

**Susanne KORTH<sup>1</sup>, Heinz DERSCH<sup>2</sup>, Robert JUNG-NICKEL<sup>1</sup>, Daniel LÜTTICKE<sup>1</sup>, Jonas M. MÜLLER<sup>2</sup>, Mark H. SMITH<sup>3</sup> & Volker REXING<sup>1</sup>**

(<sup>1</sup>RWTH Aachen University, <sup>2</sup>Institut für Kunststoffverarbeitung an der RWTH Aachen University & <sup>3</sup>Carl Hanser Verlag)

**Künstliche Intelligenz zur individuellen und personalisierten Weiterbildungssuche in der kunststoffverarbeitenden Industrie.**

*bwp@*-Format: **Diskussionsbeiträge**

Online unter:

[https://www.bwpat.de/ausgabe43/korth\\_etal\\_bwpat43.pdf](https://www.bwpat.de/ausgabe43/korth_etal_bwpat43.pdf)

in

*bwp@* Ausgabe Nr. 43 | Dezember 2022

**Digitale Arbeitsprozesse als Lernräume für Aus- und Weiterbildung**

Hrsg. v. **Karin Büchter, Karl Wilbers, Lars Windelband & Bernd Gössling**

www.bwpat.de | ISSN 1618-8543 | *bwp@* 2001–2022

***bwp@***

**www.bwpat.de**



Herausgeber von *bwp@* : Karin Büchter, Franz Gramlinger, H.-Hugo Kremer, Nicole Naeve-Stoß, Karl Wilbers & Lars Windelband

**Berufs- und Wirtschaftspädagogik - online**

**SUSANNE KORTH<sup>1</sup>, HEINZ DERSCH<sup>2</sup>, ROBERT JUNGnickel<sup>1</sup>, DANIEL LÜTTICKE<sup>1</sup>, JONAS M. MÜLLER<sup>2</sup>, MARK H. SMITH<sup>3</sup> & VOLKER REXING<sup>1</sup>** (RWTH Aachen University<sup>1</sup>, Institut für Kunststoffverarbeitung an der RWTH Aachen University<sup>2</sup> & Carl Hanser Verlag<sup>3</sup>)

---

## **Künstliche Intelligenz zur individuellen und personalisierten Weiterbildungssuche in der kunststoffverarbeitenden Industrie**

---

### **Abstract**

Die zunehmende Individualisierung der Produktion, die wachsende Prozessintegration, die Einführung von Industrie 4.0 sowie der steigende Einsatz von Quereinsteigern in der Kunststoffverarbeitung aufgrund fehlender Fachkräfte sind die Gründe für einen erhöhten Weiterbildungsbedarf, der auch über digitale Weiterbildungsplattformen zeitnah koordiniert und gedeckt werden kann. Insbesondere Weiterbildungen in digitalen Formaten werden jedoch dezentral auf unterschiedlichen Lernplattformen angeboten. Diese bieten zudem selten eine hinreichende Passung der Angebote zu den individuellen (Lern-) Voraussetzungen der heterogenen Nutzergruppe.

Ziel des BMBF-Verbundprojekts „Polymer-Excellence – Weiterbildungsplattform für die kunststoffverarbeitende Industrie“ (*PolyEx*) ist die Entwicklung einer zentralen Plattform zur individualisierten und personalisierten Suche nach kunststoffspezifischen Weiterbildungsangeboten. Diese adressiert Facharbeiter\*innen, aber auch Berufseinsteiger\*innen sowie Quereinsteiger\*innen in technisch orientierten Industrie- und Handwerksberufen. KI-basierte Technologien unterstützen hier das adaptive Lernen, indem systematisch Lernvoraussetzungen und spezifische Anforderungen der (Lern-)Inhalte in Beziehung gesetzt werden.

---

### **Artificial intelligence for individual and personalized training search in the plastics processing industry**

---

The increasing individualization of production, growing process integration, the introduction of Industry 4.0, and the growing employment of people changing careers in plastics processing due to a lack of skilled workers are the reasons for an increased need for further training, which can also be coordinated and covered in a timely manner via digital training platforms. However, training courses in digital formats in particular are offered in a decentralized manner on various learning platforms. Moreover, these rarely offer a sufficient fit between the offerings and the individual (learning) requirements of the heterogeneous user group.

The aim of the BMBF joint project Polymer Excellence – Platform for Training in the Plastics Processing Industry (*PolyEx*) is to develop a central platform for individualized and personalized searches for plastics-specific training courses. This addresses skilled workers, but also career starters and career changers in technically oriented industrial and skilled trades occupations. Here, AI-based technologies support adaptive learning by systematically correlating learning prerequisites and specific requirements of the (learning) content.

**Schlüsselwörter:** Künstliche Intelligenz (KI); Chatbot; Empfehlungssystem; Weiterbildung; Individualisierung

**bwp@-Format:**  DISKUSSIONSBEITRÄGE

## 1 Ausgangslage

Die Kunststoffbranche ist ein bedeutender Zweig des produzierenden Gewerbes in Deutschland mit etwa 407.000 direkt Beschäftigten und einem wachsenden Gesamtumsatz von 92 Milliarden Euro im Jahr 2020 (GKV 2020). Allerdings ist für eine deutlich größere Zahl an Erwerbstätigen eine umfassende Kenntnis des Werkstoffs beruflich essenziell wichtig: Da der Werkstoff Kunststoff in unterschiedlichen Produktklassen zu finden ist, sind mit der Kunststoffverarbeitung nicht nur Industrierberufe, sondern auch viele Handwerksberufe konfrontiert. Nahezu alle technisch orientierten Industrie- und Handwerksbranchen (s. Abbildung 1) müssen sich mit der Anwendung von Kunststoffprodukten auseinandersetzen.

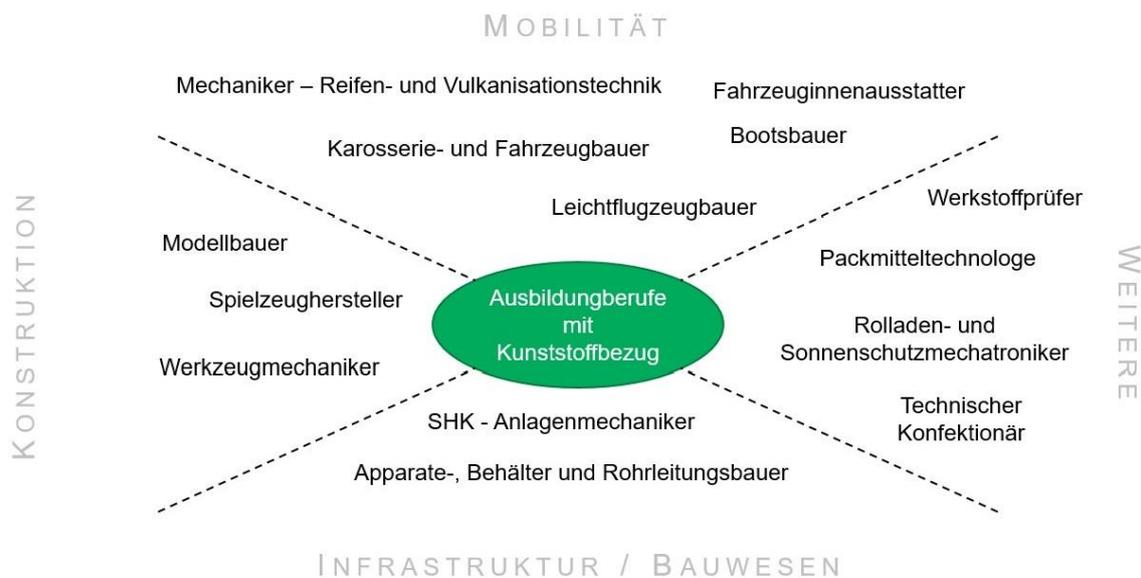


Abbildung 1: Exemplarische Ausbildungsberufe mit Kunststoffbezug (eigene Darstellung)

Die Sicherung der Wettbewerbsfähigkeit der deutschen Kunststoffindustrie im Hochlohnbereich ist nur über Qualitätsproduktion und hohe Flexibilität in der Fertigung zu erreichen (Brecher 2011, 17ff.). Zunehmend schnelle Technologieinnovationen im Bereich der Kunststoffverarbeitung bedeuten zudem für Fachwissen eine kürzere Halbwertszeit. Die Überprüfung der Aktualität des eigenen Wissens und Weiterbildung werden in dieser Hinsicht so immer wichtiger. Ein neuralgischer Bestandteil ist die effiziente, kunststofftechnische Weiterbildung der Mitarbeitenden in Tätigkeiten, in denen ein signifikantes Maß an Verständnis des Werkstoffs erforderlich ist. Die zunehmende Individualisierung der Produktion, die wachsende Pro-

zessintegration, die Einführung von Industrie 4.0 sowie der steigende Einsatz von Quereinsteigern in der Kunststoffverarbeitung aufgrund fehlender Fachkräfte sind die Gründe für einen erhöhten Weiterbildungsbedarf.

Klassische Ausbildungsberufe der Kunststoffbranche wie z. B. Verfahrensmechaniker für Kunststoff- und Kautschuktechnik, Werkstoffprüfer für Kunststofftechnik oder auch Weiterbildungsmaßnahmen zum Kunststoffschweißer, -kleber und -laminierer kommen mit Querschnittsinhalten, wie z. B. Digitalisierung, operativ permanent in Berührung. Von den Unternehmen werden das Verständnis dieser Maßnahmen und Systeme sowie eine intrinsische Motivation zum Einsatz im beruflichen Alltag vorausgesetzt. Auch in der Kunststoffverarbeitung, die im Rahmen der Digitalisierung auf eine „Plastics Industry 4.0“ durch Initiativen zahlreicher Unternehmen (vgl. Fischer 2019; Kunststoffe.de 2019; Plastverarbeiter 2019) und Forschungsinstitute (Hopmann 2018) hinarbeitet, ist für Mitarbeiter und deren Unternehmen daher eine umfassende und kontinuierliche Weiterbildung entscheidend. Dabei werden insbesondere digitale Weiterbildungsangebote dezentral auf unterschiedlichen Lernplattformen angeboten und weisen ein starres Curriculum auf. Dadurch fehlen, im besonderen Maße bei komplexen Lerninhalten, oftmals die individuelle Passung zu den (Lern-)Voraussetzungen. Bei einer Weiterbildung in Präsenz lassen sich hier (z. B. auf Basis von Beobachtungen) leichter Modifikationen vornehmen. Eine entsprechende Adaption an die individuellen (Lern-)Voraussetzungen und Lernfortschritte der Lernenden ist bei digitalen Weiterbildungsangeboten wesentlich schwieriger. Diese mangelnde Adaptivität kann bei einem Teil von Weiterbildungsinteressierten Lernschwierigkeiten implizieren, die den Lernerfolg und ggf. auch den erfolgreichen Abschluss der Weiterbildung gefährden können. Eine adaptive Lernunterstützung, die systematisch Lernvoraussetzungen und spezifische Anforderungen der (Lern-)Inhalte in Beziehung setzt, kann hier den individuellen Kompetenzzuwachs der Adressaten erheblich fördern.

Kunststoffverarbeitung findet in annähernd allen technischen Berufen statt. Die zunehmenden Anforderungen an die Mitarbeiter durch extrem kurze Zyklen sich erneuernden Wissens, Querschnittstechnologien und die Notwendigkeit der Verteidigung der Wettbewerbsfähigkeit in einem Hochlohnland wie Deutschland rücken die lebenslange Weiterbildung der Mitarbeiter in den Fokus für den Unternehmenserfolg. Eine stringent nach diesen Zielen organisierte Weiterbildung für die Kunststoffindustrie existiert jedoch nicht und wird über das vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) geförderte Projekt „Polymer-Excellence – Weiterbildungsplattform für die kunststoffverarbeitende Industrie“ (*PolyEx*) erschlossen. KI kann hier als Schlüsseltechnologie eine individuelle und personalisierte Weiterbildungssuche in der kunststoffverarbeitenden Industrie ermöglichen und somit dazu beitragen, sinnvolle Handlungsfelder bezüglich des Einsatzes von KI in der beruflichen Weiterbildung zu erschließen.

In diesem Beitrag wird das Projekt *PolyEx* vorgestellt und die Projektintention, KI zur Verbesserung der Weiterbildung einzusetzen, dargestellt. Dabei nimmt der Beitrag insbesondere auf die Möglichkeiten des didaktischen Einsatzzwecks von KI Bezug. Im Fokus stehen dabei die Anwendungsmöglichkeiten von KI zur Individualisierung des Suchprozesses nach nutzerspezifischen Weiterbildungsangeboten auf der Plattform. Hierzu werden zunächst im Sinne einer Anforderungsanalyse die Ziele und die Gesamtkonzeption des Projekts *PolyEx* erläutert und

der Stand der Wissenschaft und Technik in Bezug auf die für das Projekt wesentlichen Merkmale im Kontext von KI dargestellt (Kapitel 2). Dies umfasst neben der Funktionserläuterung von KI-basierten Recommendersystemen und Chatbots auch die Darstellung der kritischen Diskussion um mögliche Risiken beim Einsatz von KI in Bezug auf die Eingrenzung menschlichen Lernens. Anschließend werden zur konzeptionellen Klärung der Idee für KI in der Weiterbildung die Kernmodule des Projekts detailliert beschrieben (Kapitel 3). Hier wird insbesondere auf den Einsatz von KI im Projekt im Blickwinkel von Individualisierung und Personalisierung eingegangen. Der Beitrag endet mit einer Beschreibung der detaillierten Vorgehensweise im Projekt zur Umsetzung der Kernmodule und einem Ausblick, insbesondere mit Bezug auf die Bestandteile, die eine Individualisierung und Personalisierung der Plattform im Kontext von KI ermöglichen (Kapitel 4).

## 2 Das Projekt *PolyEx*

Das übergeordnete Ziel des Vorhabens ist, eine digitale Weiterbildungsplattform zu entwickeln, welche zentral Weiterbildungsangebote aus der Branche der Kunststoffverarbeitung anbietet. Dadurch werden die Qualität, Quantität und Kontinuität der Weiterbildung für Erwerbstätige in der Kunststoffverarbeitung erhöht. Die Weiterbildungsplattform *PolyEx* adressiert Facharbeiter\*innen, aber auch Berufseinsteiger\*innen sowie Quereinsteiger\*innen in technisch orientierten Industrie- und Handwerksberufen. Alleinstellungsmerkmal ist die Integration einer adaptiven Lernunterstützung, welche sich systematisch den Lernvoraussetzungen und spezifischen Anforderungen des Angebotskonsumenten anpasst und dadurch eine optimale Weiterbildung ermöglicht. Dies wird durch KI-basierte Technologien unterstützt. Die über die Plattform angebotenen E-Learning-Module werden niederschwellig und endgerätunabhängig angeboten, um die Weiterbildung von finanziellen, zeitlichen und/oder räumlichen Zwängen zu entkoppeln. Neben den technologischen Anforderungen steht auch das (fach-)didaktische Konzept zum Einsatz von KI auf der Plattform *PolyEx* im Fokus des Forschungsprojekts. So wird z. B. untersucht, inwieweit die KI-unterstützten Such- und Empfehlungsfunktionen der Plattform den Weiterbildungsinteressierten individuell bei seiner Weiterbildungssuche zunächst unterstützen sollen und später – im praktischen Einsatz – tatsächlich auch unterstützen können.

Das Gesamtkonzept der Plattform lässt sich in drei Module unterteilen, welche jeweils ein Entwicklungsfeld adressieren. Alle Entwicklungsfelder (EF1–3) mit ihren zugehörigen Unterzielen (ID1–7) sind in Abbildung 2 aufgelistet.

EF	ID	Projektziele von PolyEx
1	1	Erhöhung der Transparenz und Sichtbarkeit von Weiterbildungsangeboten
	2	Erhöhung der Beteiligung an berufsbezogener Weiterbildung
	3	Erhöhung der Kohärenz berufsbezogener Weiterbildung im digitalen Raum
2	4	Stärkere Personalisierung der digitalen Weiterbildungsprozesse
	5	Leichtere bzw. verbesserte Auffindbarkeit der Lerninhalte sowie intuitive Navigation auf für heterogene Zielgruppen
3	6	Individuelle und bedarfsgerechte Unterstützung von Weiterbildungsinteressierten im Lernprozess
	7	Ermöglichung adaptiven Lernens in einer Weiterbildungsmaßnahme

Abbildung 2: Projektziele in *PolyEx* (eigene Darstellung)

Die drei Kernmodule sind im Kapitel 3 näher ausgeführt.

Die Zielausrichtung ist nur durch den Zusammenschluss der verschiedenen Fachdisziplinen möglich. Hierbei ist sowohl die wissenschaftliche als auch die praxisorientierte Perspektive notwendig. Die interdisziplinäre Zusammenarbeit ermöglicht mit Hilfe von KI-basierten Methoden der Heterogenität der Kunststoffbranche und den individuellen Bedürfnissen und (Lern-)Voraussetzungen der Weiterbildungsinteressierten und Weiterbildungsanbietern dieser Branche angemessen zu begegnen. Als Projektpartner arbeiten das *Institut für Kunststoffverarbeitung (IKV) in Industrie und Handwerk* an der Rheinisch-Westfälischen Technischen Universität Aachen (RWTH Aachen), der interdisziplinäre *Lehrstuhl für Informationsmanagement im Maschinenbau (IMA)* der RWTH Aachen, das *Lehr- und Forschungsgebiet Fachdidaktik Bautechnik (LuF FDB)* der RWTH Aachen sowie der *Carl Hanser Verlag GmbH & Co. KG (CHV)* zusammen. Darüber hinaus begleiten und unterstützen verschiedene Berufsbildungsstätten (BBS), Technologie-Zentren sowie Verbände in Deutschland das Vorhaben in seiner Entwicklung.

## 2.1 Stand der Wissenschaft und Technik im Kontext von KI

Der Begriff *Künstliche Intelligenz* oder *KI* (engl. *artificial intelligence* oder *AI*) wird (auch) in der beruflichen Bildung uneinheitlich gebraucht (Seufert/Guggemos/Ifenthaler 2021, 11). Die Definition von Elaine Rich aus den 80er Jahren sei dabei eine Definition, die auch in Zukunft noch passend wäre: „Artificial Intelligence is the study of how to make computers do things at which, at the moment, people are better.“ (Rich 1983, zit. n. Ertl 2021, 2-3). Die Europäische Kommission definiert KI als „ein Bestand an Technologien, die Daten, Algorithmen und Rechenleistung kombinieren“ (EU-Kommission 2020, 2). Eine Zusammenfassung verbreiteter Ansätze definiert KI-basierte Systeme als technische Systeme bzw. Maschinen, die (hoch)komplexe Aufgaben lösen können. Sie zeichnen sich besonders durch die Eigenschaft der „Lernfähigkeit“ aus, was auf Basis permanenter Datengenerierung erfolgt (VDI 2018, 5). Dies fällt unter den Begriff des *Maschinellen Lernens*. Demnach kann ein System bzw. eine Maschine mithilfe von Techniken des maschinellen Lernens neue Rahmenbedingungen analysieren, sich

anpassen und z. B. als intelligenter Agent selbständig Probleme lösen (zum Thema *Intelligente Agenten*: Furbach/Obst/Stolzenburg 2001). Dabei wird KI weiter unterschieden in schwache bzw. enge KI und starke bzw. allgemeine KI. Während schwache KI sich auf das Lösen definierter Aufgaben in konkreten Anwendungen beschränkt und nicht die menschliche Intelligenz nachbildet, ist Ziel starker KI, eine Intelligenz zu kreieren, die mindestens der menschlichen Intelligenz gleicht und komplexere kognitive Leistungen erbringt (vgl. Giering 2021, 52-53). Der Begriff der Intelligenz legt die Gleichsetzung von künstlicher mit menschlicher Intelligenz nahe. Dies sollte jedoch kritisch geprüft werden (Seufert/Guggemos/Ifenthaler 2021, 12).

Auch wenn der Einsatz von KI gesamtgesellschaftlich kritisch diskutiert wird (Münchener Kreis et al. 2020, 3), wie auch am Ende dieses Kapitels dargestellt, so wird dessen Anwendung mit mehr positiven als negativen Auswirkungen auf Unternehmen und Gemeinwesen sowie auf das Individuum bewertet (Baumann 2020). Für das Bildungswesen wird auf Basis einer Zukunftsstudie u. A. die Empfehlung für die Politik abgeleitet, den Bildungsbereich dahingehend umfassend zu unterstützen und weiterzuentwickeln, dass KI als Lernmethode fester Bestandteil der Lehr-/Lernprozesse in allen Bildungseinrichtungen – von Grundschule bis hin zu beruflichen oder staatlichen Weiterbildungsangeboten – wird (Münchener Kreis et al. 2020, 18). Neben diesem Einsatz von KI als unterstützende Technologie beim Lehren und Lernen ist „KI als Lerngegenstand“ ein weiteres Anwendungsgebiet in der Weiterbildung. Beispielhaft sei hier das Angebot eines Zertifikatslehrgangs zum „KI Manager – Grundlagen Künstlicher Intelligenz und Anwendungspotenziale für Unternehmen“ genannt (s. hierzu bitkom Akademie 2022).

Unabhängig von ihrer Anwendung werden folgende KI-Technologien häufig im Kontext von schulischer Bildung genannt (Schmid et al. 2021, 10-13):

### **Funktionalen Systeme für Lehren und Lernen**

- ITS = Intelligent Tutoring Systems
- Automated Assessment
- Chatbots und intelligente multimodale Mensch-Maschine-Interaktion
- Adaptive Learning und Recommendation Systeme

### **Systeme für den Lehrenden**

- Automated Grading
- Learning (Predictive) Analytics und Educational Data Mining (EDM)

### **Ausbildungsziele für KI selbst (im Sinne von Technologien)**

- Machine Learning und Deep Learning
- NLP (Natural Language Processing) und ASR (Automatic Speech Recognition)

Folgt man der Gliederung der Schulforschung in Makro-, Meso- und Mikroebene im Bildungswesen, so ließen sich diese „intelligenten“ KI-Technologien didaktisch und organisatorisch potenziell auf allen drei Ebenen, zur Steuerung und Prognose von Prozessen und Entscheidungen innerhalb dieser, einsetzen (Schmid et al. 2021, 12-14). So können auf der Mikroebene

z. B. personalisierte Lernaufgaben über die Technologie der Empfehlungssysteme angeboten werden. Auf der Mesoebene können Sprach-Assistenz-Systeme eine menschenähnliche Kommunikation und Interaktion z. B. über einen Chatbot zur Verständigung in natürlicher Sprache (NLP) ermöglichen. (Educational) Data Mining kann auf der Makroebene das Schulmanagementsystem unterstützen hin zu einer effizienteren Analyse von Schuldaten zu z. B. Fehlzeiten oder zum Personaleinsatz. Die funktionalen Systeme für Lehren und Lernen wie Empfehlungssystem oder Chatbot können für den Lernenden einen direkten Mehrwert bedeuten. Dabei sind der Verwendungszweck und die Funktionsweise wesentliche Klassifikations- und Auswahlkriterien (vgl. z. B. Stucki/D’Onofrio/Portmann 2020, 6).

Aus technischer Perspektive können Empfehlungssysteme je nach Bedarf auf KI-Methoden wie beispielsweise *Maschinelles Lernen* zurückgreifen. Unter Verwendung derartiger KI-Methoden werten z. B. algorithmische Empfehlungssysteme eine Vielzahl an Nutzerdaten aus und erstellen aufgrund der Informationen personalisierte Empfehlungen. Dabei gilt: Je mehr Daten zur Nutzung zur Verfügung stehen, desto passgenauer können die Empfehlungen sein. So generieren beim *collaborative filtering* Algorithmen aus Präferenzen einer User-Gruppe personalisierte Empfehlungen. Prominente Anwendungen sind beispielsweise die Empfehlungssysteme von Netflix oder Amazon, die aus einer unübersichtlichen Menge von Produkten Nutzer\*innen eine Auswahl von Items auf Basis eines ähnlichen Nutzerprofils bzw. -verhaltens vorschlagen. Die Grundlage derartiger Empfehlungssysteme bilden hier statistische KI-Methoden (Reichow et al. 2022, 8). *Natural language processing* (NLP, Verarbeitung natürlicher Sprache) oder *computer vision* (computerbasiertes Sehen) sind weiterhin zwei Anwendungsbereiche von KI-Techniken in Empfehlungssystemen. NLP zielt darauf ab, natürliche Sprache zu verstehen und mit Menschen zu kommunizieren; *computer vision* unterstützt die Analyse und Verarbeitung von Eingaben wie Bildern oder Sprache. (Zhang/Lu/Ji 2020, 442). Zur Umsetzung von Empfehlungssystemen existieren eine Vielzahl von datenbasierten Modellen. Die Wahl des Modells ist abhängig von den vorhandenen bzw. zugänglichen Daten (Daten zu den empfohlenen Items und Daten über die Systemnutzenden) und des Anwendungsbereichs.

Chatbots ermöglichen den Nutzer\*innen im Gegensatz zu Suchmasken eine natürliche Eingabemethode. In einer Suchmaske geben die Nutzer\*innen einen Suchbegriff ein und erhalten hierzu Resultate. Sind diese unpassend, so müssen sie den Suchbegriff für verbesserte Resultate selbstständig ändern oder erweitern. Ein Chatbot hingegen kann gezielt nach weiteren Informationen bei den Nutzer\*innen fragen und somit das Ergebnis verbessern. Durch die Imitation einer menschlichen Kommunikation sinkt die Hemmschwelle und verbessert sich die (technologische) Zugänglichkeit. Assistenzsysteme wie Chatbots ermöglichen es, digitale Applikationen in der Weiterbildung zu personalisieren. Hierbei ist der Grad der Personalisierung jedoch abhängig von der Komplexität des Chatbots. Es kann hier zwischen trivialen und nichttrivialen, KI-basierten Chatbots unterschieden werden (Waag/Schiffhauer/Seelmeyer 2020, 183). KI-basierte Chatbot zählen zu den kognitiven Assistenzsystemen (KA) und bieten den Nutzer\*innen individuelle Unterstützung bei der Lösung und sogar die Bewältigung kognitiver Aufgaben und Entscheidungsfindungen. Dabei erfolgt eine Kommunikation über die menschliche Text- oder Spracheingabe. KA sind lernende und bis zu einem gewissen Grad autonome Systeme. Für KA werden verschiedene Sprachtechnologien verwendet: Spracherkennung, Sprachinterpretation, Wissensrepräsentation, Text-to-speech oder Dialog (Hecker

et al. 2017, 36). Ebenso die bereits bei den Empfehlungssystemen erwähnte Sprachverarbeitung (NLP) zählt hierzu. Hierbei wird versucht, audio- bzw. textbasierte Sprache zu verstehen und darauf zu reagieren. Chatbots können als Grundlage ihrer Kommunikation – mit Einwilligung der Nutzer\*innen – Daten zum Nutzerverhalten und weitere persönliche Daten (auch aus verschiedenen Quellen) verwenden. Sie erledigen bestimmte Aufgaben auf Plattformen wie beispielsweise die Produktbestellung oder beantworten Fragen als technischer Support (Stichwort „Kundenservice“). Sie können aber auch zur Unterhaltung – in Form der Imitation menschlicher Kommunikation – eingesetzt werden wie z. B. zur Beratung in therapeutischen Settings (Waag/Schiffhauer/Seelmeyer 2020, 185). KI-basierte Chatbots im Kundenservice und der professionellen Beratung sind jedoch nicht sehr gut entwickelt (vgl. ebd., 188 bzw. Gentsch et al. 2022, 155). Das gilt ebenso für die Hochschulbildung (de Witt/Rampelt /Pinkwart 2020, 19) und darf für Chatbots in der beruflichen (Weiter-)Bildung unterstellt werden.

Im Zusammenhang mit dem Einsatz von KI im Bildungsbereich und hier im Speziellen beim adaptiven Lernen (s. zum adaptiven Lernen Goertz 2014; Euler/Wilbers 2020) wird häufig der Begriff „Learning Analytics“ (LA) gebraucht. LA ist nach Siemens „the measurement, collection, analysis and reporting of data about learners and their contexts, for purposes of understanding and optimising learning and the environments in which it occurs“ (Long/Siemens 2011, 34). Dabei werden die Anwendungsfelder von LA in drei Dimensionen unterschieden (vgl. Roppertz 2021): (1) deskriptive Analytics (deskriptive Zusammenfassung der Daten), (2) Prädikative Analytics (Prognosen auf Basis der Daten) und (3) Präskriptive Analytics. Letztere beinhaltet mittels KI nicht nur Prognosen, sondern auch Handlungsmöglichkeiten aufzuzeigen bzw. diese selbst umzusetzen. Eine beispielhafte Anwendung für präskriptive Analytics ist der Einsatz von Empfehlungssystemen, um adäquate Lernwege anzuzeigen. Dies gilt auch für den Weiterbildungsbereich. Hier wird KI derzeit primär in folgenden Bereichen eingeschränkt eingesetzt:

- Empfehlungssysteme zur Kurswahl
- Trainingsmanagement zur Verbesserung der Planungen von Terminen und Trainern
- automatisierte Korrekturen
- Benchmarking und Scoring
- digitale Lernassistenten und virtuelle Tutoren. (Bruns/Kowald o. D.)

Bei der Personalisierung spielen Chatbots und intelligente Suchmaschinen, die auf KI aufsetzen, eine immer wichtigere Rolle; für den E-Commerce ist dies bereits Realität (Bernhardt/Mühling 2020, 44). Für den beruflichen Weiterbildungsbereich dürfte dies in Zukunft immer bedeutender werden (Baron/Schönmann 2021,173). Viele KI-Anwendungen in diesem Feld befinden sich noch in der Phase der Forschung oder frühen Entwicklung (Schmid et al. 2021, 29). Bildungstechnologien in Deutschland, auch in der beruflichen Weiterbildung, basieren noch im begrenzten Maße auf KI, wie beispielsweise als unterstützende Lernmethode. Ein Grund hierfür ist die international unterdurchschnittliche technische Schul-IT-Infrastruktur (Eickelmann et al. 2019, 166), die jedoch als wesentlich für den Einsatz von digitalen Medien

und damit auch KI bewertet wird. Das Fehlen von „didaktisch sinnvollen“ Digitalisierungskonzepten wird als weiterer, wesentlicher Grund gesehen (Autor:innengruppe Bildungsberichtserstattung 2022, 306). Die Forschung zu Empfehlungssystemen in der Bildung fokussiert beispielsweise bisher primär den Hochschulbereich (Reichow et al. 2022, 11). Dabei überwiegt in den meisten Fällen in Forschungsbeiträgen der Fokus auf der Beschreibung und Evaluierung der technischen Umsetzung, „der didaktische Einsatzzweck [wird] häufig nur nachgelagert betrachtet“ (ebd., 12). Dennoch wird dem Einsatz von KI in der Bildung großes Potenzial zugeschrieben (Pinkwart/Beudt 2020, 19). Gerade die Nutzung von KI für die Weiterbildung verspricht positive Impulse: KI-Systeme ermöglichen eine deutlich schnellere Angebotssuche (Becker/Windelband 2021, 38) bei einer automatischen und kontextuellen Anpassung entsprechend der Nutzer-Bedarfe, sodass Weiterbildungsangebote hochpersonalisiert und so beispielsweise auch barrierefrei gestaltet werden können. Die Forschung, inwieweit KI-Technologien sinnvoll eingesetzt werden können, um z. B. Menschen mit Lernbeeinträchtigungen zu unterstützen, ist hier jedoch noch wenig weit fortgeschritten (vgl. Pinkwart/Beudt 2020, 20). Dies gilt auch im umgekehrten Fall für eine KI-Anwendung, durch die ggf. sogar neue „Barrieren“ aufgebaut werden. Hierzu ist eine kritische Diskussion zum Einsatz von KI in der Bildung im vollen Gange und betrifft insbesondere die automatisierte Interaktion zwischen komplexeren KI-Systemen und Menschen. Dabei stehen auch ethische Fragen im Mittelpunkt der Auseinandersetzung (Lipp et al. 2021). Als Problemfelder der KI werden u. A. die Black-Box-Problematik und die Bias-Problematik identifiziert (Seufert/Guggemos/Ifenthaler 2021, 14-15).

Die komplexen Datenzusammenhänge für beispielsweise das Trainieren der KI-Modelle von Empfehlungssystemen sind für Nutzer\*innen, Forscher\*innen und sogar Entwickler\*innen oft sehr eingeschränkt nachvollziehbar, weshalb das KI-Verhalten auch als Black-Box bezeichnet wird (bitkom 2019, 8). Je nach Kontext und Anwendungsfeld sind jedoch Fragen, beispielsweise wie eine bestimmte Empfehlung abgeleitet wurde, von besonderer Bedeutung. Dies betrifft dann auch die Nachvollziehbarkeit von Datenzusammenhängen, um sog. Biases in den Trainingsdaten aufzuspüren. Dabei handelt es sich um Datenverzerrungen durch fehlerhafte Daten und/oder deren Verarbeitung, die z. B. zu Fehlsteuerungen, technischen Prädeterminierungen oder Einschränkungen von Karriere- oder Lernpfaden führen können (vgl. Söllner et al. 2021). Auch Datensätze für algorithmische Entscheidungssysteme, die sog. „Outlier“, also bestimmte Personengruppen oder Minderheiten, nicht ausreichend repräsentieren, bergen Risiken für Individuen bzw. die gesamte Gesellschaft (vgl. Pinkwart/Beudt 2020; Zweig 2019). In diesem Zusammenhang wird eine Verminderung von Fairness bzw. Verstärkung von Diskriminierung von Menschen diskutiert (Seufert/Guggemos/Ifenthaler 2021, 15). An den „strukturellen Defiziten jener Organisationen [...], in denen diskriminiert wird/wurde [...]“ (bitkom 2019, 8), müsste angesetzt werden. Darüber hinaus sind Systeme vonnöten, bei denen die Nutzer\*innen die Kontrolle über die Systemautonomie behalten und der System-Lernprozess kontrollierbar bleibt. Systemansätze im Sinne von Human-in-the-Loop können unterstützend wirken, bei denen die Nutzer\*innen in der Lage sind, Entscheidungen zu überprüfen und bei Fehlerhaftigkeit bzw. Unangemessenheit diese zu korrigieren (Söllner et al. 2021). Diese Ansätze ermöglichen ein Debiasing und schaffen Transparenz. Transparenz ist ein wesentlicher Treiber von Vertrauen im Zusammenhang mit KI-Technologieakzeptanz (Scheuer 2020, 134). Forscher im Feld der Künstlichen Intelligenz fordern eine transparente KI, die sog. *Explainable*

*Artificial Intelligence* (Seufert/Guggemis/Ifenthaler 2021, 14-15). Hierzu muss die „Lücke zwischen der technologischen und pädagogischen Perspektive“ (Kravčik/Ullrich/Igel 2019, 51) geschlossen werden, „um auch Langzeitauswirkungen diametral von den kurzfristigen Effekten [zu] unterscheiden und Risiken zu analysieren [...], um möglicherweise schädliche Auswirkungen auf den Menschen zu vermeiden“ (Kravčik/Ullrich/Igel, 2019, 48). In diesem Zusammenhang sind ethische Leitlinien, Empfehlungen, Regeln und Richtlinien veröffentlicht worden. Beispiele hierfür sind: *Ethik-Leitlinien für eine vertrauenswürdige KI* der EU-Kommission (HEG-KI 2019), die Arbeitsergebnisse der Datenethikkommission der Bundesregierung (DEK o. D.) oder die *Empfehlung des Rats zu künstlicher Intelligenz* der OECD (OECD 2019). Auch für Empfehlungssysteme in der beruflichen Bildung – aufgrund ihres möglichen Einflusses auf Konsequenzen für Karriereverläufe – werden voraussichtlich strenge gesetzliche Vorgaben gelten (Reichow et al. 2022, 9). In diesem Zusammenhang sind sicherlich die Ergebnisse des Projekts MeMo:KI zu algorithmische Empfehlungssystemen interessant (Kieslich/Došenović/Marcinkowski 2021). Hiernach müssten insbesondere eine „konsequente Stärkung der ethischen Gestaltung und Qualitätsverbesserung algorithmischer Empfehlungssysteme [...] umgesetzt werden“ (ebd., 10).

Tulodziecki fasst die wesentliche Aufgabenstellung im Zusammenhang mit KI aus einer ethisch-humanen Betrachtungsweise zusammen, die letztlich auch die Basis (fach-)didaktischer Überlegungen betrifft: „Für alle KI-Entwicklungen stellt die Vereinbarkeit von KI-Forschung und KI-Technologie mit unserem Menschen- und Gesellschaftsbild sowie mit unseren Rechts- und Wertvorstellungen eine unhintergehbare Anforderung dar“ (Tulodziecki 2020, 368). Hierzu ist folglich ein breiter forschungs- und (fach-)disziplinübergreifender Dialog zur Meinungsbildung notwendig. Im Allgemeinen orientiert sich Meinungsbildung „an den umfassenden Bedürfnissen und Notwendigkeiten einer menschlichen Gesellschaft“ (Schmitz-Gielsdorf 2021, 161).

### **3 Konzeptioneller Rahmen des Projektes *PolyEx***

Inhaltlicher Kern des Projekts ist die Vernetzung bestehender Anbieter von Weiterbildungsinhalten der Kunststoffbranche sowie die Integration von KI bei der ganzheitlichen Optimierung der adressatenspezifischen Weiterbildungsmaßnahmen. Das Gesamtkonzept der Plattform *PolyEx* gliedert sich in drei Kernmodule (s. Abbildung 2).

Das erste Kernmodul der Plattform umfasst dabei die Vernetzung verschiedener Plattformen und die Zentralisierung von Weiterbildungsangeboten. Dabei schließt die Plattform auf bereits bestehende Plattformen an. Derzeit werden Weiterbildungsangebote von Weiterbildungsinstitutionen im Kunststoffsektor häufig auf den institutionseigenen Webseiten statisch präsentiert, ohne Möglichkeiten beispielsweise zur Individualisierung durch den Teilnehmer oder zum Anlegen eines Nutzer-Accounts für wiederkehrende Interessierte. Eine Nutzerbindung ist kaum vorhanden, die Plattformen dienen in erster Linie als Terminverzeichnis ohne Vorschlagsystem oder eine personalisierte Begleitung des Weiterbildungsinteressierten. Für Teilnehmende stehen nur grundlegende Suchfunktionen, z. B. nach Weiterbildungskurs, Datum oder Ort zur

Verfügung. Der Anmeldeprozess gestaltet sich häufig kompliziert und teils aufwändig, z. B. als zurückzusendendes PDF-Formular.

Die derzeitige Weiterbildungsplattform des *IKV* stellt den Ausgangspunkt der geplanten Vernetzung dar. Diese bietet derzeit eine Anlaufstelle zur Information über die Teilnahme an wissenschaftlicher und beruflicher Weiterbildung, an deren Organisation und teilweise Durchführung das Institut beteiligt ist. Die Visualisierung der Weiterbildungsangebote wird durch die *IKV*-Homepage umgesetzt. Weitere Weiterbildungsplattformen von zunächst Konsortialpartnern und assoziierten Partnern (im Regelbetrieb auch weiterer Bildungsanbieter aus dem Kunststoffsektor) werden integriert und somit vernetzt werden.

Die Plattform *PolyEx* wird als eine webbasierte zentrale Anlaufstelle für Weiterbildungsangebote verschiedenster Präsenz-sowie E-Learning-Formate konzipiert. Weiterbildungsangebote können von berechtigten Nutzergruppen sowohl manuell in die Plattform eingefügt werden als auch durch den Einsatz von Webscrapern und der Anbindung verschiedener APIs automatisiert von registrierten Webseiten übernommen werden. Die Plattform *PolyEx* stellt somit eine zentrale Suchmaschine für branchen-/berufsbezogene Weiterbildungsaktivitäten dar, welche alle verfügbaren Weiterbildungsangebote standardisiert wiedergibt, eine bessere Vergleichbarkeit ermöglicht und die Transparenz und Sichtbarkeit von Weiterbildungsangeboten erhöht. E-Learning-Angebote können dadurch endgerätunabhängig den Nutzer\*innen zur Verfügung gestellt werden.

Das zweite Kernmodul der Plattform beinhaltet die Vernetzung von Weiterbildungsinteressierten und Weiterbildungsanbietern bzw. -angeboten. Hierin wird ein personalisierter Inhaltszugriff über ein Nutzermanagementsystem in einer persönlichen Lernumgebung (Personal Learning Environment–PLE) fokussiert. Die Weiterbildungsinteressierten können bereits im Anmeldeprozess von einem Weiterbildungsassistenten Unterstützung einfordern. Neben Nutzerprofilen können Weiterbildungsanbieter, nach erfolgreicher Authentifizierung, Unternehmensprofile erstellen. Darin können diese ihre Fachausrichtung spezifizieren und bereits organisierte Weiterbildungsangebote darlegen. Die Einführung von Unternehmensprofilen ermöglicht eine Vernetzung zwischen Weiterbildungsanbietern, -interessierten und -angeboten.

Im dritten und innovativsten Kernmodul der Plattform wird eine *adaptive Lernunterstützung für eine optimale Weiterbildung* umgesetzt. Zentral stehen hier ein Empfehlungssystem, welches individuell zugeschnittene Weiterbildungsangebote empfiehlt, und der Weiterbildungsassistent, welcher die direkte Interaktion mit dem Empfehlungssystem steuert. Die Präsentation der Inhalte für die Nutzer\*innen, wie beispielsweise empfohlene Weiterbildungsmaßnahmen, erfolgt zum einen über die Interaktion zwischen Nutzer\*innen und Weiterbildungsassistenten, zum anderen über das eigene Nutzerprofil. Darüber hinaus fehlen den Veranstaltungsleitern einer Präsenzmaßnahme häufig a-priori Informationen zu Lern(-voraussetzungen) der Teilnehmenden, was für ein effektives Lernen suboptimal ist. *PolyEx* adressiert auch dieses Problem, indem die fehlenden Nutzer-Informationen – bei Einwilligung durch die Nutzenden – den Lehrenden zur Verfügung gestellt werden können.

KI findet im Projekt *PolyEx* im zweiten und dritten Kernmodul in Bezug auf eine individuelle und personalisierte Weiterbildungssuche Anwendung. Dabei steht KI als ein technologischer

Ansatz für Design und Nutzung der digitalen Weiterbildungsplattform im Fokus. Eine zentral geführte und KI-integrierte Weiterbildungsplattform wie die Plattform *PolyEx* bietet neben u. A. einer besseren Distribution der Weiterbildungsangebote insbesondere auch eine stärkere Individualisierung und Personalisierung bei der Weiterbildungssuche. Wie KI konkret auf der Plattform eingesetzt wird, wird im Folgenden weiter erläutert.

### **3.1 Der Einsatz von KI zur individuellen und personalisierten Weiterbildungssuche**

Durch den Einsatz von KI auf der Plattform *PolyEx* wird die Weiterbildung gezielt verbessert. Ziel ist, insbesondere durch eine (stärkere) Individualisierung und Personalisierung der Weiterbildungssuche bzw. der Weiterbildungsangebote, Lernumgebungen zu schaffen, die den Bedürfnissen der einzelnen Weiterbildungsinteressierten gerecht werden. Dabei wird ein möglichst zielgruppenadäquater Umgang mit den Nutzenden (Weiterbildungsinteressierten und -anbietern) angestrebt. KI unterstützt insbesondere die individualisierte Kommunikation auf der Plattform und ein adressatengerechtes, individualisierte Matching der Bedarfe und vorgeschlagenen Angebote. Hierzu wird KI auf der Plattform in zwei Technologie-Anwendungen eingesetzt, auf welche die Nutzenden Zugriff haben: Empfehlungssystem (Recommendersystem) und Chatbot (Sprach-Assistenzsystem).

#### ***Empfehlungssystem***

Das Empfehlungssystem stellt das Kernstück des personalisierten Vorschlagswesens der Plattform *PolyEx* dar. Aus einer Vielzahl von Alternativangeboten trifft die im Rahmen des entwickelten Systems eingesetzte KI Voraussagen über mögliche Weiterbildungsangebote, die für die Plattformnutzer\*innen interessant sein könnten. Wesentlich dabei ist der Aspekt der Individualisierung und Personalisierung bei der Weiterbildungssuche, der einen Zugewinn bei der Verwendung eines KI-basierten Empfehlungssystem auf der Plattform darstellt. Abbildung 3 zeigt die Kommunikationsstrukturen der KI zum Recommendersystem und zu den Nutzer\*innen. Das KI-basierte, personalisierte Empfehlungssystem auf der Plattform hat den Vorteil, dass es keine Nutzereingabe benötigt, sondern bereits durch Daten aus dem Nutzerverhalten Empfehlungen generieren kann. Dies erleichtert den Suchprozess insbesondere auch für Weiterbildungsinteressierte, die beispielsweise zunächst wenig zielgerichtet die Weiterbildungsplattform benutzen. Zusätzlich können aber auch explizite Daten von den Nutzer\*innen eingegeben werden, sodass die Empfehlungen individualisierter und damit noch besser zu den Nutzer\*innen passen. Dies ermöglicht den Nutzer\*innen – über die Passgenauigkeit der Angebote hinaus – eine selbstbestimmte Entscheidung zu treffen, wie viel Daten sie von sich preisgeben möchten.

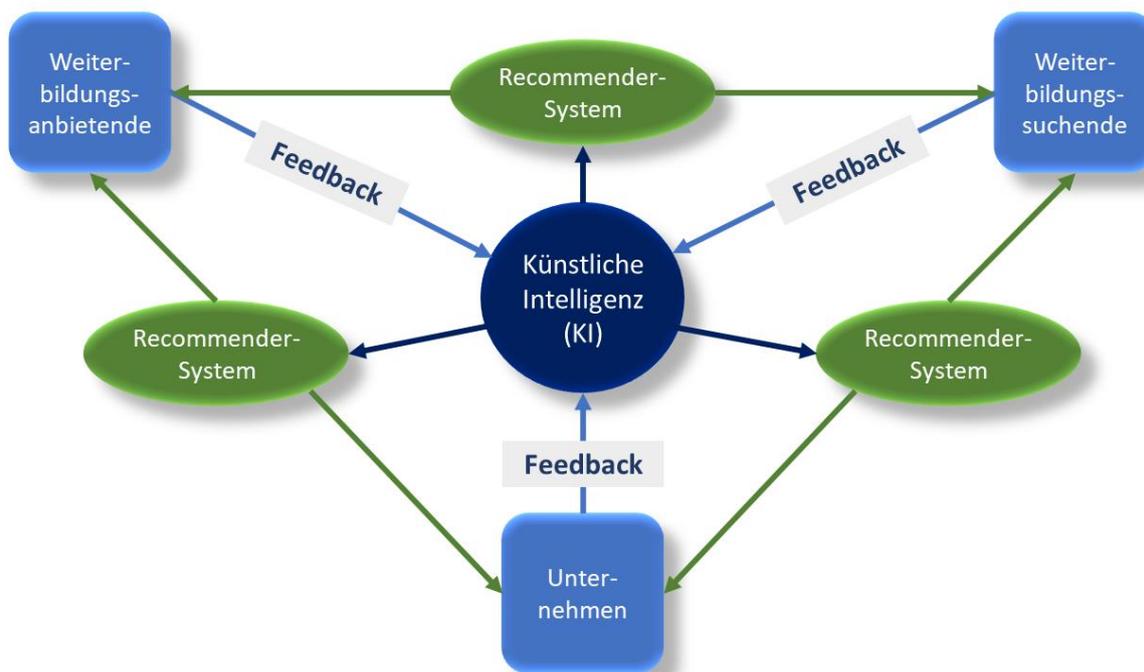


Abbildung 3: Kommunikation KI (eigene Darstellung)

Das Empfehlungssystem auf der Plattform ist mithilfe gesammelter Daten lernfähig und verändert im Zuge der Bildungsprozesse seine Empfehlungen, wenn beispielsweise ein Rückmeldesystem eine erfolgreiche Absolvierung einer Weiterbildung angibt. Zudem haben die Nutzer\*innen selber Einfluss darauf, in Bezug auf welche persönlichen Parameter die Weiterbildungsangebote gefiltert werden. So können beispielsweise auch persönliche Interessen, die nicht über die Daten aus dem Nutzerverhalten abgegriffen werden können, berücksichtigt werden. Dabei ist zu bedenken, dass die Zielgruppe der heterogenen Weiterbildungsinteressierten der Plattform dadurch gekennzeichnet ist, dass diese unterschiedliche (Lern-)Voraussetzungen zu einer Weiterbildungsmaßnahme mitbringen. So gelten beispielsweise für den Bereich der „Quereinsteiger\*innen“ andere Voraussetzungen: auf dem Gebiet der handwerklichen Kunststoffverarbeitung finden sich sowohl fachfremde ohne Vorkenntnisse als auch fachaffine „quereinsteigende“ Weiterbildungsinteressierte wie z. B. Rohrleitungsbauer\*innen wieder, die keine für die Kunststoffbranche übliche „klassische“ Ausbildung absolviert haben und sich zusätzlich im Bereich der Kunststoffverarbeitung qualifizieren möchten. Hier sind Angebote zu Themen wie Basiswissen oder zu speziellen Be- und Verarbeitungsmöglichkeiten relevant. Bei anderen Nutzergruppen wie Facharbeiter\*innen oder Ingenieur\*innen können solche Kenntnisse vorausgesetzt werden. Zudem gibt es in verschiedenen Bereichen Qualifizierungsmaßnahmen, die aus rechtlichen Gründen vom Personal absolviert werden müssen. Hier ist ein Besuch der Maßnahme Grundvoraussetzung zur Berufsausübung. Die Suche nach passenden Angeboten ist in solchen Fällen also in erster Linie durch die Verpflichtung, ein Zertifikat zu erlangen, motiviert, und erst in zweiter Linie aus persönlichem Weiterbildungsinteresse. Viele Weiterbildungsmöglichkeiten sind zudem an Grundvoraussetzungen, wie z. B. den Nachweis einer mehrjährigen Berufspraxis oder den Besuch mehrerer aufeinander aufbauender Module geknüpft. In allen diesen Fällen muss das Empfehlungssystem der jeweiligen Zielgruppe die geeignete Weiterbildung empfehlen. Durch Nutzerprofile können die nutzer-

und inhaltspezifischen (Lern-)Voraussetzungen, Angaben zur Vorbildung und weitere Stammdaten wie beispielsweise Interessen bzw. Wünsche hinsichtlich der eigenen Weiterbildung in einer PLE erfasst werden. In Unternehmensprofilen können Weiterbildungsanbieter ihre Fachausrichtung spezifizieren und bereits organisierte Weiterbildungsangebote darlegen.

Das Empfehlungssystem empfiehlt, basierend auf den Stammdaten im Nutzerprofil, den zu erfassenden Daten seitens der Weiterbildungsanbieter bzw. den Weiterbildungsangeboten sowie einer optionalen Verlinkung zu eigenen Social-Media-Plattformkonten, auf den Weiterbildungsinteressierten individuell zugeschnittene Angebote. Durch eine Anreihung und Verfolgung gelisteter Weiterbildungsangebote ergibt sich eine nutzerspezifische Weiterbildungsroadmap, welche die ganzheitliche Optimierung der Weiterbildungen der Nutzer\*innen fördert und zu jeder Zeit von diesen editiert oder abgebrochen werden kann. Die KI-Modelle verwenden für die Empfehlung nutzerspezifische quantitative Merkmale, die sich aus den Stammdaten ableiten lassen. Die gebildeten Assoziationen zwischen Weiterbildungsangebot und Unternehmen ermöglichen es Leitern von Weiterbildungsmaßnahmen, (Lern-)Voraussetzungen der Teilnehmer einer Weiterbildungsmaßnahme anonym abzufragen, um die Inhalte der Weiterbildungsmaßnahmen entsprechend an die Bedürfnisse der Gruppe anzupassen.

Das Empfehlungssystem wird mit Informationen aus der Plattform „gefüttert“. Diese Informationen bestehen aus den Benutzereingaben, den Weiterbildungsangeboten und einem impliziten Feedback der Nutzenden. Dieses Feedback kann positiv und negativ sein. Ein positives Feedback wäre beispielsweise das Speichern eines Weiterbildungsangebotes unter der Funktion „Merken“. Ein negatives Feedback könnte beispielsweise ein nur sehr kurzer Besuch der Angebotsseite darstellen. Durch den Import der Daten aller Nutzer\*innen und Feedbacks wird das Machine-Learning-Modell des Empfehlungssystems trainiert und gibt für die Nutzer\*innen die passgenauesten Weiterbildungsangebote aus. Empfehlungssysteme sind höchst komplex, wie in Abbildung 4 dargestellt.

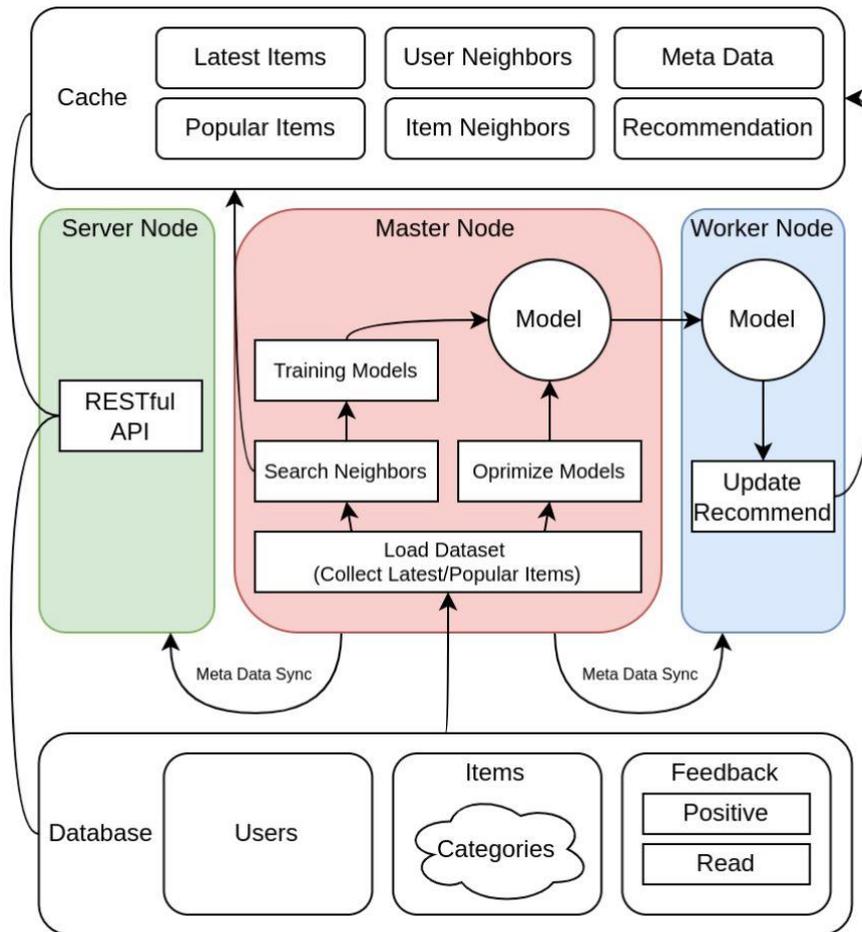


Abbildung 4: allgemeiner Arbeitsablauf im Empfehlungssystem *Gorse* (Gorse Docs o. D.)

### Chatbot

Im Rahmen des Forschungsvorhabens wird ein KI-basierter Weiterbildungsassistent namens *Granula* entwickelt, welcher die direkte Interaktion mit dem Empfehlungssystem steuert. *Granula* ist ein Chatbot, welcher in der Lage ist, Texteingaben der Nutzer\*innen zu verarbeiten und ihn in den folgenden Interaktionsschritten mit der Plattform zu unterstützen. Der Chatbot erhöht die Plattformergonomie und Navigierbarkeit durch die eingebundenen, einzelnen Weiterbildungsangebote. Konkret

- begleitet *Granula* die Nutzer\*innen durch den Anmeldeprozess,
- agiert *Granula* als intelligenter, digitaler Ansprechpartner für Fragestellungen, unterbreitet *Granula* den Nutzer\*innen Vorschläge für sinnvolle Weiterbildungen, auf Basis einer individuellen Weiterbildungsroadmap,
- gibt *Granula* Hinweise auf Weiterbildungsmaßnahmen, die für die Nutzer\*innen potenziell interessant sind.

Dadurch wird die Auffindbarkeit von Lerninhalten vereinfacht und eine intuitive Navigation ermöglicht. Der Chatbot kann dadurch beispielsweise auch für bestimmte Gruppen von beein-

trächtigsten Weiterbildungssuchenden eine Hilfe darstellen. Zur Vermeidung von Überforderung könnte das Wissen z. B. zu Plattformfunktionen in kurzen, einfachen Dialogen dem Nutzenden vermittelt werden.

Der KI-basierte Chatbot analysiert die Eingaben der Nutzer\*innen und macht diese so maschinenlesbar. Die semantische Verarbeitung der Texteingabe der Plattformnutzer\*innen erfolgt dabei über Verfahren des Natural Language Processing (NLP), wie *Named Entity Recognition* und *Topic Modelling*. Die Texteingabe der Plattformnutzer\*innen wird in eine Intention übersetzt, die anschließend eine entsprechende Reaktion von *Granula* auslöst. Die Reaktion kann beispielsweise eine Empfehlung für ein passendes Weiterbildungsangebot sein. Um die Ergebnisse des Chatbots zu verbessern, muss das Modell des Chatbots (weiter-)trainiert und mit erneutem Feedback versehen werden. Je intensiver der Nutzungszeitraum der Plattform ist und je öfter *Granula* verwendet wird, desto passgenauer auf das Anliegen der Nutzer\*innen werden *Granulas* Antworten.

Die Präsentation der Inhalte, wie beispielsweise empfohlene Weiterbildungsmaßnahmen, erfolgt dual: Neben der Interaktion mit *Granula* haben die Nutzer\*innen über das eigene Profil die Möglichkeit, die Vorschläge anzusehen und in ihrer Passung zu bewerten bzw. Vorschläge als uninteressant zu markieren. Das System verarbeitet diese Informationen und passt die nutzerspezifischen Vorschläge entsprechend an. Dadurch wird im Rahmen des Vorhabens eine individuelle und bedarfsgerechte Unterstützung von Weiterbildungsinteressierten im Lernprozess umgesetzt.

Folgende Bereiche, die durch die Anwendung von KI-Modellen die Weiterbildungssuche auf der Plattform *PolyEx* individualisieren und personalisieren, lassen sich zusammenfassend identifizieren:

- (1) Empfehlungen für den Registrierungsprozess auf Basis des Personenprofils geben,
- (2) Nutzerfragen bearbeiten,
- (3) relevante Schulungen auf Basis der Weiterbildungsroadmap vorschlagen und
- (4) auf Weiterbildungsmaßnahmen hinweisen.

## **4 Arbeitsstand und Ausblick**

### ***Realisierung der Plattform PolyEx***

Das allgemeine Vorgehen der Realisierung der Plattform *PolyEx* sei anhand des Baukastensystems in Abbildung 5 dargestellt. Das Schaubild verdeutlicht, dass verschiedene Funktionen der Plattform aufeinander aufbauen oder sich gegenseitig ergänzen. Auf der untersten Ebene *Basic* stehen die drei Entwicklungsfelder (EF1–3, s. Abbildung 2). Diese dienen als Fundament für den gesamten Entwicklungsprozess. Aus ihnen werden die zuvor vorgestellten Kernmodule abgeleitet, welche in der ersten Entwicklungsschleife *Basic+* entwickelt und erprobt werden. Aufbauend auf *Basic+* werden in der nachfolgenden Iterationsschleife *Expert* Erweiterungen

der Plattformfunktionalitäten umgesetzt und erprobt. Darin werden insbesondere die Rückmeldungen der Testnutzer\*innen als Richtwert für die Validierung der entwickelten Module genutzt. Das Baukastensystem ermöglicht ein flexibles Entwicklungskonzept, wodurch iterative Änderungsvorschläge und gewünschte Erweiterungen auf Basis von Rückmeldungen der Tester geprüft und implementiert werden.

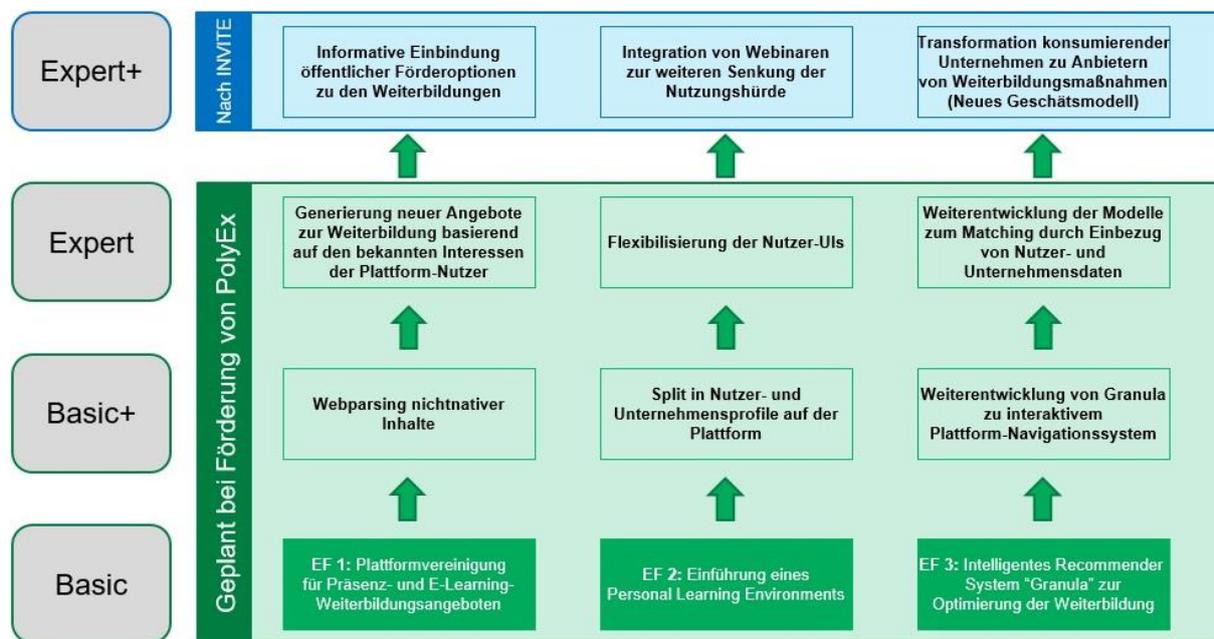


Abbildung 5: Baukastensystem für eine agile Entwicklung von *PolyEx* (eigene Darstellung)

Mögliche Ideen der Plattformerweiterung sind in Abbildung 5 unter der Entwicklungsschleife *Expert+* dargestellt. Ihre Umsetzung geht über die geplante Förderung hinaus und wird im Laufe des Förderzeitraums mitbedacht.

Die leitende Forschungs- und Entwicklungsmethode im Rahmen des Projekts *PolyEx* folgt dem Design-Based Research (DBR) (vgl. z. B. Euler 2014). Grundlegend für den DBR-Ansatz ist das Ziel, die Entwicklung innovativer Lösungen für praktische Bildungsprobleme mit der Gewinnung wissenschaftlicher Erkenntnisse zu verknüpfen. Ausgangspunkt ist dabei die Frage, wie ein erstrebenswertes Bildungsziel (hier: die erleichterte Suche nach passfähigen Weiterbildungsangeboten und eine Stärkung der Nutzerorientierung von Weiterbildungsplattformen) in einem gegebenen Kontext (hier: die heterogenen Weiterbildungsrealität von Weiterbildungssuchenden in der Kunststoffbranche) durch eine schrittweise zu elaborierende Innovation (hier: eine KI-unterstützte Weiterbildungsangebotssuche und Weiterbildungsroadmap) am besten zu erreichen ist (Abbildung 6). Dabei steht insbesondere die individualisierte Kommunikation auf der Plattform und die Abstimmung des Empfehlungssystems auf die individuellen Bedarfe im Fokus der Untersuchung. Entsprechend des DBR erfolgt die Realisierung der Plattform unter Nutzung von KI iterativ in agilen Entwicklungsschleifen. In diesem Sinne ist es nicht nur das Anliegen des DBR, die bestehende Weiterbildungsangebotsrealität zu untersuchen, sondern vor allem zukünftige Möglichkeiten einer individualisierten und personalisierten Weiterbildungs-Angebotsabbildung zu entwickeln. Der DBR-Ansatz unterscheidet sich von anderen

Forschungsmethoden dadurch, dass prospektive und reflektierende Komponenten des Forschungsdesigns nicht voneinander getrennt sind (z. B. Cobb et al. 2003).

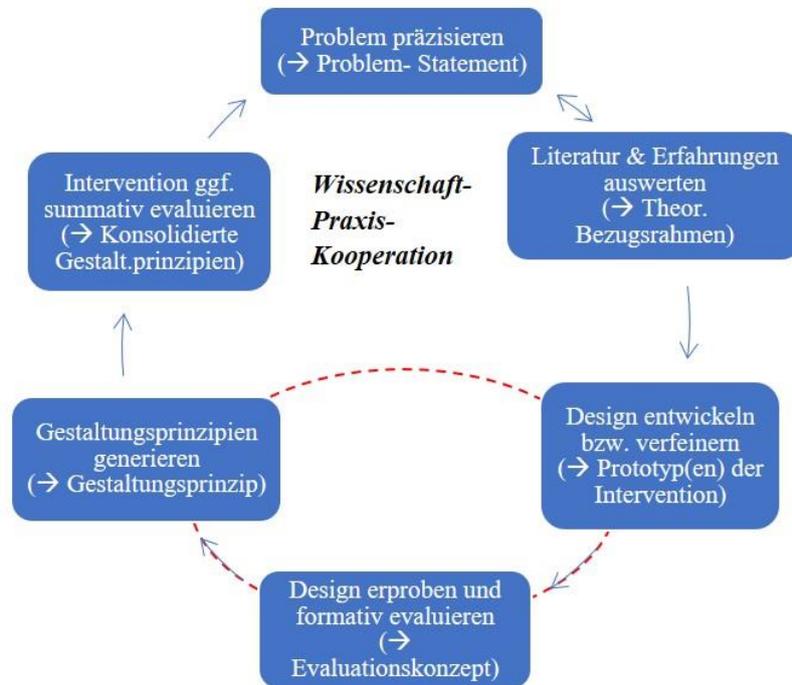


Abbildung 6: Design-Based-Research (DBR) (nach Euler 2014, 20)

### Operationalisierte Arbeitsschritte

Die Operationalisierung des DBR-Ansatzes im Projektkontext in sechs übergreifende Projektphasen zeigt Tabelle 1.

Tabelle 1: Arbeitsplan Projekt *PolyEx* (eigene Darstellung)

Projektphase	Arbeitspaket	Inhalt
I	1.1 – 1.3	Plattformkonzipierung: Anforderungsanalyse; Entwicklung Integrationskonzept; Entwicklung Konzept „Nachhaltiger Betrieb“
II	2.1	Entwicklung der Semantik
III	3.1 – 3.4	Programmierung von Grundbestandteilen: Server-Client-Modell; Personalisierung der Plattform; Empfehlungssystem; Evaluierung des Entwicklungsergebnisses der Phase 3; Anpassung und Optimierung der Plattform auf Basis des Entwicklungsergebnisses
IV	4.1 – 4.5	Erweiterung des Funktionsumfangs und Beta-Test: Vereinfachung der Dateneingabe; Erweiterung der Profildfunktionen; Erweiterung der Chatbot-Funktionalitäten; Evaluierung des Entwicklungsergebnisses der Phase 4; ; Anpassung und Optimierung der Plattform auf Basis des Entwicklungsergebnisses; Beginn des Closed Beta-Tests

V	5.1 – 5.4	Vorbereitung der Open Beta: Generierung neuer Weiterbildungspotenziale; Entwicklung dynamischer Benutzeroberflächen; Weiterentwicklung des Empfehlungssystem; Evaluieren des Entwicklungsergebnisses; Anpassung und Optimierung der Plattform auf Basis des Entwicklungsergebnisses
VI	6.1	Open Beta

Zunächst wird die Plattform konzipiert (s. Projektphase I, Tabelle 1). Dies beinhaltet eine Anforderungsanalyse der Plattform. Diese befasst sich unter anderem mit den Teilbereichen Chatbot, Empfehlungssystem, Webserver-Backend, Basic-UI, Benutzerführung, barrierefreie Informationstechnik sowie Semantik. Aus den Ergebnissen der Anforderungsanalyse wird ein Lastenheft generiert, welches bei jeder Entwicklungsschleife im Verbund auf Gültigkeit beurteilt und nach Erkenntnisgewinn ggf. unter Berücksichtigung der Abhängigkeiten angepasst wird. Basierend auf den dort definierten Anforderungen wird das Plattformgesamt-konzept abgeleitet sowie eine geeignete Architektur identifiziert.

Im Anschluss daran werden aus Daten von potenziellen Nutzer\*innen und Weiterbildungsangeboten semantisch ähnliche Gruppen hinsichtlich nutzerspezifischer, berufs-/branchenspezifischer, technischer sowie weiterer Merkmale und Kompetenzen gebildet (s. Projektphase II, Tabelle 1). Basierend auf der Gruppierung wird eine geeignete Semantik zur Klassifikation der Nutzer\*innen und Weiterbildungsangebote unter Berücksichtigung kunststoffbranchenspezifischer Gegebenheiten in Form einer Kompetenzmatrix für die KI-Modelle entwickelt, um einen möglichst umfassenden Metadatensatz zu generieren. Der entwickelte Datensatz stellt für die Entwicklung nachfolgender Plattformelemente das Fundament dar. Im Verlauf des Projekts muss die Semantik iterativ angepasst werden, sodass neue Erkenntnisse integriert und dadurch die Vorhersagequalität des automatischen Vorschlagwesens sowie die Suchfunktionalitäten verbessert werden können.

Beim Programmieren der Grundbestandteile wird zunächst das Server-Client-Modell der Plattform entwickelt (s. Projektphase III, Tabelle 1). Dabei wird die Plattformarchitektur als technologisches Skelett für die Plattform *PolyEx* auf Basis der Anforderungsanalyse und des Integrationskonzeptes erstellt. Ein wichtiger Aspekt der Plattform ist deren Personalisierung. Hierzu wird ein Nutzer- und Rechtemanagements sowie die Authentifizierung implementiert, die Nutzer-UI programmiert und die Kompetenzmatrix eingebunden. Im Anschluss daran wird der intelligente Chatbot *Granula* in die Webarchitektur integriert und KI-Modell(e) für das Empfehlungssystem entwickelt und erprobt. Damit wird die Grundstruktur für *Granula* gelegt, um die Usability und Akzeptanz der Empfehlungen für die Nutzer\*innen zu erhöhen. Die Integration von *Granula* wird mit Hilfe eines Empfehlungssystems realisiert. Die Plattformfunktionen werden durch einen Alpha-Test verifiziert und Funktionsstörungen kontinuierlich behoben. Zur Testung der KI-Vertrauenswürdigkeit wird ein Konzept für die Komponenten *Fairness*, *Robustheit* und *Erklärbarkeit* entwickelt. Hierbei wird Fairness gegenüber den Nutzer\*innen in Form einer transparenten Angebotsauswahl im Basis-UI realisiert. Die Robustheit spiegelt sich in der Darstellung der Prognosegenauigkeit des KI-Modells wider. Die Erklärbarkeit wird u. A. über einen zusätzlichen Info-Button mit einer für die Nutzer\*innen

leicht verständlichen Kurzbeschreibung der Methoden hergestellt. Anschließend werden alle drei Konzepte in das Basic-UI und Webserver-Backend programmiert.

Anschließend wird die Möglichkeit zur Dateneingabe vereinfacht (s. Projektphase IV, Tabelle 1). Zur Erweiterung der Profilkfunktionen werden die Profile auf der Plattform nach Nutzer- und Unternehmensprofilen getrennt und die Abhängigkeiten zwischen den Profilkategorien und Umsetzung der Inhalte in der Nutzer-UI implementiert. Der Chatbot wird durch Integration einer interaktiven Webseitennavigation weiterentwickelt. Mittels KI-basierter Texterkennung werden eine intuitive Navigation ermöglicht und Lösungsvorschläge transparent und nachvollziehbar wiedergeben. Für die angestrebte Erweiterung des Chatbots *Granula* wird ein NLP-Verfahren implementiert, sodass passgenaue Weiterbildungsmöglichkeiten vom Empfehlungssystem basierend auf den Nutzereingaben vorgeschlagen werden. Abschließend werden Feedback-Kanäle implementiert, wodurch die Nutzer\*innen Vorschläge von *Granula* bewerten können. Dies stellt eine Datenquelle für die Optimierung eines individuellen Empfehlungssystems für nachfolgende Arbeitspakete dar. Die Interaktion zwischen Nutzer\*in und *Granula* wird konzeptioniert und implementiert. Anschließend wird die Interaktion zwischen *Granula* und den Nutzer\*innen aus (fach-)didaktischer Perspektive ausgewertet. Hierbei werden insbesondere die Dialoge (Eingabedaten und resultierende Ausgabedaten) gesammelt und analysiert. Durch Validieren der Plattformfunktionen durch Alpha-Tests und kontinuierlichem Beheben von Funktionsstörungen werden die aktuellen Entwicklungsergebnisse evaluiert. Die Plattform wird anschließend in realistischen Anwendungssituationen mit dem Ziel erprobt (Closed Beta-Test), potenzielle Limitationen der Plattform unter realistischen Rahmenbedingungen aufzudecken und zu beheben. Repräsentative Pilotnutzer\*innen simulieren hier eine kontinuierliche Nutzung der Plattform. Hierzu werden geeignete Instrumentarien (quantitative Verfahren und/oder Experten-Reviews) zur Analyse von Angemessenheit und Akzeptanz sowie von technischen und didaktisch-methodischen Anpassungs- und Optimierungspotenzialen der Plattform entwickelt. Auch die KI-Vertrauenswürdigkeit wird erneut getestet. Die während der Tests aufgetretenen Fehler sowie Änderungsbedarfe werden entsprechend ihrer Kritikalität verarbeitet.

In der Vorbereitung zur Open Beta-Phase (s. Projektphase V, Tabelle 1) wird zur Generierung neuer Weiterbildungspotenziale ein Algorithmus auf Basis der Vektorquantifizierung genutzt, um Metadaten im Rahmen einer Clusteranalyse auszuwerten. Dazu findet zuerst die Evaluierung des geeignetsten Algorithmus statt. Nach erfolgter Clusterung der Daten werden diese in verständlicher Form, auf Basis der Informationsvisualisierung, den Nutzer\*innen dargestellt. Geeignete Visualisierungstechniken werden ausgewählt und hinsichtlich ihrer (u. A. (fach-)didaktischen) Passung evaluiert. Darüber hinaus wird die UI entsprechend erweitert und angepasst. Basierend auf den bereits vorhandenen Daten, werden den Nutzer\*innen dynamisch und interaktiv Zugänge zu ihren eigenen Daten gegeben. Der Grad an Personalisierung muss dabei stets unter dem Aspekt der Einfachheit betrachtet und angepasst werden. Wichtig ist die zielgruppengerechte Zusammenstellung der Informationen. Dabei wird insbesondere die Individualisierung der Basic-UI durch den Nutzenden fokussiert, um eine möglichst barrierefreie Nutzung der Plattform zu ermöglichen. Ziel ist eine Erhöhung der Personalisierung der Nutzeroberfläche und damit einhergehend die Erhöhung der Akzeptanz der Plattform. Die Entwicklung der dynamischen Benutzeroberfläche trägt zur Erhöhung der Transparenz der verwendeten Algorithmen bei. Im weiteren Verlauf wird das prototypische KI-Empfehlungssystem hin zu

einem robusten System weiterentwickelt. Im Rahmen der Weiterentwicklung werden geeignete Trainingsdatensätze durch *Granula* generiert, welche auf der Bewertung der Vorschläge durch die Nutzer\*innen basieren. Das Nutzererlebnis wird durch die Einbeziehung von Nutzer- und Unternehmensinteressen und der damit einhergehenden Individualisierung von *Granula* stark erhöht, sodass relevantere Weiterbildungsangebote angezeigt werden. Das Klassifizierungssystem wird um Kategorien und Objekte aus dem Closed-Beta-Test weiterentwickelt. Die Entwicklungsergebnisse werden anschließend – analog zu den vorherigen Alpha-Tests – als UI- und UX-Tests evaluiert und deren Ergebnisse in die Plattform-Weiterentwicklung rückgeführt. Evaluationsschwerpunkte sind die Bewertung der technischen Umsetzung und die Granularität der (Meta)-Datenstruktur. So überprüfen die Pilotnutzer\*innen die Klassifizierung hinsichtlich ihres Anwendungsbereichs durch Nutzung der Plattform und zeigen Verbesserungspotenzial auf. Über eine iterative Evaluation von *Granula* aus Sicht der Nutzer\*innen wird sichergestellt, dass die Empfehlungen eine kontinuierliche Nutzbarkeit und Akzeptanz garantieren.

Die Plattform *PolyEx* mit validierten, prototypischen Funktionalitäten wird nun in einer Open Beta-Phase für Nutzer\*innen und Unternehmen, die nicht am Förderprojekt beteiligt waren, geöffnet und gilt als finaler Belastungstest der prototypischen Plattform (s. Projektphase VI, Tabelle 1). Im Rahmen des Belastungstests werden die technischen Komponenten, aber auch die Reichweite und Usability überprüft. Darüber hinaus werden Meinungsbilder zur Plattform eingeholt. Der Informationsgewinn durch die Evaluierung wird nach Projektende genutzt, um die Plattform stetig weiter zu entwickeln.

Derzeit befindet sich das Projekt in der Phase II und III. Die inhaltliche und strukturelle Konzeptionierung der Plattform konzentrierte sich im bisherigen Projektverlauf insbesondere auf die Punkte Klassifizierung, Interaktion der Plattform mit den Nutzenden und Überlegungen zur Seitenstruktur. Gerade im Hinblick auf die Gestaltung des Empfehlungssystems ist die Klassifizierung der verschiedenen Berufsgruppen und deren Kompetenzen eine wichtige Grundlage (vgl. Abbildung 7).



Abbildung 7: Ausschnitt aus Miro-Board: Konzeptentwurf zur Klassifizierung der Weiterbildungsinteressierten (eigene Darstellung)

Im Rahmen der Anforderungsanalyse der Plattform *PolyEx* wurden die zwei Persona *Weiterbildungsinteressierter* und *Weiterbildungsanbieter* als potenzielle Nutzende definiert. Für jeden Nutzenden wurden im agilen Entwicklungsprozess sog. User-Story-Cards generiert, welche die

zu erwartenden Anforderungen an die Plattform von Seiten der Nutzenden beschrieben. Beteiligt waren alle vier Projektpartner, um das Lastenheft aus einer möglichst breiten Perspektive (technisch, branchenspezifisch und (fach-)didaktisch) zu konzipieren.

Daraus ergaben sich insgesamt 35 Grundfunktionalitäten der Plattform, die den Modulen *Basic*, *Basic+* und *Expert* zugeordnet wurden (Modulbeschreibung s. Kapitel 3). Zu den Kategorien *Basic* und *Basic+* wurden die ersten Mockups entwickelt. In Abbildung 8 sind beispielhafte Anforderungen, die in User-Story-Cards festgehalten und in einen Anforderungskatalog überführt wurden, gelistet.



Abbildung 8: Beispielhafte Anforderungen an die Plattform *PolyEx* (eigene Darstellung)

Die ersten Mockups wurden als Grundlage für die Diskussion mit Weiterbildungsanbietern in einem Workshop verwendet. Im Rahmen des Workshops konnten weitere Informationsbedürfnisse gesammelt und in Funktionalitäten überführt werden. Die Mockups wurden anschließend überarbeitet und bildeten die Grundlage für die Ausarbeitung des gesamten Technologie-Stacks, des Webserver-Backends sowie der *Basic*-UI. Die resultierende Web-Architektur setzt sich aus Open-Source-Software zusammen. Auf Basis dieses Technologie-Stacks (vgl. Abbildung 9) wird der erste Prototyp der Plattform *PolyEx* entwickelt, der zunächst die Grundfunktionalitäten der Plattform enthält.

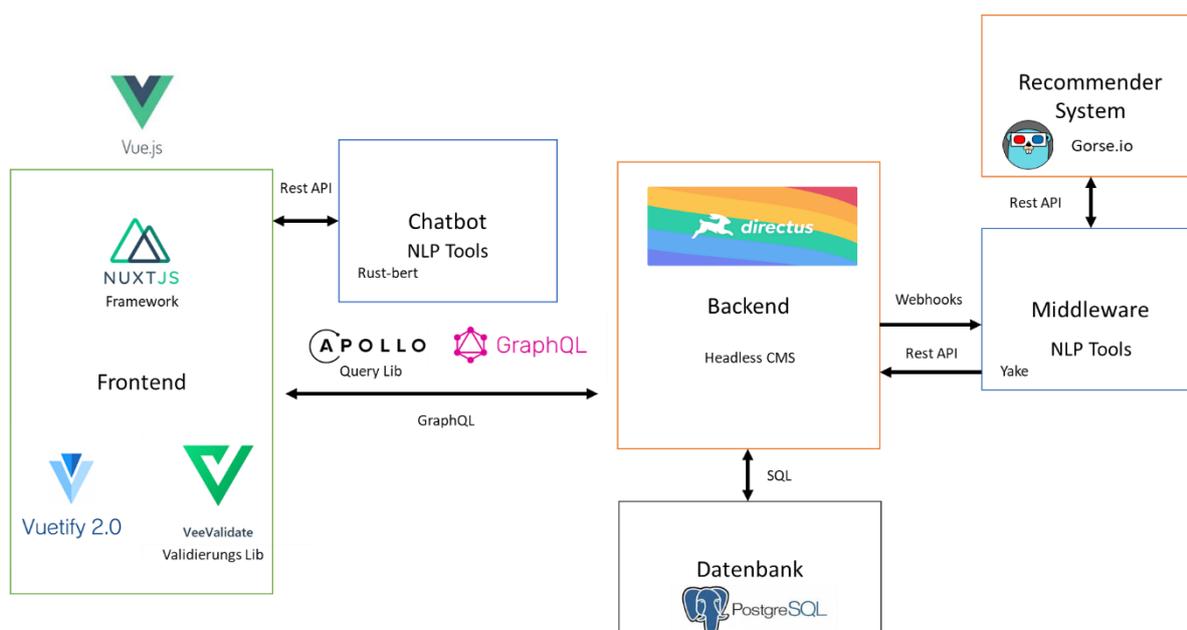


Abbildung 9: Technologie Stack der Plattform *PolyEx* (eigene Darstellung)

Das für die Plattform ausgewählte Empfehlungssystem *Gorse.io* ist ein in *Go* geschriebenes Open-Source-Empfehlungssystem (Gorse Docs o. D.). Dieses wird als Service im Hintergrund der Plattform eingesetzt. Die Algorithmen, die die Lernenden unterstützen, werden in dem prototypischen Empfehlungssystem in Form von Microservices entwickelt. Durch eine projektseitig integrierte Middleware wird das Empfehlungssystem schon erfolgreich mit den Basisdaten der Benutzer\*innen und Weiterbildungsangebote versehen. Zurzeit werden die Feedbacks in die Plattform integriert. Weitere Schritte für das Empfehlungssystem sind die finale Integration in die Plattform und die Optimierung der bereitgestellten Daten.

Ein erster KI-Ansatz für den Chatbot befindet sich gerade in der Erprobungsphase. In der ersten Implementierung wird versucht, dass der Chatbot anhand gegebener Kontexte an expliziten Stellen der Plattform die bestmöglichen Antworten liefert. In folgenden Implementierungen werden weitere KI-Ansätze dahingehend bewertet, ob diese oder möglicherweise Kombinationen aus KI-Ansätzen leistungsfähiger sind. Daten werden nach Auswahl des KI-Ansatzes/der KI-Ansätze an den Chatbot übertragen, um ihn bestmöglich für den ersten Test zu trainieren. Es stehen derzeit die ersten Nutzertests zu den bereits implementierten Funktionalitäten an, deren Evaluationsergebnisse wieder im Sinne des DBR in den F&E-Prozess einfließen werden.

Zur Entwicklung der Metadatenstruktur (als Grundlage der Kompetenzmatrix) wird auf standardisierte Daten zurückgegriffen. Hier wurde das europäische Klassifikationssystem (*ESCO*) und der Deutsche Qualifikationsrahmen (*DQR*) als bedeutend für die Entwicklung der Kompetenzmatrix beurteilt. In einer ersten Analyse unter Verwendung des aktualisierten Kompetenzmodells und der Klassifikation der Berufe der Bundesagentur für Arbeit (BA 2021 und BA 2011) sowie der Datenblätter *DAZUBI* vom Bundesinstitut für Berufsbildung (BIBB 2020) wurden erste standardisierte Daten kategorisiert und ein Entwurf der Kompetenzmatrix erstellt.

Das Konzept einer vernetzenden Plattform zeigt sich als ein tragfähiges Konzept. Dies bedeutet, dass die Plattform auch nach Abschluss des Projektes großes Potenzial zeigt. Aus technischer Sicht entspricht das Konzept dem Stand der Technik hinsichtlich UserExperience, Performance, Skalierbarkeit, Security. Die Erfolgsaussichten der Plattform nach Projektende als zentrale Plattform der kunststoffverarbeitenden Industrie hängen stark von der Reichweite der Plattform und der damit verbundenen Interaktion der Nutzer\*innen mit der Plattform ab. Hierzu wird während der Projektlaufzeit durch Öffentlichkeitsarbeit der potenzielle Nutzerkreis stetig erweitert. Die Verwendung von Open-Source-Software stellt die Nachnutzbarkeit der Plattformarchitektur sicher. Damit können Dritte Zugriff auf die softwaretechnischen Elemente und deren Inhalte erhalten. (Fach-)didaktisch reflektierte Ergebnisse werden zugunsten breiter Zugangsmöglichkeiten in Form von Open Educational Resources (OER) veröffentlicht.

## Literatur

Autor:innengruppe Bildungsberichterstattung (Hrsg.) (2022): Bildung in Deutschland 2022. Bielefeld.

Baron, S./Schönmann, K. (2021): Weiterbilden#Weiterdenken. Berufliche Weiterbildung für das Jahr 2041. In: Baron, S./Dick, P.-M./Zitzelsberger, R. (Hrsg.): weiterbilden#weiterdenken. Den Strukturwandel in der Metall- und Elektroindustrie durch berufliche Weiterbildung gestalten. Bielefeld, 161-181.

Baumann, H. (2020): Künstliche Intelligenz wird künftig stärker von Gesellschaft und Politik gestaltet. Online: <https://idw-online.de/de/news749931> (29.08.2022).

Becker, M/Windelband, L. (2021): Weiterbildung zwischen Tradition und Moderne – Weiterbildung 4.0 noch Utopie? In: Baron, S./Dick, P.-M./Zitzelsberger, R. (Hrsg.): weiterbilden#weiterdenken. Den Strukturwandel in der Metall- und Elektroindustrie durch berufliche Weiterbildung gestalten. Bielefeld, 19-44.

Bernhardt, M./Mühling, T. (2020): Verantwortungsvolle KI im E-Commerce. Wiesbaden.

bitkom (2019): Blick in die Blackbox – Nachvollziehbarkeit von KI-Algorithmen in der Praxis. Online: [https://www.bitkom.org/sites/main/files/2019-10/20191016\\_blick-in-die-blackbox.pdf](https://www.bitkom.org/sites/main/files/2019-10/20191016_blick-in-die-blackbox.pdf) (10.11.2022).

bitkom Akademie (2022): Ausbildung zum KI Manager – Grundlagen Künstlicher Intelligenz und Anwendungspotenziale für Unternehmen. Zertifikatslehrgang in Kooperation mit dem DFKI. Online: <https://bitkom-akademie.de/lehrgang/ausbildung-zum-ki-manager> (10.11.22).

Brecher, C. et al. (2011): Integrative Produktionstechnik für Hochlohnländer. In: Brecher, C. (Hrsg.): Integrative Produktionstechnik für Hochlohnländer. Berlin, Heidelberg, 17-81.

Bruns, B./Kowald, C. (o. D.): KI für die Weiterbildung: Mythos und Wirklichkeit. eLearning Journal. Online: <https://www.elearning-journal.com/2020/07/14/ki-weiterbildung/#:~:text=In%20der%20Weiterbildung%20begegnen%20uns,digitalen%20Lernassistenten%20und%20virtuellen%20Tutoren> (01.09.2022).

- BA (Bundesagentur für Arbeit) (2011): Klassifikation der Berufe 2010 – Band 1: Systematischer und alphabetischer Teil mit Erläuterungen. Online: [https://www.arbeitsagentur.de/datei/Klassifikation-der-Berufe\\_ba017989.pdf](https://www.arbeitsagentur.de/datei/Klassifikation-der-Berufe_ba017989.pdf) (01.09.2022).
- BA (Bundesagentur für Arbeit) (2021): Weisung 202111014 vom 29.11.2021 – Aktualisiertes Kompetenzmodell der BA. Online: [https://www.arbeitsagentur.de/datei/weisung-202111014\\_ba147233.pdf](https://www.arbeitsagentur.de/datei/weisung-202111014_ba147233.pdf) (01.09.2022).
- BIBB (Bundesinstitut für Berufsbildung) (2020): Auszubildende – Datenblätter (DAZUBI). Online: <https://www.bibb.de/de/1865.php> (02.09.2022).
- Cobb, P. et al. (2003): „Design Experiments in Educational Research“. Educational Researcher 32, Nr. 1, 9-13.
- DEK (Datenethikkommission der Bundesregierung) (o. D.): Arbeitsergebnisse der Datenethikkommission. Online: <https://www.bmi.bund.de/DE/themen/it-und-digitalpolitik/datenethikkommission/arbeitsergebnisse-der-dek/arbeitsergebnisse-der-dek-node.html> (10.11.22).
- de Witt, C./Rampelt, F./Pinkwart, N. (Hrsg.) (2020): Künstliche Intelligenz in der Hochschulbildung. Whitepaper. Berlin. doi:10.5281/zenodo.4063722.
- Eickelmann, B. et al. (2019): Schulische Voraussetzungen als Lern- und Lehrbedingungen in den ICILS-2018-Teilnehmerländern. In: Eickelmann, B. et al. (Hrsg.): ICILS 2018 #Deutschland. Computer- und informationsbezogene Kompetenzen von Schülerinnen und Schülern im zweiten internationalen Vergleich und Kompetenzen im Bereich Computational Thinking. Münster, 137-171.
- Ertl, W. (2021): Grundkurs Künstliche Intelligenz – eine praxisorientierte Einführung. Wiesbaden.
- Euler, D. (2014): Design-Research – a paradigm under development. In: Euler, D./Sloane, P. F. E. (Hrsg.): Design-Based Research. Stuttgart, 15-44.
- Euler, D./Wilbers, K. (2020): Berufsbildung in digitalen Lernumgebungen. In: Arnold, R./Lipsmeier, A./Rohs, M. (Hrsg.): Handbuch Berufsbildung. Wiesbaden, 427-438.
- EU-Kommission (Europäische Kommission) (2020): WEISSBUCH – Zur Künstlichen Intelligenz – ein europäisches Konzept für Exzellenz und Vertrauen. Brüssel. Online: [https://ec.europa.eu/info/sites/default/files/commission-white-paper-artificial-intelligence-feb2020\\_de.pdf](https://ec.europa.eu/info/sites/default/files/commission-white-paper-artificial-intelligence-feb2020_de.pdf) (29.08.2022).
- Fischer, S. (2019): Straße zur Digitalisierung ist bereit. In: Plastverarbeiter, 42(4), 28-30, 2019.
- Furbach, U./Obst, O./Stolzenburg, F. (2001): Intelligente Agenten und KI. Universität Koblenz-Landau. Online: <http://artint.hs-harz.de/fstolzenburg/habil/FOS00.pdf> (29.08.2022).
- Gentsch, P. et al. (2022): Global Conversational Business Study 2022. Online: <https://conversationalbusiness.de/wp-content/uploads/2022/03/Global-Conversational-Business-Study-2022.pdf> (29.08.2022).

Giering, O. (2021): Künstliche Intelligenz und Arbeit: Betrachtungen zwischen Prognose und betrieblicher Realität. In: Zeitschrift für Arbeitswissenschaft. 76, 50-64.

GKV (Gesamtverband Kunststoffverarbeitende Industrie e. V.) (2020): Aschermittwochs-Pressekongress 2020. Frankfurt.

Goertz, L. (2014): Digitales Lernen adaptiv – Technische und didaktische Potenziale für die Weiterbildung der Zukunft. Gütersloh.

Gorse Docs (o. D.): Build Recommender – Workflow. Online: <https://docs.gorse.io/build-recommender/> (01.09.2022).

Hecker, D. et al. (2017): Zukunftsmarkt Künstliche Intelligenz – Potenziale und Anwendungen. St. Augustin.

HEG-KI (Hochrangige Expertengruppe für KI der EU-Kommission) (2019): Ethik-Leitlinien für eine vertrauenswürdige KI. Brüssel.

Hopmann, C. (2018): Das Internet der Kunststoffverarbeitung. In: Institut für Kunststoffverarbeitung (IKV) in Industrie und Handwerk an der RWTH Aachen (Hrsg.): 29. Internationales Kolloquium Kunststofftechnik. Aachen, 5-15.

Kieslich, K./Došenović, P./Marcinkowski, F. (2021): Algorithmische Empfehlungssysteme. Wie denkt die deutsche Bevölkerung über den Einsatz und die Gestaltung algorithmischer Empfehlungssysteme? Factsheet Nr. 5 des Meinungsmonitor Künstliche Intelligenz. Online: <https://www.cais.nrw/factsheet-5-ki-recommender/> (29.08.2022).

Kravcik, M./Ullrich, C./Igel, C. (2019): Künstliche Intelligenz in Bildungs- und Arbeitsräumen Internet der Dinge, Big Data, Personalisierung und adaptives Lernen: Perspektiven, Herausforderungen und Grenzen der Künstlichen Intelligenz in der Arbeitswelt. doi: 10.14361/9783839443958-004.

Kunststoffe.de (2018): KraussMaffei treibt Digitalisierung voran. In: Kunststoffe.de (Online): <https://www.kunststoffe.de/news/unternehmen/artikel/kraussmaffei-treibt-digitalisierung-voran-7204317.html>. (01.09.2022).

Lipp, S. et al. (2021): Learning Analytics – Didaktischer Benefit zur Verbesserung von Lehr-Lernprozessen? Implikationen aus dem Einsatz von Learning Analytics im Hochschulkontext. In: bwp@ Berufs- und Wirtschaftspädagogik – online, 40, 1-31. Online: [https://www.bwpat.de/ausgabe40/lipp\\_et\\_al\\_bwpat40.pdf](https://www.bwpat.de/ausgabe40/lipp_et_al_bwpat40.pdf) (10.11.2022).

Long, P./Siemens, G. (2011): Penetrating the fog – Analytics in Learning and Education. In: EDUCAUSE Review, 46(5), 30-40.

Münchener Kreis et al. (2020): Leben, Arbeit, Bildung 2035+ – Durch künstliche Intelligenz beeinflusste Veränderungen in zentralen Lebensbereichen. Online: <https://www.bertelsmannstiftung.de/de/publikationen/publikation/did/zukunftsstudie-leben-arbeit-bildung-2035#detail-content-6846-4> (29.08.2022).

OECD (Organization for Economic Co-operation and Development) (2019): Empfehlung des Rates zu künstlicher Intelligenz. Berlin u.a.

- Pinkwart, N./Beudt, S. (2020): Künstliche Intelligenz als unterstützende Lerntechnologie. Stuttgart. Online: <http://publica.fraunhofer.de/dokumente/N-624584.html> (29.08.2022).
- Plastverarbeiter (2019): Starkes Team: Industrie 4.0 und Kreislaufwirtschaft. In: *Plastverarbeiter*, 42(10), 46-47.
- Reichow, I. et al. (2022): Recommendersysteme in der beruflichen Weiterbildung. Grundlagen, Herausforderungen und Handlungsempfehlungen. Ein Dossier im Rahmen des INVITE-Wettbewerbs. Berlin. Online: [https://www.pedocs.de/volltexte/2022/24517/pdf/Reichow\\_et\\_al\\_2022\\_Recommendersysteme\\_in\\_der.pdf](https://www.pedocs.de/volltexte/2022/24517/pdf/Reichow_et_al_2022_Recommendersysteme_in_der.pdf) (29.08.2022).
- Rich, E. (1983): *Artificial Intelligence*. McGraw-Hill, New York.
- Roppertz, S. (2021): Die Rolle und Bedeutung von Künstlicher Intelligenz in der Berufsausbildung – Implikationen für angehende Berufs- und Wirtschaftspädagog\*innen. In: *bwp@ Berufs- und Wirtschaftspädagogik – online*, 40, 1-23. Online: [https://www.bwpat.de/ausgabe40/roppertz\\_bwpat40.pdf](https://www.bwpat.de/ausgabe40/roppertz_bwpat40.pdf) (10.11.2022).
- Scheuer, D. (2020): *Akzeptanz von Künstlicher Intelligenz – Grundlagen intelligenter KI-Assistenten und deren vertrauensvolle Nutzung*. Wiesbaden.
- Schmid, U. et al. (2021): *KI@Bildung: Lehren und Lernen in der Schule mit Werkzeugen Künstlicher Intelligenz (Schlussbericht)*. Online: <https://www.telekom-stiftung.de/sites/default/files/files/media/publications/KI%20Bildung%20Schlussbericht.pdf> (29.08.2022).
- Schmitz-Gielsdorf, J.K.S. (2021): *Zeit (t) – die Sphinx der Physik. Lag der Ursprung des Kosmos in der Zukunft*. Berlin u.a.
- Seufert, S./Guggemos, J./Ifenthaler, D. (2021): *Zukunft der Arbeit mit intelligenten Maschinen*. In: Seufert et al. (Hrsg.): *Künstliche Intelligenz in der beruflichen Bildung*. Stuttgart.
- Söllner, M. et al. (2021): *Individualisierung in der beruflichen Bildung durch Hybrid Intelligence*. In: Seufert et al. (Hrsg.): *Künstliche Intelligenz in der beruflichen Bildung*. Stuttgart.
- Stucki, T./D’Onofrio, S./Portmann, Edy (2020): *Chatbots gestalten mit Praxisbeispielen der Schweizerischen Post*. Wiesbaden.
- Tulodziecki, G. (2020): *Künstliche Intelligenz und Didaktik*. In: *Pädagogische Rundschau (PR)*, 74(4), 363-378.
- VDI (Verein Deutscher Ingenieure e.V. Technik und Wissenschaft) (Hrsg.) (2018): *VDI-Statusreport – Künstliche Intelligenz*. Düsseldorf.
- Waag, P./Schiffhauer, B./Seelmeyer, U. (2020): *Chatbots in der Beratung*. In: Ernst et al. (Hrsg.): *Digitale Transformation – Arbeit in Dienstleistungssystemen*. Baden-Baden.
- Zhang, Q./Lu, J./Jin, Y. (2020): *Artificial intelligence in recommender systems*. In: Jin, Y. et al.: *Complex Intell. Syst.* 7, 439-457 (2021). Online: <https://link.springer.com/content/pdf/10.1007/s40747-020-00212-w.pdf> (29.08.2022).

Zweig, K.A. (2019): Algorithmische Entscheidungen: Transparenz und Kontrolle. In: Konrad-Adenauer-Stiftung e. V. (Hrsg.): Analysen & Argumente. 338.

## Zitieren des Beitrags

---

Korth, S./Dersch, H./Jungnickel, R./Lütticke, D./Müller, J. M./Smith, M. H./Rexing, V. (2022): Künstliche Intelligenz zur individuellen und personalisierten Weiterbildungssuche in der kunststoffverarbeitenden Industrie. In: *bwp@* Berufs- und Wirtschaftspädagogik – online, Ausgabe 43, 1-29. Online: [https://www.bwpat.de/ausgabe43/korth\\_et al\\_bwpat43.pdf](https://www.bwpat.de/ausgabe43/korth_et al_bwpat43.pdf) (18.12.2022).

## Die Autor\*innen

---



### SUSANNE KORTH

RWTH Aachen University, Lehr- und Forschungsgebiet Fachdidaktik Bautechnik

Mies-van-der-Rohe-Straße 17, 52074 Aachen

[korth@fdb.rwth-aachen.de](mailto:korth@fdb.rwth-aachen.de)

<https://www.fdb.rwth-aachen.de>



### HEINZ DERSCH

Institut für Kunststoffverarbeitung (IKV) in Industrie und Handwerk an der RWTH Aachen

Seffenter Weg 201, 52074 Aachen

[heinz.dersch@ikv.rwth-aachen.de](mailto:heinz.dersch@ikv.rwth-aachen.de)

[www.ikv-aachen.de](http://www.ikv-aachen.de)



### ROBERT JUNGNICHEL

WZL | RWTH Aachen University

Dennewartstr. 27, 52068 Aachen

[Robert.Jungnickel@ima.rwth-aachen.de](mailto:Robert.Jungnickel@ima.rwth-aachen.de)

<https://cybernetics-lab.de/>



## **DANIEL LÜTTICKE**

WZL | RWTH Aachen University

Dennewartstr. 27, 52068 Aachen

[Daniel.Luetticke@ima.rwth-aachen.de](mailto:Daniel.Luetticke@ima.rwth-aachen.de)

<https://cybernetics-lab.de>



## **JONAS MAXIMILIAN MÜLLER**

Institut für Kunststoffverarbeitung (IKV)

in Industrie und Handwerk an der RWTH Aachen

Seffenter Weg 201, 52074 Aachen

[jonas.mueller@ikv.rwth-aachen.de](mailto:jonas.mueller@ikv.rwth-aachen.de)

[www.ikv-aachen.de](http://www.ikv-aachen.de)



## **MARK H. SMITH, Ph.D.**

Carl Hanser Verlag GmbH & Co. KG

Kolbergerstraße 22, 81679 München

[mark.smith@hanser.de](mailto:mark.smith@hanser.de)

<https://www.hanser.de> und <https://www.hanserpublications.com>



## **Dr. phil. VOLKER REXING**

RWTH Aachen University, Lehr- und Forschungsgebiet Fachdidaktik  
Bautechnik

Mies-van-der-Rohe-Straße 17, 52074 Aachen

[rexing@fdb.rwth-aachen.de](mailto:rexing@fdb.rwth-aachen.de)

<https://www.fdb.rwth-aachen.de>