenzial eingeräumt, um unternehmerische Ziele zu erreichen. Zu diesen Zielen zählen verbesserte Geschäftsprozesse, eine optimierte Auslastung, eine höhere Flexibilität sowie eine bessere Planung (vgl. Bitkom Research 2016). Einhergehend mit technologischen Entwicklungen ist die Veränderung der Tätigkeiten und Aufgaben der Beschäftigten in Unternehmen, diese müssen den neuen Anforderungen gerecht werden (vgl. BMAS 2017).

Unternehmen sehen die Digitalisierung als Chance, dennoch finden viele Technologien nur langsam den Einzug in die Praxis. Ein Hauptgrund ist neben einem hohen Zeitaufwand bei der Einführung von Technologien das fehlende Wissen der Beschäftigten (vgl. BMWi 2018). Dabei sind sie gleichzeitig diejenigen, welche die Technologien der Digitalisierung anwenden und im Unternehmen vorantreiben. Allerdings erhalten nur wenige, und diese zumeist aus der Leitungsebene, einen Zugang zu Weiterbildungen. Des Weiteren sind eine fehlende qualitative Beurteilung der Weiterbildungsangebote, ein mangelnder Zuschnitt auf das individuelle Unternehmen sowie die Freistellung der Beschäftigten Hemmnisse für die Umsetzung von Digitalisierungsstrategien (vgl. VdTÜV & Bitkom 2018). Die berufliche Bildung und Weiterbildung stellen einen Schlüssel dar, um mit den neuen Anforderungen qualifiziert umzugehen. Zugleich geht ebenfalls ein Wandel des Bildungsbereiches mit der Digitalisierung einher, der sich mit neuen Anforderungen an Lernende und Lehrende in der beruflichen Bildung konfrontiert sieht.

Es existieren bereits Angebote in Form von Schulungen, die Wissen über die Digitalisierung vermitteln. Die Ausrichtung auf Beschäftigte der Leitungsebene ist darin begründet, dass eine Auseinandersetzung mit der Digitalisierung innerhalb eines Unternehmens meist von dieser Ebene initialisiert wird. Das Prozesswissen von Beschäftigten der Fertigungsebene wird wenig berücksichtigt. Dabei ist es wichtig, Innovationen dort zu starten, wo sie benötigt werden. Die Schulungen sind zudem vorwiegend ortsabhängig und erreichen in der Regel nur einen Teil der Zielgruppe. Dies bestätigen die Erfahrungen des Mittelstand 4.0 Kompetenzzentrums Hannover (www.mituns-digital.de), welche Schulungen rund um das Thema Digitalisierung anbietet. Es wurde ein Bedarf an zeit- und ortsunabhängigen Angeboten in unternehmensinternen Gesprächen genannt, welcher sich an die Beschäftigten der Fertigungsebene richtet. Hinzu kommt, dass unterschiedliche Angebote sich nur entweder mit dem Thema Digitalisierung der Arbeitswelt oder der Digitalisierung des Lernens beschäftigen. An dieser Stelle knüpft das Projekt OpenDigiMedia¹ an, dass Beschäftigte des produzierenden Gewerbes mit der Digitalisierung in der Produktion in Kontakt bringt und sie für die Aufnahme eines Studiums motiviert. Auf der Lernplattform² werden digitale Lernkonzepte, welche digitale Materialien (unter einer OER-Lizenz³) in einer virtuellen Lernumgebung verwenden, erprobt. Somit fokussiert das Projekt einen Ansatz, die Digitalisierung als Lerninhalt und Lernmedium zu verbinden.

In der Evaluation des Projektes wurde das didaktische Konzept auf die Bedienbarkeit, didaktische Aufbereitung der Lerninhalte sowie das Nutzungsverhalten und Motivation der Lernenden

1 Der vollständige Titel des Projekts lautet: OpenDigiMedia – Digitale Bildungsmedien als Beitrag zur Öffnung von Hochschulen.

2 www.opendigimedia.de

3 Als Open Educational Resources, kurz OER, werden freie Lehr- und Lernmaterialien, die mit einer offenen Lizenz, wie z. B. Creative Commons verstanden.

überprüft. Es wurde untersucht, wie digitales Lernen Beschäftigte der Fertigungsebene unterstützt, Wissen zur Digitalisierung zu erlangen und auf ihren Arbeitsplatz zu transferieren.

1.1 Das Projekt OpenDigiMedia

Das Projekt OpenDigiMedia ist ein Verbundprojekt der Gottfried Wilhelm Leibniz Universität Hannover (LUH), darunter das Institut für Fertigungstechnik und Werkzeugmaschinen (IFW), das Institut für Berufspädagogik und Erwachsenenbildung und der E-Learning Service der Universität sowie als externe Partnerin die Agentur für Erwachsenen- und Weiterbildung in Niedersachsen. Gefördert wurde das Projekt im Rahmen der ESF-Förderung zur Öffnung von Hochschulen aus Mitteln des Europäischen Sozialfonds und des Landes Niedersachsen von August 2018 bis Juli 2020⁴.

Das Projekt konzipiert einen ganzheitlichen Ansatz zur Aneignung digitaler Kompetenzen und Qualifikationen durch den Einsatz von digitalen Medien und setzt diesen flächendeckend und niedrigschwellig um. Angesprochen werden Berufstätige aus kleinen und mittleren produzierenden Unternehmen (KMU) der Stückgutindustrie⁵, die eine Hochschulzugangsberechtigung (HZB) besitzen⁶. Das Ziel des Projektes besteht darin, Beschäftigte mit Themen der Digitalisierung in der Produktion in Kontakt zu bringen und für die Aufnahme eines Studiums im Ingenieurwissenschaftlichen Bereich zu motivieren. Dazu wurde ein breit angelegter Pool digitaler Lerninhalte aufgebaut, welcher unter einer offenen Lizenz (OER) zur Verfügung gestellt ist. Die Plattform nutzt das Lernmanagementsystem (LMS) ILIAS. Die Plattform ging im April 2019 online. In der Abb. 1 ist die Startseite der Plattform zu sehen.



Abb. 1: Startseite der Online-Plattform OpenDigiMedia.de (IFW)

4 Förderungsnummer: ZAM 2- 85023257

5 Wirtschaftsgliederung nach WZ 2008: Herstellung von Metallerzeugnissen, Herstellung von Datenverarbeitungsgeräten, elektronischen und optischen Erzeugnissen, Herstellung von elektrischen Ausrüstungen, Maschinenbau, Herstellung von Kraftwagen und Kraftwagenteilen und sonstiger Fahrzeugbau.

6 Darunter zählen Berufstätige, die durch ihre Berufsausbildung und einer dreijährigen Berufserfahrung über eine HZB verfügen, Berufstätige, die über ihre berufliche Qualifikation (z.B. Meister, Techniker) einen Zugang zur Hochschule besitzen und Berufstätige mit HZB (z. B. Abitur) ohne akademische Ausbildung sowie Personen, die bereits über einen ersten Hochschulabschluss verfügen.

Die Lerninhalte wurden in dem *Kursbereich* in Form von modular abgeschlossenen Kursen auf der Lernplattform aufbereitet und sind angelehnt an den Themen der Schulungen des Mittelstand 4.0 Kompetenzzentrums. Die Kurse gliedern sich in folgende Schwerpunktthemen:

- Grundlagen Industrie 4.0
- Informationen und Daten
- Arbeit 4.0
- Produktionstechnik und Maschinelles Lernen

Diese Themen bilden die Grundlagenkurse auf der Plattform. Aufbauend verteilen sich acht weitere Vertiefungskurse. Die Lerninhalte sind für das digitale Lernen aufbereitet und mit unterschiedlichen Formaten, wie Text, Bilder und Videos erstellt. Dabei sind auch interaktive Elemente mit der Software H5P⁷ entwickelt worden. Das erlernte Wissen kann mit Zwischenfragen und abschließenden Tests geprüft werden. In dem Bereich *freie Bildungsmaterialien* sind alle Lernmaterialien der Kurse, die eine offene Lizenz besitzen, gesammelt und zum Herunterladen bereitgestellt. Es besteht die Möglichkeit von den Lernenden ihr eigenes Material, wenn dieses unter einer offenen Lizenz veröffentlicht ist, zu teilen. In dem *Lexikon* befinden sich relevante Fachbegriffe der Kurse und ihre Erklärungen.

Zusätzlich werden Bildungseinrichtungen in Niedersachsen adressiert, welche die digitalen Lerninhalte mit in ihr regionales Angebotsportfolio integrieren und anbieten können. Hierfür sind im Rahmen des Projektes Schulungen für Erwachsenenbildungseinrichtungen durchgeführt worden, um die Mitarbeitenden zu befähigen, entsprechende Angebote im Bereich der Digitalisierung in der Produktion zu konzipieren und durchzuführen. Unter anderem wurde ein Onlineseminar⁸ durchgeführt, was für alle Interessierten offen zugänglich war. Zusätzlich wurde ein Blended-Learning Konzept mit den beteiligten Erwachsenenbildungseinrichtungen zusammen entwickelt⁹.

2 Konzeption des Lernangebotes

Für die Planung von Lernangeboten waren bereits im Vorfeld Rahmenbedingungen, wie Zielgruppe, Lerninhalte sowie medientechnische Vorgaben festgelegt. Diese wurden im Rahmen einer didaktischen Analyse näher betrachtet (vgl. Kerres 2018).

Als Herangehensweise für die Planung des Lernangebotes wurde ein konstruktivistischer Ansatz über das Lehren und Lernen angelehnt, dem *Recursive, Reflective Design and Development Model (R2D2)*, gewählt (vgl. Willis 1995). Nach diesem Modell wird die Planung nicht linear verfolgt, sondern kann rekursiv und flexibel erfolgen. Der Fokus, welche Planungs- und Durchführungsschritte bearbeitet werden, verschiebt sich während der Projektlaufzeit. Dieses Modell hat den Vorteil, dass neue Erfahrungen und Eindrücke rückführend in der Planung berücksichtigt werden können und eine Anpassung zulässt. Mit der Evaluation des Projektes konnten direkt Änderungen des Lernangebotes oder relevante Inhalte bzw. Wunschthemen berücksichtigt werden.

7 H5P ist eine open-source Software mit dieser können interaktive Inhalte für das Web erstellt werden. www.h5p.org

8 Das Onlineseminar unter dem Titel „Industrie 4.0 – Wie wandelt sich mein Unternehmen“ wurde im November 2019 durchgeführt.

9 Die Durchführung des Blended-Learning Konzeptes konnte aufgrund der COVID-19-Pandemie nicht mehr während der Projektlaufzeit durchgeführt werden.

2.1 Zielgruppen

Die *primäre* Zielgruppe besteht aus Beschäftigten aus KMU der Stückgutindustrie, die eine HZB besitzen. In Niedersachsen nehmen KMU mit rund 304.000 Betrieben einen Mittelstandsanteil von 99,6 % an (vgl. MW Niedersachsen 2017). Mit rund 346.500 sozialversicherungsverpflichteten Beschäftigten arbeiten 11,3 % in Niedersachsen und Bremen in diesem Industriezweig (vgl. BA 2014). Das Besondere an Beschäftigten von KMU ist, dass sie stark in die betrieblichen Arbeitsprozesse eingebunden sind und dadurch ein umfangreiches Wissen über die Prozesse im Unternehmen besitzen. Sie sind damit eng in ihrem Arbeitsumfeld eingespannt und dementsprechend schwierig für Bildungsangebote freizustellen. Das führt dazu, dass Mitarbeitende aus KMU weniger an formalisierten Bildungsangeboten teilnehmen können, als Beschäftigte größerer Unternehmen (vgl. BMAS 2014). Auch die Vereinbarkeit von Familie und Beruf führt häufig dazu, dass berufliche Weiterbildungsangebote weniger genutzt werden (vgl. OHN 2014). Daraus kann geschlossen werden, dass Beschäftigte aus KMU einen eingeschränkteren Zugang zu Lernangeboten erhalten. Hinzu kommt, dass viele Angebote, die sich mit dem Thema Digitalisierung beschäftigen nur Beschäftigte auf der Leitungsebene ansprechen und weniger auf die Themen, die auf der Fertigungsebene notwendig sind, ausgerichtet sind.

Als *sekundäre* Zielgruppe werden Beschäftigte in Erwachsenenbildungseinrichtungen in Niedersachsen angesprochen. Insgesamt gibt es in Niedersachsen 57 Volkshochschulen, 23 Heimvolkshochschulen und sieben Landeseinrichtungen. Hinzu werden privatwirtschaftliche Weiterbildungseinrichtungen adressiert. All diese Erwachsenenbildungseinrichtungen sind in Niedersachsen flächendeckend vertreten und haben die Möglichkeit, die *primäre* Zielgruppe vor Ort zu erreichen. Zusätzlich haben diese Einrichtungen mit der offenen Lizenzierung der Lernmaterialien die Möglichkeit, das Thema Digitalisierung in ihr eigenes Angebotsspektrum zu implementieren.

2.2 Lerninhalte

Die Lerninhalte sollten sich an den Themen der Schulungen des Mittelstand 4.0 Kompetenzzentrum Hannover orientieren. Die Themen des Kompetenzzentrums ergeben sich durch die am Projekt beteiligten Forschungseinrichtungen des Produktionstechnische Zentrum Hannover¹⁰ und des Instituts für Integrierte Produktion Hannover¹¹. Das Kompetenzzentrum vereint die Themen Produktion, Intralogistik, Sensorik und Steuerung, Automatisierung sowie Datenerfassung und -verarbeitung. Hinzu kamen noch die Angebote aus dem Projekt *Applied Machine Learning Academy*¹² (AMA).

Aus inhaltlicher Sicht sind die Themen für die Bildung des Curriculums zu allgemein und lassen sich nicht voneinander abgrenzen. Automatisierung kann allein ohne die anderen Themen, wie Sensorik, Datenerfassung und -verarbeitung sowie Steuerung nicht bestehen. Genauso gilt dies für die Themen Produktion und Intralogistik. Daher wurden die Inhalte der Schulungen näher untersucht. Zur Verfügung standen hierfür die Schulungsunterlagen. Dabei bestand auch das Problem, dass die Inhalte sich nicht genau an den jeweiligen Themen des Zentrums abgrenzen ließen.

¹⁰ www.pzh.uni-hannover.de

¹¹ www.iph-hannover.de

¹² Das Projekt war an dem Forschungszentrum L3S verortet und lief von Oktober 2017- Oktober 2019. Das Projekt entwickelte und erprobte anwendungsorientierte Qualifizierungsangebote für eine bedarfsorientierte Weiterbildung im Bereich des Maschinellen Lernens und intelligenter Systeme.

So beinhaltet z. B. die Schulung *Prozessüberwachung mittels akustischer Emissionsanalyse* Inhalte aus den Bereichen Datenerfassung und -verarbeitung, aber auch Inhalte aus dem Bereich Sensorik. Um diese Problematik zu lösen, wurden Kategorien gebildet (siehe Tab. 1). Die Kategorien *Arbeit 4.0*, *Analyse von Unternehmensdaten* und *Produktivität* sind den Inhalten des Kompetenzzentrums zugeordnet. Die vierte Kategorie *Maschinelles Lernen* beinhaltet die Angebote der AMA. Mit dieser Einteilung wurden die Schwerpunktthemen auf ihre Anwendungsgebiete und -felder sortiert. Die Idee, die Lerninhalte ihren Anwendungsfeldern zuzuordnen und dafür eine Bezeichnung einer Kategorie zu finden, ist angelehnt an den Gedanken des Lernfeld-Konzeptes (vgl. Bader 2003).

Tab. 1: Einteilung der Lerninhalte in Hauptkategorien

Arbeit 4.0	Analyse von Unternehmensdaten	Produktivität	Maschinelles Lernen
Arbeitsorganisatorische und rechtliche Themen, wie Datenschutzanforderungen	Datenakquise (Sensornetze, Mikrosensorik)	Energiemanagement 3D-Druck	Sammlung und Verwaltung von Sensordaten
Arbeitnehmerrechte	RFID (Radio-Frequency Identification)	IT-Sicherheit	Data Mining Methoden
Industrial Engineering	Maschinensteuerungen	Produktlebenszyklus	Deep Learning
Ergonomie	Schnittstellen für die Datenverarbeitung in ERP-, MES- und BDE-Systemen sowie Cloud-Technologien	Predictive Maintenance Fahrerlose Transportsysteme	Anwendungsszenarien (Process Mining im Fabrikbetrieb, Predictive Maintenance)
Assistenzsysteme		Lasertechnologie Steuerungssysteme	Bias und Fairness in intelligenten Systemen
	Datenanalyse und Vorhersage mit Big Data und Data Mining	Produktionscontrolling Produktionsorganisation und -management	

Quelle: Institut für Fertigungstechnik und Werkzeugmaschinen

Für die Aufbereitung der Schulungsinhalte auf der Lernplattform wurde ein modularer Aufbau des Curriculums gewählt. Dies ermöglicht den Lernenden ein berufsbegleitendes und bedarfsgerechtes Lernen. Es kann genau dann zu einem bestimmten Thema gelernt werden, wenn der Bedarf besteht (vgl. Kerres 2018). Bei der Sichtung der Schulungsunterlagen stellte sich heraus, dass die Umsetzung des reinen Lerninhaltes unterschiedliche Herausforderungen beinhaltete. Insgesamt waren die Inhalte zu kurz, um ein eigenständiges Modul aufzubauen. Das liegt daran, dass die Schulungen in ihrem Aufbau einen anderen Schwerpunkt haben, als das Online-Lernen auf einer Lernplattform. Sie sind auf Grundlagen der Handlungsorientierung und Ermöglichungsdidaktik konzipiert. Dazu kam, dass bestimmte Schulungsthemen bereits Vorwissen voraussetzen. Die Dozierenden entscheiden dabei flexibel, wie tiefgreifend sie die Inhalte weitergeben müssen und ob zusätzliches Wissen benötigt wird. Die Zielgruppe hat bislang nur wenige Möglichkeiten sich in diesem Bereich weiterzubilden, daher steht eine Vermittlung von Grundlagen im Vordergrund.

Aus diesen Gründen mussten die Schulungsinhalte weiterentwickelt werden, um die Grundlagen zu vermitteln und sie in einer angemessenen Dauer für das Selbstlernen zur Verfügung zu

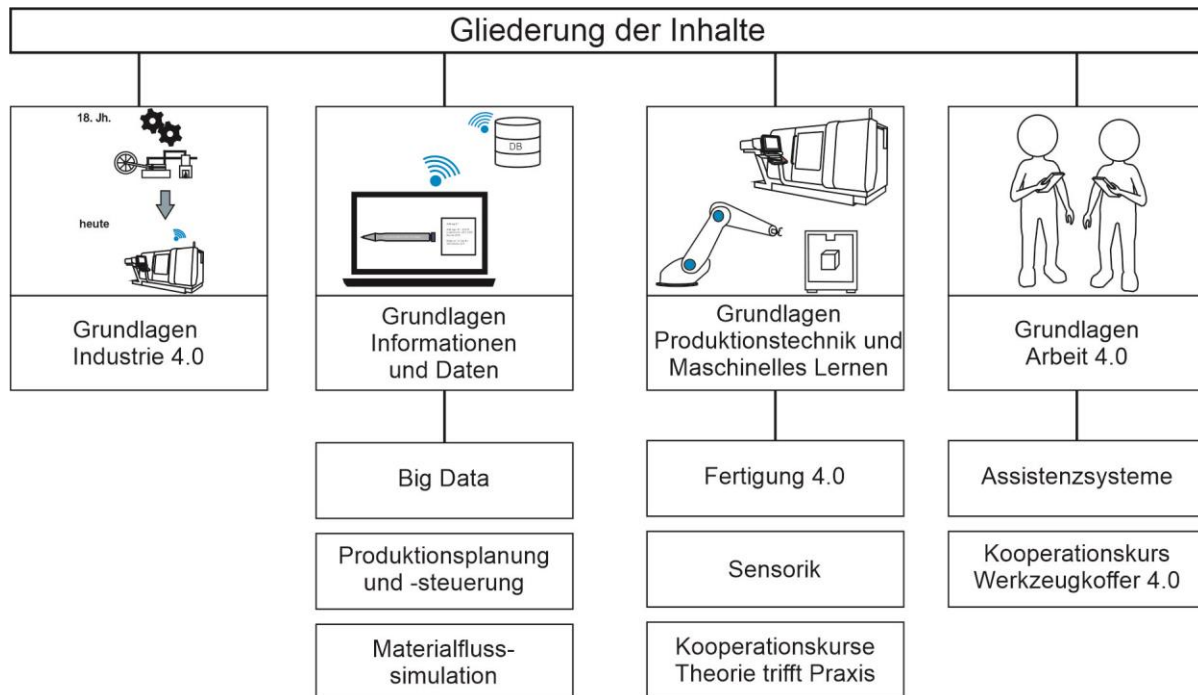
stellen. So wurden die Kategorien zu Grundlagenkursen zusammengefasst, welche das nötige Wissen abbilden. Dabei wurde die bisherige Einteilung in Kategorien in vier Grundlagenkurse verändert:

- Industrie 4.0
- Informationen und Daten
- Arbeit 4.0
- Produktionstechnik und Maschinelles Lernen

Der Grundlagenkurs *Industrie 4.0* beschäftigt sich mit der Einführung des Wandels in der Industrie und stellt die jeweiligen anderen Grundlagenkurse vor. Aus der Kategorie *Analyse von Unternehmensdaten* wurde der Grundlagenkurs *Informationen und Daten*. Die Kategorien *Produktivität* und *Maschinelles Lernen* wurden zu einem Kurs zusammengelegt. Begründet wurde dies, dass aufgrund der beteiligten Institutionen thematisch das Maschinelle Lernen nur für den Bereich der Fertigungstechnik und die Methoden im direkten Zusammenhang zu den durch die Sensorik aufnehmbaren Fertigungsdaten betrachtet werden. In der Abb. 2 ist die Gliederung der Inhalte auf der Plattform dargestellt.

Weiteres Wissen aus den jeweiligen Grundkursen befindet sich in den Vertiefungskursen. Zu *Informationen und Daten* sind noch drei weitere Vertiefungskurse, für *Arbeit 4.0* zwei Vertiefungskurse und für *Produktionstechnik und Maschinelles Lernen* drei Vertiefungskurse erstellt worden. Zwei Vertiefungskurse sind innerhalb von Kooperationen entstanden¹³.

13 Ein Kooperationskurs entstand in der Lehrveranstaltung „Digitalisierungswerkstatt“ des Sommersemesters 2019 an der Universität Hannover. In dieser Lehrveranstaltung haben sich Studierende des Master Bildungswissenschaften gemeinsam mit Auszubildenden des VWN Campus Digitalisierung der Volkswagen AG mit Themen der Digitalisierung beschäftigt und eigene Lernkurse geplant und aufgebaut. In diesem Zusammenhang entstanden zwei kleinere Kurse zu dem Thema RFID und Raspberry Pi. In dem zweiten Kooperationskurs wurde in Zusammenarbeit mit der QUBIC Beratergruppe GmbH ein Kurs zu den Ergebnissen des Projektes *Kompetenz 4.0* erstellt. In diesem Kurs geht es um die Themen Lean Management, 5S- und die Kanban-Methode.



Thm/ 102661 © IFW

Abb. 2: Einteilung der Inhalte in modulare Kurse (IFW)

2.3 Medientechnische Vorgaben

Neben der Zielgruppe und den Lerninhalten des Curriculums waren im Vorfeld medientechnische Vorgaben gemacht worden. Dies bezieht sich zum einen auf die medientechnische Implementierung des Lernangebotes auf dem LMS ILIAS und zum anderen auf die Vorgabe, dass die Lerninhalte über eine offene Lizenz (OER) zur Verfügung gestellt worden sind.

2.3.1 Das Lernmanagementsystem ILIAS

ILIAS¹⁴ ist eine Software, die unter eine GNU General Public Licence¹⁵ veröffentlicht ist, mit der Lernplattformen betrieben werden können. Mit dem LMS können internetbasierte Lehr- und Lernmaterialien erstellt werden. Des Weiteren hat die Software Funktionen für Kommunikation, Kooperation, Prüfungen und Evaluation. ILIAS bietet somit einen großen Umfang an verschiedenen Umsetzungsmöglichkeiten.

Das Lernmanagement ILIAS wird an der LUH für die Hochschullehre bereits eingesetzt, dabei unterstützt die Lehrenden ein eigenes E-Learning Service Team. Neben dem technischen Support gehören Beratungsangebote in den Bereichen Mediendidaktik, IT und web-basierten Systemen und Medienproduktion zu den Angeboten des Service.

¹⁴ ILIAS steht für Integriertes Lern-, Informations- und Arbeitskooperations-System. www.ilias.de

¹⁵ Diese Lizenz ermöglicht eine freie Nutzung und Weiterentwicklung der Software.

2.3.2 Open Educational Resources

Eine weitere Vorgabe war, dass die meisten Lerninhalte unter einer offenen Lizenz veröffentlicht werden sollten. Hierfür wurde die Lizenzierung als OER verwendet. Das Konzept von OER ist, jegliche Formen von Bildungsressourcen – dazu zählen alle Materialien für den Lehr- und Lernbereich – offen und ohne die Zahlung von Lizenzgebühren für jeden (Lehrende, Lernende, Interessierte) zur Verfügung zu stellen (vgl. UNESCO & COL 2015). Eine kostenfreie Lizenz ermöglicht es Lehr- und Lernmaterialien auszutauschen und für eigene Zwecke weiterzuentwickeln. Durch die Digitalisierung können diese Materialien schnell und einfach ausgetauscht werden. International und in Deutschland hat sich die Creative Commons (CC) Lizenz durchgesetzt.

Während der Projektlaufzeit wurde versucht auf bestehendes OER-Material zurückzugreifen. Dabei stellte sich heraus, dass zur Digitalisierung in der Produktion bislang nur wenige Materialien unter einer freien Lizenz veröffentlicht wurden. Daher wurden viele Lernmaterialien selbst erstellt.

3 Didaktisches Design

Entscheidend für das Erreichen von Lehr- und Lernzielen ist neben der Analyse der Lerninhalte und Zielgruppe das didaktische Design, mit der die Materialien aufbereitet werden (vgl. Kerres 2018). Das vorab festgelegte Mediensystem und Lizenzierung sind lediglich Randbedingungen.

3.1 Umsetzung des Curriculums in Lernmodule

Das entwickelte Curriculum wurde in Form von Lernmodulen (Kursen) auf der Lernplattform abgebildet. Jedes Modul ist in sich geschlossen und unabhängig voneinander wählbar. Was bedeutet, dass kein Modul vor einem anderen belegt werden muss. In jedem Kurs erhalten die Lernenden einen Überblick über die Themen und die Lehr- und Lernziele sowie die Bearbeitungszeit, welche in den Kursen zwischen 45 bis 90 min liegt. Jeder Kurs ist auf die gleiche Weise aufgebaut und in folgende Kapitel unterteilt:

1. Grundlagen
2. Anwendung
3. Vertiefung
4. Weiterführende Informationen

Jedes Kapitel besteht aus mehreren Seiten, die unabhängig des Lernfortschritts eingesehen werden können. Auf der ersten Seite des Kapitels *Grundlagen* findet sich ein Einführungstext. Auf den weiteren Seiten wird das jeweilige Wissen, welches für die weiteren Kapitel notwendig ist, erläutert. In dem Kapitel *Anwendung* können sich die Lernenden Anwendungsbeispiele aus der Praxis ansehen. In der *Vertiefung* befinden sich weiterführende Informationen oder weitere Praxisbeispiele, die Zusammenhänge zur Arbeitswelt der Lernenden knüpfen. In dem letzten Kapitel finden die Lernenden Literaturhinweise zu den jeweiligen Themen und die Kontaktdaten der Projektverantwortlichen.

Durch den modularen Aufbau des Curriculums wird den Lernenden ein selbstgesteuertes Lernen ermöglicht. Sie können sich je nach Interesse eigene Lernziele setzen und entsprechende Module wählen (vgl. Nickloaus, Gönnenwein & Petsch 2010). Darüber hinaus können sie sich die Zeit für das Lernen selbst einteilen. Der Aufbau des Lernpfades eines jeden Kurses ist jedoch

vorgegeben. Ausnahmen sind verschiedene Querverweise durch Verlinkungen zwischen den Kursen. Über die Querverweise ist kenntlich gemacht, dass an diesen Stellen innerhalb eines anderen Kurses vertiefendes Wissen zu erlernen ist. Andersherum werden grundlegende Inhalte innerhalb der Vertiefungskurse verlinkt, falls an diesen Stellen noch ein Wissensbedarf besteht. Damit erhalten die Lernenden mehr Selbststeuerung in ihrem Lernen und können während des Lernens ihre Lernziele aktiv verändern.

Mit ILIAS ist es zusätzlich möglich, sich den Lernfortschritt anzeigen zu lassen. Auf der Plattform erfolgt dies durch ein *Ampelsystem*, welches mit dem Inhaltsverzeichnis verknüpft ist. Durch das Ampelsystem im Inhaltsverzeichnis eines jeden Kurses können die Lernenden sehen, welche Kapitel sie bereits erarbeitet haben. Wurde das Lernen auf der Plattform unterbrochen und sich ausgeloggt, so wird der Zwischenstand gespeichert. Bei der Rückkehr zur Plattform und des gewählten Kurses, wird automatisch die letzte Seite geöffnet, die zuletzt bearbeitet wurde. Insgesamt fördert das Ampelsystem zusätzlich selbstgesteuertes Lernen. Genauso wird die Motivation der Lernenden erhöht (vgl. Niegemann et al. 2004).

Mit dem gleichen Aufbau eines jeden Kurses findet eine kognitive Beanspruchung der Lernenden durch den Lernprozess statt (vgl. Sweller 2010). Durch diese Art der kognitiven Beanspruchung wird eine Schemabildung initiiert. Die Lernenden begreifen dadurch schnell, wo sie in den Kursen die benötigten Informationen und Wissen erlernen können. Die Einteilung der Kurse in Kapitel führt dazu, dass die kognitive Belastung nicht zu hoch wird. So führen die Kapitel die Lernenden Schritt für Schritt in das jeweilige Thema ein.

Die Lernenden können in jedem Kurs ihr eigenes Wissen überprüfen. Zwischenfragen am Ende jedes Kapitels dienen der Rückführung und festigen das erlernte Wissen (vgl. Kerres 2018). Am Ende jedes Kurses besteht die Möglichkeit einen Test zu belegen. Dieser Test lässt sich mehrfach wiederholen¹⁶. Ein Bestehen des Tests ist dann erreicht, wenn mindestens 75 % der Punkte erzielt worden sind. Mit dem bestandenen Test ist der Kurs abgeschlossen. Dies wird durch eine eigene OpenDigiMedia-Teilnahmebescheinigung bestätigt.

3.2 Lehr- und Lernziele des Lernangebotes

Lehr- und Lernziele dienen der Orientierung, was mit den Lerninhalten erreicht werden soll. Die Lehrziele wurden vor der Entwicklung eines Kurses und der Lernmaterialien von den Projektbeteiligten festgelegt (vgl. Reichelt, Kämmerer & Finster 2019). Um Lehr- und Lernziele definieren zu können, müssen vorab die Zielgruppe und der Gegenstand, der erlernt werden soll, analysiert werden. Der Gegenstand, auf das sich das Lernangebot bezieht, sind die festgelegten Themen der Digitalisierung aus dem Curriculum. Die Lernenden sind aufgrund der vorgegebenen Rahmenbedingungen bereits beschrieben worden. Daraus ergibt sich, dass auf der Plattform die Grundlagen der Inhalte vorrangig thematisiert werden müssen, mit vereinzelten Vertiefungen. Demnach liegt ein Fokus auf das Vermitteln von Wissen und keine Vermittlung von Fertigkeiten oder Einstellungen. Aufgrund der bedarfsgerechten und berufsbegleitenden Eigenschaften der Lernplattform können die Lernenden sich Lernziele aufstellen und selbstständig verfolgen.

Damit die Lernenden einen direkten Einblick erhalten, was in den Kursen thematisiert wird, befindet sich auf der ersten Seite der Kurse ein Überblick (siehe Tab. 2). Auf dieser Seite sind neben einem Begrüßungstext, die jeweiligen Rahmenbedingungen des Kurses dargelegt. Dazu

16 Im Kurs *Grundlagen Industrie 4.0* ist dies unbegrenzt möglich, in den anderen Kursen stehen den Lernenden drei Versuche zur Verfügung.

zählen der Aufbau des Kurses, wo die Themen des Kurses genannt werden und ein zeitlicher Umfang für den gesamten Kurs sowie für die jeweiligen Seiten des Kurses. Diese Angaben sind nur Richtwerte und es wird darauf hingewiesen, dass die Lernenden sich länger bzw. kürzer mit dem Kurs beschäftigen können. Die Lehr- und Lernziele des Kurses werden ebenso genannt. Diese werden in Form von Operatoren formuliert. Ist ein Kurs ein Vertiefungskurs, so wird in einer Grafik kenntlich gemacht, zu welchem Grundlagenkurs dieser gehört. Mit der Gestaltung der ersten Seite erhalten die Lernenden einen schnellen Überblick über den Kurs und können sich entscheiden, ob sie den Kurs belegen wollen oder nicht.

Tab. 2 Struktur jeder ersten Seite eines Kurses (Bsp. Sensorik)

Begrüßung	Aufbau des Kurses	Zeitlicher Umfang	Lehr- und Lernziele
Kurzer Text über die Inhalte des Kurses	Benennung der genauen Inhalte	Dauer der Bearbeitungszeit (Empfehlungswert)	Ausformierte Lehr- und Lernziele
Dieser Kurs zeigt dir, was Sensoren sind und wie diese in der Produktion eingesetzt werden können. Dazu erhältst du einen Überblick, was für Sensoren es gibt, wie sie funktionieren und wie sie hergestellt werden.	In diesem Kurs beschäftigst du dich mit folgenden Themen: <ul style="list-style-type: none"> • Grundlagen der Sensorik • Arten von Sensoren • Funktionsweise von unterschiedlichen Sensoren • Anwendungsgebiete und Anforderungen an Sensoren in der Produktion 	Kursseiten: 10-15 min/Seite Kurs gesamt: 90 min	Nach diesem Kurs kannst du: <ul style="list-style-type: none"> • Beschreiben, was unter Sensorik zu verstehen ist. • Verschiedene Sensorarten benennen und unterscheiden. • Die Funktionsweise von unterschiedlichen Sensoren verstehen. • Anwendungsgebiete und Anforderungen an Sensoren abschätzen.

Quelle: Institut für Fertigungstechnik und Werkzeugmaschinen

3.3 Gestaltung von Lernmaterialien

Die Lernmaterialien wurden in Form von Texten, Bildern und Videos bereitgestellt. Dabei müssen bei der Gestaltung die zuvor erfassten Rahmenbedingungen und Lehr- und Lernziele beachtet werden.

3.3.1. Formulierung und Gestaltung von Texten

Bei der Gestaltung von Texten wurde darauf geachtet, dass die Lerninhalte in einer zielgruppen-gerechten Sprache formuliert werden. Die Schwierigkeit liegt darin, dass das Vorwissen der Zielgruppe sehr unterschiedlich ist. Es wurde berücksichtigt, dass die Lernenden eine Affinität zur Technik haben und mit technischen Begriffen umgehen können. Daher wurden viele technische Begriffe nicht didaktisch reduziert. Für den Fall, dass diese Begriffe von Anfängern eines Themas

nicht verstanden werden, wurde ein Lexikon, in dem wichtige Begriffe erklärt werden, eingeführt. Innerhalb der Kurse sind diese Begriffe mit dem Lexikon verlinkt. Auf der Plattform werden die Lernenden mit *Du* angesprochen, dies fördert eine persönlichere Nähe zu den Lernenden (vgl. Kerres 2018).

In den Kursen wurden die Texte durch weitere gestalterische Aspekte strukturiert. Mit ILIAS lassen sich Textbausteine in verschiedenen farbige Blöcke oder umrahmten Kästen gewichten. Wichtige Begriffe oder Inhalte sowie Anmerkungen wurden in rote Kästen eingerahmt, damit die Lernenden genau wissen, dass diese Lerninhalte besonders wichtig für diesen Kurs sind (vgl. Niegemann et al. 2004). Mit der Gestaltung der Texte in Blöcken werden den Lesenden die Lerninhalte stückweise nähergebracht. Dies hilft gegen eine kognitive Überbelastung der Lernenden. Inhalte, die als Exkurse zusätzlich eingebracht sind, sind ebenfalls erkenntlich und helfen zwischen grundlegendem und zusätzlichem Wissen zu unterscheiden. Inhalte zu einem Thema, wie z. B. eines bestimmten Fertigungsprinzips, das sich durch viele zu erklärende Aspekte und damit viel Text auszeichnet, wurden mit einer weiteren Funktion von ILIAS entzerrt. Mit der Funktion *Akkordeon* lassen sich einzelne Textbausteine in getrennte Fächer einteilen, die per Mausklick aufgeklappt werden können (siehe Abb. 3). Mit diesem Strukturelement können die Lernenden sich die Inhalte einzeln und interaktiv ansehen.

Lerninhalte, die zu abstrakt sind, wurden sprachlich vereinfacht beschrieben und, wenn möglich, mit einer Kombination von Text, Bild oder Video verdeutlicht. Zwischen diesen einzelnen Elementen wurde ein Zusammenhang erstellt, der das Lernen fördert (vgl. Niegemann et al. 2004). Besonders für Anfänger eines Themas ist die Darstellung eines Sachverhaltes als Text und Bild sinnvoll (vgl. Kerres 2018). Dies wurde für manche Videos berücksichtigt. So bestand in dem Kurs *Grundlagen Industrie 4.0* die Möglichkeit, die Lerninhalte der Videos zusätzlich in Textform als PDF oder odt-Datei¹⁷ herunterzuladen. Darüber hinaus wurden interaktive Elemente gestaltet, um komplexe Lerninhalte und Text zu entzerren und leichter verständlich zu machen.

17 Das Dateiformat odt kennzeichnet ein Textdokument von OpenOffice.org Writer. Dieses Format gehört zu der Open Document for Office Applikations Standard (OpenDocument), welches ein international genormter quelloffener Standard für Dateiformate von Bürodokumenten ist.

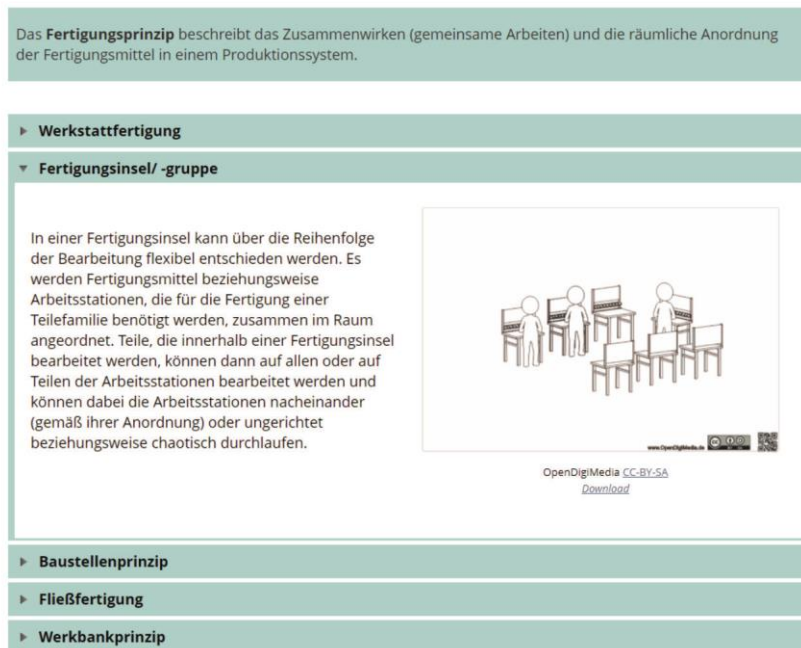


Abb. 3: Aufteilung von Textbausteinen durch das Strukturelement Akkordeon in ILIAS (IFW)

3.3.2. Gestaltung von Bildern

Insgesamt finden sich auf der Plattform unterschiedliche Formen von Bildern:

- Abbild
- Reelles Abbild (Fotos)
- Logische Bilder (Mindmaps, Diagramme, Tabellen)

Bei der Gestaltung der Bilder wurde auf grafisch reduzierte Bilder zurückgegriffen. Grafisch reduzierte Bilder lenken den Blick auf die wesentlichen Inhalte. Dies fördert das Verständnis besonders für Anfänger (vgl. Dwyer 1981). Dazu entlasten nicht zu überladene Bilder und Grafiken die kognitive Belastung der Lernenden. Ein weiterer Faktor für die Gestaltung der Bilder war die Vorgabe, dass die Lerninhalte unter einer OER-Lizenz veröffentlicht werden sollten. Reale Bilder, wie Fotos wurden entweder selbst aufgenommen oder unter einer *CC-BY-ND* Lizenz veröffentlicht. Es wurde aufgrund dieser Vorgabe versucht, möglichst herstellernerneutrale Lerninhalte zu gestalten. In Abbildung 4 ist am Beispiel der Darstellung von Werkzeugmaschinen zu sehen, wie der Stil der Bilder auf der Lernplattform ist.

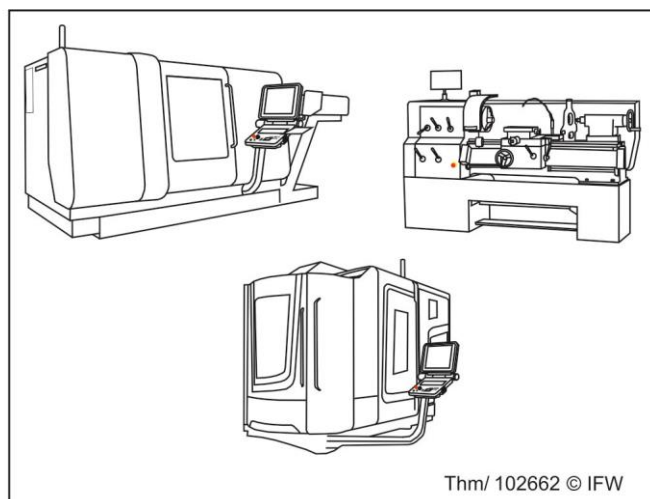


Abb. 4: Darstellung von Werkzeugmaschinen auf OpenDigiMedia.de (IFW)

Ein weiteres wiederkehrendes grafisches Merkmal und Gamification ist der Einsatz von Comics in den Kursen. In diesen Kursen werden mit Hilfe von zwei Figuren (Lisa und Rolf) Probleme in der Produktion und entsprechende Digitalisierungslösungen aufgezeigt (siehe Abb. 5). Die Figuren stellen zwei Beschäftigte der Fertigungsebene dar. Auch wenn diese beiden Figuren in den Kursen häufig vorkommen, passt ihre Gestaltung nicht direkt zu der Definition eines pädagogischen Agenten. Sie begleiten dennoch die Lernenden durch die Plattform als wiederkehrendes Merkmal (vgl. Niegemann et al. 2004).



Thm/ 102663 © IFW

Abb. 5: Comicausschnitt von Rolf und Lisa auf OpenDigiMedia.de (IFW)

3.3.3. Gestaltung von Videos

Zum Teil wurde auf Videos zurückgegriffen, die unter einer CC-Lizenz veröffentlicht sind. Es wurden aber auch innerhalb des Projektes eigene Lernvideos erstellt. Bei der Gestaltung der Videos wurde, wie bei den selbst erstellten Bildern, auf eine reduzierte Grafik zurückgegriffen. Text zur Verdeutlichung von Inhalten wurde weitestgehend vermieden. Animationen wurden in den Videos eingesetzt, um z. B. funktionsweisen darzustellen. In den meisten selbsterstellten Videos wurde auf Musik oder Sprache verzichtet, um die Inhalte auf das Wesentliche zu fokussieren. Informationen, die gleichzeitig schriftlich, auditiv und visuell dargeboten werden, können zu einer kognitiven Überlastung führen (vgl. Kerres 2018). Für die Vermittlung von komplexeren Inhalten eignen sich Videos mit Sprache. So wurden einige Videos von professionellen Sprechern eingesprochen. Dabei wurde absichtlich von viel Text innerhalb dieser Videos abgesehen.

3.3.4. Gestaltung von interaktiven Elementen

ILIAS besitzt Funktionen, um Lerninhalte interaktiv und spielerisch zu gestalten. Mit der Implementierung der Software H5P in ILIAS lassen sich noch weitere Möglichkeiten für ein interaktives Lernen unkompliziert realisieren. Für das Lernangebot wurden vorwiegend interaktive Bilder und Videos verwendet.

Mit einem interaktiven Bild lassen sich auf einem Bild Hotspots festlegen, die, wenn sie angeklickt werden, zusätzliche Elemente öffnen. Solche Elemente können weitere Bilder, Texte oder Videos sein. In Abbildung 6 ist ein interaktives Bild abgebildet. Dieses stellt die Fertigung eines Kugelschreibers in der Lernfabrik des Kompetenzzentrums Hannover dar. Hinter den roten Hotspots befinden sich Videos zu den einzelnen Stationen der Fertigung¹⁸. Das Besondere an diesem interaktiven Bild ist, dass die Stationen im Grundbild räumlich angeordnet sind, wie in der echten Lernfabrik. Damit spiegelt dieses Bild eine echte Umgebung wider und strukturiert die Informationen nach dem tatsächlichen Fertigungsprozess, trotz reduzierter Grafik. Der Vorteil von interaktiven Bildern ist, dass viele Informationen räumlich komprimiert darstellbar sind. Das Scrollen durch die Kapitel wird verringert und überlastet die Lernenden nicht (vgl. Niegemann et al. 2004).

Mit interaktiven Videos besteht die Möglichkeit, sich aktiver mit dem Wissen auseinanderzusetzen. Mit H5P lassen sich innerhalb eines Videos Zeitmarken einstellen, an denen das Video pausiert und ein Hotspot auftaucht. Hinter diesen Hotspots können verschiedene Formen von Inhalten, wie Text, Bild oder Fragen hinterlegt werden. Durch die Funktion wird die Abfolge der Informationen gesteuert und auf die Inhalte fokussiert. Dies steuert damit den Lernprozess bezogen auf den inhaltlichen Aufbau und Schwerpunkt des Videos. Videos können damit auch ohne eine Audiospur verwendet werden, was für einfache Inhalte empfehlenswert ist. Für komplexe Inhalte empfiehlt sich eine Audiospur zur Verdeutlichung der Inhalte. Die Interaktion mit einem Bild oder Video fördert die Motivation der Lernenden sich mit den Lerninhalten stärker auseinanderzusetzen (vgl. Niegemann et al. 2004).

18 Die Videos sind im Rahmen des Kompetenzzentrum Hannover entstanden.

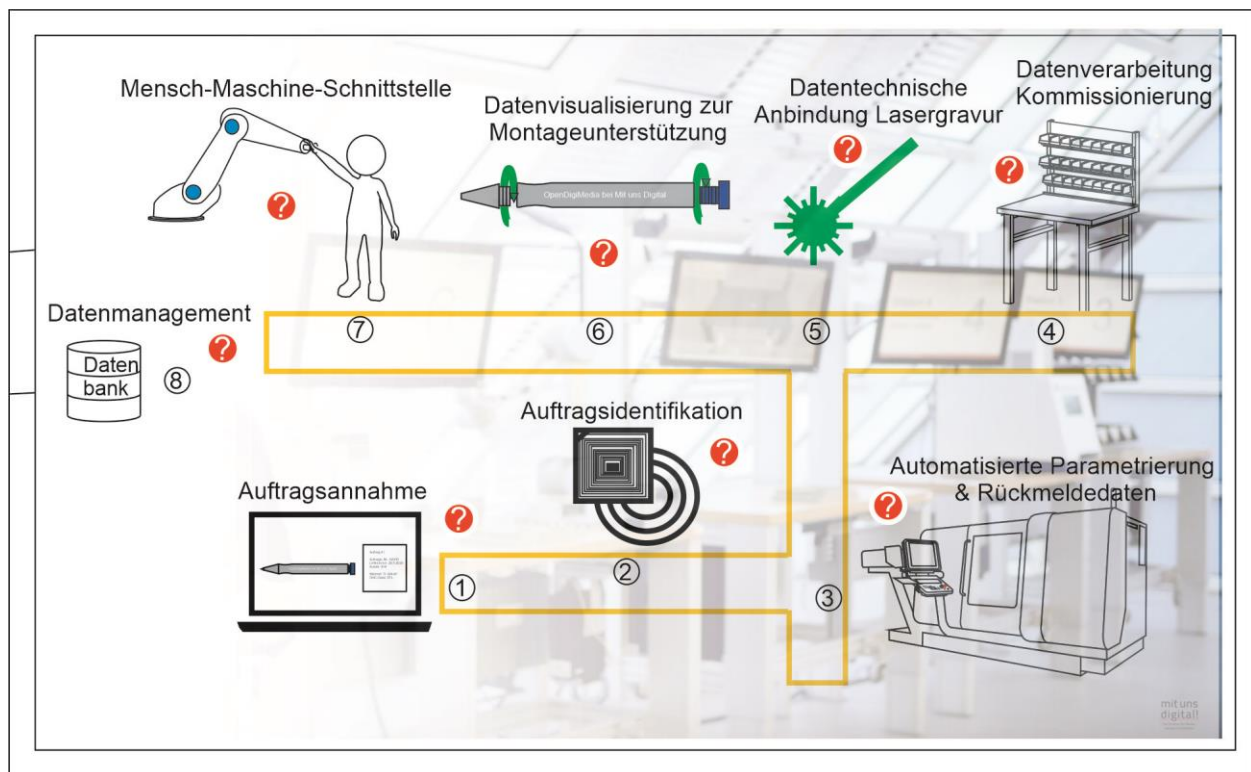


Abb. 6: Interaktives Bild zur Verdeutlichung des Weges von Daten durch die Produktion (IFW)

4 Evaluation

Neben einer fortlaufenden Erhebung der Nutzerstatistiken wurde eine Evaluation durchgeführt. Die Evaluation der Plattform fand sechs Monate nach Release der Plattform bis zum Projektende statt. Genutzt wurden zwei Wege für die Evaluation des Angebotes. So wurden qualitative und quantitative Daten erhoben, die bei der Auswertung in einem Mixed Method Ansatz analysiert worden sind (vgl. Kuckartz 2014).

4.1. Planung der Evaluation

Auf der Plattform werden in Form von Fragebögen quantitative Daten erhoben. Dabei gibt es auf der Startseite einen Fragebogen, der die Lernplattform allgemein evaluiert. Nach jedem Kurs wird dieser in einen eigenen Fragebogen evaluiert. Qualitative Daten werden über Interviews erhoben. Mit diesen zwei Formen der Erhebung soll folgendes herausgefunden werden:

- Aspekte der Bedienbarkeit
- Nutzungsverhalten (Motivation, Lernverhalten)
- Lerninhalte (Vorkenntnisse, Relevanz und Bezug für den Arbeitsplatz, inhaltliche Tiefe)
- Didaktische Aufbereitung (Aufbereitung der Inhalte, Schwierigkeitsgrad)

Die Umfragen sind in Form eines vollstandardisierten Fragebogens mit geschlossenen Fragen und Items mit Antwortvorgaben aufgebaut (vgl. Döring & Bortz 2016). Fragen, die bestimmten Aspekte, wie Layout, Struktur, Lerninhalte und Formate von den Lernenden bewerten sollen, werden in Form einer Matrixantwort erstellt. Diese Fragen können mit einer 5- und 7-stufigen Likert-Skala gewichtet werden (vgl. Döring & Bortz 2016). Dazu gibt es offene Fragen, wo die Teilnehmenden einen Kommentar schreiben können. Der Aufbau der Fragebögen erfolgt in einer logischen Reihenfolge und die untersuchenden Aspekte sind in Teile strukturiert (vgl. Kuckartz et al. 2009). In Tabelle 3 ist der Aufbau des allgemeinen und der kursspezifischen Fragebögen mit ihrer Zuordnung zu den Untersuchungsaspekten dargestellt. Die Beantwortung der Fragen ist nicht verpflichtend.

Der allgemeine Fragebogen¹⁹ fokussiert Fragen zu Layout und Bedienfreundlichkeit der Lernplattform. Die Lerninhalte werden nach ihrer Einteilung in die Grundlagenkurse evaluiert. Das gleiche gilt für die Bewertung der didaktischen Aufbereitung. Der zeitliche Umfang der Kurse wird in einem separaten Teil erfragt. Im Schlussteil werden Fragen zu weiteren Themen der Digitalisierung, Weiterempfehlung der Plattform und die Vorstellung zu dem Thema eine Veranstaltung in einer Einrichtung der Erwachsenen- und Weiterbildung (EB/WB) zu besuchen, erhoben. In jedem Teil des Fragebogens können die Befragten einen Kommentar hinterlassen. Der allgemeine Fragebogen betrachtet nicht das Nutzungsverhalten der Teilnehmenden.

Tab. 3: Fragebogenstruktur auf der Plattform

Aspekte	Allgemeiner Fragebogen	Fragebogen der Kurse
Bedienbarkeit	Layout (grafische Gestaltung)	Einstieg (Endgerätnutzung)
	Nutzer- und Bedienfreundlichkeit	Strukturierung
Nutzungsverhalten		Nutzungsverhalten
Lerninhalte	Inhalte	Inhalte
	Schwierigkeitsgrad	
Didaktische Aufbereitung	Aufbereitung der Inhalte	Aufbereitung der Inhalte
	Zeitlicher Umfang	
	Schluss	Schluss (Kommentarfeld)

In den kursspezifischen Fragebögen²⁰ liegt der Fokus auf dem Nutzungsverhalten, den Inhalten sowie deren Aufbereitung. Es wird nach der Motivation zum Durchlaufen des bestimmten Kurses gefragt. Inhaltliche Fragen sind entlang der vorkommenden Themen im Kurs aufgebaut. In diesem Teil wird die Relevanz des Kursthemas zum Arbeitsplatz erhoben. In Fragen zur didaktischen Aufbereitung werden die einzelnen Formate und deren Schwierigkeitsgrad bewertet. Zum Schluss haben die Befragten die Möglichkeit, einen Kommentar zu hinterlassen.

Die Interviews finden als halbstrukturiertes, leitfadengestütztes Interview statt (vgl. Döring & Bortz 2016). Der Leitfaden gliedert sich in fünf Abschnitte. Zum Einstieg des Interviews wird der erste Eindruck der Lernplattform erfragt, was auf dem Aspekt der Bedienbarkeit abzielt. In den weiteren Abschnitten fokussiert das Interview das Nutzungsverhalten, die Lerninhalte sowie die didaktische Aufbereitung. Hier wird genauer nach Lernverhalten, Motivation sowie dem Bezug der Lerninhalte zum Arbeitsplatz gefragt. Die Ergebnisse dieser vertieften Untersuchung werden

¹⁹ Der allgemeine Fragebogen hat eine Bearbeitungszeit von ca. 10 Minuten.

²⁰ Die kursspezifischen Fragebögen haben eine Bearbeitungszeit von ca. 5 Minuten.

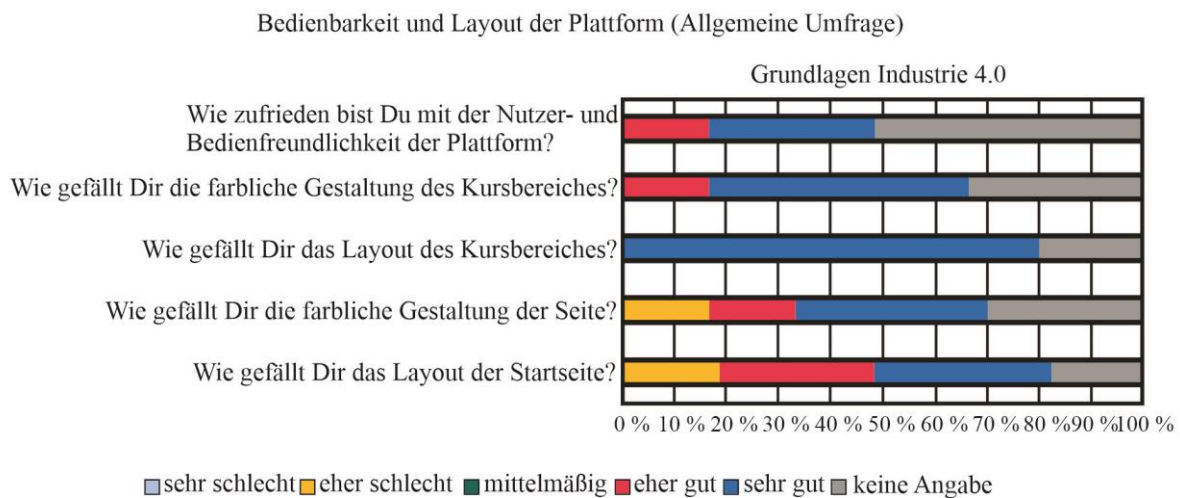
den zuvor erhobenen quantitativen Daten im Rahmen des gewählten Mixed Method Ansatzes gegenübergestellt. Zum Schluss des Interviews wird die Bereitschaft an einer Veranstaltung in einer Einrichtung der EB/WB teilzunehmen erfragt.

4.2. Ergebnisse der Evaluation

Mit der Nutzerstatistik wurde die Anzahl der Anmeldungen, Zugriffe und abgeschlossenen Kurse sowie die Lernzeit auf der Plattform erfasst. Zusätzlich wurden die Teilnehmenden auf freiwilliger Basis gebeten, ihre Unternehmensgröße und die Sektorzugehörigkeit ihres Unternehmens anzugeben. Seit der Pilotierung der Plattform bis zum Projektende wurden auf diese Weise insgesamt 338 Registrierungen verzeichnet. Auf die Kurse wurden ca. 8.000 Zugriffe und eine Lernzeit von ca. 390 Stunden registriert. Es schlossen 75 Personen die Kurse mit einer Teilnahmebescheinigung ab. Zu den Angaben der Sektorzugehörigkeit zählen 32 % der Lernenden zum industriellen Sektor, 45 % zum Bildungssektor und 23 % zu sonstigen Bereichen. Dabei kommen 40 % der Lernenden aus KMU und weitere 40 % aus Unternehmen mit mehr als 250 Mitarbeitenden, 20 % haben keine Angabe gemacht.

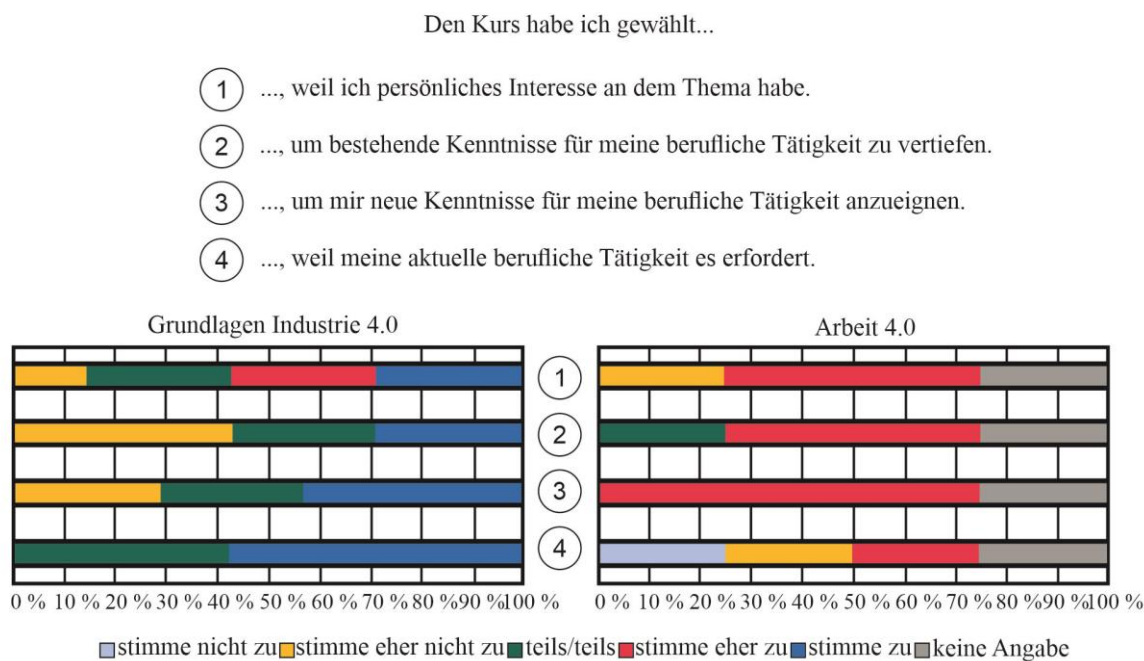
Die Erhebungen auf der Plattform hat zum Ende der Projektlaufzeit eine geringe Rücklaufquote zu verzeichnen. Die quantitativen Untersuchungen sind daher kritisch zu betrachten und bilden nur Tendenzen ab. Die Umfragen wurden mit Hilfe einer Funktion von ILIAS auf der Plattform aufgebaut und die Ergebnisse exportiert und ausgewertet. Die wesentlichen Ergebnisse sind in den Abbildungen 7 bis 11 grafisch dargestellt. Insgesamt wurden Bedienbarkeit und Layout der Plattform als gut bewertet (siehe Abb. 7). Das Nutzungsverhalten wurde in den kursspezifischen Umfragen erhoben (siehe Abb. 8). Für die kursspezifische Betrachtung des Nutzungsverhaltens können vor allem die Grundlagenkurse *Industrie 4.0* und *Arbeit 4.0* betrachtet werden, da hier die Resonanz am höchsten war. Diese Kurse wurden vorwiegend aus persönlichem Interesse (*Industrie 4.0*: 57 %; *Arbeit 4.0*: 50 %²¹), aber auch für die berufliche Tätigkeit gewählt. Für die berufliche Tätigkeit wurde am häufigsten in dem Kurs *Industrie 4.0* angegeben, dass die Befragten sich aktuell mit diesem Thema beschäftigen müssen (57 %). Weniger wurde dabei angegeben, dass sie neue Kenntnisse zur Digitalisierung vertiefen wollen (29 %). Für den Kurs *Arbeit 4.0* wurde dies umgekehrt gesehen. Die Befragten gaben häufiger an, dass sie ihre Kenntnisse in dem Bereich vertiefen wollen (50 %) und weniger, dass sie sich beruflich mit dem Thema beschäftigen müssen (25 %).

21 Die Zahlen ergeben sich aus der Addition der Angaben *stimme eher zu* und *stimme zu*.



Thm/ 102664 © IFW

Abb. 7: Ergebnisse der Umfragen auf der Plattform zur Bedienbarkeit (IFW)

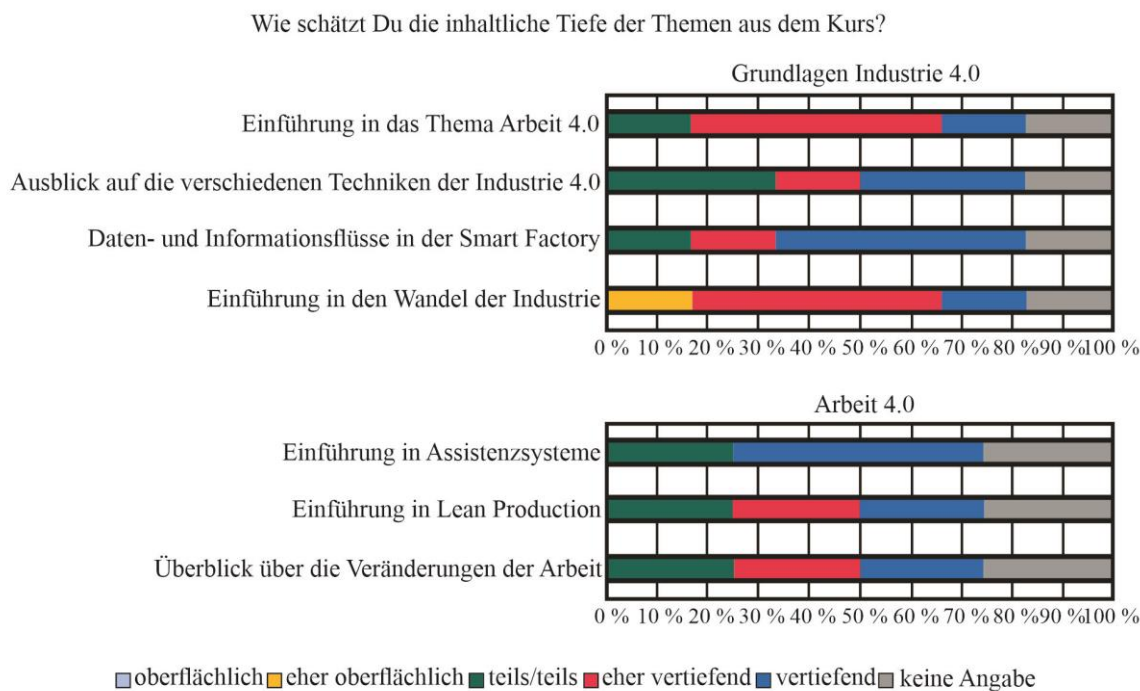


Thm/ 102665 © IFW

Abb. 8: Ergebnisse der Umfragen auf der Plattform zum Nutzungsverhalten (IFW)

Die Inhalte der Grundlagenkurse wurden in der allgemeinen Umfrage als wenig anspruchsvoll bewertet (*Industrie 4.0*: 66 % als *leicht* bewertet; *Arbeit 4.0*: 33 % als *mittel*) (siehe Abb. 10). In den Kursumfragen wurde die inhaltliche Tiefe in den Kursen *Industrie 4.0* und *Arbeit 4.0* als eher

vertiefend bewertet (*Industrie 4.0*: 50 %; *Arbeit 4.0*: 50 %²²), wobei der Schwierigkeitsgrad innerhalb dieser Kurse als leicht beurteilt worden ist (siehe Abb. 9 und 10). Wobei hier ein Unterschied zwischen dem Schwierigkeitsgrad zwischen Kurs, Zwischenfragen und Test zu beurteilen war. Die Tests sind durchweg als schwieriger eingestuft worden (*Industrie 4.0*: 33 %; *Arbeit 4.0*: 50 %²³), als der Kurs (*Industrie 4.0*: 50 %; *Arbeit 4.0*: 50 %²⁴) und die Zwischenfragen (*Industrie 4.0*: 66 %; *Arbeit 4.0*: 50 %).



Thm/ 102666 © IFW

Abb. 9: Ergebnisse der Umfragen auf der Plattform zur inhaltlichen Tiefe (IFW)

²² Die Zahlen ergeben sich aus der Addition der Angaben *vertiefend* und *eher vertiefend*.

²³ Die Zahlen ergeben sich aus der Addition der Angaben *schwer* und *sehr schwer*.

²⁴ Die Zahlen ergeben sich aus der Addition der Angaben *leicht* und *sehr leicht*.

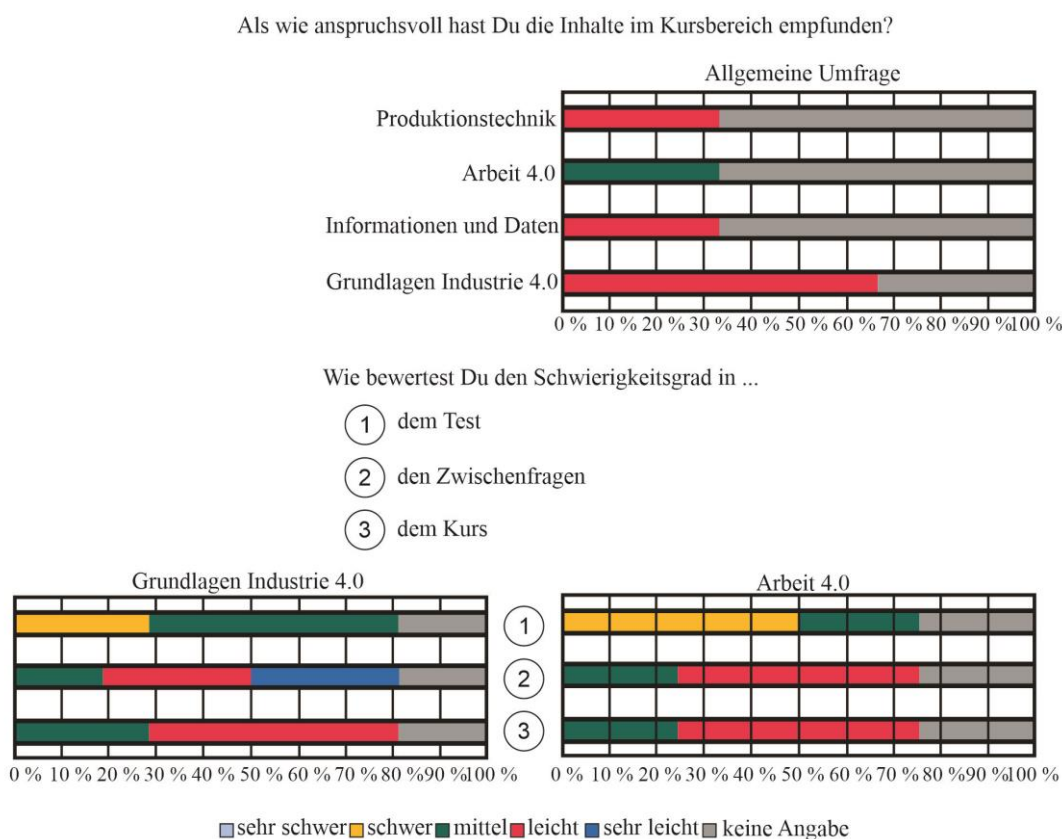
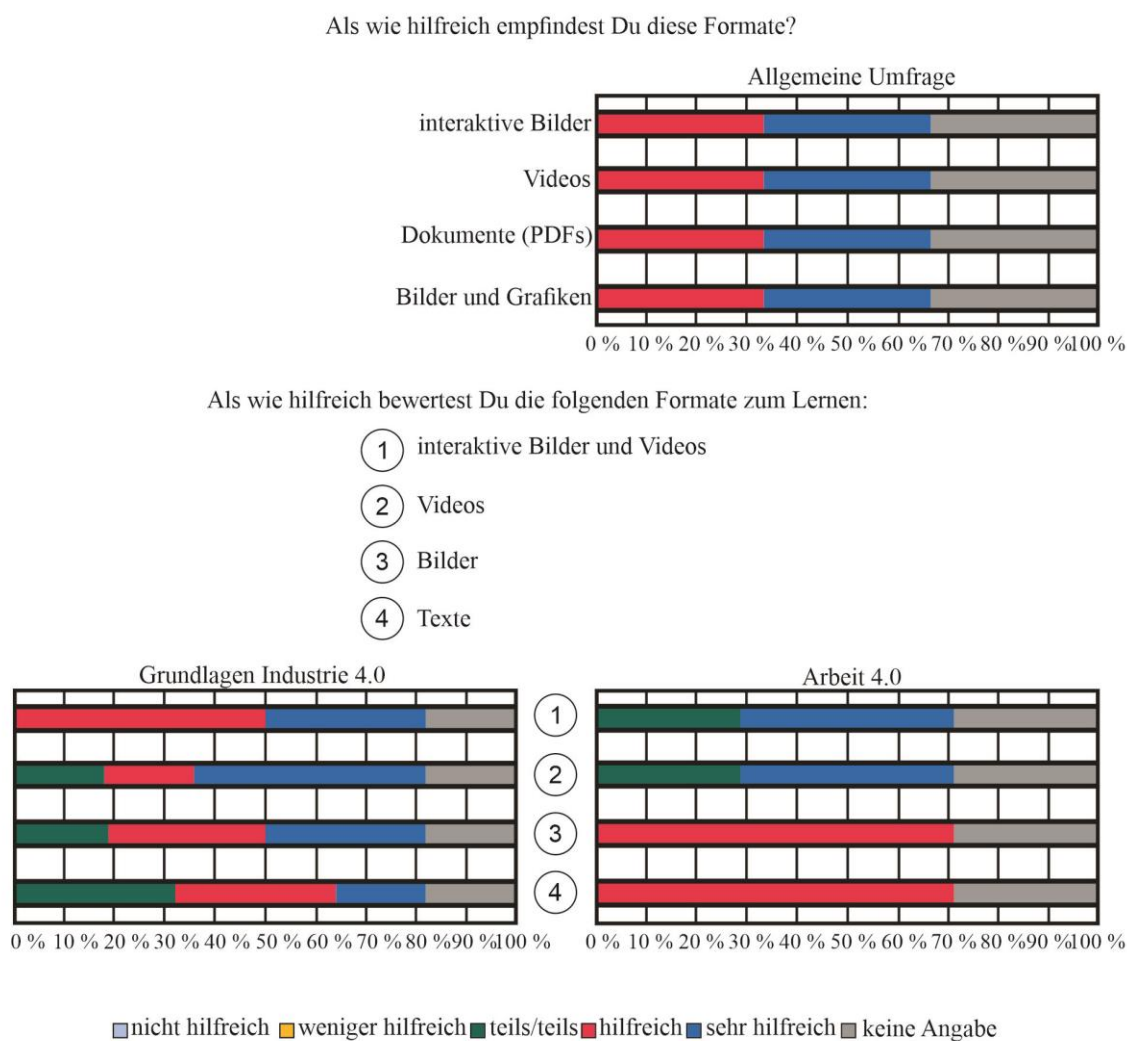


Abb. 10: Ergebnisse der Umfragen auf der Plattform zum Schwierigkeitsgrad (IFW)

Die didaktische Aufbereitung der unterschiedlichen Formate Text, Bild, Video sowie interaktive Bilder und Videos wurden im allgemeinen Fragebogen als ansprechend und hilfreich bewertet (siehe Abb. 11). Dabei wird an keiner Stelle deutlich, welches Format von den Teilnehmenden vorgezogen wird. In der Kursbefragung zum Grundlagen Industrie 4.0 wurde der Einsatz von Videos (67 %²⁵), Bildern (66 %) und interaktiven Bildern und Videos (83 %) als hilfreicher bewertet als Texte (50 %). Im Vergleich dazu werden interaktive Elemente und Videos im Kurs *Arbeit 4.0* als weniger hilfreich bewertet (50 %) als in *Industrie 4.0*. Hier wurden Texte (75 %) und Bilder (75 %) als hilfreicher bewertet.

25 Die Zahlen ergeben sich aus der Addition der Angaben *hilfreich* und *sehr hilfreich*.



Thm/ 102668 © IFW

Abb. 11: Ergebnisse der Umfragen auf der Plattform zu den Formaten (IFW)

In der qualitativen Evaluation wurden insgesamt neun Interviews durchgeführt²⁶. Die Interviews hatten eine unterschiedliche Länge von 45 bis 90 Minuten und wurden aufgenommen. Ausgewertet wurden die Interviews durch eine Transkription und anschließende Codierung nach Mayring zu den untersuchenden Aspekten mit Hilfe der Software MAXQDA²⁷ (vgl. Mayring 2003). In den Interviews wurde herausgefunden, dass die Bedienbarkeit der Plattform selbsterklärend wahrgenommen worden ist. Gelernt haben die Befragten hauptsächlich am Computer ihres Arbeitsplatzes und arbeiteten während ihrer Arbeitszeit an den Kursen. Aus den Interviews ergab sich, dass sich die Teilnehmenden auf Anweisung ihrer Vorgesetzten mit der Lernplattform auseinandergesetzt haben. Auf Nachfrage, ob sie sich zur Digitalisierung selbstständig weiterbilden würden, wurde

26 Davon wurden sechs Interviews mit Personen aus der Zielgruppe erhoben, zwei aus dem kaufmännischen Bereich und ein Interview mit einer Person aus dem Managementbereich.

27 MAXQDA ist eine Software zur computergestützten qualitativen Daten- und Textanalyse. www.maxqda.de

deutlich, dass sie dies nur machen würden, wenn beruflich die Notwendigkeit dafür besteht oder es vom Vorgesetzten verlangt wird.

B: (...). Das mache ich für den Arbeitgeber. Dann mache ich das in der Regel nicht in meiner Freizeit. Ich kann das abends machen, aber dann ist es keine Freizeit. Dann würde ich sagen, dann habe ich verlängerte Arbeitszeit. (Interview 3 - 25.09.2019, S. 13: 1804)

Die Personen konnten für das Interview die Bearbeitung der Kurse frei wählen. Dabei wurde häufig der Grundlagenkurs Industrie 4.0 gewählt, weil die Teilnehmenden zuerst einen Überblick in das Thema Digitalisierung in der Produktion haben wollten. Daneben wurden die Kurse Produktionstechnik und Fertigung 4.0 gelernt.

I: Du hast gesagt, dass dich die Themen nicht so betreffen arbeitstechnisch und hast aber Produktionstechnik gewählt. Wie hast du diese Wahl getroffen?

B: Weil ich an sich in der Produktionstechnik arbeite. (Interview 6 - 03.06.2020, S. 2: 1432)

Das eigene Lernverhalten beschrieben die Befragten als umso schneller und effektiver, je arbeitsplatznaher und ausgeprägter ihr Interesse an dem gewählten Kurs war. Dies bestätigten Teilnehmende, die unterschiedlichen Kurse belegt haben. Hier gaben sie an, dass der Test bei Kursen, die ihnen leichter fielen, beim ersten Versuch bestanden worden sind. Die Lerninhalte wurden in den Interviews als grundlegende Inhalte zu den einzelnen Kursthemen bewertet. Für Inhalte, die den Befragten neu waren, empfanden sie dies als angemessen. Dennoch bewerteten sie, dass die Vermittlung von Grundlagen für die Umsetzung des erlernten Wissens in dem eigenen Betrieb nicht ausreichend ist.

B: An sich grundlagentechnisch wird man damit viel abdecken können. Aber ich weiß nicht, ob man das so dermaßen allgemein halten kann. Mit dem Online-Lernen. Da kann ich nur für uns sprechen. Das wir relativ komplexe und relativ viele unterschiedliche Anforderungen an die Maschine haben. Das heißt, man müsste wahrscheinlich mit dem jeweiligen Lernprogramm einen relativ großen Bereich abdecken. Von dem was man mit der Maschine schlussendlich machen möchte. (...). (Interview 8 - 01.07.2020, S. 5: 360)

Dazu wurde der fehlende Praxisbezug der Lernplattform aufgezeigt. Zwar waren die dargestellten Beispiele aus der Praxis hilfreich, stellten für die Befragten aber nicht immer einen geeigneten Bezug zu den Lerninhalten dar. Es wurde dazu erwähnt, dass eine Lehrperson vor Ort bei Problemstellungen angepasster und situativ reagieren kann.

B: Also jetzt für den Anfang // Wir kriegen zum Beispiel auch eine neue Maschine. Man kriegt am Anfang einen Fragetest, wo man Aufgaben bearbeitet // Finde ich gut und schön, ja. Für den Anfang. Aber man braucht nochmal, sag ich mal, einen Techniker, der herkommt und dir das nochmal erklärt und Punkte eingeht. Für die Vorbereitung ja. Super perfekt. Aber das reicht nicht völlig aus. (Interview 9 - 01.07.2020, S. 4: 1165)

Die Aufbereitung der Inhalte haben die Befragten als durchweg gut, abwechslungsreich und motivationsfördernd befunden.

B: (...) Also das, was ich halt gut fand, war, dass halt teilweise Text und dann halt eben auch Bilder daneben waren. Oder dass man eben halt auch die Möglichkeit hatte, wenn man es halt nicht hören WOLLTE in dem Sinne, dass man sich nochmal das PDF dazu anschauen konnte und ziehen konnte. Also, dass man da halt so ein bisschen flexibler war. (...) (Interview 4 - 18.10.2019, S. 4: 1279)

5 Diskussion

Die Evaluation hat aufgezeigt, wo die Grenzen der Lernplattform liegen. Hierzu zählt insbesondere, dass die Inhalte nur Grundlagen vermitteln und diese nur einen geringen Bezug zum Arbeitsplatz aufweisen. Dass die Kurse nur Grundlagen vermitteln, wird sowohl in der quantitativen als

auch der qualitativen Evaluation festgestellt. In den Umfragen werden die Lerninhalte als leicht und wenig anspruchsvoll beurteilt. In den Interviews machten die Befragten dies deutlich und gingen mit ihren Aussagen soweit, dass mit einer Lernplattform nur Grundwissen erlernt werden kann, der inhaltliche Transfer auf den Arbeitsplatz jedoch nur vor Ort und mit Hilfe von Lehrpersonal geschehen kann.

Der fehlende Praxisbezug wird in den qualitativen Erhebungen deutlicher als in den quantitativen. In den Umfragen auf der Plattform ist die Bewertung der Wichtigkeit des Themas für den Arbeitsplatz höher eingestuft worden, als bei den Interviews. Dieser Widerspruch entsteht durch die *primäre* (Beschäftigte Fertigungsebene) und *sekundäre* (Personen aus EB/WB) Zielgruppe. Die *sekundäre* Zielgruppe macht mit 45 % einen größeren Anteil auf der Plattform aus, als die *primäre* Zielgruppe (32 %). Dadurch wird den Grundlagenkursen, besonders den Kursen Grundlagen Industrie 4.0 und Arbeit 4.0, eine höhere Bedeutung zugerechnet, als es bei der *primären* Zielgruppe der Fall ist. Eines der Ziele des Projektes war Einrichtungen der EB/WB zu befähigen Weiterbildungen im Bereich der Digitalisierung anzubieten. Da dieses Thema nicht das Hauptgeschäft dieser Einrichtungen ist, mussten sie sich zuerst einen Zugang zum Thema erschließen. Dementsprechend wurde der Bezug zum Arbeitsplatz höher bewertet. Da die Rücklaufquote der Umfragen gering ist, kann diese Aussage nur als ein Indiz dafür gesehen werden. In den Interviews wurde die *primäre* Zielgruppe öfter befragt und dort stellten die Kurse Produktionstechnik und Fertigung 4.0 eine größere Relevanz dar.

In den Interviews wurde zudem deutlich, dass die Praxisbeispiele passender zu den einzelnen Berufen und Tätigkeiten gewählt werden sollten. Welche genauen Praxisbezüge die Befragten gebraucht hätten, konnte nicht spezifiziert werden. Dies liegt zum Großteil daran, dass die meisten Befragten noch keine Berührung zu Technologien der Digitalisierung in ihren Unternehmen haben, weil hier noch die Umsetzung solcher aussteht.

B: Also das würde ich nicht weitermachen. Weil es mich überhaupt nicht betrifft und interessiert. So lange ich nicht mit so etwas arbeiten muss, würde ich mich da nicht weiter reinsteigern, sag ich mal. Aber wenn ich damit arbeiten müsste in Zukunft, was eventuell passieren könnte, dann würde ich das auf jeden Fall weiter durcharbeiten. (Interview 6 - 03.06.2020, S. 1: 1116)

Ein wesentliches Problem bei der Definition passgenauer Praxisbeispiele ist die breit aufgestellte Zielgruppe. Zwar kann die Vermittlung von Grundlagen für Anfänger der Digitalisierung ein geeignetes Mittel sein, langfristig sollte aber deutlich gemacht werden, worin der Mehrwert liegt, sich als Person oder Unternehmen mit dem Thema zu beschäftigen. Notwendig wird dies deshalb, da die qualitativen Erhebungen zeigen, dass eine Lernplattform zum Thema Digitalisierung in der Produktion vorwiegend arbeitsplatzbezogen betrachtet wird. Die Befragten bilden sich nur auf Anweisung und während ihrer Arbeitszeit weiter oder wollen dafür freigestellt werden.

Die festgelegten Lehr- und Lernziele verstärken den fehlenden Arbeitsplatzbezug. Dies liegt vor allem an der Formulierung der Ziele. Diese verfolgen eher nur kurzfristige Ziele, wie den reinen Wissenserwerb. Es fehlt die Verfolgung von langfristigen Zielen in einem handlungsorientierten Ansatz, wie beispielsweise der Transfer des erworbenen Wissens auf den Arbeitsplatz. Die Schulungen des Kompetenzzentrums, auf denen die Inhalte des Projektes basieren, schaffen diesen Transfer. Diese werden aber durch ihr Präsenzformate direkter an die Zielgruppe angesprochen. Es zeigt sich, dass die Schulungsunterlagen, die für ein Präsenzformat und die Zielgruppe Unternehmensleitung entwickelt worden sind, nicht einfach mit Hilfe von digitalen Formaten für eine andere Zielgruppe aufbereiten lassen.

6 Zusammenfassung und Ausblick

Im Projekt OpenDigiMedia wurde in einem ganzheitlichen Ansatz auf Basis des R2D2-Modells eine Lernplattform zum Thema Digitalisierung in der Produktion aufgebaut. Ziel der Plattform ist es, mit einem Pool digitaler Lerninhalte unter einer offenen Lizenz Beschäftigte auf der Fertigungsebene mit dem Thema anzusprechen und sie für die Aufnahme eines Studiums zu motivieren. Zusätzlich wurden Einrichtungen der EB/WB dazu befähigt ein eigenes Lernangebot mit der Lernplattform zu entwickeln. Die Plattform wurde mit dem LMS ILIAS umgesetzt und Lerninhalte mit Hilfe der Software H5P interaktiv aufbereitet.

Die Evaluation zeigte, dass die Aufbereitung der Lerninhalte durch Texte, Bilder, Videos und interaktiven Elementen abwechslungsreich und motivationsfördernd ist. Die Lerninhalte jedoch als Grundlagen bewertet worden sind und einen ersten Einblick in das Thema bieten, so wie es in der Konzipierung der Lerninhalte beabsichtigt war. Die Verknüpfung zum Arbeitsplatz für die *primäre* Zielgruppe ist durch die Praxisbeispiele nur bedingt gegeben. Dies liegt an der breiten Auswahl der Zielgruppe und dementsprechend sind nicht alle Praxisbeispiele relevant für den jeweiligen Arbeitsplatz. Dazu fehlen noch technologische Umsetzungen im Bereich der Digitalisierung in den Unternehmen. Dieses Fehlen verringert die Möglichkeit das erlernte Wissen der Plattform auf den Arbeitsplatz zu transferieren. Aufgrund der geringen Rücklaufquote der Umfragen und der wenigen interviewten Personen sollten diese Ergebnisse in künftigen Studien untersucht und überprüft werden.

Die Gestaltung eines Lernangebotes wie OpenDigiMedia kann vorrangig für die Vermittlung von Grundlagen eingesetzt werden. Soll das Lernangebot weiterentwickelt werden, kann ein handlungsorientierter, berufsbezogener Ansatz das Potential neuer Technologien der Digitalisierung aussichtsreicher in die Unternehmen übertragen. Helfen kann hier neben der im Projekt angewendeten erwachsenpädagogischen Perspektive ein Blick in die berufliche Bildung, die vermehrt in die Wirtschaft und Industrie einbezogen wird (vgl. Sorko & Rabel 2019). Mit einem kompetenz- und handlungsorientierten Ansatz können Lehr- und Lernziele genauer auf die Arbeitsprozesse angepasst werden. Ebenso hilft eine Betrachtung der Berufsbilder und die Einteilung in berufliche Handlungsfelder (vgl. Denkena et al. 2019). Dafür müssten Untersuchungen berücksichtigt werden, die sich mit der Veränderung von Arbeitsprozessen und Handlungsfelder durch die Technologien der Digitalisierung beschäftigen (vgl. Becker & Spöttl 2019). Um die Lernplattform auf diese Weise weiterzuentwickeln, gilt es zunächst die Zielgruppe einzugrenzen und den Fokus auf wesentliche Berufe in dem Bereich der Fertigungstechnik zu legen. Damit lassen sich Lernpfade wissensabhängiger, arbeitsplatzspezifischer und individueller gestalten. Rein technisch sind diese Voraussetzungen im genutzten LMS ILIAS bereits vorhanden. Zusätzlich muss überdacht werden, ob die Inhalte der Lernplattform beispielsweise im Rahmen eines Blended-Learning Formates²⁸ mit Präsenzunterricht verknüpft werden kann. Dies sichert zumindest den Erwerb von Handlungskompetenzen. Der Einbezug eines Industriepartners mit konkreten Weiterbildungsbedarfen für seine Beschäftigten bietet eine weitere Möglichkeit, dies umzusetzen.

Insgesamt hat sich, wie in anderen Untersuchungen, gezeigt, dass der Erfolg einer Lernplattform und die Transferierung von Wissen auf den Arbeitsplatz nicht von den technischen Möglichkeiten zur Verwendung digitaler Medien, sondern vom didaktischen Konzept abhängt. Nur mit dem didaktischen Konzept ist es möglich, Lerninhalte handlungsorientiert zu vermitteln. Daher müssen Lehr- und Lernziele angepasster an die Zielgruppe formuliert werden. Die digitale Aufbe-

28 Wie es ursprünglich zum Ende der Projektlaufzeit angedacht war.

reitung der Inhalte ist eine Möglichkeit Fachwissen zu vermitteln, jedoch keine didaktische Methode (vgl. Kerres 2018). Die aufgrund der Digitalisierung technischen Möglichkeiten in der Lehre können als Hilfsmittel für die Lehre betrachtet werden, müssen aber entsprechend der Lehr- und Lernziele angewendet werden.

Literatur

- Bader, R. (2003): Lernfelder konstruieren – Lernsituationen entwickeln. Eine Handreichung zur Erarbeitung didaktischer Jahresplanung für die Berufsschule. *Die berufsbildende Schule (BbSch)*, 55(7-8), 210-217.
- Becker, M. & Spöttl, G. (2019): Berufswissenschaftliche Deckungsanalyse zur Prüfung gewerblich-technischer Berufsbilder auf Industrie 4.0-Eignung. In M. Becker, M. Frenz, K. Jenewein & M. Schenk (Hrsg.), *Digitalisierung und Fachkräftesicherung. Herausforderungen für die gewerblich-technischen Wissenschaften und ihre Didaktiken*. Berufsbildung, Arbeit und Innovation (53), Bielefeld: wbv Publikation.
- Bitkom Research (2016): "Welch Ziele verfolgen Sie mit dem Einsatz von Industrie-4.0-Anwendungen in Ihrem Unternehmen?". <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/539130>, Stand vom 29.09.2020.
- Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) (2018): *Monitoring-Report Wirtschaft DIGITAL*.
- Bundesagentur für Arbeit (BA) (2014): *Beschäftigungsstatistik - in zweistelliger Wirtschaftsgliederung nach WZ 2008; Datenstand: Revision August 2014*.
- Bundesministerium für Arbeit und Soziales (BMAS) (2014): *Fortschrittsreport "Altersgerechte Arbeitswelt" Ausgabe 4: Lebenslanges Lernen und betriebliche Weiterbildung*. Bonn.
- Bundesministerium für Arbeit und Soziales (BMAS) (2017): *WEISSBUCH ARBEITEN 4.0. Arbeit weiter denken*. Berlin.
- Denkena, B., Dittrich, M.A., Vibora Münch, G. & Thiem, S. (2019): Digitalisierung mit Weiterbildung gestalten. Handlungsfelder für die Weiterbildung zur Digitalisierung nutzen. *wt online* (4), 241-244.
- Döring, N. & Bortz, J. (2016): *Forschungsmethoden und Evaluation in den Sozial- und Humanwissenschaften*. Unter Mitarbeit von Sandra Pöschl (5. vollständig überarbeitete, aktualisierte und erweiterte Auflage). Berlin, Heidelberg: Springer Verlag.
- Dwyer, F. M. (1981): Research on illustrations in text: Issues and perspectives. *Educational Communication and Technology*, 43, 283-287.
- Kerres, M. (2018): *Mediendidaktik. Konzeption und Entwicklung digitaler Lernangebote*. 5. Auflage. Berlin/Boston: De Gruyter Oldenbourg.
- Kuckartz, Udo; Ebert, Thomas; Rädiker, Stefan & Stefer, Claus (2009): *Evaluation online. Internetgestützte Befragung in der Praxis*. Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften.
- Kuckartz, U. (2014): *Mixed Methods. Methodologie, Forschungsdesign und Analyseverfahren*. Wiesbaden: Springer VS.
- Mayring, P. (2003): *Qualitative Inhaltsanalyse. Grundlagen und Techniken*. Weinheim: Beltz Verlag.
- Nickolaus, R.; Gönnerwein, A. & Petsch, C. (2010): Die Transferproblematik im Kontext von Modellversuchen und Modellversuchsprogrammen. *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft*, 13, 39-58.
- Niedersächsisches Ministerium für Wirtschaft, Arbeit und Verkehr (MW Niedersachsen) (2017): *Mittelstandsbericht 2012 – 2016. Bericht der Landesregierung über die Lage der kleinen und mittleren Unternehmen in Niedersachsen*.
- Niegemann, H.M., Hessel, S., Hochscheid-Mauel, D., Aslanski, K., Deimann, M. & Kreuzberger, G. (2004): *Kompendium E-Learning*. Berlin/Heidelberg/New York: Springer Verlag.
- Offene Hochschule Niedersachsen (OHN) (2014): *Neue Perspektiven: Das Weiterbildungs- und Studieninteresse von beruflich Qualifizierten*. Hannover.
- Reichelt, M.; Kämmerer, F. & Finster, L. (2019): Lehrziele und Kompetenzmodelle beim E-Learning. In H.M. Niegemann & A. Weinberger (Hrsg.), *Lernen mit Bildungstechnologien*, Springer Reference Psychologie. Berlin/Heidelberg: Springer Verlag.
- Sorko, S.R. & Rabel, B. (2019): *Interaktive Lehre des Ingenieursstudiums Technische Inhalte handlungsorientiert unterrichten*. Berlin: Springer Vieweg.
- Sweller, J. (2010): Element Interactivity and Intrinsic, Extraneous, and Germane Cognitive Load. *Educational Psychology Review*, 22(2), 123-138.

- United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization & Commonwealth of Learning (UNESCO & COL) (2015): A Basic Guide to Open Educational Resources (OER). France.
- VdTÜV e.V.; Bitkom e.V. (2018): Weiterbildung für die digitale Arbeitswelt.
- Willis, J. (1995): A Recursive, Reflective Instructional Design Model Based on Constructivist-Interpretivist Theory. Educational Technology, 35(6), 5-23.

PROF. DR.-ING BEREND DENKENA

Gottfried Wilhelm Leibniz Universität Hannover, Institut für Fertigungstechnik und Werkzeugmaschinen
An der Universität 2, 30823 Garbsen
denkena@ifw.uni-hannover.de

PROF. DR. STEFFI ROBAK

Gottfried Wilhelm Leibniz Universität Hannover, Institut für Berufspädagogik und Erwachsenenbildung
Schloßwender Straße 1, 30159 Hannover
Steffi.robak@ifbe.uni-hannover.de

M. ED. SILKE THIEM

Gottfried Wilhelm Leibniz Universität Hannover, Institut für Fertigungstechnik und Werkzeugmaschinen
An der Universität 2, 30823 Garbsen
thiem@ifw.uni-hannover.de

Zitieren dieses Beitrags:

Denkena, B., Robak, S. & Thiem, S. (2020). Gestaltung einer Online-Lernplattform zur Digitalisierung in der Produktion unter Verwendung von OER-Bildungsmaterialien. Journal of Technical Education (JOTED), 9(1), 128–154.