

# Schwerpunktthema Künstliche Intelligenz in der M+E Ausbildung

## **lernen & lehren**

Elektrotechnik – Informationstechnik  
Metalltechnik – Fahrzeugtechnik



Künstliche Intelligenz in der gewerblich-technischen Berufsbildung

Computer Vision und Machine Vision in der Automatisierungstechnik

Maschinell lernende Assistenzsysteme für Werkzeugmaschinen

Der Einsatz von künstlicher Intelligenz zur Unterrichtsplanung in der beruflichen Bildung

Aufgaben mit ChatGPT generieren: Eine Einführung mit Prompttemplates am Beispiel Datenbankabfragen

Nutzen und Gefahren von Systemen wie ChatGPT in der Lehre des Maschinenbaus



**ADIRO**  
Didactic and Automation

# Automatisierungstechnik

Hardware – Software - Teachware - Training

## Didactic – Lehr- und Forschungssysteme

Fabrik-, Prozess- und  
Laborautomation  
Umwelttechnik - Fokus  
auf Wasser und Energie

## Automation zur Effizienzverbesserung

Robotik – Applikation,  
Simulation, Optimierung  
Prüfstands-, Apparate-  
und Anlagenbau

Suchen Sie Unterstützung bei der Gestaltung Ihrer optimalen Lehr- und Arbeitsumgebung?

**Nehmen Sie Kontakt mit uns auf -**  
unser erfahrenes Team berät Sie gerne!

Adiro Automatisierungstechnik GmbH  
Limburgstr. 40 · D - 73734 Esslingen  
Nico Kronberger, Klaus Kronberger  
info@adiro.com · Tel. +49-711-919904-0



www.adiro.com



## Markt der Möglichkeiten

während der **33. BAG-Fachtagung 2024** in Mühlhausen/Thüringen  
vom **8. bis 9. März 2024** zum Thema

**„Berufliches Lehren in der Krise? Verhindern Lernmanagementsysteme,  
Künstliche Intelligenz und Distance-Learning einen produktiven Lehr-Lern-  
Prozess?“ – Lösungsansätze aus Ausbildungs- und Unterrichtspraxis sowie  
der Wissenschaft**



# Inhalt

## **SCHWERPUNKT: KÜNSTLICHE INTELLIGENZ IN DER M+E AUSBILDUNG**

### **Editorial**

- 2 Künstliche Intelligenz in der gewerblich-technischen Berufsbildung  
*Matthias Becker/Georg Spöttl*

### **Schwerpunkt**

- 8 Computer Vision und Machine Vision in der Automatisierungstechnik  
*Florian Beier/Michael Tärre*
- 17 Maschinell lernende Assistenzsysteme für Werkzeugmaschinen  
*Berend Denkena/Heinrich Klemme/Jonas Becker*
- 22 Der Einsatz von künstlicher Intelligenz zur Unterrichtsplanung in der beruflichen Bildung  
– exemplarische Möglichkeiten mit der elektronisch-didaktischen Assistenz EDDA  
*Julia Pargmann/Elisabeth Riebenbauer/Anna Leube/Florian Berding/Andreas Slopinski/Karin Rebmann*
- 29 Aufgaben mit ChatGPT generieren: Eine Einführung mit Prompttemplates am  
Beispiel Datenbankabfragen  
*Timo Hardebusch/Sven Jacobs/Steffen Jaschke*
- 35 Nutzen und Gefahren von Systemen wie ChatGPT in der Lehre des Maschinenbaus  
*Sebastian Feldmann/Georg Zemanek*

### **Forum**

- 40 Automatisierung und Optimierung des Schleifprozesses von Urnen aus Ton  
*Sion Mild/Mario Rotermund/Bennet Schubert*

### **Ständige Rubriken**

- I–IV BAG aktuell 1/2024  
44 Verzeichnis der Autorenschaft  
U3 Impressum

Beiträge in der Zeitschrift lernen & lehren sollen diskriminierungs- und gendersensibel verfasst sein. Das generische Maskulinum wird daher nicht verwendet. Solange im amtlichen Regelwerk der deutschen Rechtschreibung keine verbindlichen Sonderzeichen (Genderstern, Unterstrich, Doppelpunkt etc.) zur Einbeziehung nicht-binärer Geschlechtsidentitäten vorgegeben sind, wird auf deren Verwendung in der Zeitschrift verzichtet. Stattdessen werden konsequent andere Möglichkeiten zur Vermeidung diskriminierender Sprache und zur Sichtbarmachung von Diversität genutzt. Dazu zählt primär die Nutzung von geschlechtsneutralen Formulierungen. Wenn dieses nicht möglich ist, werden ausschließlich Beidnennungen (z. B. Schülerinnen und Schüler) verwendet.



## Editorial

# Künstliche Intelligenz in der gewerblich-technischen Berufsbildung



**MATTHIAS BECKER**



**GEORG SPÖTTL**

Das vorliegende Heft von lernen & lehren startet mit einem Editorial, das die Heftbetreuer von ChatGPT haben verfassen lassen. An der zweiten Position folgt das Editorial der Heftbetreuer, das konventionell verfasst wurde. Ob ein Editorial, das von künstlicher Intelligenz verfasst wird, inhaltlich genauso gestaltet wird wie von den Heftbetreuern, war eine Frage, die wir beantwortet haben wollten. Wir haben daher ChatGPT nachstehenden Auftrag gegeben:

*Schreibe ein Editorial mit dem Umfang einer Seite für eine Zeitschrift, die von Lehrkräften an Berufsschulen und Ausbildern gelesen wird, wobei die Ausgabe sich mit künstlicher Intelligenz in der Berufsbildung und in den Berufsfeldern des Maschinenbaus\*, der Elektrotechnik, der Fahrzeugtechnik und der Informationstechnik beschäftigt.*

*\* Maschinenbau statt Metalltechnik haben wir bewusst gewählt, um es ChatGPT zu erleichtern, passende Bezüge zu unserem Berufsfeld zu finden.*

Liebe Leserinnen und Leser, bitte vergleichen Sie die zwei Versionen des Editorials und bilden Sie sich selbst ein Urteil!

### EDITORIALTEXT VON CHATGPT:

Liebe Leserinnen und Leser,

willkommen zur aktuellen Ausgabe unserer Zeitschrift, die sich in diesem Monat einem hochaktuellen und zukunftsweisenden Thema widmet: der Integration künstlicher Intelligenz (KI) in die Berufsbildung und in den Berufsfeldern des Maschinenbaus, der Elektrotechnik, der Fahrzeugtechnik und der Informationstechnik. Die rasante Entwicklung von KI-Technologien hat längst Einzug in unseren Alltag gehalten, und es ist an der Zeit, auch die Bildungslandschaft darauf vorzubereiten.

Im Maschinenbau, einem Bereich, der traditionell von Präzision und Effizienz geprägt ist, eröffnen sich durch den Einsatz von KI ganz neue Perspektiven. Von der Automatisierung von Fertigungsprozessen

bis hin zur prädiktiven Wartung von Maschinen – die Möglichkeiten sind faszinierend. Doch wie können wir sicherstellen, dass unsere Auszubildenden mit den erforderlichen Fähigkeiten ausgestattet sind, um in dieser digitalen Ära erfolgreich zu sein?

Die Elektrotechnik, Fahrzeugtechnik und Informationstechnik stehen ebenfalls vor einschneidenden Veränderungen. Die zunehmende Vernetzung von Geräten und Systemen erfordert ein tieferes Verständnis für komplexe Algorithmen und Datenverarbeitung. Unsere Auszubildenden müssen nicht nur technisch versiert sein, sondern auch in der Lage, die Potenziale von KI in ihren Fachgebieten zu erkennen und zu nutzen.

In diesem Zusammenhang spielt die Rolle der Lehrkräfte und Ausbilder eine entscheidende Rolle. Die Integration von KI in die Ausbildung erfordert nicht

nur die Bereitstellung modernster Lehrmittel, sondern auch die kontinuierliche Weiterbildung der Lehrenden. Nur so können wir sicherstellen, dass die nächste Generation von Fachkräften bestens vorbereitet ist, die Chancen der digitalen Revolution zu nutzen.

Wir werfen in dieser Ausgabe einen genaueren Blick auf Best-Practice-Beispiele aus verschiedenen Bildungseinrichtungen. Wie gelingt es, KI nicht nur als Werkzeug, sondern als integralen Bestandteil des Lernprozesses zu etablieren? Welche Kompetenzen sollten unsere Auszubildenden erwerben, um in einer von KI geprägten Arbeitswelt erfolgreich zu sein?

Darüber hinaus beleuchten wir auch die ethischen Aspekte von KI in der Berufsbildung. Wie können wir sicherstellen, dass der Einsatz von KI die Werte unserer Gesellschaft widerspiegelt und nicht zu unerwünschten Folgen führt?

Die Welt der Berufsbildung steht vor aufregenden, aber auch herausfordernden Zeiten. Lassen Sie uns gemeinsam erforschen, wie wir die Potenziale von künstlicher Intelligenz optimal nutzen können, um die Qualität unserer Ausbildung zu steigern und unsere Fachkräfte fit für die Zukunft zu machen.

Viel Spaß beim Lesen und Entdecken!

### EDITORIALTEXT DER HEFTBETREUER:

Lernprozesse in der Berufsbildung unterliegen einem vielfältig beeinflussten Wandel. Fachliche Herausforderungen paaren sich mit zahlreichen Anforderungen aus den Bereichen künstlicher Intelligenz (KI), Nachhaltigkeit, Digitalisierung, Gleichwertigkeit, Inklusion, Genderfragen, Demokratie und vielen weiteren Themen. Für Nachhaltigkeit und Digitalisierung gibt es durchaus bereits Ansätze für ein Lernen, welche fachliche und überfachliche Kompetenzen im Sinne einer beruflichen Kompetenz zu fördern vermögen.

Allerdings bleiben noch sehr viele Fragen bislang unbeantwortet. Gleichwertigkeit, Inklusion, Genderfragen, Demokratie und weitere Inhaltsbereiche werden bereits in den allgemeinbildenden Fächern der Berufsbildung unterrichtet und sollen auch fächerintegrierend behandelt werden. Es gibt jedoch bisher kaum Erkenntnisse, welche Wirkungen diese Themen auf die Schülerinnen und Schüler haben. Gelingt es, angesichts der Komplexität der Lernherausforderungen wie auch der Unterrichtsgestaltung, eine ganzheitliche Kompetenzentwicklung hin zum Beruf in der gewerblich-technischen Berufsbildung zu etablieren?

Wie verhält es sich dabei mit der KI als einer zukunftsweisenden Technologie, die bereits umfassend im Alltag eingesetzt wird? Diese Technologie ist in

der Lage, im Kulturbereich Texte, Musik, Gedichte oder anderes zu produzieren und beeinflusst erheblich den Computerspielbereich. Sie ist sogar in der Lage, ein Editorial für diese Heftausgabe von lernen & lehren zu formulieren. Aber auch in der Produktion, dem Service, bei Diagnoseverfahren, beim Programmieren und anderen Anwendungen verbreitet sich KI wie eine „Wanderheuschrecke“.

Bei KI geht es darum, Computersysteme zu schaffen, die in der Lage sind, Aufgaben so zu bearbeiten wie Menschen und im besten Falle auf dem Niveau einer Expertin oder eines Experten. Dazu zählt das Verstehen von Sprache genauso wie das Sprechen, das Erkennen und Lösen von Problemen sowie das Lernen aus Erfahrungen. Beispiele dafür sind Chatbots wie ChatGPT (<https://chat.openai.com>) oder Google Bard (<https://bard.google.com>). Diese Tools arbeiten nicht mit festgelegten Algorithmen, sondern basieren auf der Verknüpfung von Daten und Fakten mit einer Logik, die den menschlichen Fähigkeiten nahe kommt oder – wenn es um die Verknüpfung großer Datenmengen geht – diese übersteigt. Da über das Internet nun eine unüberschaubare Menge von Daten zur Verfügung steht (Stichwort: Big Data), wird KI mehr und mehr auf enger geschnittene Bereiche angewendet. KI findet sich mittlerweile in folgenden Systembereichen (vgl. BECKER et al. 2021, S. 35 ff.):

- fertigkeitsbasierte Systeme, die (manuelle) menschliche Fertigkeiten automatisieren oder unterstützen: Robotik, Transportsysteme, Computer Integrated Manufacturing Lagersysteme in der Logistik,
- wissensbasierte Systeme, die den Umgang mit Wissen automatisieren oder unterstützen: Expertensysteme, Assistenzsysteme und Agenten,
- lernorientierte Systeme, die Optimierungsvorgänge, Einschätzungen und Entscheidungen automatisieren oder unterstützen: Fuzzy-Logik, neuronale Netze, maschinelles Lernen und modellbasierte Verfahren sowie
- simulationsorientierte Systeme, die Vorgänge und Prozesse aus der realen Welt in der cyberphysischen Welt abbilden: digitale Zwillinge.

KI-Systeme finden sich bereits bei Roboteranwendungen in Fabriken, in CNC-Maschinen, beim autonomen Fahren, bei der Materialentwicklung, bei Suchmaschinen im Internet, bei digitalen Anwendungen im Gesundheitswesen oder bei digitalen Assistenten auf dem Smartphone. Sie sollen gegebenenfalls gar das Lernen selbst erleichtern oder unterstützen. Aber gelingt das?

Lehrkräften sowie Ausbilderinnen und Ausbildern in der beruflichen Bildung stellen sich inzwischen massiv Fragen wie beispielsweise:

1. Soll ich KI gezielt einsetzen oder eher vermeiden? Welchen Entwicklungsstand hat die KI? Ist KI förderlich oder hinderlich für das Lernen?
2. Kann KI in der Ausbildung und im Unterricht das berufliche Lernen und Lehren unterstützen?

Zur ersten Frage werden nachstehend erste Antworten gegeben, die einerseits helfen sollen, die Diskussion um KI theoretisch einzugrenzen und andererseits werden ausgewählte Argumentationsrichtungen zusammengefasst.

Vor allem auf die zweite Frage geben die einzelnen Artikel in diesem Heft Antworten, die eine Orientierung zu Entwicklungsrichtungen in der Ausbildung und der Gestaltung und Durchführung konkreter Unterrichtsprozesse geben, die für die berufliche Bildung an allen Lernorten bedeutsamer werden.

### Zum Stand der KI

Es ist nachvollziehbar, dass KI als physikgestützte KI in der Forschung zunehmend an Bedeutung gewonnen hat. Bei komplexeren technischen Systemen müssen KI-Modelle die physikalischen Randbedingungen berücksichtigen, um Ergebnisse zu erzielen. Dabei werden Daten mit physikalischen Modellen wie etwa neuronalen ODEs (engl. ordinary differential equations) oder auch PINNs (engl. physics-informed neural networks) kombiniert und bei Simulationen genutzt (vgl. PINGEL 2023). Durch den Einsatz von KI lassen sich Simulationen beschleunigen, indem ein extrem rechenintensives First-Principles-Modell eines Systems ersetzt wird, ohne dass die Genauigkeit darunter leidet. Ein inzwischen sehr bekanntes Feld von physikgestützter KI ist das „Machine Learning“ und Verfahren der Mustererkennung für die biomedizinische Bildverarbeitung und bei der Diagnose.

Überlegungen, maschinelle Diener für den Menschen zu entwickeln, gab es bereits vor rund 3.000 Jahren in China und im antiken Griechenland. Heute gilt allgemein das „Summer Research Project on Artificial Intelligence“, welches im Jahre 1956 am Dartmouth College in Hanover (New Hampshire) stattfand, als die Geburtsstunde der KI (vgl. ITTSTEIN 2020, S. 39). Bei dieser Konferenz dominierte die Ansicht der Teilnehmenden, dass „Intelligenz auch außerhalb des menschlichen Gehirns, genauer durch die Computer, geschaffen werden könne“ (ebd.). Minsky formulierte daraufhin gar eine Theorie und ein computerbasiertes mentales Modell für die Funktion des menschlichen Gehirns namens „Mentopolis“ (vgl. MINSKY

1990). Beim gegenwärtigen Entwicklungsstand der KI werden drei Entwicklungsstufen unterschieden:

1. „Narrow Artificial Intelligence“ (NAI) – auch als „schwache KI bezeichnet:

Dieser Ansatz wird für abgegrenzte Problemstellungen genutzt. Die im Alltag anzutreffenden KI-Lösungen sind meist dieser Entwicklungsstufe zuzuordnen.

2. General Artificial Intelligence“ (GAI):

Diese Entwicklungsstufe bezieht sich auf Algorithmen, die auf vielfältige Themen angewandt werden können. Die Forschung ist heute noch nicht so weit, eine allgemeine KI entwickelt zu haben.

3. „Super Artificial Intelligence“ (SAI):

Bei dieser Stufe stehen computergestützte Programme im Mittelpunkt, die der menschlichen Intelligenz überlegen sind. Eine Umsetzung dieses Ansatzes ist noch weit entfernt und viele Expertinnen und Experten können es sich nicht vorstellen, dass es jemals solche überragenden Maschinen geben wird.

Die aktuell genutzten Ansätze der KI sind also der ersten Kategorie, der NAI, zuzuordnen. Ein Teilgebiet, nämlich das „maschinelle Lernen“ ist dabei besonders sichtbar. Dabei geht es um computergestützte Verfahren zur Verarbeitung von Daten und Rechenergebnissen, um ein System zu trainieren. Während ein Algorithmus die Verarbeitung vorgibt, wird bei den Verfahren des maschinellen Lernens das Ziel vorgegeben und die KI erkennt Muster und Gesetzmäßigkeiten in Trainingsdaten, die dann als Modelle für Problemlösungen oder andere Aufgabenstellungen nutzbar sind. Solche Verfahren des „Lernens“ werden wie folgt unterschieden:

- „Supervised Learning“ (überwachtes Lernen) – zum Beispiel Entscheidungen treffen, wer oder was auf einem Bild dargestellt wird;
- „Unsupervised Learning“ (unüberwachtes Lernen) – Ziel ist, Muster bei Daten zu erkennen;
- „Reinforcement-Learning“ (verstärkendes Lernen) – für ein gegebenes Problem eine optimale Strategie finden. Dieses Verfahren zählt zu den aktuell im Vordergrund stehenden Ansätzen der KI.

Besonders zu erwähnen sind neuronale Netze und das darauf aufbauende „Deep Learning“ (vgl. ITTSTEIN 2020, S. 43 f.). Solche Verfahren dienen dem Erkennen von Zusammenhängen, die einfachen Algorithmen des maschinellen Lernens verborgen bleiben. Hirnstrukturen und künstliche neuronale Netze sind allerdings in Struktur und Wirkungsweise nicht kongruent. Es handelt sich vielmehr um „ma-

thematische Modelle für Computerprogramme, die bestimmten Organisationsprinzipien biologischer neuronaler Netze nacheifern“ (ebd.).

### **KI in der Anwendung**

Wir befinden uns derzeit also noch in der „Narrow KI“, der ersten Entwicklungsstufe. Das gibt uns die Möglichkeit, die Anwendungen auch in der gewerblich-technischen Berufsbildung mitzugestalten.

Der derzeitige Status der KI ist durch eine große Vielfalt denkbarer Entwicklungen gekennzeichnet. In einer Ausgabe der ZEIT vom 20. Dezember 2023 (HEGEMANN 2023, S. 52) wird zusammenfassend festgestellt:

„Künstliche Intelligenz wird alles schneller, bequemer, effizienter, profitträchtiger, eben einfach perfekt machen. ... KI wird Arbeitsplätze vernichten, neue Kontroll- und Spionagesysteme etablieren, den Menschen unterwerfen, verblöden und Informationen von höchst zweifelhaftem Wahrheit- und Geschmackswert ausspeien.“

Auch in den Ingenieurwissenschaften stellt sich die Frage, wohin sich die Arbeitswelt entwickeln wird, weil die Anwendungsfälle für die KI noch eher experimentell erschlossen werden.

Trotz dieser weitverbreiteten eher kritischen Positionen gehen Unternehmensberatungen in ihren Überlegungen weiter und verweisen auf die Chancen mittels KI. Folgt man beispielsweise Gartner, dann „haben Unternehmen, die KI-Engineering-Praktiken zur Entwicklung und Verwaltung adaptiver KI-Systeme eingeführt haben, einen klaren Wettbewerbsvorteil: 2026 werden solche Vorreiter ihre Konkurrenten in Bezug auf die Anzahl und den Zeitaufwand für die Operationalisierung von KI-Modellen um mindestens 25 Prozent übertreffen. Folglich müssen Unternehmen eine klare Strategie für sich entwickeln“ (PINGEL 2023, S. 1).

Für Unternehmen kommt es letztendlich sehr darauf an, abzuschätzen, welche Modelle für sie vielversprechende Lösungen anbieten. Handelt es sich um physikgestützte KI-Modelle, die in der Regel die reale Welt berücksichtigen oder ist es die Zusammenarbeit von Forschenden, Ingenieurinnen und Ingenieuren, Datenwissenschaftlerinnen und Datenwissenschaftlern sowie Personalplanenden, um KI unternehmens- und branchenbezogen auszubauen? Oder handelt es sich um erklärable KI-Modelle, die für Unternehmen eine Lösung anbieten und sich an Hardware anpassen. Die Erklärbarkeit von Modellen und Anwendungen ist dabei ein wichtiger Faktor, was auch dazu führt, dass Machine-Learning-Modelle bevorzugt werden, weil sie kompakt sind und den

Anwendungen durch einfache Interpretierbarkeit entgegenkommen.

Es kann festgestellt werden, dass bei den KI-Anwendungen zur Zeit der Pragmatismus überwiegt. Zum Einsatz kommen die Anwendungen überall, wo diese als Assistenz nutzbringend sind – weniger aber dort, wo sie Menschen Entscheidungen abnehmen und Facharbeit ersetzen. Soll eine Smart Factory vorangetrieben werden, die auf Flexibilität und effiziente Prozesse setzt, deren Mitarbeitende durch „digitale Werkerassistenz“ unterstützt werden (vgl. SENFTLEBEN 2023, S. 29), dann ist eine konsequente Vernetzung aller an der Produktion beteiligten Prozesse, Maschinen, Werkzeuge und Ressourcen notwendig. Mit der digitalen Werkerassistenz wird eine Prozessoptimierung betrieben, um die Effizienz in der digitalen Fertigung zu erhöhen. Werkerassistenz-Systeme können auch helfen, Datenanhäufungen und in diesem Sinne Datensilos aufzubrechen und Wissen jederzeit zugänglich zu machen, um Arbeitsabläufe zu vereinfachen (vgl. ebd.). Fachkräfte der Metall- und Elektroindustrie spielen beim Einsatz der Assistenzsysteme eine wichtige Rolle und müssen auf Aufgaben, die bei der Nutzung von KI-Systemen zum Einsatz kommen, vorbereitet werden.

### **KI als Herausforderung in der Berufsbildung**

Die Erstausbildung und Weiterbildung muss sich vor allem auf die sehr spezifischen KI-Anwendungsfälle in Unternehmen beziehen. Während die Anwendung selbst oft in Maschinen und Programmen integriert ist und „auf Knopfdruck“ funktioniert, besteht für das Lernen die Herausforderung, mit den Wechselwirkungen auf Prozesse und Fertigungsverfahren umzugehen und allgemein die Bedeutung und Tragweite der KI bezüglich der eigenen Arbeit einzuschätzen. Beispielsweise geht es um

- das Programmieren mit Hilfe von KI-generiertem Programmcode,
- Anwendungen zur Messung, welche Wirkung Feuchtigkeit auf die Qualität von Materialien hat (relevant für Metall- und Elektroberufe),
- die Unterstützung der Materialentwicklung durch einen dafür präparierten Chatbot,
- das Korrigieren und Anpassen von Fertigungsparametern auf der Basis von Messungen von Schnittdaten im Prozess,
- das Erkennen von Macken im Fertigungsprozess mithilfe von Kameras (relevant für Metall- und Elektroberufe),
- die Unterstützung der Qualitätskontrolle in der Produktion (relevant für Metall- und Elektroberufe),

- das Vorhersagen von Maschinenverhalten und Instandhaltungserfordernissen in der Produktion.

Das sind konkrete Anwendungsfälle, mit denen Auszubildende inzwischen konfrontiert werden und die sie letztlich beherrschen müssen.

Dass KI im Zusammenspiel mit Digitalisierung die Strukturen von Arbeitsplätzen verändert, ist naheliegend. Darauf muss in der Gestaltung der Berufsbilder und Lehrpläne vor allem bei den Metall- und Elektroberufen reagiert werden. Spätestens wenn – wie im nachstehenden Fall beschrieben – Tarifverträge auf KI und Digitalisierung ausgerichtet werden, sind auch die Gestaltenden der Berufsbilder und Lehrpläne gefordert (vgl. DIGITALISIERUNGSTARIFVERTRAG 2023). Diese auf der Ebene der „Narrow KI“ stattfindenden Aktivitäten (z. B. Aufbereitung von Zerspanungsdaten) sind sehr ernst zu nehmen, haben sie doch umfassende gesellschaftliche und ökonomische Folgen.

Digitalisierung ist letztlich das Fundament für KI und betrifft daher direkt die Beschäftigten in den Berufsfeldern der Elektrotechnik, Fahrzeugtechnik, Informationstechnik und Metalltechnik. Im sogenannten Digitalisierungstarifvertrag zwischen der Dienstleistungsgewerkschaft ver.di und der Firma Hennes & Mauritz sind wegweisende Schwerpunkte für das Arbeiten in neuen, digitalisierten, von KI durchsetzten Arbeitsfeldern aufgenommen (vgl. ebd.). Im § 2 bekennen sich die beiden Parteien zur „Zukunft des stationären Einzelhandels und zur Digitalisierung des Unternehmens. Die gemeinsame menschengerechte Gestaltung der Digitalisierung ist erforderlich, um das Unternehmen zum Vorbild und Vorreiter zu machen, um gute Arbeitsbedingungen zu gewährleisten, den benötigten Fortschritt im Rahmen der Digitalisierung zu erreichen und das Unternehmen auf diese Weise langfristig zu sichern“ (S. 2). Für die Partner ist es mehr oder weniger Bedingung, dass IT-Systeme (verstanden als IT-Produkte, IT-Services und IT-Anwendungen) zum Einsatz kommen, die dienen und genutzt werden können, jedoch Arbeitsplätze nicht ersetzen (ebd.).

Sehr konsequent wird im Tarifvertrag in § 3 auf die Gestaltung von Arbeit abgehoben und dabei die Ergonomienorm DIN EN ISO 9241-2 bemüht, die darauf abzielt, die Arbeitsgestaltung (auch bei Nutzung von KI) menschengerecht auszurichten und dafür Kriterien aufzustellen. KI sollte demnach von ermüdenden Routinen entlasten, aber eher Handlungsspielräume erweitern, auf die Bedienenden ausgerichtet sein und vieles mehr.

Auffallend bei den Kriterien zur menschengerechten Gestaltung von Arbeit im Digitalisierungstarifvertrag ist, dass diese die Benutzenden, also die Menschen

und deren Handlungsfähigkeit in den Mittelpunkt stellen. Dieser Rahmen ist als Herausforderung für die Berufsbildung zu verstehen, und es ist die Frage zu klären, wie sich zu einer digitalisierten und KI-gesteuerten Arbeitswelt passende Kompetenzentwicklungsprozesse gestalten und umsetzen lassen.

Die Beiträge in diesem Heft geben erste Anhaltspunkte für Lehrkräfte und Ausbildungspersonal zum Umgang mit KI und dazu, wie – in welchen Kontexten – neue Inhalte vermittelt werden können. Alle Beiträge zeigen: Es muss eine Auseinandersetzung mit KI stattfinden, die nicht nur Grundlagen vermittelt, sondern die veränderten Arbeitsprozesse in den Berufen aufbereitet. Der Beitrag von BEIER und TÄRRE greift dieses mit Blick auf die Automatisierungstechnik auf. Derzeit stehen die KI-Chatbots im Mittelpunkt der öffentlichen Diskussion. Viel wichtiger ist aber, dass diese Bots die Grundlage für die sehr spezifischen Anwendungsprogramme sind, die zur Programmierung von Fertigungsprogrammen (vgl. den Beitrag von DENKENA et al.), zur Unterstützung der Unterrichtsplanung und -gestaltung (PARGMANN et al.), zur Optimierung von Datenbankabfragen (HARDEBUSCH et al.) sowie zum Generieren KI-gestützter Lösungen (FELDMANN & ZEMANEK) genutzt werden. Abgeschlossen wird das Heft mit einem Beitrag von Mild et al. zur Automatisierungstechnik. Es handelt sich dabei um ein von den Autoren selbst durchgeführtes Projekt.

Die Artikel im Heft haben einerseits oft einen Bezug zu Chatbots wie ChatGPT, gehen jedoch auch darüber hinaus. BEIER und TÄRRE thematisieren Computer-Vision in der Automatisierungstechnik. Konkret werden unterschiedliche Hard- und Softwarekomponenten beschrieben und aufgezeigt, inwieweit sie für ein Open-Source-Lernsystem genutzt werden können.

DENKENA et al. beschäftigen sich mit maschinell lernenden Assistenzsystemen für Werkzeugmaschinen und gehen davon aus, dass diese die Berufswelt in der Metall- und Elektrobranche spürbar verändern werden. Als besonders Betroffene identifizieren sie Zerspanungsberufe. Sie gehen davon aus, dass Fachkräfte zukünftig auch ganze Fertigungszellen zu programmieren haben. Große Sprachmodelle wie ChatGPT in Werkzeugmaschinen zu integrieren, um die Programmierarbeit zu erleichtern, sehen die Autoren deshalb als zentrale Anforderung. Ganz anders die Autorengruppe Pargmann et al., die sich in ihrem Artikel mit der Frage der Gestaltung von Unterricht mit Hilfe von KI auseinandersetzt. Sie nehmen dafür die Lernplattform EDDA zu Hilfe, welche auf der Basis maschinellen Lernens Empfehlungen für die Unterrichtsplanung zu geben in der Lage ist. Aktuell konzentriert sich EDDA allerdings allein auf wirtschaftsdidaktische Unterrichtsentwürfe. Eine Aus-

weitung des Anwendungsgebietes wäre sicherlich interessant.

Die Autorengruppe HARDEBUSCH et al. verfolgt die Optimierung von Datenbankabfragen mit Hilfe von ChatGPT. Dabei steht der Einsatz von Large Language Models in der Ausbildung von Fachinformatikerinnen und Fachinformatikern mit Fachrichtung Anwendungsentwicklung im Mittelpunkt. Es wird an Beispielen aus dem Bereich Datenbankabfragen gezeigt, wie Aufgaben generiert und transformiert werden können, wobei die Rolle von praktischen Prompttemplates mit vorgestellt wird. Die Autoren FELDMANN und ZEMANEK konzentrieren sich auf die Darstellung des Nutzens und der Gefahren von Systemen wie ChatGPT in der Lehre des Maschinenbaus. Sie heben dabei die generative künstliche Intelligenz und sogenannte Large Language Modelle und deren Leistungsfähigkeit hervor. Die bisher in diesem Umfang nicht dagewesene Fähigkeit, Texte zu interpretieren und völlig neue Inhalte wie aus dem Nichts zu generieren, sehen sie durchaus als riskante Entwicklung für die Lehre und Forschung. In einem Diskurs zum Thema genereller künstlicher Intelligenz werden die Risiken und Chancen der Large Language Modelle näher beleuchtet und es werden erste Erfahrungen zum „Einsatz von künstlicher Intelligenz in der Lehre“ des Maschinenbaus diskutiert.

### Literatur

BECKER, M., SPÖTTL, G. & WINDELBAND, L. (2021): Künstliche Intelligenz und Autonomie der Technologien in

der gewerblich-technischen Berufsbildung. In: SEUFERT, S.; GUGGEMOS, J.; IFENTHALER, D.; SEIFRIED, J.; ERTL, H. (Hrsg.): Künstliche Intelligenz in der beruflichen Bildung: Zukunft der Arbeit und Bildung mit intelligenten Maschinen?! Zeitschrift für Berufs- und Wirtschaftspädagogik, Beiheft 31, S. 31-54.

DIGITALISIERUNGSTARIFVERTRAG (2023): Tarifvertrag „ver.di“ und H & M Hennes & Mauritz. Hamburg.

HEGEMANN, L. (2023): „Wir werden Bürojobs sehen, die einfach verschwinden“. DIE ZEIT, Nr. 52, 20. Dezember, S. 52. Interview von Lisa Hegemann mit dem Ökonom Carl Frey.

ITTSTEIN, D. J. (2020): Künstliche Intelligenz - eine Standortbestimmung. In: BRANDSTETTER, N.; DOBLER, R.-M.; ITTSTEIN, D. J.: Künstliche Intelligenz – interdisziplinär. Tübingen: UVK.

MINSKY, M. (1990): Mentopolis. Stuttgart: Klett-Cotta. (Orig.: The Society of Mind. 1988)

PINGEL, J. (2023): Künstliche Intelligenz KI-Trends für Ingenieure: Wohin geht die Reise? Online: <https://www.industry-of-things.de/ki-trends-fuer-ingenieure-wohin-geht-die-reise-a-7e1be516701880a6b22e199487d10695/?r=ext>

SENFTLEBEN, CH. (2023): Was die digitale Werkerassistenz bringt. In: Betriebstechnik und Instandhaltung – Die Industriezeitung. Ausg. 5/23, S. 29. Online: <https://issuu.com/b-und-i/docs/a3-bundi-5-23?fr=sMWI2MDY1MDk3NjM>

## Liebe Leserinnen und Leser,

die Zeitschrift „lernen & lehren“ möchte sehr gern vor allem den Fachleuten an den Lernorten die Möglichkeit einräumen, die vielfältigen Erfahrungen gut funktionierender Ausbildungs- und Unterrichtspraxis in Beiträgen der Zeitschrift zu veröffentlichen. Daher möchten wir Sie ermuntern, sich mit der Schriftleitung in Verbindung zu setzen. Wir streben wie bisher an, pro Heft zwei vom Themenschwerpunkt unabhängige Beiträge zu veröffentlichen.

Wenn Sie Interesse haben, an einem Themenschwerpunkt mitzuwirken, setzen Sie sich bitte rechtzeitig mit uns in Verbindung, da die Herstellung der Zeitschrift einen langen zeitlichen Vorlauf benötigt.

Wir freuen uns auf Ihre Rückmeldung!

*Herausgeber und Schriftleitung*

# Computer Vision und Machine Vision in der Automatisierungstechnik



FLORIAN BEIER



MICHAEL TÄRRE

Künstliche Intelligenz und maschinelle Lernverfahren führen zu vielfältigen Einsatz- und Anwendungsmöglichkeiten von Computer Vision und Machine Vision in der Automatisierungstechnik. Der Beitrag thematisiert wesentliche Grundlagen von Computer Vision und Machine Vision. Des Weiteren werden grundlegende Hard- und Softwarekomponenten gegenübergestellt, die für die Integration eines Computer-Vision-Systems in eine bestehende Lern- und Arbeitsumgebung notwendig sind. An der BBS Neustadt am Rübenberge in der Region Hannover (kurz: BBS Neustadt) wurde bzw. wird maschinelles Sehen in eine Smart-Factory integriert, sodass auch (Praxis-)Erfahrungen aus dieser Integration in den Beitrag eingehen.

## KÜNSTLICHE INTELLIGENZ – MASCHINELLES LERNEN – TIEFES LERNEN

In den vergangenen Jahren wurden aufgrund erhöhter Rechnerleistungen und einer sehr dynamischen Forschung bedeutende Fortschritte in der Anwendung von KI erzielt. Fortschritte vor allem auf Gebieten der Mechatronik, Elektrotechnik und Regelungstechnik erlauben es autonomen Systemen, ihre Umwelt bzw. Umgebung wahrzunehmen und infolgedessen ihr Verhalten interaktiv in Echtzeit anzupassen. Wesentliche Unterscheidungsmerkmale von KI-Systemen und auch autonomen Systemen gegenüber konventionellen Softwaresystemen sind Fähigkeiten, die Umwelt wahrzunehmen, das Wahrgenommene zu verstehen und daraus zu lernen, um selbstständig Entscheidungen zu treffen, dementsprechend zu handeln und mit der Umwelt bzw. Umgebung zu kommunizieren (siehe dazu Fachforum Autonome Systeme im Hightech-Forum 2017).

KI-Systeme oder auch lernende Systeme lassen sich für eine Vielzahl an Datenanalysen, Dokumentenver-

arbeitungen, Mustererkennungen, Entscheidungsunterstützungen und Entscheidungsfindungen durch (Software-)Algorithmen bis hin zu (teil-)autonomen Aktionsausführungen entwickeln. KI ist ein relativ weit gefasster Begriff, der unterschiedliche Technologien umfasst. Beim Machine Vision (MV) und beim Computer Vision (CV) geht es um die Aufnahme und Interpretation visueller Eingaben. Sowohl Computer Vision als auch Machine Vision nutzen die Bild erfassung und -analyse, um Aufgaben mit einer Geschwindigkeit und Genauigkeit auszuführen, die das menschliche Auge nicht zu erreichen vermag. Diese sogenannte „starke“ oder „allgemeine“ KI verfolgt die Zielsetzung, menschliche Intelligenz nachzubilden und somit breitere kognitive Leistungen zu erzielen.

Um menschliche Fähigkeiten wie Bilderkennung und Bildanalyse nachzubilden sind KI-Lösungen erforderlich, die neben der Fähigkeit „Sehen“ auch die Fähigkeiten „Wahrnehmung“ und „Lernen“ umfassen. Bei diesen KI-Lösungen ist Machine Vision das „Auge von

Industrie 4.0“ und KI sowie Machine Learning (ML, maschinelles Lernen) sind das „Gehirn von Industrie 4.0“. Machine Learning versetzt Maschinen in die Lage, aus Erfahrungen (Daten) zu lernen, Muster zu identifizieren und ohne explizite Programmierung Entscheidungen zu treffen. Die Ausführungs- und Berechnungsschritte werden nicht vom Menschen programmiert, sondern über die Lernfähigkeit der Systeme selbst entwickelt. Die Verfahren und Algorithmen sind in der Lage, aus Beispiel- bzw. Trainingsdaten zu lernen und Modelle zu entwickeln, die dann auch auf neue, zuvor noch unbekannte Daten angewendet werden können. Idealerweise können sich die Systeme somit außerdem an veränderte Umweltbedingungen anpassen. Entwicklungen im Bereich des maschinellen Lernens haben einen erheblichen Beitrag zur Weiterentwicklung von KI geleistet. In Expertengruppen wird maschinelles Lernen als Schlüsseltechnologie von KI verstanden (vgl. FRAUNHOFER-GESELLSCHAFT 2018, S. 5, 8).

Drei Hauptarten bzw. Lernstile gibt es für maschinelle Lernverfahren: unüberwachtes Lernen, überwachtes Lernen und verstärkendes Lernen.

- Beim *unüberwachten Lernen* reichen die rohen Beispieldaten aus, um grundlegende Muster oder Strukturen in den Daten bzw. Datensätzen zu identifizieren (vgl. FRAUNHOFER-GESELLSCHAFT 2018, S. 10).
- Beim *überwachten Lernen* liegen bekannte Trainingsdatensätze zu Grunde, um das Modell zu trainieren. Die Datenvorverarbeitung zur Generierung von bekannten Trainingsdatensätzen ist notwendig, wenn Objekte klassifiziert und Werte geschätzt oder vorhergesagt werden sollen.
- Beim *verstärkenden* bzw. *bestärkenden* Lernen nutzen Maschinen Feedback aus ihrer Interaktion mit der Umwelt bzw. lernen in einer interaktiven Umgebung, um zukünftige Aktionen zu verbessern und Fehler zu verringern. Diese Art des Lernens kommt häufig in der Robotik zur Anwendung, wenn z. B. die beste Greifbewegung für Objekte erlernt werden soll (vgl. FRAUNHOFER-GESELLSCHAFT 2018, S. 10).

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass maschinelle Lernverfahren eine große Menge an qualitativ hochwertigen und gut ausgewählten Daten erfordern, um wirksam sowie effektiv zu sein. Je umfangreicher und diverser sowie variabler der Datensatz, desto besser kann das Modell lernen und verallgemeinern, wobei der „Lernprozess“ (siehe Ablaufdiagramm in Abbildung 1) eine entsprechend hohe Rechenleistung benötigt. Künstliche Neuronale Netze (KNN) nutzen verschiedene Lernverfahren,

wobei i. d. R. überwachtes und verstärkendes bzw. bestärkendes Lernen als Lernstile dominieren.

Maschinelles Lernen erfolgt häufig mit KNN, die angeregt durch das Verständnis verteilter neuronaler Prozesse im Gehirn entstanden sind. KNN sind Computermodelle, die Aspekte des menschlichen Gehirns, insbesondere Neuronen (Schichten von Knoten) nachbilden. Die Grundeinheit eines künstlichen neuronalen Netzes ist ein einzelnes Neuron bzw. ein einzelner Knoten. Einzelne Verbindungen zwischen in Software realisierten Neuronen haben eine numerische Gewichtung, ab dem das künstliche Neuron – in Abhängigkeit von einer Aktivierungsfunktion – an die mit ihm verbundenen künstlichen Neuronen in der nächsten Schicht Signale weiterleitet. Dabei werden die Repräsentationen der Eingabe mit steigender Anzahl von Schichten immer abstrakter. Die Berechnung des Gesamtergebnisses am Ausgabe-Neuron wird optimiert, indem mit jedem Trainings- oder Lerndurchlauf die numerische Gewichtung bzw. die Gewichte der künstlichen Neuronen verändert werden. Ziel des Trainings des Modells ist, von den Eingabedaten auf die richtigen Ausgabedaten zu schließen. Sehr komplexe Muster können mit einer sehr hohen Anzahl an Schichten und unter Verwendung einer großen Menge an Trainingsdaten repräsentiert werden. Maschinelle Lernverfahren, die auf sehr komplexen künstlichen neuronalen Netzen basieren, bezeichnet man als Deep-Learning-Verfahren. Tiefe künstliche neuronale Netze bestehen aus vielen in Software realisierten Schichten von Neuronen bzw. Knoten (siehe Abbildung 1: eine Eingabeschicht mit Eingabeneuronen, mehrere bzw. viele verborgene Schichten mit versteckten Neuronen, eine Ausgabeschicht mit Ausgabeneuronen, siehe dazu ausführlich BEIER & TÄRRE 2023), die subsymbolische Modelle im Gegensatz zu symbolischen Modellen bilden und die sich zudem effizient in parallelen Rechnersystemen trainieren lassen.

Ein Convolutional Neural Network (CNN oder Conv-Net, faltendes neuronales Netz) ist eine Netzwerkarchitektur für Deep Learning, um insbesondere Muster in Bildern zu finden und Objekte, Klassen und Kategorien zu identifizieren. Zudem sind CNN bei der Klassifizierung von Audio-, Zeitreihen- und Signalen sehr effektiv. Im Gegensatz bzw. im Vergleich zu einem klassischen neuronalen Netz hat ein CNN gemeinsame Gewichtungen und Bias-Werte, die für alle verborgenen Neuronen in einer bestimmten Schicht gleich sind. Dies bedeutet, dass alle verborgenen Neuronen das gleiche Merkmal in verschiedenen Bildbereichen identifizieren. Auf diese Weise wird erreicht, dass das Netz tolerant gegenüber der Verlagerung von Objekten in einem Bild ist. Ein Netz, das z. B. auf die Erkennung von Platinen trainiert ist,

kann diese Aufgabe überall dort erfüllen, wo sich die Platine im Bild befindet. CNN kommen insbesondere zum Einsatz, wenn eine große Menge komplexer Daten (z. B. Bilddaten) der Anwendung zu Grunde liegen.

Klassische maschinelle Lernverfahren, die sich auf Statistik wie bspw. Regressionskurven, Random Forests, Entscheidungsbäume, usw. stützen, erfordern keine besonders hohe Rechenleistung und die erzielten Ergebnisse sind i. d. R. relativ einfach bzw. einfacher zu interpretieren. Deep-Learning-Verfahren stellen dagegen erhöhte Anforderungen an die Hardware, insbesondere in Form von speziellen Grafikkarten, und an die Rechnerleistung. Erfolgreiche Verfahren des Deep Learning sind auch für Expertinnen und Experten schwer validierbar, da sie i. d. R. keine verständlichen Erklärungen liefern und infolgedessen den Aufbau von Vertrauen erschweren. Tiefe neuronale Netze lassen sich schlecht interpretieren. Des Weiteren ist es nicht möglich, erlerntes Wissen als Ergebnis der Deep-Learning-Verfahren mit abstraktem Expertenwissen in für Menschen verständlicher Form (symbolisch) zu kombinieren.

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass maschinelles Sehen sowie die Weiterverarbeitung der (Wahrnehmungs-)Ergebnisse auf künstlicher Intelligenz und maschinellen Lernen mithilfe von tiefen neuronalen Netzen basiert (Abb. 1).

Künstliche Intelligenz und maschinelles Lernen sind in Wissenschaft, Politik und Wirtschaft hochrelevante Themen. Eine zentrale ethische Herausforderung ist, die KI-Systeme so zu entwickeln und zu gestalten, dass sie mit den zu Grunde liegenden Gesellschafts-, Rechts- und Wertevorstellungen kompatibel bzw. in Einklang zu bringen sind. An dieser gesellschaftlichen Debatte sollten nicht nur akademisch qualifizierte Fachkräfte, sondern auch dual ausgebildete Facharbeiterinnen und Facharbeiter beteiligt sein. Die Themen sind sowohl für den berufsbezogenen Lernfeldunterricht als auch für den berufsübergreifenden Lernbereich (Politik, Religion/Werte und Normen, Englisch/Kommunikation) relevant sowie interessant mit Blick auf die Motivation der Lernenden (Digital-Native-Generation).

## COMPUTER VISION UND MACHINE VISION BEI AUTOMATISIERUNGSAUFGABEN

Bildverarbeitungstechnologien spielen bei der Entwicklung von Automatisierungslösungen für die gewerblich-technische Facharbeit eine zentrale Rolle. Um z. B. Automatisierungsprozesse zu beschreiben, werden Aufnahmen aller Prozesse erstellt. Machine Vision kombiniert mit weiteren Technologien kommt dabei zur Anwendung, um den Automatisierungspro-

zess vollständig zu erfassen und den damit gewonnenen Input anschließend für die Programmierung der „digitalen Mitarbeiter“ zu nutzen.

Computer-Vision-Systeme und Machine-Vision-Systeme haben größtenteils dieselben Komponenten:

- Bildgebungsgerät (z. B. eine oder mehrere digitale oder analoge Kameras),
- Schnittstelle zur Digitalisierung des Bildes (so genannte Framegrabber, bei einigen Digitalkameras mit moderner Schnittstelle ist kein Framegrabber erforderlich),
- Prozessor (in der Regel ein Computer oder ein eingebetteter Prozessor),
- Eingabe/Ausgabe-Gerät oder eine Kommunikationsverbindung zur Übermittlung der Ergebnisse,
- Software, die die Bilder über einen Computer oder ein internes System verarbeitet (z. B. wie bei „intelligenten“ Kameras).

Eine trennscharfe Abgrenzung ist schwierig, da Machine Vision und Computer Vision sich überschneidende oder auch eng verwandte Technologien sind. Der Begriff Machine Vision bezieht sich auf den Einsatz von Computer Vision in industriellen Umgebungen und Anwendungen und wird somit auch als Unterkategorie von Computer Vision angesehen, wobei für eine Klassifizierung in diesem Sinne eigentlich eine genaue Analyse des konkret vorliegenden Machine-Vision-Systems notwendig ist. Im Beitrag werden Machine Vision und Computer Vision als Technologien verstanden, die Informationen aus visuellen Formaten wie Bildern, Dokumenten, Computerbildschirmen und Videos verarbeiten können. Zielsetzung im industriellen Bereich ist, menschliche Fehler zu reduzieren und infolgedessen Produktqualität und Qualitätsprüfung zu verbessern. Für die Facharbeit und die Beschäftigten bedeutet dies eine Erleichterung bei monotonen geistigen bzw. repetitiven Tätigkeiten, bei denen die Konzentration der Mitarbeitenden nach einiger Zeit stark nachlässt, und infolgedessen häufig anspruchsvollere Tätigkeiten nach der Implementierung von Maschine bzw. Computer Vision.

Computer Vision und Machine Vision (auch „Maschinelles Sehen“ oder „Bildverstehen“) stellen weltweit eine Schlüsselkomponente in der immer stärker vorschreitenden Automatisierung dar (vgl. STATISTA MARKET INSIGHTS August 2023):

- Die Marktgröße im Computer-Vision-Markt in Deutschland wird etwa 1,02 Milliarden Euro im Jahr 2024 betragen.

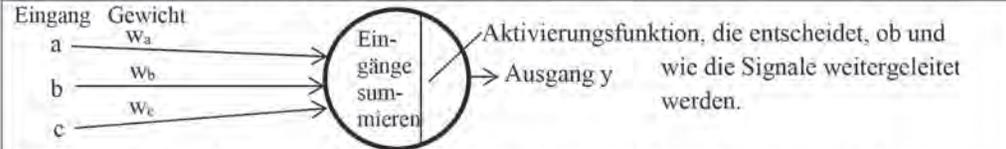
### Künstliche Intelligenz (KI)

Künstliche Intelligenz (KI) imitiert menschliche kognitive Fähigkeiten, indem Informationen aus Eingabedaten erkannt und sortiert bzw. klassifiziert werden. Basis für KI sind programmierte Abläufe oder maschinelle Lernverfahren, die Informatik und reale Datensätze kombinieren. Wesentliche Unterscheidungsmerkmale von KI-Systemen gegenüber konventionellen Softwaresystemen sind (1) Wahrnehmen der Umwelt, (2) Verstehen des Wahrgenommenen, (3) Lernen aus Daten, (4) autonomes Treffen von Entscheidungen sowie dementsprechendes Auslösen von Handlungen/Prozesse und (5) Kommunikation mit der Umwelt.

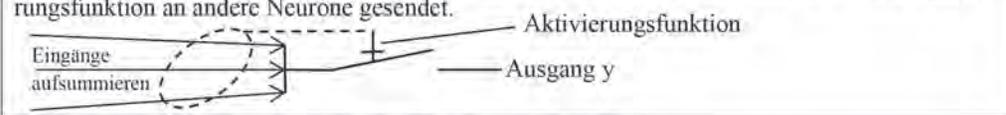
### Maschinelles Lernen (Machine Learning)

Maschinelles Lernen repräsentiert einen iterativen (Software-)Prozess der „Schätzung“ und „Bewertung“ von Beispiel-, Test- und Trainingsdatensätzen, der bis zur gewünschten Genauigkeit des Modells wiederholt durchlaufen wird. Einschränkend ist darauf hinzuweisen, dass auch beim Training bzw. Lernen mit sehr großen Datensätzen nicht zwangsläufig ein perfektes Modell (100 Prozent Vorhersagegenauigkeit) erzielt wird.

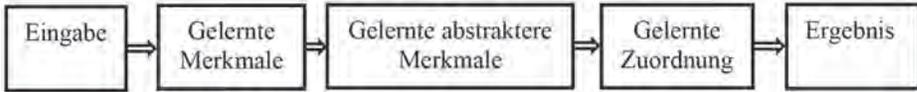
### Tiefes Lernen (Deep Learning) mithilfe von künstlichen neuronalen Netzen



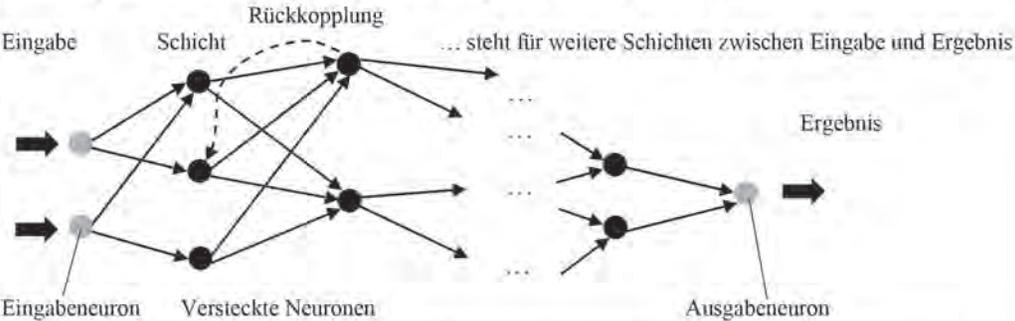
Ein Neuron ist vergleichbar mit einem „Schalter“ mit einem Informationseingang und -ausgang. Der Schalter wird „geschlossen“, wenn genügend Impulse anderer Neurone am Informationseingang auftreten. Am Informationsausgang wird dann ein Signal in Abhängigkeit von der Aktivierungsfunktion an andere Neurone gesendet.



### Tiefes (Repräsentations-)Lernen



Ablaufdiagramm in Anlehnung an Goodfellow, Bengio & Courville 2016, S. 10.



Beispiele (vgl. Terstegen & Link 2022, S. 11) für den Aufbau von künstlichen neuronalen Netzen: 100/1000/5000 Eingangsneuronen mit ungefähr 8/14/18 Schichten mit insgesamt 300/3000/15000 Neuronen.

Abb. 1: Künstliche Intelligenz – Maschinelles und Tiefes Lernen

- Es wird erwartet, dass die Marktgröße in Deutschland eine jährliche Wachstumsrate (Compound Annual Growth Rate im Zeitraum 2024-2030) von 10,73 Prozent aufweist, was zu einem prognostizierten Marktvolumen von 1,88 Milliarden Euro im Jahr 2030 führt.
- Im globalen Vergleich wird der größte Teil der Marktgröße in den USA erwartet (8,637 Milliarden Euro im Jahr 2024).

Der Markt für maschinelles Sehen zur Qualitätskontrolle soll laut einem aktuellen Bericht des Technologie-Marktforschungsinstituts ABI Research von

2,3 Milliarden US-Dollar im Jahr 2023 auf beträchtliche 7,2 Milliarden US-Dollar im Jahr 2028 anwachsen (vgl. WEKA Industrie Medien 2024). Im Rahmen von Literaturrecherchen sind zahlreiche Publikationen zum Marktvolumen und zum Marktwachstum zu finden, die die Aussagen untermauern, dass Machine Vision und Automatisierung sich gegenseitig optimieren und dass Maschine Vision die Automatisierung vorantreibt.

Machine Vision kommt in Automatisierungs- und Produktionsprozessen vielfach zur Anwendung. Befördert wurde diese Entwicklung durch den Einsatz immer leistungsfähigerer Grafikkarten

und durch das Aufkommen industrietauglicher 3D-Sensoren, die insbesondere in der Robotik den Einsatz von Machine Vision erhöht haben. Typische Anwendungsfelder in der Industrie lassen sich beispielsweise wie folgt klassifizieren.

- Objekterkennung: Bei der Objekterkennung werden verschiedene Merkmale des Objekts genutzt: z. B. Art, Standort, Farbe, Größe, Form etc. Die Extraktion, Analyse, Klassifizierung und das Verständnis nützlicher Informationen werden beispielsweise genutzt, um autonome Roboter bei der Navigation zu unterstützen, medizinische Bilder zu analysieren und Produkte sowie Personen in sozialen Medien zu erkennen.

- Messung: In Mess-Apps wird Machine Vision genutzt, um die genauen Abmessungen bzw. geometrischen Maße von Objekten zu bestimmen.
- Fehlererkennung: Z. B. werden Oberflächenfehler wie Kratzer und Dellen auf der Oberfläche eines Objekts erkannt und führen zur Aussortierung.
- Dokumentenverarbeitung durch Zeichenerkennung: Handschriftliche oder gedruckte Daten werden extrahiert und somit für die automatisierte Weiterverarbeitung entschlüsselt. Diese Technologie ist mittlerweile sehr leistungsfähig, sodass Handschriften besser (Zeit für das Lesen, Fehlerrate) gelesen werden als dies Menschen gelingt. Ergebnisse und Bewertung eines internationalen Projekts führen zu der Prognose: „Neuronale Netze erscheinen im Hinblick auf die Textklassifikation anderen ML-Verfahren überlegen“ (DUMPERT 2021, S. 56). „Sofern auf der vorhandenen Hardware berechenbar, erwiesen sich meist die Convolutional Neuronal Networks als überlegene Verfahren“ (ebd., S. 58).

### **Computer-Vision-System – Status des Einsatzes an der BBS Neustadt**

In der BBS Neustadt werden seit 2021 Möglichkeiten für das maschinelle Sehen auf Basis von künstlichen neuronalen Netzen in Projekten von Elektro- und IT-Auszubildenden der Schule (BBS Neustadt ist Ausbildungsbetrieb der Region Hannover) sowie im Unterricht (Ausbildungsberufe: Mechatroniker/-in, Elektroniker/-in für Automatisierungstechnik) erprobt. Die folgenden Projekte wurden realisiert:

1. Eine Sortieranlage, die auf Basis einer Objektklassifikation mit Hilfe eines Mitsubishi-Scara-Roboters vier verschiedene Gummiartikel in Ablagefächer sortiert.
2. Ein Modellrolltor mit einer Durchlasskontrolle für Modellautos.
3. Ein kollaborierender Roboter zur Montage von Taschenlampen, der die Lage und Anwesenheit von Batterien in einem Materialmagazin erfasst, damit der Roboter automatisch eine Korrektur bei verkehrt herum eingelegten Batterien vornehmen kann.
4. Erfassung des Produktionsfortschritts mittels Machine Vision in einer vollautomatischen Produktionsanlage. Vor der Neugestaltung wurden die Fertigungszustände bei der Montage eines Klebefilmabrollers in einer Tabelle, die sich in Speichern auf den Fahrkörpern eines Monoschienentransportsystems befindet, als virtuelles Abbild gespeichert (vgl. BEIER & TÄRRE 2023, S. 35 f.).

Zielsetzung war und ist, Machine-Vision-Lösungen für technische Anwendungen zu realisieren und zu erproben. Des Weiteren wird an der Entwicklung von Machine-Vision-Lernträgern in berufstypischen technischen Umfeldern gearbeitet.

Die dynamische Weiterentwicklung von Computer-Vision-Systemen vollzieht sich zurzeit in extrem kurzen Innovationszykluszeiten. Zahlreiche Smartphone- und PC-Apps bewältigen Computer-Vision-Aufgaben heute bereits auf hohem Niveau und somit findet ihre Implementierung in die industrielle Automatisierungstechnik momentan mit hoher Dynamik statt. Insbesondere im Bereich der Qualitätssicherung und in der Automatisierung von Logistikprozessen wird ein hohes Potential gesehen. Die Beschaffung eines industrietauglichen Computer-Vision-Systems für eine Bildungseinrichtung zu Bildungszwecken unterliegt u. a. den Wünschen kostengünstig und nachhaltig zu sein.

Die Computer-Vision-Lösungen, die bislang in der BBS Neustadt erprobt wurden und im Unterricht zum Einsatz kommen, bestehen aus modulartig zusammengestellten Hard- und Softwarekomponenten. Die Bilderfassung erfolgt über preiswerte Webcams, die auf dem Consumer-Markt ausgewählt wurden. Über TCP-IP-Verbindungen sind sie mit Office-PCs vernetzt, wobei meist Notebooks verwendet werden. Als Software für die Bildauswertung und die Konfiguration von Schnittstellen zur Anbindung von Industriesteuerungen oder Robotern wird vor allem die Software Node-RED verwendet. Node-RED ist ein von IBM entwickeltes grafisches Entwicklungswerkzeug, das sich insbesondere für Low-Code-Programmierungen im Kontext ereignisgesteuerter Anwendungen eignet.

Darüber hinaus wurden selbstgeschriebene Programme in der Programmiersprache Python unter Verwendung der Tensor-Flow-Bibliothek eingesetzt. Python ist eine höhere Programmiersprache, die häufig für Data Science, Machine Learning und andere numerische Algorithmen zur Anwendung kommt. Python gilt trotz ihrer vielfältigen Anwendungsgebiete als eine der am leichtesten zu erlernenden Programmiersprachen und als besonders generalistisch. Ein Grund dafür ist, dass sich ihre Syntax der englischen Sprache annähert. Das macht es auch Anfängerinnen und Anfängern leichter, die Sprache zu verstehen und sie zu lernen.

Die Erprobung des Trainings von KNN zeigte, dass die Verwendung von Rechnern, die keine für KI-Aufgaben optimierte Hardwareausstattung besitzen, unakzeptabel hohe Rechenzeiten für das Training bewirken. Um praxistaugliche Trainingszeiten zu erreichen, ist es daher sinnvoller, dass das für die Bildauswertung

benötigte KNN auf den Servern von einem externen Dienstleister trainiert sowie optimiert wird. Den prinzipiellen Aufbau des Computer-Vision-Systems der BBS Neustadt zeigt Abbildung 2.

Insgesamt stellt die Art des maschinellen Sehens in Abbildung 2 ein System aus mehreren miteinander vernetzten Einzelkomponenten dar, die sich folgende Aufgaben teilen:

1. Bilddatenerzeugung (ansteuerbare Kamera mit Datenschnittstelle),
2. Trainieren eines (Tensor-Flow-)Modells, bisher im tflite-Format (tflite kennzeichnet die Dateierweiterung) mittels leistungsfähiger Server eines Dienstleisters oder mit eigener KI-optimierter Hardware,
3. Nutzung des trainierten Modells zur Objekterkennung, Ausgabe von Labeln,
4. Übertragung der erkannten Label an Komponenten des Fertigungsprozesses über industrieübliche Bussysteme (z. B. Modbus, Profinet, Industrial Ethernet u. ä.).

Aus Gründen der Robustheit, der Datensicherheit und der bequemen Handhabbarkeit sind für die industrielle Nutzbarkeit einerseits kompakte Systeme, die die eben aufgezählten Komponenten in wenigen oder auch nur einem einzigen Gerät integrieren, wünschenswert. Andererseits hat die Integration von Computer Vision in Kameras, Steuerungen, Robotern usw. den Nachteil, dass sich Anwenderinnen und Anwender u. U. auf diverse herstellerspezifische Systeme einlassen müssen. Bei der Auswahl von Lernträgern, die in der Automatisierungstechnischen Ausbildung eingesetzt werden sollen, ist dies ebenfalls ein wichtiger Aspekt, da sie darauf abzielt, praxistaugliche Kompetenzen in möglichst gängigen Zukunftstechnologien zu erlangen. Es ist daher sinnvoll, die heute verfügbaren Komponenten von Computer-Vision-Systemen diesbezüglich zu vergleichen und zu bewerten.

### Maschine-Vision-Kameras sowie bildgeführte Robotik

Der Begriff Maschine-Vision-Kamera charakterisiert eine Kamera, die außer der digitalen Erfassung von Bildern auch die Erkennung von Bildobjekten und deren Zuordnung zu Labeln leistet. Dabei erfolgt allerdings das Training des maschinellen Sehens nicht auf der Kamera selbst, sondern mit Hilfe einer

Cloud-Lösung, die Hersteller bereitstellen. Die Objekterkennung sowie das Zählen oder Auswerten von Qualitätsmerkmalen erfolgt dagegen direkt in der Kamera. Die Auswertungsergebnisse können über TCP-IP-Protokolle an externe Software-Komponenten separater Rechner weitergeleitet werden. Hierfür stehen Treiber zur Verfügung, die es ermöglichen, die Auswertungsergebnisse in Visual Basic- (objektorientierte Programmiersprache), C#- (objektorientierte Programmiersprache) und Python-Programme zu integrieren. Hersteller bieten auch Kameras an, die über einen OPC- (Open Platform Communications) UA- (Unified Architecture) Server verfügen, sodass Industriesteuerungen oder Roboter als OPC-UA-Clients auf die Auswertungsergebnisse der Kamera zugreifen können. Es besteht damit ein genormter (Industrie-)Standard der Industrie 4.0, um die vom Computer-Vision-System gewonnenen Informationen an industrielle Fertigungssysteme zu übergeben. Der Aufwand, der für die Einrichtung einer solchen Schnittstelle geleistet werden muss, ist wegen der hohen Komplexität des OPC-UA-Standards als hoch zu bewerten. Damit Facharbeiterinnen und Facharbeiter die Qualifikation erlangen, derartige Schnittstellen einrichten zu können, ist die Verwendung geeigneter Software-Development-Kits (SDKs) empfehlenswert.

Digitale Kamerasysteme spielen insbesondere auf mobilen Robotersystemen bei der Bildaufnahme eine Rolle. Grundlegende Funktion eines Kamerasystems ist, eine Szene auf eine Bildebene zu projizieren. Die Verarbeitung von z. B. Videodaten ist dabei rechenintensiv, sodass bei intelligenten Kamerasystemen eine Recheneinheit integriert ist, um Teile der Bildverarbeitung auf den Kamerasystemen

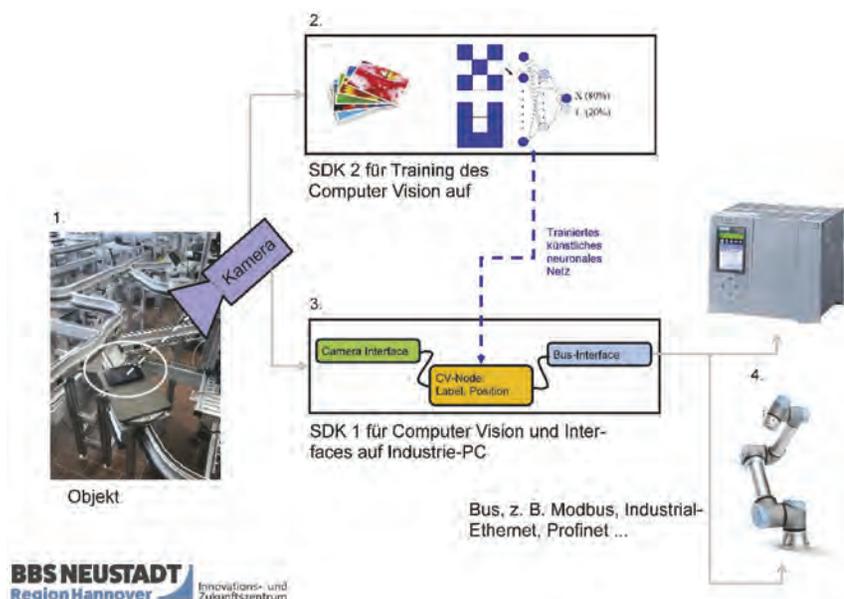


Abb. 2: Prinzipieller Aufbau des Computer-Vision-Systems

auszuführen. Die Kombination von Robotik und industrieller Bildverarbeitung verfolgt letztendlich die Zielsetzung „sehende Roboter“, wodurch die Leistungsfähigkeit von Robotern ein gesteigertes Niveau erreicht. Einerseits wird somit die Sicherheit z. B. in der Mensch-Roboter-Kollaboration (Menschen arbeiten mit Robotern ohne Schutzzaun und ohne Trennung zusammen) gesteigert, da die Erfassung der Arbeitsumgebung eine zentrale Herausforderung ist. Andererseits führen Roboter durch das „zusätzliche Sehvermögen“ Aufgaben aus, die für den Menschen nicht oder nur schwer zu bewältigen sind. Die Hersteller bieten die notwendigen Software- und Hardwarekomponenten separat an, wobei das Marketing auf „alles aus einer Hand“ und somit auf vollständige Computer-Vision-Systeme abzielt. Dabei konzentrieren sich einige Hersteller von industrieller Bildverarbeitung auf einzelne Roboter-Anbieter, von denen auch einige selbst die Sparte industrielle Bildverarbeitung integriert haben.

### Computer-Vision als separates Modul

Bei den bisher dargestellten Realisierungsvarianten von Computer Vision ist die Vision-Software mit den benötigten künstlichen neuronalen Netzen in Komponenten des Automatisierungssystems zu integrieren, wenn die CPU über ausreichende Rechenkapazität verfügt. Dies ist relativ unproblematisch, wenn die jeweilige Komponente (Kamera, Roboter, SPS usw.) lediglich KNN zur Bildanalyse ausführt, die bereits vorher auf anderen Rechnern trainiert wurden. Somit entstehen vergleichsweise geringere Anforderungen an die Recherauslegung, insbesondere dann, wenn für die Bildauswertung genügend Zeit zur Verfügung steht. Soll auch das Training der KNN auf diesen Komponenten erfolgen, müssen sie für die schnelle Ausführung von Matrizenoperationen optimiert sein. Diese Operationen sind die Herzstücke von KI-Bibliotheken wie z. B. Tensor-Flow. Wenn Anwenderinnen und Anwender z. B. aus Gründen der Datensicherheit fordern, dass das Training nicht auf externen Servern von Dienstleistern (z. B. Amazon, Google, IBM, Microsoft und andere) erfolgt, ist der Einsatz von spezieller KI-Hardware auf Basis von GPUs, TPUs (Tensor Processing Unit) bzw. NPUs erforderlich. Derartige CPUs haben die Fähigkeit, die für die Simulation von künstlichen neuronalen Netzen erforderlichen Matrizenberechnungen mit hohem Parallelisierungsgrad auszuführen, wodurch diese auch als Tensor-Operationen bezeichneten Vorgänge um ein Vielfaches schneller ablaufen.

Die Integration von KI-basierter Hard- und Software in automatisierungstechnische Komponenten führt zu Kostensteigerungen. Außerdem hat dies zur Folge, dass die Anwendenden sich in verschiedene Va-

rianten von Computer Vision einarbeiten müssen. Somit stellt sich die Frage, ob nicht Computer-Vision-Systeme, die auf einer anwendungsunabhängigen Plattform installiert sind, eine sinnvolle Alternative darstellen. Dies ermöglicht den universellen Einsatz eines einzigen Computer-Vision-Entwicklungssystems für viele verschiedene Anwendungen. Ein solches System kann auch die Software (z. B. Merlic, Visio Suite) für die industrielle Bildverarbeitung bereitstellen. Diese Produkte bieten folgende Leistungsmerkmale:

- Das Einrichten und Trainieren eines Computer-Vision-Systems ist ohne Programmierkenntnisse möglich (No-Code-Programmierung).
- Gängige Schnittstellen für die Kommunikation mit Komponenten (Kamera, Roboter, SPS usw.) sind verfügbar.
- Die Software läuft auf verschiedenen Hardwareplattformen.

In den letzten Jahren entstand ein schnell wachsendes Angebot an Personal Computern, die für KI-Aufgaben optimiert sind und deren KI-Rechenleistung auf der Auslagerung der KI-Funktionen auf leistungsfähigen Grafikkarten basiert. Um die Leistungsfähigkeit einer Computer-Vision-Software vollumfänglich nutzen zu können und auch das schnelle Training von KNN zu ermöglichen, ist die Hardware-Auswahl ein wesentlicher Erfolgsfaktor. Die Verwendung eines speziellen KI-PC, dessen Hauptaufgabe in dem Training dieser Strukturen besteht, ist eine interessante Option. Die trainierten KI-Modelle können dann auf die jeweiligen Automatisierungskomponenten mittels Datenträger oder Datennetzen übertragen werden und dort gemäß ihrem Training spezielle Computer-Vision-Aufgaben übernehmen.

Abschließend ist davon auszugehen, dass schon bald KI-basierte Computer-Vision-Funktionen (Hard- und Software) als SPS-Zubehör zur Verfügung stehen.

### Open-Source-Software für Computer Vision

Die in den vergangenen 10 Jahren beobachtbare hohe Entwicklungsdynamik im Bereich KI-Software ist auch der Tatsache zu verdanken, dass leistungsfähige Software-Bibliotheken für KI-Datenoperationen als Open-Source-Software zur Verfügung stehen. Der Google-Konzern hat bereits 2015 die TensorFlow-Bibliothek (Framework zur datenstromorientierten Programmierung) veröffentlicht. Python-Fachkräfte waren damit in der Lage, mit verhältnismäßig geringem Aufwand KI-Software zu programmieren. Im Berufsschulunterricht für technische Ausbildungsrichtungen nehmen höhere Programmiersprachen wie Python meist nur einen relativ geringen Raum

ein, sodass die direkte Verwendung dieser Bibliotheken hier kaum in Frage kommt. In der BBS Neustadt werden sie stattdessen indirekt verwendet, indem Mechatronikerinnen und Mechatroniker sowie Elektronikerinnen und Elektroniker für Automatisierungstechnik mit No-Code-Programmierverfahren und Software-Development-Kits (SDK) Realisierungen für maschinelles Sehen in eine Smart-Factory implementieren (vgl. BEIER & TÄRRE 2023, S. 36). Die Möglichkeiten, KI-Software in der Art eines Baukastens zu erstellen und in die Steuerungssysteme von Fertigungsanlagen einzubetten, könnte bei entsprechender Weiterentwicklung ein erfolgversprechender Weg sein. Lernende erhalten somit die Möglichkeit, eigene Computer-Vision-Systeme zu realisieren. Aus der Vielzahl von Open-Source-Angeboten für die Realisierung von Computer Vision werden hier vier besonders häufig zu findende Systeme kurz beschrieben.

**Open CV:** Diese Bibliothek bietet sehr umfangreiche und schnelle Funktionen für Computer Vision. Die Programme, die auf sie zugreifen, können in den Programmiersprachen C, C++, Python und Java geschrieben werden.

**Yolo V8:** Für die Nutzung dieser Bibliothek ist die Programmiersprache Python geeignet. Es ist aber auch möglich, eine Befehlszeilenschnittstelle zu verwenden, die es ermöglicht, Computer-Vision-Funktionen, wie z. B. das Trainieren eines Vision-Modells, direkt zur Ausführung zu bringen.

**Roboflow:** Für ein komfortableres Computer-Vision-System bietet sich die Software Roboflow an, die auf Yolo V8 basiert.

**MLCVZoo (Framework zur vereinfachten Nutzung verschiedener ML-Modelle):** Ein weiteres, auf Yolo basierendes System, ist das vom Fraunhofer Institut entwickelte MLCVZoo, das zurzeit in der BBS Neustadt hinsichtlich des Einsatzes im Unterricht erprobt wird.

## **KURZER AUSBLICK: COMPUTER VISION IM UNTERRICHT**

Gestaltungsorientierte Berufsbildung thematisiert bzw. diskutiert, welche Bedeutung die stattfindenden industriellen Entwicklungen für das (Arbeits-) Leben der (angehenden) Fachkräfte haben und welche Alternativen denkbar sind (vgl. FISCHER 2023, S. 18). Diese Fragen sind im berufsbildenden Unterricht auch im Kontext „Computer Vision“ zu thematisieren und Antworten mit den Lernenden zu erarbeiten. Fachkräfte der Automatisierungstechnik sollten Kompetenzen in der Ausbildung erlangen, die zur Mitgestaltung befähigen, welche Aufgaben z. B. automatisiert werden können, um Menschen

die Arbeit zu erleichtern sowie bestehende Produktions- und Fertigungsprozesse zu optimieren. Bei der Einführung von Computer-Vision-Systemen bedeutet dies i. d. R., dass die Tätigkeiten der Facharbeit nicht nur teilweise ersetzt werden, sondern Aufgaben nach sich ziehen, die ein höheres Kompetenzniveau erfordern.

Im Kontext von Computer Vision bedeutet dies z. B. beim maschinellen Lernen, dass das Training des Modells nicht ausschließlich durch „das Befüllen mit Daten“ erreicht wird. Wichtige Schritte in der Datenaufbereitung umfassen die Variation des Materials (z. B. durch künstlich generierte Drehungen, Spiegelungen, Skalierungen etc.). Dies ermöglicht, auch mit wenigen Trainingsbildern der Überanpassung an das Original entgegenzuwirken, da Modelle, die zu genau auf Trainingsdaten abgestimmt sind, an neuen sowie unbekanntem Daten scheitern. Des Weiteren übernehmen Menschen immer noch wichtige Kontroll- bzw. Aufsichtsfunktionen. Zusammenfassend bedeutet dies bei der Einführung von Computer-Vision-Systemen, dass die zu Grunde liegenden Arbeitsprozesse gewissenhaft von menschlichen Fachkräften analysiert und geprüft werden. Bei dieser Betrachtungsweise verringert sich auch im Unterricht die Gefahr, dass eine reine Technologiebetrachtung dominiert.

Für eine berufsbildende Schule sind Computer-Vision-Systeme besonders geeignet, wenn das System aus modularartig zusammengestellten Hard- und Softwarekomponenten besteht. Einerseits nehmen die Lehrkräfte i. d. R. beim Aufbau eines konkreten Systems die Rolle von Lernenden ein, wobei die Entwicklung eines Systems zwingend Lehrkräfteteams mit entsprechenden Ressourcen erfordert. Dieser Perspektivwechsel ist für die Unterrichtsgestaltung und für die Entwicklung von Lernsituationen besonders vorteilhaft. In den Schulen sind i. d. R. Automatisierungssysteme vorhanden, die sich um Computer-Vision-Systeme erweitern lassen. Eine Erweiterung bzw. die Integration von modularartigen Hard- und Softwarekomponenten, die maschinelles Sehen ermöglichen, hat andererseits den Vorteil, dass die Lernenden die Einzelkomponenten sowie das Zusammenspiel analysieren sowie im Unterricht erarbeiten können.

Für die Gestaltung von Lernsituationen ist die Frage nach der Exemplarität von Lernhandlungen und die Auswahl geeigneter Handlungsobjekte wichtig. Die Erfahrungen, die Lernende beim Einrichten, Trainieren und Erproben eines KI-basierten Systems machen, sollten sie unabhängig von speziellen im Unterricht verwendeten Software-Produkten in die Lage versetzen, auch mit anderen Systemen kompetent umzugehen. Die Voraussetzung für die Entwick-

lung von Fachkompetenz auf dem Gebiet „Computer Vision“ ist somit weniger die bloße Beherrschung der Programmbedienung einer Vision-Software, sondern insbesondere die Thematisierung der Funktionsweise von KI-basierten Systemen, die sich im Kern von bisher in der Automatisierungstechnik im Unterricht behandelten Technologien grundlegend unterscheiden.

Bei der Auswahl von für den Unterricht geeigneter Computer-Vision-Software ist darauf zu achten, dass die Lernenden sich einerseits nicht in den vielen technischen Detailfragen wie z. B. Schnittstelleneinstellungen, Programminstallationsfragen und Betriebssystemvoraussetzungen verlieren. Andererseits bedeutet dies aber auch, nicht unreflektiert einem Bedienmenü zu folgen, um eine mehr oder weniger funktionsfähige Vision-Applikation zum Laufen zu bringen, ohne in der Lage zu sein, durch fachkompetente Entscheidungen zur Optimierung des Ergebnisses beitragen zu können.

Ob für den Erwerb von Computer-Vision-Kompetenzen im Bereich der beruflichen Bildung proprietäre Software von kommerziellen Anbietern oder Open-Source-Produkte die bessere Wahl sind, ist heute nicht abschließend zu beantworten. Die einfache Bedienung mit komfortablen Benutzeroberflächen bei kommerziellen Produkten stellt im Unterricht einen Vorteil gegenüber Open-Source-Produkten dar. Dem steht entgegen, dass sie relativ unflexibel bezüglich der Einbindung und Anpassung an Fremdsysteme sind, was zum Teil auf die Struktur der Lizenzierungsgestaltung zurückzuführen ist.

## SCHLUSSBEMERKUNG

Bildungseinrichtungen stehen vor Herausforderungen, die i. d. R. nicht zu schnellen sowie einfachen Lösungen führen, wenn sie Computer-Vision-Systeme einführen möchten. In Lehrkräfteteams ist z. B. zu diskutieren, ob fertige Kompaktlösungen aus einer Hand zu beschaffen sind oder ob individuell zusammengestellte Hard- und Softwarekomponenten selbst in bestehende Lern- und Arbeitsumgebungen integriert werden sollen. Für Lernunterstützung ist zu empfehlen, individuelle Lösungen zu suchen sowie umzusetzen. Dabei sollte Zielsetzung sein, sich auf den „Weg zu machen“ und nicht von vornherein den Anspruch zu erheben, dass das perfekte System gefunden wird. Wichtig ist, dass die Lernenden im Unterricht mit konkreten Hard- und Softwarekomponenten arbeiten und aus der Analyse und dem Zusammenspiel lernen. Nach der Einführung eines Computer-Vision-Systems ist es somit sehr gut möglich, dass durch die konkrete Unterrichtsarbeit Verbesserungen sowie Optimierungen erreicht werden. Diese Erfahrung haben die Autoren des Beitrags

gemacht, wobei der eigene Lernprozess nicht abgeschlossen ist.

Beim Studium der Lernfeldbeschreibungen (Ausbildungsberufe: Mechatroniker/-in, Elektroniker/-in für Automatisierungstechnik) zeigt sich, dass Lerninhalte aus verschiedenen Lernfeldern zu Grunde gelegt werden können, die einen komplexen Arbeitsprozess „Desing und Erstellen mechatronischer Systeme für maschinelles Sehen“ charakterisieren. Nachfolgend sind auszugsweise einige Lerninhalte benannt, die u. a. maschinelles Sehen prägen: Analyse von Arbeitsabläufen, Betriebssysteme, Bussysteme, Computersimulationen, Datenbanksysteme, Datensicherung und Datenschutz, englischsprachige Softwareoberflächen, grafische Programmiersprachen, Hard- und Softwarekomponenten, Hardware, Mensch-Maschine-Interface, Messwerterfassung an Schnittstellen, programmierbare Sensoren, Programmierung von Bewegungsabläufen und Steuerungsfunktionen, Programmierung, Programmierverfahren, Programmsimulation, Programmtest, Prozess-Datenerfassung, -speicherung und -verarbeitung, Prozessvisualisierung, -simulation, -optimierung, Softwareanwendungen (vgl. KMK 2018a, 2018b).

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass Computer Vision und Machine Vision in der Automatisierungstechnik als Paradebeispiel für hybride sowie zukunftsweisende Qualifikationsanforderungen stehen, die mechanische, elektro- und informationstechnische Anforderungen repräsentieren und die einen neuen Kern industrieller M+E-Berufe erfordern (vgl. BECKER, SPÖTTL & WINDELBAND 2022, S. 24).

## Literatur

- BECKER, M.; SPÖTTL, G.; WINDELBAND, L. (2022): Flexible Kernberufsstrukturen für die digitalisierte Facharbeit. In: Berufsbildung in Wissenschaft und Praxis, BWP 3/2022. S. 22-26.
- BEIER, F.; TÄRRE, M. (2023): Maschinelles Sehen mit „Künstlichen Neuronalen Netzen“ (KNN) in der Berufsbildung. In: lernen & lehren, 38. Jg., H. 149, S. 30-37.
- DUMPERT, F. (2021): Machine Learning in der amtlichen Statistik – Ergebnisse und Bewertung eines internationalen Projekts. Statistisches Bundesamt (Destatis) (Hrsg.). Wiesbaden.
- FISCHER, M. (2023): Gestaltungsorientierte Berufsbildung im Wandel der Arbeitswelt. bwp@Berufs- und Wirtschaftspädagogik – online, 45, S. 1-25. [https://www.bwpat.de/ausgabe45/fischer\\_bwpat45.pdf](https://www.bwpat.de/ausgabe45/fischer_bwpat45.pdf) (letzter Zugriff: 21.01.2024).
- FACHFORUM AUTONOME SYSTEME IM HIGHTECH-FORUM (Hrsg.) (2017): Fachforum Autonome Systeme. Chancen und Risiken für Wirtschaft, Wissenschaft und Gesellschaft. Abschlussbericht – Langversion. Berlin.

FRAUNHOFER-GESELLSCHAFT (Hrsg.) (2018): Maschinelles Lernen. Eine Analyse zu Kompetenzen, Forschung und Anwendung. München.

GOODFELLOW, I.; BENGIO Y.; COURVILLE, A. (2016): Deep Learning. MIT Press <http://www.deeplearningbook.org>. (letzter Zugriff: 03.02.2024).

KMK (2018a): Sekretariat der Kultusministerkonferenz (Hrsg.). Rahmenlehrplan für den Ausbildungsberuf Elektroniker für Automatisierungstechnik/Elektronikerin für Automatisierungstechnik. Beschluss der Kultusministerkonferenz vom 16.05.2003 i.d.F. vom 23.02.2018. Berlin.

KMK (2018b): Sekretariat der Kultusministerkonferenz (Hrsg.). Rahmenlehrplan für den Ausbildungsberuf Mechatroniker/Mechatronikerin. Beschluss der Kultusmi-

nisterkonferenz vom 30.01.1998 i.d.F. vom 23.02.2018. Berlin.

STATISTA MARKET INSIGHTS (2023): Computer Vision – Deutschland. <https://de.statista.com/outlook/tmo/kuenstliche-intelligenz/computer-vision/deutschland> (letzter Zugriff: 14.01.2024).

TERSTEGEN, S.; LINK, J. (2022): Künstliche Intelligenz. Grundlagen, Anwendungen und Praxisbeispiele. Institut für angewandte Arbeitswissenschaft (Hrsg.). Düsseldorf.

WEKA INDUSTRIE MEDIEN (Hrsg.) (2024): Maschinelles Sehen: Wachstum soll sich bis 2028 verdreifachen. Wien. <https://factorynet.at/branche/maschinelles-sehen-wachstum-soll-sich-bis-2028-verdreifachen/> (letzter Zugriff: 14.01.2024).

## Maschinell lernende Assistenzsysteme für Werkzeugmaschinen



BEREND DENKENA



HEINRICH KLEMME



JONAS BECKER

Die zunehmende Digitalisierung und die Fortschritte im Bereich des maschinellen Lernens führen zu tiefgreifenden Veränderungen in diversen Lebensbereichen, einschließlich der Berufswelt. Direkt betroffen davon sind auch Zerspanungsmechanikerinnen und Zerspanungsmechaniker, die mit dem Fachkräftemangel und einer wachsenden Anzahl computergesteuerter Maschinen konfrontiert sind. Dieser Trend zwingt sie, in immer kürzerer Zeit nicht nur einzelne Maschinen, sondern auch ganze Fertigungszellen zu programmieren. Daher arbeitet das Institut für Werkzeugmaschinen und Fertigungstechnik (IFW) der Leibniz Universität Hannover daran, große Sprachmodelle wie ChatGPT in Werkzeugmaschinen zu integrieren, um die Programmierarbeit zu erleichtern. Dieser Beitrag veranschaulicht, wie solche Modelle Zerspanungsmechanikerinnen und Zerspanungsmechaniker bei der Programmierung von Werkzeugmaschinen in Zukunft unterstützen könnten.

### VOM HANDWERK ZUR HIGHTECH-PRODUKTION

Grundlage für die Arbeit von Zerspanungsmechanikerinnen und Zerspanungsmechaniker bildet i. d. R. eine Zeichnung des zu fertigenden Werkstücks. Diese Fachkräfte sind auch verantwortlich für die Qualitätssicherung der gefertigten Werk-

stücke. Zur Optimierung von Fertigungsprozessen stehen sie in enger Kommunikation mit anderen Abteilungen wie etwa der Konstruktion oder der Produktionssteuerung (siehe Abbildung 1).

Die Fertigung der Werkstücke umfasst verschiedene Schritte (siehe Abbildung 2): Zunächst muss



Abb. 1: Verantwortungsbereich von Zerspanungsmechanikerinnen und -mechanikern

die Maschine gerüstet werden, d. h. sie wird mit allen notwendigen Betriebsmitteln, Werkzeugen und Materialien bestückt. Im zweiten Schritt erfolgt die eigentliche Zerspanung. Um die Qualität der produzierten Teile sicherzustellen, wird im dritten Schritt, insbesondere beim Einfahren neuer Prozesse, eine Prüfung der Werkstücke vorgenommen. Häufig werden im Rahmen der Prüfung beispielsweise die Form- und Lagetoleranzen gemessen.



Abb. 2: Prozessschritte und Maschinen bei der Fertigung von Bauteilen

Die Einführung von CNC-Werkzeugmaschinen in den 1970er Jahren führte zunächst zur Automatisierung der Zerspanungsprozesse (vgl. BRECHER & WECK 2021). Heute beschleunigen Fortschritte in der Robotik jedoch auch immer mehr die Automatisierung der vor- und nachgelagerten Prozesse, z. B. mit Belade- und Messrobotern. Dies führt dazu, dass Zerspanungsmechanikerinnen und Zerspanungsmechaniker eine steigende Anzahl an Maschinen betreuen müssen (Mehrmaschinenbetreuung) oder für ganze Fertigungszellen zuständig sind.

### ASSISTENZSYSTEME ZUR PROGRAMMIERUNG VON WERKZEUGMASCHINEN

Um eine hohe Produktivität und Werkstückqualität trotz der steigenden Anzahl von Maschinen

gewährleisten zu können, werden Assistenzsysteme immer wichtiger. Diese rechnerbasierten Systeme unterstützen die Fachkräfte bei der Informationsaufnahme (Wahrnehmung), Informationsverarbeitung (Entscheidungsfindung) und Arbeitsausführung (vgl. LINK & HAMANN 2019). Unterstützungsbedarf gibt es insbesondere bei der bisher zeitaufwändigen Programmierung von Werkzeugmaschinen. Dabei legen die Fachkräfte u. a. die Bewegungsabläufe zwischen Werkzeug und Werkstück fest. Konventionelle Methoden zur Programmierung von Werkzeugmaschinen sind in Abbildung 3 dargestellt. Ursprünglich erfolgte die Programmierung direkt an der Maschinensteuerung ohne Assistenzsystem über einen sogenannten NC-Code (vgl. TÖNSHOFF 1995, siehe Abbildung 3 (1)). Dabei legt die Fachkraft jede einzelne Bewegung der Maschine fest. Um die Programmierung zu automatisieren wurden Computer-Aided-Manufacturing (CAM) Systeme eingeführt (2). Bei der CAM-Programmierung wird auf Grundlage eines digitalen Werkstückmodells der Großteil des Programmcodes automatisch generiert. Die Fachkräfte übernehmen jedoch Aufgaben wie das Anlegen von Werkzeugen, die Festlegung der Abfolge der Fertigungsschritte oder die Optimierung von Fertigungsparametern wie Schnittgeschwindigkeit, Vorschub oder Zustellung. Für CAM-Programme sind bereits erste KI-Assistenten verfügbar, die einen Vorschlag für die Abfolge der Fertigungsschritte liefern und somit die CAM-Programmierung wesentlich vereinfachen sollen (vgl. MAV 2023).

In der Praxis ist es häufig notwendig, Programme anzupassen. Dies kann beispielsweise durch die Verwendung eines nachgeschliffenen Werkzeugs oder wegen einer neuen Materialcharge notwendig werden. Häufig erfolgt die CAM-Programmierung durch die Konstruktionsabteilung. Das bedeutet, dass das Maschinenpersonal selbst für kleine Änderungen immer wieder zum CAM-Computer oder in die Konstruktionsabteilung gehen muss. Um dies zu vermeiden, werden weniger komplexe Bauteile häufig direkt an der Maschine programmiert, was den Programmieraufwand verringert. Zur Unterstützung der maschinennahen Programmierung haben die Steuerungs- und Maschinenhersteller zusätzlich spezielle Zerspanzyklen entwickelt (3). Diese ermöglichen es den Fachkräften, über eine graphische Oberfläche verschiedene Formelemente des Werkstücks zu definieren, ohne jede Bewegung einzeln programmieren zu müssen. Aktuell

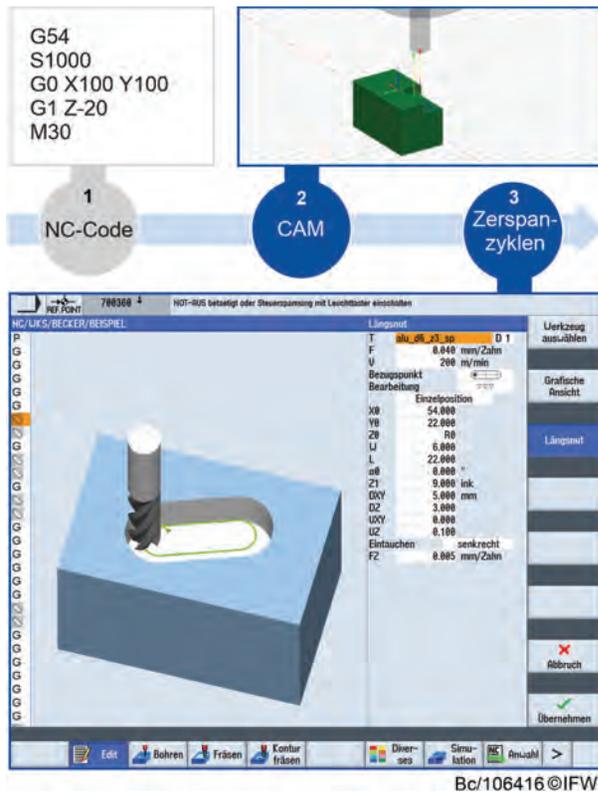


Abb. 3: Unterstützung zur Programmierung von Werkzeugmaschinen

wird zunehmend versucht, auch CAM-Funktionen direkt in die Maschinensteuerung zu integrieren. Deshalb wird der sichere Umgang mit CAM-Software und Zerspanzyklen für Zerspanungsmechanikerinnen und Zerspanungsmechaniker immer wichtiger.

### IALOG MIT WERKZEUGMASCHINEN: WIE SPRACHMODELLE DIE PROGRAMMIERUNG WEITER VEREINFACHEN

Trotz der Erleichterungen durch Zerspanzyklen und CAM-Systeme ist deren Anpassungsfähigkeit begrenzt, da lediglich eine Auswahl aus vordefinierten Regeln möglich ist. Zudem sind die Benutzeroberflächen aufgrund der Vielzahl verfügbarer Parameter häufig komplex und verschachtelt. Große Sprachmodelle (Large Language Models, LLM) bieten ein Potenzial dafür, die Programmierung von Werkzeugmaschinen zu vereinfachen. In der Software-Branche werden LLMs bereits erfolgreich zur Unterstützung von Programmieraktivitäten eingesetzt, wie das Beispiel von Github Copilot zeigt. Dieser Programmierassistent basiert auf Open-AIs GPT-Modellen und wird bereits von über 37.000 Firmen weltweit eingesetzt (Stand Nov. 2023). Zudem nutzt jedes dritte Fortune 500 Unternehmen Github Copilot (vgl. GITHUB 2023). Für Werkzeugmaschinen sind LLM-basierte Assis-

tenzsysteme kommerziell noch nicht verfügbar. Dennoch geben produzierende Unternehmen und Produktionsausrüster, darunter Mercedes-Benz, Siemens und Schaeffler, an, bereits an entsprechenden Systemen zu arbeiten (vgl. MERCEDES-BENZ 2023, SIEMENS 2023).

In Abbildung 4 ist dargestellt, wie LLMs Fachpersonal bei der Programmierung von Werkzeugmaschinen zukünftig unterstützen könnten. Als Beispiel wird ChatGPT herangezogen, um einen Bohrprozess zu programmieren. Der Assistent – in diesem Fall ChatGPT mit GPT-4 – identifiziert eigenständig fehlende Parameter wie den Durchmesser der Bohrungen und trifft vorläufig entsprechende Annahmen. Anschließend erläutert er sein Vorgehen und liefert ein kommentiertes NC-Programm (Abbildung 4, verkürzte Darstellung) für die Werkzeugmaschine. Dieses NC-Programm wurde in einem generischen NC-Simulator (vgl. LUCIANO 2023) erfolgreich getestet, wo es die beschriebene Aufgabe genau erfüllte. Um das Programm auf einer spezifischen Steuerung einzusetzen, sind Anpassungen erforderlich. Durch eine gezielte Anpassung (Fine-Tuning) des Sprachmodells ist es möglich, individuelle Maschinenanforderungen direkt in die Generierung einzubeziehen. Trotzdem bedeutet bereits der generische NC-Code eine erhebliche Zeitersparnis für Zerspanungsmecha-

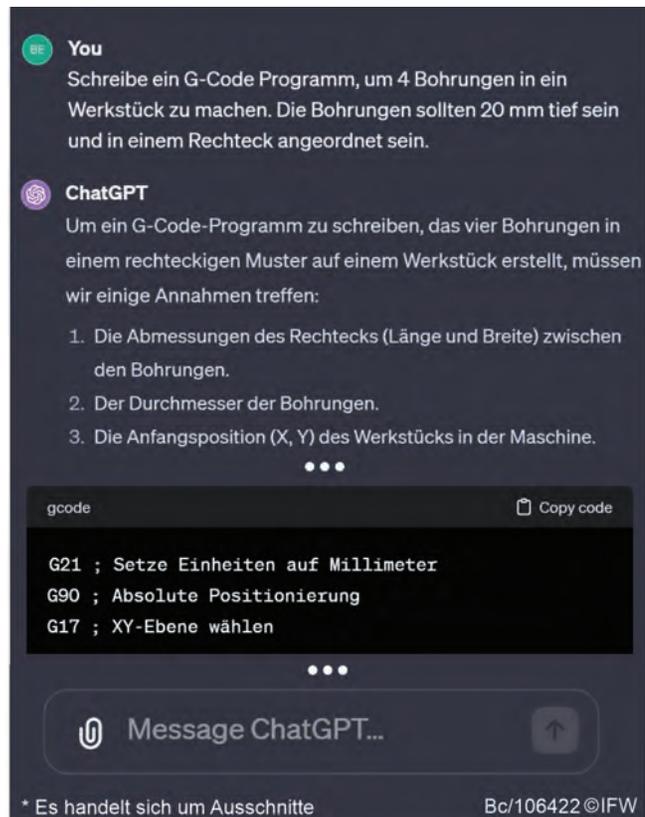


Abb. 4: ChatGPT schreibt Programm für eine Werkzeugmaschine

nikerinnen und Zerspanungsmechaniker, da nur einzelne Anpassungen notwendig sind und keine komplette Neu-Programmierung erfolgen muss.

### DATEN-DOLMETSCHER: SPRACHMODELLE ZUR ERSCHLISSUNG UNSTRUKTURIERTER DATEN

Die Nutzung von ChatGPT zur NC-Code Programmierung veranschaulicht das Potenzial von LLMs, maßgeschneiderte NC-Programme zu entwickeln, das über herkömmliche, regelbasierte Ansätze hinausgeht. Auch intelligent erstellte Programme erfordern jedoch Parameter wie Werkzeug- und Werkstückdaten. Aktuell müssen Zerspanungsmechanikerinnen und Zerspanungsmechaniker notwendige Parameter wie Vorschub oder Materialkoeffizienten aufwendig manuell eingeben, da diese auf Internetseiten, in Datenblättern oder in Tabellenbüchern nur in unstrukturierter Form vorliegen. Das Problem ist in diesem Fall nicht das Fehlen der Parameterwerte, sondern deren nicht standardisierte Erfassung und Eingabe. Ein möglicher Lösungsansatz ist die Standardisierung von Programmierschnittstellen und Datenbanken. In diesem Zusammenhang hat die Standardisierungsinitiative Umati vom Verein Deutscher Werkzeugmaschinen (VDW) Datenstrukturen für Werkzeugmaschinen definiert. Diese Spezifikationen sind jedoch bisher nur für ausgewählte Betriebsdaten (z. B. Maschine ein/aus) verfügbar. Eine branchenweite Standardisierung aller Parameter steht noch aus, da dies die Berücksichtigung verschiedener Hersteller, Maschinen und Werkzeugtypen erfordert. Bestehende Spezifikationen müssen daher stetig erweitert werden, um eine vollständig automatisierte Produktion zu ermöglichen.

LLMs sind ein weiterer, vielversprechender Ansatz zur automatisierten Parametrierung von NC-Programmen. In Abbildung 5 ist dargestellt, wie die Parametrierung von Zerspanzyklen oder CAM-Programmen umgesetzt werden könnte. In diesem Fall wird eine angepasste Version von ChatGPT verwendet, der „Assistent für Werkzeugmaschinen“. Dieses Modell kann Daten strukturiert abspeichern und auf das Internet zugreifen. Neben den kommerziell angebotenen LLMs von Unternehmen wie OpenAI gibt es auch leistungsstarke Open-Source-LLMs, die Firmen auf eigenen Servern implementieren und nutzen können.

Entscheidende Parameter für die Programmierung von Werkzeugmaschinen sind beispielsweise Materialkoeffizienten, um die Vorschübe und Dreh-

zahlen der Werkzeuge korrekt zu bestimmen. In Abbildung 5 wird der Assistent für Werkzeugmaschinen daher zunächst aufgefordert, die Materialkoeffizienten für verschiedene Stähle im Internet zu suchen. Der Assistent findet insgesamt acht verschiedene Stähle und deren Koeffizienten, beispielhaft ist 42CrMo4 dargestellt. Über die blauen Anführungszeichen können die Zerspanungsmechanikerinnen und Zerspanungsmechaniker die Quellen einsehen und so bei Bedarf Korrekturen durchführen. Anschließend wird der Assistent aufgefordert, diese Daten in der Datenbank des Assistenzsystems abzuspeichern. Da der Assistent Zugriff auf die Programmierschnittstelle der Maschinensteuerung hat, kann dieser die Daten in der entsprechenden Datenbank hinterlegen. Diese Datenbank ist ein zentraler Bestandteil der automatisierten Programmierung. Mithilfe der ermittelten Materialkennwerte kann der Assistent korrekte Schnittbedingungen im NC-Programm festlegen, indem er Formeln und Funktionen anwendet.



Abb. 5: Angepasstes Sprachmodell unterstützt bei der Parametrierung von Assistenzfunktionen

## ZUSAMMENFASSUNG

Der Beruf Zerspanungsmechanikerin/Zerspanungsmechaniker verändert sich durch eine neue Generation der Automatisierungstechnik. Es werden Fortschritte in der Automatisierungstechnik und vor allem bei Assistenzsystemen sichtbar, die den Beruf modifizieren. Routinetätigkeiten, wie das Be- und Entladen von Maschinen oder das Überwachen von Prozessen, werden zunehmend automatisiert. Gleichzeitig nimmt die Bedeutung von komplexen Aufgaben, wie etwa der Programmierung von Werkzeugmaschinen direkt in der Produktion, zu. Assistenzsysteme, die auf großen Sprachmodellen (Large Language Models) basieren, werden dabei ein immer wichtigeres Hilfsmittel für die Fachkräfte. In diesem Beitrag wurde gezeigt, wie Sprachmodelle konkret bei der Programmierung und Parametrierung von Werkzeugmaschinen unterstützen können. Bis die aktuellen Sprachmodelle zu einem unverzichtbaren Produktionshelfer werden, ist jedoch noch viel Forschungs- und Entwicklungsarbeit notwendig. Die Sprachmodelle müssen speziell auf Ihre Aufgaben in der Produktion angepasst werden, um klare und zuverlässige Antworten zu liefern. Zudem benötigen die Modelle Schnittstellen zu existierenden Programmen und Datenbanken, um eine echte Hilfe für Zerspanungsmechanikerinnen und Zerspanungsmechaniker zu sein.

## Literatur

- BRECHER, C.; WECK, M. (2021): Werkzeugmaschinen Fertigungssysteme 3: Mechatronische Systeme, Steuerungstechnik und Automatisierung. Berlin, Heidelberg: Springer. doi: 10.1007/978-3-662-46569-1.
- GITHub (2023): „GitHub Copilot Your AI pair programmer“. Online verfügbar unter: <https://github.com/features/copilot> (Zugriff: 27.11.2023).
- LINK, M.; HAMANN, K. (2019): „Einsatz digitaler Assistenzsysteme in der Produktion: Gestaltung der Mensch-Maschine Interaktion“. In: Z. Für Wirtsch. Fabr., Bd. 114, Nr. 10, S. 683–687. doi: 10.3139/104.112161.
- LUCIANO, X. (2023): „NC Viewer“. Online verfügbar unter: <https://ncviewer.com/> (Zugriff am 23.11.2023).
- MAV (2023): CloudNC, „KI-Software verkürzt Programmierzeit um bis zu 80%“. In: mav – Innovationen in der spanenden Fertigung, Nr. 052023.
- MERCEDES-BENZ (2023): „Mercedes-Benz testet ChatGPT in der intelligenten Produktion.“ Mercedes-Benz Group. Online verfügbar unter: <https://group.mercedes-benz.com/innovation/digitalisierung/industrie-4-0/chatgpt-in-der-produktion.html> (Zugriff am 27.11.2023).
- SIEMENS (2023): „KI für die Industrie: Schaeffler und Siemens bringen Industrial Copilot“. Siemens Deutschland. Online verfügbar unter: <https://press.siemens.com/at/de/pressemitteilung/ki-fuer-die-industrie-schaeffler-und-siemens-bringen-industrial-copilot-die> (Zugriff am 30.11.2023).
- TÖNSHOFF, H.-K. (1995): Werkzeugmaschinen Grundlagen, Heidelberg: Springer. Doi: 10.1007/978-3-662-10914-4

## Liebe Leserinnen und Leser,

bitte beachten Sie auch unsere **Informationen zur Fachtagung 2024**  
in Mühlhausen (Thüringen) zum Thema:

## Berufliches Lehren in der Krise?

**Verhindern Lernmanagementsysteme, Künstliche Intelligenz und Distance Learning einen produktiven Lehr-Lern-Prozess? – Lösungsansätze aus Ausbildungs- und Unterrichtspraxis sowie der Wissenschaft**

**und zum „Markt der Möglichkeiten“  
auf unserer Homepage [www.bag-elektrometall.de](http://www.bag-elektrometall.de).**

# Der Einsatz von künstlicher Intelligenz zur Unterrichtsplanung in der beruflichen Bildung

– exemplarische Möglichkeiten mit der elektronisch-didaktischen Assistenz EDDA



**JULIA PARGMANN**



**ANNA LEUBE**



**FLORIAN BERDING**



**KARIN REBMANN**



**ELISABETH RIEBENBAUER**



**ANDREAS SLOPINSKI**

Dieser Beitrag beschäftigt sich mit der Fragestellung, wie künstliche Intelligenz (KI) für die Gestaltung von Unterrichtsentwürfen eingesetzt werden kann. Die Lernplattform EDDA ist ein Tool, welches auf Basis überwachten maschinellen Lernens Nutzenden Empfehlungen für die Überarbeitung ihrer schriftlichen Unterrichtsplanungen gibt. Aktuell fokussiert EDDA wirtschaftsdidaktische Unterrichtsentwürfe. In diesem Beitrag wird zunächst die Relevanz der Thematik über die Beförderung der Unterrichtsplanungskompetenz herausgearbeitet. Darauffolgend wird die konkrete Gestaltung von EDDA abgeleitet und der zentrale Arbeitsprozess mit der Lernplattform wird anhand eines beispielhaften Unterrichtsentwurfs illustriert. Abschließend werden die Perspektiven des Projekts umrissen und ein kurzer Ausblick gegeben.

## AUSGANGSLAGE

Die technischen Entwicklungen im Bereich der künstlichen Intelligenz (KI) stellen auch die Berufsbildung vor große Herausforderungen. Gerade generative KI-Tools wie ChatGPT erfreuen sich großer Beliebtheit. Die Dringlichkeit der Auseinandersetzung wurde sowohl von der Industrie als auch der Forschung erkannt und so entstehen täglich neue KI-Tools, die Arbeitserleichterungen versprechen. Problematisch wird es dann, wenn Inhalte aus Tools unreflektiert kopiert und weiterverbreitet werden. Die Beförderung von KI-Literacy, also der Fähigkeit, KI-Systeme einzuschätzen, zu hinterfragen und sinnstiftend zu

nutzen, wird zunehmend zur Aufgabe der verschiedenen Bildungsbereiche (vgl. LONG & MAGERKO 2020).

Die Lehrkräftebildung hat einen besonderen Standpunkt, da Lehrkräfte im Sinne der doppelten Vermittlungspraxis (umgangssprachlich auch ‚pädagogischer Doppeldecker‘ genannt) ihre eigenen Erfahrungen und Fähigkeiten auch auf ihre Unterrichtspraxis übertragen. Bei den Lehramtsstudierenden der beruflichen Bildung kommt hinzu, dass der Lernort Betrieb eine digitale Transformation durchläuft und sich neben der Methodik respektive Didaktik auch fachliche Unterrichtsinhalte verändern

*weiter auf Seite 23*

## LEOANDO GEHT ONLINE - NEUES BIBB-PORTAL FÜR DAS AUSBILDUNGS- UND PRÜFUNGPERSONAL

Das Ausbildungs- und Prüfungspersonal in der beruflichen Bildung wird durch die Auswirkungen der schnellen technologischen Entwicklungen und Änderungsprozesse in Wirtschaft und Gesellschaft immer wieder vor neue Herausforderungen gestellt. Um diese künftig noch besser zu bewältigen, wird die Zielgruppe ab sofort durch das neue Portal „Leando“ unterstützt. „Leando“ dient als zentrale Anlaufstelle, um das Ausbildungs- und Prüfungspersonal mit allen relevanten und qualitätsgesicherten Informationen rund um die tägliche Ausbildungspraxis und das Prüfungswesen zu versorgen. Entwickelt wurde das neue Portal vom Bundesinstitut für Berufsbildung (BIBB) im Auftrag des Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF) sowie in Zusammenarbeit mit Ausbilderinnen und Ausbildern sowie Prüferinnen und Prüfern.

Mit einer Vielzahl von Funktionen, die speziell auf die Bedürfnisse des Ausbildungs- und Prüfungspersonals zugeschnitten sind, bietet das neue Portal vielfältige Vorteile:

- Erleichterter Zugang zu qualitätsgesicherten Informationen und praxisnahen Arbeitshilfen
- Adaptive Bereitstellung von Informationen durch eine empfehlungs-basierte Suche
- Förderung des Erfahrungsaustausches und der Vernetzung innerhalb der Community
- Weiterentwicklung der betrieblichen Ausbildungsgestaltung durch Dar-

## INTRO

Das Projekt „tekom\_Land-BauMT – technische Kommunikation in Lern- und Arbeitsprozessen der Land- und Baumaschinenmechatroniker im Kontext Industrie 4.0“ wurde zwischen dem Bau-ABC Rostrup als Projektverantwortlichen und dem Institut Technik und Bildung ITB (Universität Bremen) als Projektpartner im Zeitraum zwischen November 2020 und Juni 2023 durchgeführt und aus Mitteln des Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF) finanziert.

Im Rahmen des Projekts war es u. a. Ziel, die sich durch die fortschreitende Digitalisierung und Vernetzung in der Industrie und im Handwerk verändernden Anforderungen und Tätigkeiten im Beruf Land- und Baumaschinenmechatroniker:in zu untersuchen und Impulse zur berufs-pädagogischen Modernisierung der überbetrieblichen Ausbildung in diesem Beruf zu geben.

Das Projekt „tekom\_LandBauMT“ widmete sich diesen Herausforderungen, indem zunächst grundlegende berufswissenschaftliche Analysen mit Hilfe der Erstellung einer Sektoranalyse für den Bereich der Land- und Baumaschinenteknik sowie durch die Entwicklung einer Beruflichen Handlungsfeldstruktur für den Berufs des bzw. der Land- und Baumaschinenmechatroniker:in vorgenommen wurden. Auf dieser Grundlage wurde anschließend eine digital-gestützte, arbeitsprozess- und kompetenzorientierte Lern- und Arbeitsaufgabe für den Beruf Land- und Baumaschinenmechatroniker:in entwickelt und dem überbetrieblichen Ausbildungspersonal zur Erprobung und Weiterentwicklung zur Verfügung gestellt. **Die Sektoranalyse für den Bereich Land- und Baumaschinenteknik, die Berufliche Handlungsfeldstruktur für den Beruf des/der Land- und Baumaschinenmechatroniker:in und die digitalgestützte Lern- und Arbeitsaufgabe stehen unter <https://ck.kwst.uni-bremen.de/projekt-tekom/> einer interessierten Fachöffentlichkeit zur weiteren Nutzung zur Verfügung.**

*Michael Sander*

stellung von erprobter „guter Praxis“ und anwendungsorientierter Lernpfade

- Lernortübergreifend anwendbare Dienste für Betriebe, Überbetriebliche Bildungszentren und Berufsschulen
- Partizipativ gestaltete Funktionen ermöglichen die gemeinsame Weiterentwicklung des Portals und die Diskussion in moderierten Communities.

Die mit dem Portal verbundene Initiative ist ein entscheidender Schritt, um die Ausbildungs- und Prüfungspraxis in der Berufsbildung in Deutschland im digitalen Zeitalter zu modernisieren, den Transformationsprozess der Wirtschaft zu unterstützen und gleichzeitig die dafür notwendigen Kompetenzen des Ausbildungs- und Prüfungspersonals zu fördern. (Quelle: BIBB-Pressemitteilung 37/2023 | Bonn, 20.11.2023)

## WAS UND WANN

07.–08.03.2024 | 13. Fachtagung Arbeitskreis Versorgungstechnik (AKVT), Berufsschulcampus Unstrut-Hainich, Mühlhausen (Thüringen), Infos unter: <https://www.bag-elektrometall.de>

08.–09.03.2024 | 33. BAG-Fachtagung Berufliches Lernen in der Krise? Berufsschulcampus Unstrut-Hainich, Mühlhausen (Thüringen), Infos unter: <https://www.bag-elektrometall.de>

26.04.2024 | Linz / Österreich, 17. Österreichischer Wirtschaftspädagogik-Kongress, Infos unter: <https://www.jku.at/news-events/news/detail/news/wipaed2024/>

## LICHTBLICKE AUF DEM AUSBILDUNGSMARKT

**Mehr Verträge, mehr Angebote, steigende Nachfrage – aber: Zahl der unbesetzten Ausbildungsplätze auf neuem Höchststand**

Der Ausbildungsmarkt erholt sich langsam von den starken Einbußen, die es mit Beginn der Coronapandemie zu verzeichnen gab. Im Berichtsjahr 2023 wurden bundesweit 489.200 duale Ausbildungsverträge neu abgeschlossen. Das entspricht einem Plus von 3,0 % (+14.000) im Vergleich zum Vorjahr. Seit dem Einbruch im Jahr 2020 ist die Zahl der neuen Ausbildungsverträge zwar um rund 21.700 (+4,6 %) gestiegen.

Insgesamt verbleibt die Zahl der Neuabschlüsse aber weiterhin um 35.900 Verträge (-6,8 %) unter dem Niveau von 2019 vor Ausbruch der Coronapandemie. Nach den Rückgängen in den Vorjahren stieg im Jahr 2023 die Nachfrage der Jugendlichen nach einer dualen Berufsausbildung um 17.300 auf 552.900 (+3,2 %) an. Auch das Angebot an Ausbildungsstellen nahm in vergleichbarem Umfang zu (+18.600 beziehungsweise +3,4 %) und liegt nun bei 562.600. Damit übertraf das Angebot zum zweiten Mal in Folge die Nachfrage der Jugendlichen.

Dies sind zentrale Ergebnisse der Analysen des Bundesinstituts für Berufsbildung (BIBB) zur Entwicklung des Ausbildungsmarktes im Jahr 2023 auf Basis der BIBB-Erhebung über neu abgeschlossene Ausbildungsverträge zum Stichtag 30. September sowie der Ausbildungsmarktstatistik der Bundesagentur für Arbeit (BA).

Allerdings nahmen auch die Schwierigkeiten weiter zu, das Ausbildungsangebot der Betriebe und die Nachfrage der Jugendlichen zusammenzuführen. Sowohl der Anteil der unbesetzten Ausbildungsstellen als auch der Anteil der erfolglos suchenden Ausbildungsplatznachfrager/-innen ist im Vergleich zum Vorjahr gestiegen. Bundesweit blieben 2023 rund 73.400 Ausbildungsstellen unbesetzt. Das sind 13,4 % des gesamten betrieblichen Angebots – ein neuer Höchstwert. Gleich-

zeitig hatten 63.700 junge Menschen zum Stichtag 30. September noch keinen Ausbildungsplatz gefunden und hielten deshalb ihren Vermittlungswunsch weiter aufrecht. 11,5 % der Jugendlichen blieben damit bei ihrer Suche nach einem Ausbildungsplatz erfolglos.

Vor dem Hintergrund der zunehmenden Besetzungsprobleme rückt das Vorgehen der Betriebe bei der Suche nach künftigen Auszubildenden verstärkt in den Blickpunkt. Im Durchschnitt nutzen Unternehmen fünf bis sechs unterschiedliche Rekrutierungskanäle, um Jugendliche auf ihr Ausbildungsangebot aufmerksam zu machen und sie als Bewerberinnen und Bewerber zu gewinnen. Das zeigen Ergebnisse einer weiteren aktuellen BIBB-Analyse, die auf den Angaben von rund 1.600 Ausbildungsbetrieben basieren, die im Jahr 2022 innerhalb des „BIBB-Betriebspanels zu Qualifizierung und Kompetenzentwicklung“ befragt wurden.

Demnach setzen weite Teile der Betriebe besonders auf indirekte Rekrutierungskanäle, die eine große Reichweite haben. Favorit ist hier mit 75 Prozent der Weg über die Vermittlungsdienste der örtlichen Arbeitsagentur. Die sozialen Medien werden inzwischen von fast der Hälfte der Betriebe für die Verbreitung von Ausbildungsangeboten genutzt. Das Betriebspraktikum wird zwar auch von 70 Prozent der Betriebe genutzt, doch legt nur ein kleinerer Anteil der Betriebe den Schwerpunkt bei der Suche nach Auszubildenden insgesamt auf direkte Rekrutierungskanäle – also auf Wege, über die potenzielle Bewerberinnen und Bewerber unmittelbar angesprochen werden. Die Analyse zeigt ferner: Betriebe, die viele indirekte Rekrutierungskanäle nutzen, erhalten zwar viele Bewerbungen. Das Risiko, Ausbildungsplätze nicht besetzen zu können, sinkt dadurch aber nicht. Als Erfolg versprechender erweisen sich hauptsächlich direkte, persönliche Wege für die Suche nach zukünftigen Auszubildenden. (Quelle: BIBB-Pressemitteilung 39/2023 | Bonn, 13.12.2023)

## AUSBILDUNGSVERGÜTUNGEN 2023: ANSTIEG UM 3,7 PROZENT

Die tariflichen Ausbildungsvergütungen in Deutschland sind 2023 im Vergleich zum Vorjahr im bundesweiten Durchschnitt um 3,7 Prozent gestiegen. Der Anstieg lag damit unterhalb des Vorjahresniveaus (4,2 Prozent).

Die Auszubildenden in tarifgebundenen Betrieben erhielten im Durchschnitt über alle Ausbildungsjahre 1.066 Euro

brutto im Monat. Für Auszubildende in Westdeutschland ergab sich mit 1.068 Euro ein leicht höherer Durchschnittswert als für ostdeutsche Auszubildende mit 1.042 Euro. Dies sind zentrale Ergebnisse der Auswertung der tariflichen Ausbildungsvergütungen für das Jahr 2023 durch das Bundesinstitut für Berufsbildung (BIBB).

Aufgrund der hohen Inflation mussten die Auszubildenden - so wie die meisten Arbeitnehmerinnen und Arbeitnehmer - wie bereits 2022 und 2021 Reallohnverluste hinnehmen. Allerdings werden die zum Teil umfangreichen Sonderzahlungen, die in den Tarifverhandlungen der letzten beiden Jahre auch für Auszubildende ausgehandelt wurden, in die Berechnungen nicht mit einbezogen, da diese sich alleine auf die vereinbarten monatlichen tariflichen Ausbildungsvergütungen beziehen.

Seit 1976 wertet das BIBB die tariflichen Ausbildungsvergütungen jährlich zum Stichtag 1. Oktober aus. In die Berechnung der gesamtdeutschen Durchschnittswerte sowie der Durchschnittswerte für Ost- und Westdeutschland fließen dabei alle Ausbildungsberufe ein, für die Daten vorliegen. In der BIBB-Datenbank „Tarifliche Ausbildungsvergütungen“ ([www.bibb.de/ausbildungsverguetung](http://www.bibb.de/ausbildungsverguetung)) werden Durchschnittswerte für stärker besetzte Ausbildungsberufe ausgewiesen. Für 173 Berufe in West- und 110 Berufe in Ostdeutschland liegen Ergebnisse vor.

Dabei zeigen sich erhebliche Unterschiede in der Vergütungshöhe je nach Ausbildungsberuf. Die im gesamtdeutschen Durchschnitt höchsten tariflichen Ausbildungsvergütungen wurden im Beruf Milchtechnologe/-technologin mit monatlich 1.307 Euro gezahlt. Der Spitzenreiter der Vorjahre - Zimmerer/Zimmerin - landete auf Platz 2 (1.264 €). In 13 Berufen lagen die tariflichen Vergütungen im Durchschnitt über alle Ausbildungsjahre bei 1.200 Euro oder mehr. Hier finden sich, neben den genannten Berufen, vor allem Berufe aus dem Baugewerbe wie Maurer/-in (1.229 €) oder Rohrleitungsbauer/-in (1.250 €), ferner zum Beispiel der/die Kaufmann/?frau für Versicherungen und Finanzanlagen (1.245 €). Insgesamt erhielten etwa zwei Drittel der Auszubildenden, die in einem tarifgebundenen Betrieb lernten, 2023 eine Ausbildungsvergütung von mehr als 1.000 Euro, fast ein Drittel sogar mehr als 1.150 Euro.

Bei rund zehn Prozent der Auszubildenden lagen die tariflichen Ausbildungsvergütungen 2023 unterhalb von 850 Euro. Für 14 Berufe wurde ein bundesweiter Durchschnittswert von weniger als 900 Euro ermittelt. Die meisten dieser Berufe gehören zum Handwerk, zum Beispiel Maler/-in und Lackierer/-in (891 €), Schornsteinfeger/-in (847

€) oder Friseur/-in (691 €), dem Beruf mit den insgesamt niedrigsten tariflichen Ausbildungsvergütungen. Mit den Berufen Tiermedizinische/-r Fachangestellte/-r (871 €) und Pharmazeutisch-kaufmännische/-r Angestellte/-r (855 €) befanden sich auch zwei Berufe aus dem Ausbildungsbereich der freien Berufe in dieser Gruppe. Aufgrund eines überdurchschnittlich hohen Tarifabschlusses verzeichnete der Beruf Bäcker/-in einen deutlichen Sprung von 782 Euro auf 970 Euro und gehört nicht mehr zu den Berufen mit besonders niedrigen durchschnittlichen tariflichen Vergütungen.

Zwischen den Ausbildungsbereichen unterschieden sich die Ausbildungsvergütungen ebenfalls deutlich. Über dem gesamtdeutschen Durchschnitt von 1.066 Euro lagen die tariflichen Ausbildungsvergütungen im öffentlichen Dienst (1.128 €), in Industrie und Handel (1.113 €), in der Hauswirtschaft (1.086 €) und in der Landwirtschaft (1.079 €), darunter im Handwerk (983 €) und in den freien Berufen (979 €). (Quelle: BIBB-Pressemitteilung 02/2024 | Bonn, 18.01.2024)

## WEITERBILDUNGSMARKT: WANDEL UNTER KRISEN- BEDINGUNGEN

### Digitalisierung, Konkurrenzdruck, Inflation und Fachkräftemangel fordern die Anbieter heraus

Die Weiterbildungsbranche steht unter Druck: Digitalisierung, Energiekrise und Inflation sowie Personalengpässe verschärfen den Wettbewerb und erschweren die Angebotsplanung. Dies zeigen Ergebnisse der wbmonitor-Umfrage des Bundesinstituts für Berufsbildung (BIBB) und des Deutschen Instituts für Erwachsenenbildung - Leibniz-Zentrum für Lebenslanges Lernen e.V. (DIE).

Viele Anbieter reagieren in dieser Situation mit Neuerungen im Angebot und Kooperationen. Digitale Weiterbildungsformate sind für viele Anbieter inzwischen unverzichtbar, um am Markt zu bestehen. 62 Prozent maßen ihnen 2022 eine strategische Bedeutung hinsichtlich der Wettbewerbsfähigkeit zu. Durchschnittlich jede vierte Weiterbildung (25 Prozent) wurde rein online durchgeführt. Online-Angebote bieten den Vorteil, Weiterbildungsinteressierte ortsunabhängig mit passgenauen Angeboten adressieren zu können.

Gleichzeitig können Nachfragende ohne Berücksichtigung des Veranstaltungsorts aus mehr Angeboten auswählen, sodass sich die Anbieter auf mehr Wettbewerb einstellen müssen. So sah fast die Hälfte der Einrichtungen (46 Prozent) digitale Angebote anderer Anbieter als Konkurrenz an. Eine besondere Herausforderung für die Anbieter bestand durch die Planungsunsicherheit infolge der Energiekrise und der hohen Inflation. Vor dem Hintergrund der unsicheren gesamtwirtschaftlichen Konjunktur sahen sieben von zehn Einrichtungen (71 Prozent) die zukünftige Nachfrage nach ihren Leistungen als schwer vorhersehbar an. Zudem konstatierte fast jeder zweite Anbieter (45 Prozent) eine rückläufige Nachfrage durch Preiserhöhungen seiner Weiterbildungen.

Der Fachkräftemangel ist mittlerweile ein wichtiges Thema für die Branche. Dies zeigt die Einschätzung von 70 Prozent der Anbieter, Schwierigkeiten bei der Gewinnung geeigneten Weiterbildungspersonals, womit auch Honorarkräfte gemeint waren, zu haben. Gerade mit Blick auf die Bedeutung des Bildungsbereichs zur Begleitung aktueller gesellschaftlicher und technischer Transformationsprozesse kann der Befund als alarmierend betrachtet werden. Unter sich wandelnden Marktbedingungen wurden viele Anbieter durch Neuerungen im Angebot aktiv. Fast zwei Drittel der Einrichtungen (64 Prozent) boten mindestens eine thematisch neue Weiterbildungsveranstaltung an. Jeder zweite Anbieter adressierte neue Zielgruppen mit neu- oder weiterentwickelten Angeboten. 59 Prozent hatten mindestens eine Veranstaltung in Kooperation im Angebot. Dies konnte die Zusammenarbeit sowohl mit anderen Weiterbildungsanbietern als auch mit anderweitigen Organisationen beinhalten. Häufig war mit kooperativen Angeboten das Motiv verbunden, den hohen Wettbewerbsdruck zu reduzieren.

Der vollständige Ergebnisbericht ist unter [www.bibb.de/dienst/publikationen/de/19365](http://www.bibb.de/dienst/publikationen/de/19365) abrufbar. (Quelle: BIBB-Pressemitteilung 04/2024 | Bonn, 25.01.2024)

## „MOIN BERUFSSCHULE“

### Der Podcast für eine humane, nachhaltige und innovative Berufsschule

An den Berufsschulen werden von hochengagierten Kolleginnen und Kollegen immer neue Konzepte entwickelt, um den Schülerinnen und Schülern eine lernpsychologisch effiziente, beruflich relevante und individuell unterstützende Pädagogik und Didaktik anbieten zu können. So entstehen Produkte, in denen z. B. hochinnovative Raumkonzepte entwickelt und umgesetzt werden, Nachhaltigkeit ihre angemessene Berücksichtigung im Lernfeldunterricht bekommt, aktuelle digitale Konzepte (KI) ihren Weg in den Klassenraum finden und Entwürfe der kommunikativen Unterstützung der Lernenden konsequent umgesetzt werden.

Die meisten dieser Konzepte verbleiben in der Regel an den Schulen, in denen sie entwickelt werden. Konzepte, die auch an anderen Schulen umgesetzt werden könnten und hochwirksam werden könnten.

Der Podcast „Moin Berufsschule“ will den Austausch zwischen den Schulen unterstützen.

Wir finden mit Unterstützung der Kolleginnen und Kollegen an Berufsschulen didaktische Perlen und Edelsteine und stellen diese im Podcast vor.

Hört doch mal rein. Zu finden bei Spotify und da, wo es Podcasts gibt.



Von links nach rechts: Dr. Sören Schütt-Sayed, Prof. Dr. Werner Kuhlmeier, Rainer Pillmann-Wesche (MOIN Berufsschule)

## BAG IN KÜRZE

Plattform zu sein für den Dialog zwischen allen, die in Betrieb, berufsbildender Schule und Hochschule an der Berufsbildung beteiligt sind – diese Aufgabe haben sich die Bundesarbeitsgemeinschaften gestellt. Ziel ist es, die berufliche Bildung in den jeweiligen Fachrichtungen Elektro-, Informations-, Metall- und Fahrzeugtechnik auf allen Ebenen weiterzuentwickeln.

Die Zeitschrift „lernen & lehren“ – als wichtigstes Organ der BAG – ermöglicht den Diskurs in einer breiten Fachöffentlichkeit und stellt für die Mitglieder der BAG regelmäßig wichtige Informationen bereit, die sich auf aktuelle Entwicklungen in den Fachrichtungen beziehen. Sie bietet auch Materialien für Unterricht und Ausbildung und berücksichtigt abwechselnd Schwerpunktthemen aus der Elektrotechnik und Informationstechnik sowie der Metalltechnik und Fahrzeugtechnik. Berufsübergreifende Schwerpunkte finden sich immer dann, wenn es wichtige didaktische Entwicklungen in der Berufsbildung gibt, von denen spürbare Auswirkungen auf die betriebliche und schulische Umsetzung zu erwarten sind.

Eine mittlerweile traditionelle Aufgabe der Bundesarbeitsgemeinschaften ist es, im zweijährlichen Turnus die Fachtagungen Elektrotechnik und Metalltechnik im Rahmen der HOCHSCHULTAGE BERUFLICHE BILDUNG zu gestalten und so einer breiten Fachöffentlichkeit den Blick auf Entwicklungstendenzen, Forschungsansätze und Praxisbeispiele in den Feldern der elektro-, informations- sowie metall- und fahrzeugtechnischen Berufsbildung zu öffnen. Damit geben sie häufig auch Anstöße, Bewährtes zu überprüfen und Neues zu wagen.

Die Bundesarbeitsgemeinschaften möchten all diejenigen ansprechen, die in der Berufsbildung in einer der Fachrichtungen Elektro-, Informations-, Metall- oder Fahrzeugtechnik tätig sind, wie z. B. Ausbilder/-innen, (Hochschul-)Lehrer/-innen, Referendare und Studierende, wissenschaftliche Mitarbeiter/-innen sowie Vertreter/-innen von öffentlichen und privaten Institutionen der Berufsbildung. Sie sind herzlich eingeladen, Mitglied zu werden und die Zukunft mitzugestalten.

## BAG IN IHRER NÄHE

Baden-Württemberg	Lars Windelband	<a href="mailto:lars.windelband@kit.edu">lars.windelband@kit.edu</a>
Bayern	Peter Hoffmann	<a href="mailto:peter.hoffmann@smartsteps.de">peter.hoffmann@smartsteps.de</a>
Berlin/Brandenburg	Bernd Mahrin	<a href="mailto:bernd.mahrin@alumni.tu-berlin.de">bernd.mahrin@alumni.tu-berlin.de</a>
Bremen	Olaf Herms	<a href="mailto:O.Herms@bbs2.de">O.Herms@bbs2.de</a>
Hamburg	Wilko Reichwein	<a href="mailto:reichwein@gmx.net">reichwein@gmx.net</a>
Hessen	Uli Neustock	<a href="mailto:u.neustock@web.de">u.neustock@web.de</a>
Mecklenburg-Vorpommern	Christine Richter	<a href="mailto:ch.richter.hro@gmx.de">ch.richter.hro@gmx.de</a>
Niedersachsen	Matthias Becker	<a href="mailto:becker@ibm.uni-hannover.de">becker@ibm.uni-hannover.de</a>
Nordrhein-Westfalen	Thomas Wesseler	<a href="mailto:thomaswesseler@arcor.de">thomaswesseler@arcor.de</a>
Rheinland-Pfalz	N.N.	
Saarland	N.N.	
Sachsen	Martin Hartmann	<a href="mailto:martin.hartmann@tu-dresden.de">martin.hartmann@tu-dresden.de</a>
Sachsen-Anhalt	Frank Wengemuth	<a href="mailto:wengemuth@t-online.de">wengemuth@t-online.de</a>
Schleswig-Holstein	Reiner Schlausch	<a href="mailto:reiner.schlausch@biat.uni-flensburg.de">reiner.schlausch@biat.uni-flensburg.de</a>
Thüringen	Matthias Grywatsch	<a href="mailto:m.grywatsch@t-online.de">m.grywatsch@t-online.de</a>

## BAG-MITGLIED WERDEN

[www.bag-elektrometall.de/pages/BAG\\_Beitritt.html](http://www.bag-elektrometall.de/pages/BAG_Beitritt.html)

[www.bag-elektrometall.de](http://www.bag-elektrometall.de)  
[kontakt@bag-elektrometall.de](mailto:kontakt@bag-elektrometall.de)

Tel.: 04 21/218-66 301  
Fax: 04 21/218-98 66 301

Konto-Nr. 809 487 14  
Sparkasse Bremen (BLZ 290 501 01)

IBAN: DE30 290 501 01 0080 9487 14  
SWIFT-/BIC-Code: SBRE DE 22 XXX

## IMPRESSUM

Bundesarbeitsgemeinschaften für Berufsbildung in den Fachrichtungen Elektro-, Informations-, Metall- und Fahrzeugtechnik (e. V.):  
BAG ElektroMetall e. V.  
c/o ITB – Institut Technik und Bildung  
Am Fallturm 1  
28359 Bremen  
04 21/218-66 301  
[kontakt@bag-elektrometall.de](mailto:kontakt@bag-elektrometall.de)

Redaktion	Layout	Gestaltung
Michael Sander	Brigitte Schweckendieck	Winnie Mahrin

(vgl. SCHLOTTMANN & GERHOLZ 2022). Eine Auseinandersetzung mit der Thematik in der Lehrkräftebildung auch an Universitäten ist unumgänglich. Zentraler Bestandteil des fachdidaktischen Studienteils ist die Beförderung der Unterrichtsplanungskompetenz, die sich in der Fachkompetenz sowie in der didaktischen und pädagogischen Kompetenz manifestiert (vgl. WERNKE & ZIERER 2017).

Zur Beförderung der Unterrichtsplanungskompetenz erstellen Lehramtsstudierende schrittweise schriftliche Unterrichtsplanungen in Form von Entwürfen, die kontinuierlich auf die Integration verschiedener Planungsmerkmale hinarbeiten. Es gilt, zielorientierte Planungsentscheidungen zu treffen, diese zu begründen, den Fachgegenstand zu analysieren und die Voraussetzungen des Lehrsettings zu berücksichtigen (vgl. APREA et al. 2021). Diese umfangreichen Analysen werden an den Universitäten von Dozierenden und im Vorbereitungsdienst von Ausbildungsbeauftragten und Ausbildungslehrkräften begleitet. Um die beteiligten Personen, sowohl Studierende als auch Dozierende, in ihrer Arbeit zu unterstützen, wurde das KI-Tool EDDA entwickelt, welches Studierende nutzen können, um Feedback zu ihren schriftlichen Planungen hinsichtlich selbst gewählter thematischer Schwerpunkte wie bspw. Motivationsförderung, Nachhaltigkeit, der Umsetzung von Digitalisierung oder Problemorientierung zu erhalten und sie daraufhin zu überarbeiten.

In diesem Beitrag werden zunächst die technischen, wissenschaftlichen und didaktischen Designkriterien von EDDA theoriegeleitet entwickelt, um dann an einem konkreten Anwendungsbeispiel den Arbeitsprozess darzustellen und schließlich Praxisimplikationen abzuleiten.

## KÜNSTLICHE INTELLIGENZ: GRUNDLAGEN

Bei dem Versuch, den Begriff der künstlichen Intelligenz zu bestimmen, sind verschiedene Definitionsansätze relevant. Nach KLEESIEK et al. (2020, S. 24) handelt es sich bei KI „um einen Zweig der Informatik, der sich mit der Simulation von intelligentem Verhalten in Computern beschäftigt. Häufig wird damit die Fähigkeit einer Maschine, intelligentes, menschliches Verhalten nachzuahmen, gemeint.“

Unterschieden werden verschiedene KI-Systeme anhand der Anzahl der Aufgaben, die sie übernehmen können, und deren Ergebnisqualität in drei Ebenen festzumachen ist: die schwachen, die allgemeinen und die Superintelligenzen (vgl. MASSMANN & HOFSTETTER 2020). Schwache Systeme (narrow AI) werden für einzelne, spezialisierte Anwendungsfälle entwickelt und kommen der Qualität der ‚menschlichen‘ Bearbeitung in diesem engen Be-

reich sehr nahe oder übertreffen sie, während allgemeine KI-Systeme (general AI) eine große Bandbreite an Aufgaben mit hoher Ergebnisqualität, ähnlich den Ergebnissen durch Menschen, bewältigen können. Auf der letzten Ebene befinden sich Systeme, die sehr viele Aufgaben übernehmen können und den Menschen in den Ergebnissen übertreffen (super AI).

Zentral für die Entwicklung von KI-Systemen ist das maschinelle Lernen. Dabei wird Wissen künstlich generiert und auf Basis großer Datensätze lernt das System, Muster und Gesetzmäßigkeiten zu erkennen, die KI wird trainiert (vgl. BUXMANN & SCHMIDT 2021). Auf dieser Basis werden dann Vorhersagen über unbekanntes Material ermöglicht. Drei Ausprägungen des maschinellen Lernens sind möglich: das überwachte, das unüberwachte und das verstärkende Lernen (vgl. KLEESIEK et al. 2020). Je nach Anwendungskontext, Datenbasis und Ressourcen wird einer dieser Ansätze verfolgt. Beim überwachten Lernen sind die Trainingsdaten und erwünschten Outputs, also Vorhersagen, der Technologie bekannt, sodass lediglich eine Beziehung zwischen den Ein- und Ausgabedaten hergestellt werden muss (Beispiel: Tätigkeit von Marktvorhersagen auf Basis vergangener Ereignisse). Im unüberwachten Lernen werden Ähnlichkeiten der Daten durch die Bildung von Clustern in den Rohdaten identifiziert, der Output wird im Gegensatz zum überwachten Lernen nicht vorgegeben (Beispiel: Bildung von Kundenprofilen durch Einkaufsdaten). Muster in den Trainingsdaten werden hier durch den Algorithmus identifiziert. Technologien auf Basis des verstärkenden Lernens sammeln Daten durch die Interaktion mit der Umwelt und bewerten diese dann hinsichtlich der Erreichung eines vorgegebenen Ziels (Beispiel: selbstfahrende Autos).

Die Algorithmen werden in Softwaresysteme eingebaut, die sie für die Nutzerinnen und Nutzer zugänglich machen. Der Mensch als Anwender nimmt in diesem Kontext eine elementare Rolle ein. Die Beziehung wird als Mensch-Maschine-Interaktion bezeichnet (vgl. SEUFERT et al. 2021). Es gilt, die Interaktion so zu gestalten, dass das KI-System als Partner fungieren kann. Speziell für komplexere Nicht-Routineaufgaben, wie es die Planung von Unterricht durch die vielen zu treffenden Entscheidungen und dynamischen Kontexte ist, wird die Augmentationsperspektive respektive KI als Partner einzusetzen, als gewinnbringend diskutiert (vgl. JARRAHI 2018; SEUFERT et al. 2021). Bei der Mensch-Maschine-Interaktion steht somit das agierende Subjekt im Vordergrund, da dieses die Beziehung gestaltet. Im Kontext dieses Beitrags sind diese gestaltenden Subjekte die Nutzerinnen und Nutzer von EDDA: Lehramtsstudierende und (angehende) Lehrkräfte. Sie nutzen das KI-Tool,

um ihre Unterrichtsplanungskompetenz weiterzuentwickeln.

## **UNTERRICHTSPLANUNGSKOMPETENZ ANGEHENDER LEHRKRÄFTE**

Als Unterrichtsplanung im Allgemeinen werden nach SANDFUCHS (2009, S. 512) „alle dem Unterricht vorausgehenden Maßnahmen bezeichnet, die das Lehren und Lernen im Unterricht selbst optimieren sollen“. Die Unterrichtsplanung wird ferner dadurch charakterisiert, dass sie zielgerichtet und erkenntnisgeleitet ist. Damit ist sie hilfreich bei der Gestaltung und Umsetzung von Lehr-Lernarrangements und zur Optimierung und Evaluation dieser (vgl. APREA et al. 2021). Hinzu kommen je nach didaktischem Schwerpunkt noch zusätzliche Prinzipien, die bei der Planung berücksichtigt werden müssen. Verschiedene Fachdidaktiken setzen unterschiedliche Schwerpunkte, weshalb Übertragungen zwischen den Fachrichtungen der beruflichen Bildung nicht immer einwandfrei möglich sind (vgl. PAHL 2004). Für einen Unterricht, der die berufliche Handlungskompetenz der Lernenden befördern soll, ist es notwendig, die Planungsprinzipien und didaktischen Grundsätze bestmöglich zu berücksichtigen. In der beruflichen Bildung ist dies vor allem die Handlungsorientierung (vgl. NIEDERSÄCHSISCHES LANDESINSTITUT FÜR SCHULISCHE QUALITÄTSENTWICKLUNG 2013).

Kompetent in der Unterrichtsplanung zu sein, ist für Lehrkräfte deshalb so wichtig, weil das Unterrichten noch immer ihre Kernaufgabe ist (vgl. SANDFUCHS 2009). Angehende Lehrkräfte lernen im Studium und im Vorbereitungsdienst, ihre Beobachtungen in wissenschaftliche Regeln und Ordnungsgrundsätze einzuordnen und anhand dessen Entscheidungen für die Unterrichtsgestaltung zu planen.

Für (angehende) Lehrkräfte können KI-Tools vor allem beim Kerngeschäft, dem Unterrichten, sinnvoll eingesetzt werden. Denn die gezielte Planung von Unterricht begleitet sie über das gesamte Berufsleben hinweg. An dieser Stelle setzt das KI-Tool EDDA an, welches Lehramtsstudierende und (angehende) Lehrkräfte in der Unterrichtsplanung unterstützen soll.

## **KÜNSTLICHE INTELLIGENZ ALS ASSISTENZ FÜR LEHRKRÄFTE: DIE ELEKTRONISCH-DIDAKTISCHE ASSISTENZ EDDA**

Dem oben umrissenen Prinzip der KI als Partner für Menschen folgend ist die in diesem Beitrag zentrale KI-Plattform EDDA als ‚elektronische Assistenz‘ für didaktische Entscheidungen der Unterrichtsplanung charakterisiert.

## **Technische Funktionsweise**

Das KI-Tool EDDA basiert auf Algorithmen des überwachten maschinellen Lernens. Anhand von Kodierleitfäden wurden Einschätzungen über die Ausprägungen der didaktischen Kategorien in 884 Unterrichtsentwürfen, 420 didaktischen Materialien und 4.679 Schulbuchaufgaben getroffen. Mit diesem Datensatz wurde EDDAs Algorithmus trainiert und in die Software eingebaut.

Zuerst laden die Nutzenden ihren Unterrichtsentwurf sowie die dazugehörigen Materialien in EDDA hoch. Die Dateien werden lediglich für die Analyse im Arbeitsspeicher der genutzten Maschine gespeichert und beim Schließen der Website gelöscht. Sie können durch die Nutzerinnen und Nutzer jedoch auf einer separaten Plattform anonymisiert für Trainingszwecke zur Verfügung gestellt werden. Der Algorithmus nutzt demnach nicht die in EDDA hochgeladenen Daten, um die Vorhersagen zu verbessern. So soll das Risiko für Fehleinschätzungen und Bias minimiert werden. Außerdem können so hohe Datenschutzstandards eingehalten werden.

Die Texte werden dann in Zahlensequenzen transformiert, welche ihre inhaltliche Bedeutung möglichst gut repräsentieren. Diese Zahlensequenzen stellen den Input für die Klassifizierung dar, welche auf dieser Grundlage die Ausprägung der verschiedenen didaktischen Merkmale einschätzt. Es wird für alle Dokumente (Entwurf und Materialien) zu allen didaktischen Merkmalen eine Einschätzung berechnet. Auf Basis dieser geschätzten Werte werden passende Empfehlungen aus einer Datenbank geladen und auf der grafischen Benutzeroberfläche dargestellt.

Aufgrund mangelnder verfügbarer Daten basieren die Empfehlungen von EDDA gegenwärtig noch nicht auf einer generativen KI, sondern es werden Analyseergebnisse als Feedbackgrundlage zur Verfügung gestellt. Die aktuellen Empfehlungen wurden von der Forschungsgruppe manuell geschrieben und entwickelt, um eine möglichst hohe Qualität und Verlässlichkeit der Empfehlungen sowie die Anschlussfähigkeit an bestehende wissenschaftliche Modelle und Theorien sicherzustellen. Im Gegensatz zu großen generativen Modellen, wie z. B. ChatGPT, ist EDDA aus technischer Sicht deutlich spezialisierter und kommt mit weniger Parametern aus.

Jede Klassifizierung setzt ein bestimmtes didaktisches Kriterium um, sodass die Einschätzungen, die EDDA den Nutzerinnen und Nutzern liefert, auf verschiedenen didaktischen Analyse- und Gestaltungskriterien basieren.

## Gestaltungsprinzipien und didaktische Analyse- kriterien

EDDA basiert auf dem Gedanken der persönlichen Assistenz. Damit nutzt sie das Personalisierungsprinzip und spricht die Nutzenden direkt an. Die Empfehlungen, die sie ausspricht, werden von ihr mit Wertungen wie ‚gut gelungen‘ oder ‚daran sollten Sie noch arbeiten‘ beschrieben. Die weiterführenden Quellen, auf die für die weitere Arbeit am Unterrichtsentwurf verwiesen wird, reichen von niedrigschwelligen Lern- und Erklärvideos oder Blogbeiträgen bis zu wissenschaftlicher Fachliteratur. Je besser die Einschätzung der Umsetzungsqualität, desto höher ist der Anforderungsbereich, den EDDA anspricht. Wenn lediglich erste Ansätze zur Umsetzung geplant wurden, werden insbesondere Basisquellen oder Videos empfohlen; wenn die Entwürfe bereits fortgeschrittener sind, wird komplexere Literatur zum Weiterdenken angeführt.

Die didaktischen Analyseverfahren, die EDDA berücksichtigen kann, richten sich nach den weitgehend akzeptierten Prinzipien der Wirtschaftsdidaktik und der allgemeinen Didaktik für Unterrichtsplanungen. Dies sind die:

- Basisdimensionen Strukturiertheit, Aktivierung und Vernetzung (vgl. RIEBENBAUER 2022)
- Problemorientierung (vgl. bspw. DÖRNER 1979)
- Prozessorientierung (vgl. bspw. BLOEMEN 2011)
- Handlungsorientierung (vgl. bspw. HACKER & SACHSE 2014)
- Motivationsförderung (vgl. bspw. DECI & RYAN 1993)
- Umsetzung von inhaltlicher und methodischer Digitalisierung (vgl. KRÄMER et al. 2017; VAN DER KLEIJ et al. 2015)
- Integration von Nachhaltigkeit (vgl. BERDING et al. 2020; UNITED NATIONS 2015)

## Zielsetzung und Zielgruppe

Mit EDDA wird eine Zielsetzung verfolgt, die aus vier Dimensionen besteht:

1. Die pädagogisch-didaktische Professionalisierung der Nutzenden soll vorangetrieben werden, indem die Auseinandersetzung mit den eigenen Unterrichtsentwürfen die (Selbst-)Reflexionskompetenz befördert. Das Tool ermöglicht die gezielte Reflexion der eigenen Planungsentscheidungen, zeigt Alternativen auf und lädt zum Hinterfragen der Planung ein.
2. Durch die angeleitete Auseinandersetzung mit den Entwürfen werden die eigenen Entscheidungs-

gen transparenter und nachvollziehbarer, auch wenn die dahinterliegenden Konstrukte komplex bleiben. Dies schafft Orientierung im Thema und Planungssicherheit.

3. Das individualisierte Feedback von EDDA mit den detaillierten Hilfestellungen soll die Motivation zur Auseinandersetzung mit den eigenen Entwürfen und Materialien fördern. Außerdem ist die Erstellung von Feedback zu Unterrichtsentwürfen auch für Dozierende arbeitsintensiv, da sie lernförderliches Feedback geben möchten. Im Idealfall wird durch die Nutzung von EDDA die Betreuungsqualität erhöht, indem die feedbackgebende Person zeitlich entlastet wird. Die individuelle Schwerpunktsetzung für Feedbackgespräche ist vorteilhaft für alle Beteiligten, da eine intensivere Auseinandersetzung mit wenigen, eher spezialisierten Themen erfolgen kann, bei denen EDDA (noch) keine Hinweise hat. Wichtig ist, dass EDDA nicht zur Leistungsbewertung eingesetzt werden darf; sie ist rein als Begleitwerkzeug intendiert.
4. Zuletzt soll durch die Interaktion mit der Technologie ein Kontakt mit KI hergestellt werden, der über die private Nutzung von Sprachmodellen und Chatbots hinausgeht. Damit soll verdeutlicht werden, wie vielfältig der Themenbereich KI ist und welche Möglichkeiten vorhanden sind. Somit soll ein Beitrag zur Beförderung der KI-Literacy geleistet werden. Dazu gehört neben der inhaltlichen Auseinandersetzung mit den Ergebnissen aus KI-Tools auch die Reflexion der technischen Aspekte, bspw. der Sicherheit der Vorhersagen der KI sowie der Reliabilität der Trainingsdaten.

## Einsatz und Arbeitsprozess

EDDA kann in allen Settings eingesetzt werden, in denen wirtschaftspädagogische Unterrichtsentwürfe und -materialien erstellt werden, also in allen Phasen der Lehrkräftebildung. Im Studium findet dies vor allem in Didaktik-Seminaren oder Vorbereitungsseminaren für Praktika statt, im Vorbereitungsdienst für Unterrichtsbesuche. Später im Beruf erfolgt eine Auseinandersetzung mit Entwürfen u. a. bei der Betreuung von Lehrkräften im Vorbereitungsdienst oder als individuelle Weiterbildung. Gerade in der dritten Phase kann EDDA eingesetzt werden, um bestehende Konzepte und Materialien hinsichtlich der verfügbaren Aspekte wie bspw. Digitalisierung und Nachhaltigkeit zu modernisieren.

Den konkreten Arbeitsprozess mit EDDA veranschaulichen die folgenden beiden Abschnitte am Beispiel der Prozessorientierung und Digitalisierung, da diese fachrichtungsübergreifend einen hohen Stellenwert in Unterrichtsentwürfen der beruflichen

Bildung haben. Daher erscheinen sie für die Illustration von EDDA an dieser Stelle am geeignetsten. Dabei ist das Grundprinzip der Nutzung immer gleich: Nutzerinnen und Nutzer laden ihren Entwurf und ggf. Begleitmaterial auf der Plattform hoch, wählen die gewünschte Dimension aus und starten die Analyse. Daraufhin werden sie zu einer Übersichtsseite weitergeleitet, die die erreichten Prozentsätze aufschlüsselt (Abbildung 1).

Als nächstes arbeiten sich die Nutzerinnen und Nutzer durch die Ergebnisse. Nicht immer sind diese so umfangreich, wie in Abbildung 1 dargestellt. Es kann auch sein, dass nur eine oder zwei Dimensionen ausgewählt wurden. Weiter geht die Arbeit mit EDDA jedoch immer auf den Detailseiten der Kategorien, in diesem Fall Digitalisierung und Prozessorientierung.

Die Detailseiten für die einzelnen Dimensionen folgen jeweils demselben logischen Aufbau bestehend aus einem grafischen und einem textbasierten Teil. Im grafischen Teil befindet sich zunächst die Ergebnisanalyse, die übersichtlich die Einschätzungen von EDDA darstellt (Abbildung 2), dann die Kohärenzanalyse, die potentielle Differenzen zwischen Entwurf und hochgeladenem Material aufzeigt (Abbildung 3) und schließlich die Sicherheitsanalyse, die die Verlässlichkeit der Einschätzungen von EDDA umfasst (Abbildung 4).

Die Ergebnisanalyse (Abbildung 2) bereitet die Einschätzungen von EDDA auf, indem sie die Wertungen in einer Grafik darstellt. Die Grafiken wurden so gewählt, dass sie den Kern der Kategorie ausdrücken, bei der Digitalisierung den Technologieeinsatz (Abb. 2, links) oder bei der Prozessorientierung eine Prozesskette (Abbildung 2, rechts). Abbildung 2 zeigt, dass in unserem Beispielentwurf digitale und analoge Technologien kombiniert werden, Lernende aber nicht mittels digitaler Medien kooperieren oder kollaborieren müssen. Außerdem nutzen sie die Medien nur passiv und erhalten auch kein Feedback durch die genutzten digitalen Technologien. Ein solches Ergebnis erhalten die Nutzerinnen und Nutzer häufig dann, wenn sie klassische Kreidetafeln oder Flipcharts durch ein Smartboard ersetzen und analoge

Arbeitsblätter nutzen oder umgekehrt. Die Abbildung zur Prozessorientierung stellt dar, dass der Entwurf nur isolierte Tätigkeitsschritte beinhaltet. Es finden keine Verknüpfungen zu vor- oder nachgelagerten Tätigkeiten statt. Wert-, Zahlungs- und Informationsströme werden ebenfalls berücksichtigt, aber auch hier nicht in den Prozesszusammenhang eingebettet.

Die Kohärenzanalyse (Abbildung 3) bildet Abweichungen zwischen Material und Unterrichtsentwurf ab. Die Nutzenden können nun kritisch nachprüfen, inwiefern dies der Fall ist und entsprechende Maßnahmen in Erwägung ziehen, um das Material entsprechend der Intention des Entwurfs zu überarbeiten. Abbildung 3 zeigt, dass die im Entwurf antizipierte Prozessorientierung in der Kategorie Zahlungsströme weniger gut umgesetzt wurde, bei der Prozessorientierung und den Informationsströmen aber sogar besser, also eine stärkere Verkettung von Prozessschritten bzw. eine authentischere Einbettung der damit verbundenen Tätigkeiten zu finden ist.

Die Sicherheitsanalyse (Abbildung 4) für den Bereich ‚Prozessorientierung‘ gibt Aufschluss darüber, wie sicher sich EDDA bei ihren Einschätzungen ist. In Abbildung 5 ist deutlich zu sehen, dass die Sicherheit in einigen Kategorien weniger stark ausgeprägt ist als in anderen. Die Nutzenden sollten nun kritisch hinterfragen, ob die Vorhersagen inhaltlich plausibel sind und dabei auch die Zuverlässigkeit der Rückmeldungen mit einbeziehen. Diese Auseinandersetzung kann auch Gegenstand von Feedbackgesprächen mit Dozierenden sein.

Zusätzlich können die Nutzenden durch aufklappbare Menüs im textbasierten Teil weiter unten auf der Seite detailliertes Feedback und weiterführende Impulse einsehen (Abbildung 5). Dieses gliedert sich in verschiedene Unterkategorien, um den Gesamtumfang des Feedbacks greifbarer zu machen. Mit einem Klick auf das Plus lassen sich die Boxen durch die Zielgruppe ein- und ausklappen. Im oberen Beispiel in Abbildung 6 wird eine mögliche Prozesskette beschrieben, der untere Teil gibt Hinweise darauf, wie eine aktive Einbindung digitaler Werkzeuge gelingen kann. Durch Aufklappboxen (Abbildung 5 & 6) kön-



Abb. 1: Übersichtsseite



Abb. 2: Exemplarische Darstellung der Ergebnisanalysen von ‚Digitalisierung‘ (links) und ‚Prozessorientierung‘ (rechts)

nen die Nutzenden selbst bestimmen, wie viel Text sie ausgesetzt sind und dadurch auch die visuelle Fracht der Seite beeinflussen. Wer nur eine kurze Idee davon bekommen möchte, was es zu überarbeiten gibt, überfliegt die Texte und klappt wenige Textboxen aus. Wer sich intensiver mit dem Feedback auseinandersetzen möchte, kann vertiefende Ausführungen ausklappen. Die weiterführenden Quellen stellen sowohl fachwissenschaftliche, fachdidaktische als auch fachpraktische Literatur bereit. Außerdem wird an einigen Stellen die schriftliche Erklärung der Kategorie durch externe Lern- und Erklärvideos oder Blogbeiträge aufgelockert.

### PERSPEKTIVEN UND AUSBLICK

Das in diesem Beitrag vorgestellte KI-Tool EDDA bietet verschiedene Einsatzmöglichkeiten in der universitären Lehrkräfteausbildung, im Vorberei-

tungsdienst und in der späteren Berufstätigkeit von Lehrkräften an berufsbildenden Schulen, bisher vor allem in wirtschaftspädagogischen Szenarien. Aktuell wird EDDA in Lehrveranstaltungen der Universitäten Hamburg, Oldenburg und Graz eingesetzt und wissenschaftlich begleitet. Ein zentrales Desiderat stellt dar, wie EDDA die Beförderung der Unterrichtsplanungskompetenz von Studierenden beeinflusst und inwiefern sich der Einsatz der Plattform auf Feedbackgespräche mit Dozierenden und Ausbildungslehrkräften auswirkt. Außerdem sollte die Art und Weise der Interaktion zwischen den Nutzenden und EDDA betrachtet werden. Als Erweiterung zum aktuellen Leistungsumfang von EDDA arbeiten die beteiligten Universitäten momentan an EDDAplus, einem Plug-In, welches zusätzlich auch die Analyse des Sachgegenstands und der relevanten curricularen Inhalte sowie des Bedingungsfelds und der Lernziele durch EDDA ermöglichen soll. Perspektivisch ist es denkbar, EDDA auch für andere berufliche Fachrichtungen zu-

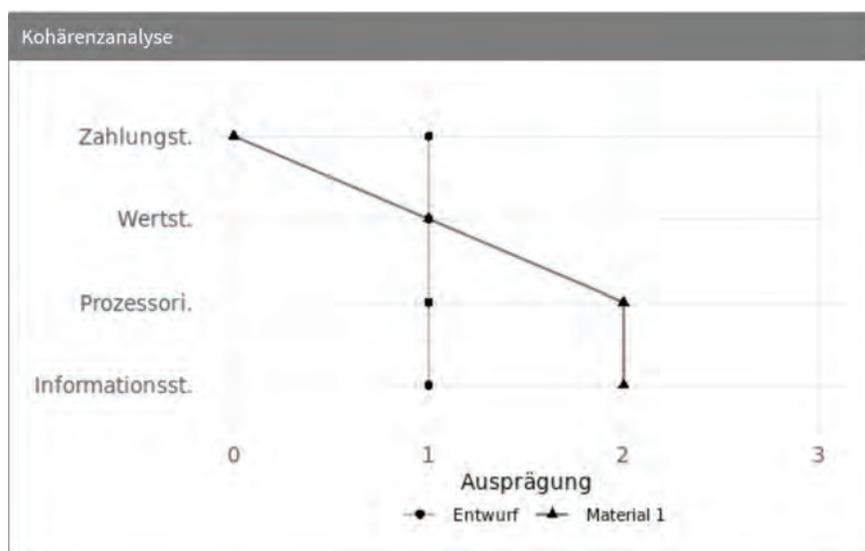


Abb. 3: Exemplarische Darstellung einer Kohärenzanalyse für den Bereich ‚Prozessorientierung‘



gänglich zu machen.

**EDDA ist hier zu finden:**

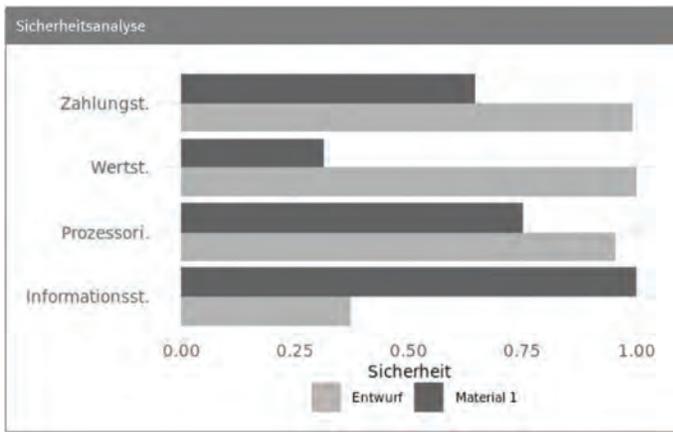


Abb. 4: Exemplarische Darstellung einer Sicherheitsanalyse im Bereich ‚Prozessorientierung‘

**Anmerkungen**

- 1) EDDA steht für elektronisch-didaktische Assistenz und entstand in einem Gemeinschaftsvorhaben der Universitäten Hamburg, Oldenburg und Graz.
- 2) Auch in Lehramtsstudiengängen mit anderen beruflichen Fachrichtungen fertigen Studierende schriftliche Unterrichtsplanungen nach didaktischen Prinzipien an. EDDA konzentriert sich

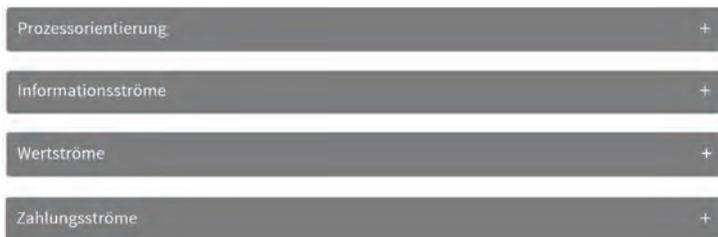


Abb. 5: Aufklappbare Textboxen mit Feedback aus der Kategorie ‚Prozessorientierung‘



Abb. 6: Aufgeklappte Textboxen mit exemplarischen Rückmeldungen zu den Bereichen ‚Prozessorientierung‘ und ‚Digitalisierung‘

vor allem auf die grundlegenden Prinzipien der Berufs- und Wirtschaftspädagogik, sodass die Empfehlungen grundsätzlich auch auf Entwürfe für Unterricht in anderen beruflichen Fachrichtungen (z. B. Metall- und Elektrotechnik) nutzbar sind. Allerdings erfolgt das Training der KI vor allem an Material aus der Wirtschaftspädagogik, sodass die Einschätzungsgüte in anderen beruflichen Fachrichtungen geringer ausfallen kann.

**Literaturverzeichnis**

APREA, C.; DEUTSCHER, V. K.; SEIFRIED, J. (2021): Design wirtschaftsberuflicher Lernumgebungen: Ein Ansatz zur Förderung und Analyse von Unterrichtsplanungskompetenz bei Studierenden der Wirtschaftspädagogik. In KLUSMEYER, J.; SÖLL, M. (Hrsg.): Unterrichtsplanung in der Wirtschaftsdidaktik. Heidelberg: Springer, S. 169–193.

BERDING, F.; SLOPINSKI, A.; FRERICHS, R. (2020): Auszubildende als zukünftige Change Agents for Sustainable Innovations. In Betriebswirtschaftliche Forschung und Praxis, 72 (3), S. 313–337.

BLOEMEN, A. (2011): Lernaufgaben in Schulbüchern der Wirtschaftslehre. München: Hampp.

BUXMANN, P.; SCHMIDT, H. (2021): Grundlagen der Künstlichen Intelligenz und des Maschinellen Lernens. In BUXMANN, P.; SCHMIDT, H. (Hrsg.): Künstliche Intelligenz: Mit Algorithmen zum wirtschaftlichen Erfolg. 2. Aufl. Berlin: Springer, S. 3–26.

DECI, E. L.; RYAN, R. M. (1993): Die Selbstbestimmungstheorie der Motivation und ihre Bedeutung für die Pädagogik. In Zeitschrift für Pädagogik, 39 (2), S. 223–238.

DÖRNER, D. (1979): Problemlösen als Informationsverarbeitung. Stuttgart: Kohlhammer.

HACKER, W.; SACHSE, P. (2014): Allgemeine Arbeitspsychologie. Göttingen: Hogrefe.

JARRAHI, M. H. (2018): Artificial intelligence and the future of work: Human-AI symbiosis in organizational decision making. In Business Horizons, 61 (4), pp. 577-586. <https://doi.org/10.1016/j.bushor.2018.03.007>

KLEESIEK, J.; MURRAY, J. M.; STRACK, C.; KAISSIS, G.; BRAREN, R. (2020): Wie funktioniert maschinelles Lernen? In Der Radiologe, 60 (1), S. 24-31. <https://doi.org/10.1007/s00117-019-00616-x>

KRÄMER, H.; JORDANSKI, G.; GOERTZ, L. (2017): Medien anwenden und produzieren. Bonn: Bundesinstitut für Berufsbildung (BIBB).

LONG, D.; MAGERKO, B. (2020): What is AI Literacy? Competencies and Design Considerations. In Proceedings of the 2020 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems. ACM. <https://doi.org/10.1145/3313831.3376727>

MASSMANN, C.; HOFSTETTER, A. (2020): AI-pocalypse now? Herausforderungen Künstlicher Intelligenz für Bildungssystem, Unternehmen und die Workforce der Zukunft. In FÜRST, R. A. (Hrsg.):

Digitale Bildung und künstliche Intelligenz in Deutschland: Nachhaltige Wettbewerbsfähigkeit und Zukunftssagenda. Wiesbaden: Springer, S. 167-220. [https://doi.org/10.1007/978-3-658-30525-3\\_8](https://doi.org/10.1007/978-3-658-30525-3_8)

NIEDERSÄCHSISCHES LANDESINSTITUT FÜR SCHULISCHE QUALITÄTSENTWICKLUNG (2013): Handlungsorientierung in der beruflichen Bildung: Ein Konzept zur Umsetzung in der curricularen Arbeit und im Unterricht. [https://www.nibis.de/uploads/2nlq-si/2017-05\\_aktuelle\\_Seite/Inspektion/BBS/bHO/bHO-Gesamtkonzept%205.52.pdf](https://www.nibis.de/uploads/2nlq-si/2017-05_aktuelle_Seite/Inspektion/BBS/bHO/bHO-Gesamtkonzept%205.52.pdf)

PAHL, J.-P. (2004): Berufsfelddidaktiken – Neue Anstöße durch das Lernfeldkonzept. In Zeitschrift für Berufs- und Wirtschaftspädagogik, 100 (2), S. 215–229.

RIEBENBAUER, E. (2022): Kompetenzentwicklung im Masterstudium Wirtschaftspädagogik. Bielefeld: wbv.

SANDFUCHS, U. (2009): Grundfragen der Unterrichtsplanung. In ARNOLD, K.-H.; SANDFUCHS, U.; WIECHMANN, J. (Hrsg.): Handbuch Unterricht. 2. Aufl. Stuttgart: UTB, S. 512–518.

SCHLOTTMANN, P.; GERHOLZ, K.-H. (2022): Digital Literacy für Wirtschaftspädagog:innen - eine konzeptionelle Modellierung für die berufliche Lehrer:innenbildung.

In GERHOLZ, K.-H.; SCHLOTTMANN, P.; SLEPCEVI-ZACH, P.; STOCK, M. (Hrsg.): Digital Literacy in der beruflichen Lehrer:innenbildung. Bielefeld: wbv, S. 35–50.

SEUFERT, S., GUGGEMOS, J.; IFENTHALER, D. (2021): Zukunft der Arbeit mit intelligenten Maschinen: Implikationen der Künstlichen Intelligenz für die Berufsbildung: Einleitung zum Beiheft. Zeitschrift für Berufs- und Wirtschaftspädagogik. Beiheft, 31, S. 9–27.

UNITED NATIONS (2015): Transforming our World: The 2030 Agenda for Sustainable Development. <https://sdgs.un.org/sites/default/files/publications/21252030%20Agenda%20for%20Sustainable%20Development%20web.pdf>

VAN DER KLEIJ, F. M., FESKENS, R. C. W.; EGGEN, T. J. H. M. (2015): Effects of Feedback in a Computer-Based Learning Environment on Students' Learning Outcomes. Review of Educational Research, 85 (4), pp. 475–511. <https://doi.org/10.3102/0034654314564881>

WERNKE, S.; ZIERER, K. (2017): Die Unterrichtsplanung – Ein in Vergessenheit geratener Kompetenzbereich?! In: WERNKE, S.; ZIERER, K. (Hrsg.): Die Unterrichtsplanung - ein in Vergessenheit geratener Kompetenzbereich?! Bad Heilbrunn: Klinkhardt, S. 7–16.

## Aufgaben mit ChatGPT generieren:

### Eine Einführung mit Prompttemplates am Beispiel Datenbankabfragen



TIMO HARDEBUSCH



SVEN JACOBS



STEFFEN JASCHKE

Der Artikel beschreibt den Einsatz von Large Language Models (LLM) in der Ausbildung von Fachinformatikerinnen und Fachinformatikern mit Fachrichtung Anwendungsentwicklung. Es wird an Beispielen aus dem Bereich Datenbankabfragen gezeigt, wie Aufgaben generiert und transformiert werden können. Dabei werden praktische Prompttemplates vorgestellt, welche direkt in ChatGPT eingesetzt werden können und eine mögliche Grundlage für weitere Anwendungsfälle bieten.

#### **Einleitung und Motivation**

Methoden und Anwendungen der Künstlichen Intelligenz (KI) beeinflussen die Arbeitswirklichkeit und damit auch die gewerblich-technische Berufs-

bildung in vielerlei Hinsicht. Seit der Veröffentlichung des Chatbots „ChatGPT“ im November 2022 werden daher der Einsatz und die damit verbundenen Chancen und Risiken von KI in Bildungs-

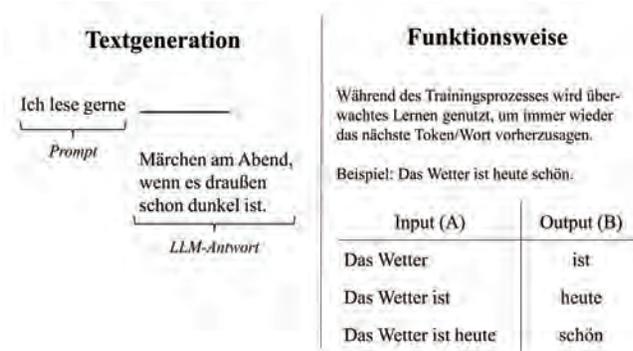


Abb. 1: Textgeneration durch Large Language Models (in Anlehnung an STANFORD ONLINE 2023)

kontexten kontrovers diskutiert. Konsens besteht hinsichtlich des erheblichen Potenzials von KI in verschiedenen Bildungskontexten, auch in der beruflichen Aus- und Weiterbildung. Während insbesondere in IT-Berufen grundlegende KI-bezogene Informatikkompetenzen Eingang finden müssen (vgl. JASCHKE et. al. 2023), wird auch der Einsatz von KI-Anwendungen wie ChatGPT für Lehrende und Lernende an Relevanz gewinnen.

Der folgende Beitrag soll Lehrkräften anhand einer Demonstration im Inhaltsbereich Datenbanken zeigen, wie aus ausgewählten dialogbasierten Anweisungen (Prompts) mit ChatGPT Aufgaben erstellt werden können. Auf diese Weise können repetitive Arbeitsprozesse reduziert und Freiräume geschaffen werden (vgl. Abbildung 1).

## LARGE LANGUAGE MODELS

ChatGPT verwendet das Large Language Model GPT-4 der Firma OpenAI. LLMs werden mit großen Textmengen darauf trainiert, basierend auf vorhandenen Texten das nächste Wort zu berechnen. Bei dem Modell „Llama“ bestand beispielsweise der Großteil des Datensatzes aus 3,3 TB Text von

Webseiten (vgl. TOUVRON et al. 2023). Anstelle von Wörtern werden hier sogenannte Tokens verwendet, welche ganze Wörter, aber auch Wortbestandteile, repräsentieren können.

Im Gegensatz zu integrierten LLM-Unterstützungen wie dem GitHub Copilot, kann ChatGPT als externer Chatbot in Kombination mit beliebigen anderen Anwendungen genutzt werden, wobei jeweils alle notwendigen Informationen als Prompt übergeben werden müssen (vgl. JACOBS & JASCHKE 2023). Als Prompt ist hier der Text zu verstehen, den ChatGPT-Nutzende in das Textfeld eingeben. ChatGPT ist im Gegensatz zu sogenannten Basismodellen bereits darauf trainiert, möglichst hilfreiche Antworten in Dialogform zu geben (OPENAI 2023). Dabei ist zu beachten, dass sich GPT-4 keine Antworten oder Informationen der Nutzenden merkt, sondern diese als Kontext, zusätzliche Informationen zum eigentlichen Prompt (z. B. die vorherigen Nachrichten), in die Berechnung jedes Tokens einfließen. Also speichert nicht das Sprachmodell GPT-4 die vorherigen Dialoge, sondern ChatGPT, welches GPT-4 nutzt, gibt diese jedes Mal als Kontext hinzu. Der Kontext beschreibt alle Informationen, die zur Berechnung des nächsten Tokens herangezogen werden. Dies kann ein einzelner Prompt des Nutzenden sein, aber auch ein ganzer Dialog bestehend aus mehreren Prompts und mehreren Antworten. LLMs sind hierbei durch ein maximales Kontextfenster beschränkt, welches beschreibt, wie viel Kontext sie verarbeiten können. Daher werden die Antworten mit fortschreitendem Dialogverlauf schlechter, da weit zurückliegende Prompts und Antworten zunehmend nicht mehr berücksichtigt werden. Hier kann es hilfreich sein, diese Informationen noch einmal zu wiederholen oder einen neuen Chat zu starten.

**GPT-4**

**Prompt:**

Du bist eine Informatiklehrkraft im Bereich der beruflichen Bildung und Experte in der Vermittlung informatikbezogener Kompetenzen. Du unterrichtest den Kurs **{{KURSNAME}}** für Auszubildende Fachinformatiker in der Fachrichtung **{{FACHRICHTUNG}}**. **{{(OPTIONAL) VORKENNTNISSE}}**. Deine Aufgabe ist es, neue Aufgaben zu einem Thema zu generieren, sodass diese in einen berufsbezogenen Kontext verortet sind und durch ihre Praxisnähe kognitiv aktivierend sind. Das Thema wird dir genannt, sobald du diesen Prompt bestätigst.\*

**KURSNAME:** bspw. „Softwaretechnologie und Datenmanagement“.  
**FACHRICHTUNG:** bspw. „Anwendungsentwicklung“.  
**(OPTIONAL) VORKENNTNISSE:** bspw. „Die Schülerinnen und Schüler können einfache Datenbankabfragen mit SQL formulieren“.

\*alternativ: weitere Anweisungen direkt hier.

Abb. 2: Allgemeiner ChatGPT-Prompt für generative Aufgaben im Kontext der informatischen Bildung (hervorgehobene Variablen sind an die spezifischen Anforderungen anzupassen)

## GPT-4

**Prompt:**

[Allgemeiner Prompt (Abb. 2) ...]

Erstelle 10 Aufgaben zum Thema Datenbankabfragen mit SQL mit den zugehörigen Musterlösungen.

**GPT-4:**

[...]

**Datenbankstruktur:**

```
CREATE TABLE Mitarbeiter (
  MitarbeiterID INT PRIMARY KEY,
  Vorname VARCHAR(50),
  Nachname VARCHAR(50),
  Abteilung VARCHAR(50),
  Gehalt DECIMAL(10,2)
);

CREATE TABLE Projekte (
  ProjektID INT PRIMARY KEY,
  Projektname VARCHAR(100),
  Startdatum DATE,
  Enddatum DATE,
  Budget DECIMAL(10,2)
);

CREATE TABLE MitarbeiterProjekte (
  MitarbeiterID INT,
  ProjektID INT,
  Rolle VARCHAR(50),
  FOREIGN KEY (MitarbeiterID) REFERENCES
  Mitarbeiter(MitarbeiterID),
  FOREIGN KEY (ProjektID) REFERENCES
  Projekte(ProjektID)
);
```

**Aufgaben:**

1. Zeige alle Mitarbeiter aus der Abteilung "IT".  
- **Lösung:** SELECT \* FROM Mitarbeiter WHERE Abteilung = 'IT';
2. Ermittle die Gesamtzahl der Mitarbeiter in der Abteilung "Vertrieb".  
- **Lösung:** SELECT COUNT(\*) FROM Mitarbeiter WHERE Abteilung = 'Vertrieb';
3. Zeige die Mitarbeiter, die ein Gehalt von über 5000€ verdienen, in absteigender Reihenfolge.  
- **Lösung:** SELECT \* FROM Mitarbeiter WHERE Gehalt > 5000 ORDER BY Gehalt DESC;
4. Ermittle den Durchschnittsgehalt der Abteilung "Finanzen".  
- **Lösung:** SELECT AVG(Gehalt) FROM Mitarbeiter WHERE Abteilung = 'Finanzen';

5. Zeige alle Projekte, die noch nicht abgeschlossen sind (Enddatum liegt in der Zukunft).  
- **Lösung:** SELECT \* FROM Projekte WHERE Enddatum > CURRENT\_DATE;

6. Zeige alle Mitarbeiter, die noch an keinem Projekt teilnehmen.  
- **Lösung:** SELECT \* FROM Mitarbeiter WHERE MitarbeiterID NOT IN (SELECT DISTINCT MitarbeiterID FROM MitarbeiterProjekte);

7. Welches Projekt hat das höchste Budget?  
- **Lösung:**  
SELECT \* FROM Projekte  
WHERE Budget =  
(SELECT MAX(Budget) FROM Projekte)

8. Zeige alle Projekte, an denen Mitarbeiter der Abteilung "Marketing" beteiligt sind.  
- **Lösung:**  
SELECT DISTINCT p.Projektname  
FROM Projekte p  
JOIN MitarbeiterProjekte mp ON  
p.ProjektID = mp.ProjektID  
JOIN Mitarbeiter m ON mp.MitarbeiterID  
= m.MitarbeiterID  
WHERE m.Abtteilung = 'Marketing';

9. Ermittle, wie viele Mitarbeiter in jedem Projekt arbeiten.  
- **Lösung:**  
SELECT p.Projektname,  
COUNT(mp.MitarbeiterID) as  
AnzahlMitarbeiter  
FROM Projekte p  
JOIN MitarbeiterProjekte mp ON  
p.ProjektID = mp.ProjektID  
GROUP BY p.Projektname;

10. Zeige alle Mitarbeiter, die sowohl in der Abteilung "IT" arbeiten als auch eine Rolle als "Projektleiter" in einem Projekt haben.  
- **Lösung:**  
SELECT m.Vorname, m.Nachname  
FROM Mitarbeiter m  
JOIN MitarbeiterProjekte mp ON  
m.MitarbeiterID = mp.MitarbeiterID  
WHERE m.Abtteilung = 'IT' AND mp.Rolle  
= 'Projektleiter';

[...]

**GENERIERUNG VON AUFGABEN UND LÖSUNGEN IM BEREICH DATENBANKEN**

Als Ausgangspunkt für unterschiedliche Anforderungsbereiche im Kontext der Aufgabengenerierung wurde ein allgemeiner Prompt entworfen, der als Prätext den konkreten Arbeitsanweisungen vorangestellt wird (vgl. Abb. 2). Die in geschweiften Klammern angegebenen Begriffe sind dabei als Variablen zu verstehen, die an die jeweilige Unterrichtssituation angepasst werden können. Die einführende Rollenzuweisung („Du bist eine Informatiklehrkraft [...]“) folgt dem Persona-Muster (vgl. WHITE et al. 2023), welches die Ausgabe des LLM so steuern soll, dass die angegebene Perspektive eingenommen wird. Die anschließende Kommunikation erfolgt natürlichsprachlich und nach persönlicher

Präferenz, beispielsweise durch eine Aufforderung („erstelle N Aufgaben zu Thema X!“) oder im sokratischen Dialog („wie könnte die Aufgabe Y modifiziert werden, um besser das Ziel Z zu erreichen?“).

Ein Beispiel für die erste Variante ist in Abb. 3 dargestellt. Für eine bessere Übersicht wurde auf die Wiedergabe von Bestätigungsmeldungen und weiteren inhaltlich nicht unmittelbar relevanten Antwortteilen seitens ChatGPT verzichtet. Auch wenn dieses Szenario durch den unterspezifizierten Kontext (fehlende inhaltliche Konkretisierung,

Abb. 3: Generierung von Aufgaben ohne weitere Spezifikation

Weitere Möglichkeiten werden seit Oktober 2023 durch GPT-Vision gegeben, welches Bilder und gesprochene Sprache interpretieren kann. Die Möglichkeiten der LLMs und der darauf basierenden Anwendungen entwickeln sich weiterhin rapide. Unterrichtende Personen sollten sich daher regelmäßig mit deren Möglichkeiten – auch zur eigenen Nutzung – auseinandersetzen. Ein Beispiel für die Nutzung von ChatGPT durch Lehrpersonen ist die Aufgabengenerierung, welche im Folgenden exemplarisch dargestellt wird.

## GPT-4

**Prompt:**

[Allgemeiner Prompt (Abb. 2) ...]

Gegeben sei die folgende Aufgabe:

„Erstellen Sie eine MySQL-Datenbank, in der Informationen über Musikalben gespeichert werden. Für jedes Album sollen der Titel, das Erscheinungsjahr, die vollständige Track-Liste mit Titeln und Spieldauern in Sekunden sowie der Interpret erfasst werden. Auch einzelne Tracks können eine Interpretation haben, wenn es sich um ein Album von mehreren Interpreten handelt. Überlegen Sie zunächst im Sinne der Normalisierung, auf wie viele Tabellen Sie die Informationen sinnvollerweise aufteilen sollten, und erzeugen Sie erst danach die konkreten Tabellen. Erfassen Sie darin einige Beispieldatensätze.“ (Kersken, 2019, S. 815)

Übertrage diese Aufgabe in einen anderen thematischen Kontext.

**GPT-4:**

[...]

Erstellen Sie eine MySQL-Datenbank, in der Informationen über Bücher in einer Bibliothek gespeichert werden. Für jedes Buch sollen der Titel, das Erscheinungsjahr, die Liste der Kapitel mit Kapitelnamen und Seitenzahlen sowie der Autor erfasst werden. Beachten Sie, dass es Anthologien gibt, in denen verschiedene Kapitel von unterschiedlichen Autoren geschrieben wurden. Überlegen Sie zunächst im Sinne der Normalisierung, auf wie viele Tabellen Sie die Informationen sinnvollerweise aufteilen sollten, und erzeugen Sie erst danach die konkreten Tabellen. Erfassen Sie darin einige Beispieldatensätze.

[...]

Abb. 4: Thematische Transformation gegebener Aufgabe

Ziele, Einordnung in eine Unterrichtsreihe) noch nicht für den direkten Unterrichtseinsatz optimiert ist, demonstriert die Antwort von ChatGPT wünschenswerte Eigenschaften für einen produktiven Austausch mit dem virtuellen Assistenten: Aufgaben haben eine erkennbare Progression bezüglich Anforderungsniveau und Abstraktionsgrad und es wurde ein glaubhafter Praxisbezug unter Bereitstellung einer einfachen zugehörigen Datenbankstruktur hergestellt. Während auch dieser Dialog nun für weitere Spezifikationen genutzt werden kann, hat es sich im Einklang mit den im vorangegangenen Kapitel ausgeführten Betrachtungen zum Kontextfenster bewährt, möglichst genaue Anforderungen schon zu Beginn des Chats mitzugeben. Dabei können auch Mittelwege gewählt werden, etwa durch genaue Vorgaben bezüglich der Progression bei gleichzeitiger Überlassung der lebensweltlichen Einbettung an ChatGPT.

Generell können auch Lehrpersonen von ChatGPT profitieren, welche die grundlegenden didaktischen Entscheidungen gerne vollumfänglich in eigener Hand behalten möchten: Statt grundsätzlich neue Aufgaben zu generieren, kann auch der bewährte Bestand durch die KI transformiert werden, etwa durch die Einbettung in einen neuen thematischen Kontext. Ein Beispiel dafür zeigt Abb. 4: Die Aufgabe zur Konzeption einer Datenbank wird von ihrem ursprünglichen Bezugsrahmen (Musikalben) in eine andere Umgebung (Bücher) überführt. Dabei bleiben Attribute sachlogisch er-

halten, auch besondere Anforderungen werden umgesetzt: Alben mit mehreren Interpreten finden ihre Entsprechung in literarischen Anthologien.

Auch hier kann es sich als gewinnbringend erweisen, mit unterschiedlichen Eingaben zu experimentieren. Statt eines unbestimmten Zielbereichs („in einen anderen thematischen Kontext“)

können auch konkrete Vorgaben formuliert werden („in den thematischen Kontext einer Bibliothek/Bäckerei/Kfz-Werkstatt“). Dabei entstehen – sofern die Struktur der Ausgangsdaten es zulässt – glaubhafte und auch kreative Umsetzungen: Für die Übertragung der obigen Aufgabe in den Kontext „Bäckerei“ wählte ChatGPT als Gegenstück zu den Sammelalben eine „Sonntagstüte“ mit gemischten Backwaren.

Ein weiterer Anwendungsfall liegt in der Generierung von Musterlösungen. Diese können, wie in Abb. 3 umgesetzt, bei der Erstellung neuer Aufgaben zusätzlich angefordert oder für bereits vorhandene Aufgaben erzeugt werden. Letzteres ist für die vorangehende Aufgabe in Abb. 5 dargestellt.

Dabei können neben einer potenziellen Zeit- und Arbeitersparnis vor allem die Möglichkeiten von Interesse sein, die durch unterschiedliche Lösungsformate entstehen. Neben SQL-Befehlen können auch natürlichsprachlich, wahlweise in leichter Sprache, formulierte Anfragen oder Pseudocode generiert werden, die auch zur Differenzierung im Unterricht, beispielsweise als Unterstützung im Rahmen von Scaffolding-Strategien, dienen können. Vor einer unreflektierten Übernahme der KI-Erzeugnisse muss jedoch gewarnt werden, wie im Folgenden diskutiert wird.

## DISKUSSION

Bei der Generierung von Aufgaben mit ChatGPT konnten mehrere diskussionswürdige Bereiche identifiziert werden, die bei einem Einsatz im beruflichen Alltag von Lehrkräften beachtet werden müssen. Insbesondere im Bereich der Beispiellösungen neigt ChatGPT dazu, unvollständige Ausgaben zu produzieren. Der Generierungsprozess wird dabei regelmäßig mit einem Verweis auf ein den Lösungen zugrundeliegendes Muster abgekürzt. Dies steht aber genau dem Anwendungsfall entgegen, dem besonders großes Potenzial attestiert wurde: einem Auslagern von mühsamer, fachlich und didaktisch wenig fordernder „Fleißarbeit“. Zwar lässt sich dieses Verhalten durch die explizite Anfrage von vollständigen, lückenlosen Antworten vermindern, nicht aber zuverlässig unterbinden.

Dass ChatGPT als Werkzeug zum Teil erst nach mehrmaliger Aufforderung die gestellten Aufgaben vollständig erfüllt, erscheint gewöhnungsbedürftig. Dies ist jedoch nur ein Aspekt eines Paradigmenwechsels, der mit einem notwendigen Umdenken einhergeht: LLMs stellen insbesondere für Anwendende eine „Black-Box“ dar, deren innere Prozesse verborgen bleiben und entgegen möglichen Erwartungen keine deterministische Beziehung zwischen Input und Output aufweisen. Schon eine zweimalige, unmittelbar aufeinanderfolgende Ausführung desselben Prompts wird unterschiedliche Antworten produzieren. Noch ungewisser ist demnach die langfristige Effektivität einer einmal ausgearbeiteten Anfrage. LLMs laden folglich nicht nur zum Experimentieren ein, sie erfordern auch eine gewisse Bereitschaft dazu.

**GPT-4**

**Prompt:**  
[Vorangehender Prompt (Abb. 3) ...]

Generiere auch Beispiellösungen für diese Aufgabe.

**GPT-4:**  
[...]

**Beispiellösung:**

**Datenbankentwurf:**

```
CREATE TABLE Autoren (
  AutorID INT AUTO_INCREMENT PRIMARY KEY,
  Vorname VARCHAR(100),
  Nachname VARCHAR(100)
);

CREATE TABLE Buecher (
  BuchID INT AUTO_INCREMENT PRIMARY KEY,
  Titel VARCHAR(255),
  Erscheinungsjahr INT,
  HauptautorID INT,
  FOREIGN KEY (HauptautorID) REFERENCES
  Autoren(AutorID)
);

CREATE TABLE Kapitel (
  KapitelID INT AUTO_INCREMENT PRIMARY
  KEY,
  BuchID INT,
  Kapitelname VARCHAR(255),
  SeitenzahlStart INT,
  SeitenzahlEnde INT,
  AutorID INT,
  FOREIGN KEY (BuchID) REFERENCES
  Buecher(BuchID),
  FOREIGN KEY (AutorID) REFERENCES
  Autoren(AutorID)
);
```

**Einige Beispiel-Datensätze:**

```
INSERT INTO Autoren (Vorname, Nachname)
VALUES ('John', 'Doe');
INSERT INTO Autoren (Vorname, Nachname)
VALUES ('Jane', 'Smith');

INSERT INTO Buecher (Titel,
Erscheinungsjahr, HauptautorID) VALUES
('Große Anthologie', 2000, 1);

INSERT INTO Kapitel (BuchID, Kapitelname,
SeitenzahlStart, SeitenzahlEnde, AutorID)
VALUES (1, 'Einleitung', 1, 10, 1);
INSERT INTO Kapitel (BuchID, Kapitelname,
SeitenzahlStart, SeitenzahlEnde, AutorID)
VALUES (1, 'Erstes Kapitel', 11, 50, 2);
```

Das obige Schema und die Daten sind eine beispielhafte Lösung für die gestellte Aufgabe. Es gibt andere mögliche Ansätze, um das Datenbankschema zu erstellen und zu normalisieren, abhängig von den spezifischen Anforderungen und Annahmen, die man über die Daten und ihre Nutzung trifft.

Abb. 5: Beispiellösungen der vorangehenden Aufgabe

Eine weitere Hürde für einen institutionellen Einsatz, die insbesondere proprietäre Systeme wie ChatGPT betrifft, ist ein möglicher Verlust der Datenhoheit. Dialoge mit ChatGPT werden durch den Anbieter gespeichert und analysiert. Von der Eingabe personenbezogener Daten – insbesondere Schülerinnen und Schüler betreffend – ist daher dringend abzuraten.

Bei der Erstellung von Aufgaben und Musterlösungen zeigten sich wenige fachliche Fehler in Syntax (im Fall von generiertem SQL-Code) und Semantik. Mit zunehmender Komplexität der Prompts kam es jedoch häufiger dazu, dass einzelne Teilaspekte nicht oder nur unvollständig berücksichtigt wurden. Dies konnte meist schon durch ein erneutes Generieren der Antwort behoben werden und erforderte nur im Einzelfall eine explizite dialogische Nachforderung oder Umformulierung des Prompts.

Ein weiteres Risiko, das jedoch nicht auf den konkreten Fall der Aufgabengenerierung beschränkt

ist, ist eine mögliche Reproduktion von Stereotypen, beispielsweise in Form geschlechts- oder herkunftsbezogener Vorurteile. Diese finden sich als Teil des kollektiven Bewusstseins zwangsläufig auch in den Korpora wieder, die als Trainingsdaten für das Sprachmodell fungiert haben und können sich entsprechend auch in generierten Antworten zeigen.

Diese Hürden erfordern einerseits einen aufmerksamen Umgang mit den Produkten des Chatbots, können aber auch als Gelegenheit verstanden werden, künstliche Intelligenz selbst zum Unterrichtsgegenstand zu machen und Funktionsweise, Möglichkeiten, vor allem aber auch Grenzen mit Schülerinnen und Schülern kritisch zu reflektieren und damit auch einer Mythenbildung der „unfehlbaren deterministischen KI“ entgegenzuwirken. Um die technische Funktionsweise von LLMs als Unterrichtsgegenstand zu behandeln, empfiehlt sich das 2023 vorgestellte SoekiaGPT (vgl. HIELSCHER 2023), das speziell für diesen Anwendungsfall entwickelt wurde.

## FAZIT

Im Beitrag wurde gezeigt, wie mittels ChatGPT aufeinander aufbauende Aufgaben inklusive notwendiger Datenbasis und Musterlösungen für Datenbankabfragen generiert und transformiert werden können. Die hierzu vorgestellten Prompttemplates sind direkt für den praktischen Einsatz in der Unterrichts- und Materialvorbereitung geeignet. Gleichzeitig sollen sie zum Experimentieren einladen, wobei stets eine kritische Reflexion der hier diskutierten Punkte notwendig ist.

Es zeichnen sich bereits mannigfaltige weitere Einsatzszenarien für LLMs in Bildungskontexten ab. Neben der hier vorgestellten Aufgabengenerierung sind auch automatische Korrekturen und Feedbacks denkbar. Die generative Kraft der Modelle könnte in Zukunft die individuelle Förderung für Lehrende vereinfachen und damit in vielen Bereichen praktisch erst ermöglichen. So wie der GitHub Copilot uns bereits beim Programmieren begleitet und ein Microsoft 365 Copilot bereits angekündigt ist, scheint in ferner Zukunft auch ein KI assistiertes Co-Teaching in der Schule denkbar.

## Literatur

HIELSCHER, M. (2023): SoekiaGPT – ein didaktisches Sprachmodell. In: Informatische Bildung in Schu-

len, 1(1). Gesellschaft für Informatik. Abrufbar unter: <https://doi.org/10.18420/IBIS-01-01-04>

JACOBS, S. & JASCHKE, S. (2023): Large Language Models in der Berufsausbildung von IT-Fachkräften. In: L. HELLMIG & M. HENNECKE (Hrsg.). 20. GI-Fachtagung “Informatik und Schule” (INFOS): Informatikunterricht zwischen Aktualität und Zeitlosigkeit. Gesellschaft für Informatik. Abrufbar unter: <https://doi.org/10.18420/INFOS2023-017>

JASCHKE, S.; KLUSCH, M.; KRUPKA, D.; LOSCH, D.; MICHAELI, T.; OPEL, S.; SCHMID, U.; SCHWARZ, R.; SEEGERER, S. & STECHERT, P. (2023): Positionspapier der Gesellschaft für Informatik e.V. (GI): Künstliche Intelligenz in der Bildung. Gesellschaft für Informatik.

KERSKEN, S. (2019): IT-Handbuch für Fachinformatiker (9. Aufl.). Rheinwerk Computing.

OPENAI. (2023): GPT-4 Technical Report. <https://doi.org/10.48550/ARXIV.2303.08774>.

STANFORD ONLINE (2023): Andrew Ng: Opportunities in AI. Abrufbar unter: <https://youtu.be/5p248y0a30E?si=Con5DbxKKS7VHe75> (Zugriff am 15.02.2024)

TOUVRON, H., LAVRIL, T., IZACARD, G., MARTINET, X., LACHAUX, M.-A., LACROIX, T., ROZIÈRE, B., GOYAL, N., HAMBRO, E., AZHAR, F., RODRIGUEZ, A., JOULIN, A., GRAVE, E., & LAMPLE, G. (2023): LLaMA: Open and Efficient Foundation Language Models, arXiv. <https://arxiv.org/abs/2302.13971>

WHITE, J.; FU, Q.; HAYS, S.; SANDBORN, M.; OLEA, C.; GILBERT, H.; ELNASHAR, A.; SPENCER-SMITH, J. & SCHMIDT, D. C. (2023): A Prompt Pattern Catalog to Enhance Prompt Engineering with ChatGPT. arXiv preprint. Abrufbar unter: <https://doi.org/10.48550/arXiv.2302.11382>

# Nutzen und Gefahren von Systemen wie ChatGPT in der Lehre des Maschinenbaus



SEBASTIAN FELDMANN



GEORG ZEMANEK

Im Artikel werden die Einsatzmöglichkeiten, Grenzen und Herausforderungen der Künstlichen Intelligenz in Forschung und Lehre betrachtet. Im Folgenden führen die Autoren einen fundamentalen Diskurs zum Thema genereller künstlicher Intelligenz. Hier treffen zwei Generationen mit höchst unterschiedlichen Ansichten und persönlichem Hintergrund aufeinander. Im Abschnitt „KI – Chance oder Herausforderung?“ werden die Risiken und Chancen der Large Language Modelle näher beleuchtet. Im darauffolgenden Abschnitt werden erste Erfahrungen zum „Einsatz von künstlicher Intelligenz in der Lehre“ des Maschinenbaus diskutiert. Ziel ist es, Lesende kritisch für wichtige Aspekte der zukünftigen Entwicklungen in Bildung und Lehre zu sensibilisieren.

## **EINLEITUNG**

Das Jahr 2022 wird aus unserer Sicht als dasjenige in die Geschichte eingehen, in dem generative Künstliche Intelligenz (KI) über sogenannte Large Language Modelle (LLM) erstmals einer breiten Öffentlichkeit zugänglich gemacht worden ist. Stellvertretend für diese Modelle ist das Sprachmodell Generative Pre-Trained-Transformer (GPT-3.5) von OpenAI zu nennen. Dieses Sprachmodell wurde mit über 300 Milliarden sogenannten Token trainiert und liefert eine nie dagewesene Fähigkeit, Texte zu interpretieren und völlig neue Inhalte zu generieren. OpenAI hat damit in kürzester Zeit in unserer Gesellschaft einen regelrechten Hype um den Einsatz von künstlicher Intelligenz in Forschung und Lehre ausgelöst.

## **KI – CHANCEN ODER HERAUSFORDERUNGEN?**

Am 30. November 2022 machte die Firma OpenAI das Programm ChatGPT öffentlich zugänglich. Die Firma OpenAI beschäftigt sich seit 2005 mit Forschung zum Thema KI. Das Programm ChatGPT stellt die Kombination aus einem Dialogprogramm, einem Chatbot und einem dahinterliegenden Sprachmodell mit der Technik GPT dar. Das eigentliche Sprachmodell GPT läuft also im Hintergrund und wurde mit

erheblichem Aufwand und großen Datenmengen aus verschiedensten Quellen trainiert. Nachdem zuvor nur wenig über die Leistungsfähigkeit der Vorgängerversionen bekannt war, überraschte die im November veröffentlichte Version mit der Fähigkeit, auf nahezu jede Texteingabe mit einer sinnvoll erscheinenden Antwort aufzuwarten.

Als LLM werden seit einiger Zeit Programme bezeichnet, die als Antwort auf einen eingegebenen Text eine mehr oder minder sinnvoll erscheinende Antwort zurückliefern können. Was im November 2022 zugänglich gemacht wurde, war ein Dialogprogramm, das mit einem Sprachmodell im Hintergrund arbeitete, welches über einen enormen mehrsprachigen Wortschatz verfügte. Es wurde mit Texten aus Wikipedia und frei zugänglichen Bibliotheken trainiert. Das „Weltwissen“ des Programms war 2022 zwar auf Daten bis zum Jahr 2021 begrenzt, aber abgesehen davon waren die Antworten enorm gut. Folgender Vergleich kann angeführt werden: Der Duden enthält in der 28. Auflage 148.000 Stichwörter. Demgegenüber wurde das Sprachmodell von GPT-3 – Code-Name „Davinci“ – mit 175 Milliarden Parametern trainiert. Das sind mehr als eine Million Mal so viel wie Begriffe im Duden vorhanden sind. Die Funktionsweise solcher Netzwerke kann nicht einfach erklärt werden,

aber die meisten Erklärungen besagen im Kern: Das Modell errechnet, welches Wort als nächstes Wort die größte Wahrscheinlichkeit hat. Bei immer längeren Texten entsteht dabei auch eine immer größere Unsicherheit in der Vorhersage. Wenn um eine längere Erläuterung gebeten wird, steigt mit der Textlänge auch die Gefahr, dass das Sprachmodell phantasiert. Die Nutzenden sind daher angehalten, immer mitzudenken, sonst liefert das System bald nur noch Ergebnisse aus dem Bereich der Phantasie. Wer die Systeme von OpenAI nutzt, wird immer in der untersten Zeile am Bildschirm gewarnt: „ChatGPT kann unrichtige Antworten liefern. Überprüfen Sie die Ergebnisse, wenn nötig.“

In unglaublich kurzer Zeit wurden einer großen Nutzercommunity Tipps und Tricks zur Nutzung des Systems nahegebracht. Der Hype um das Kernsystem ChatGPT zog eine Welle der Begeisterung auch für andere Werkzeuge mit KI-Technik nach sich. Bildbearbeitungswerkzeuge wie DALL-E (Generative KI von OpenAI, welche das LLM GPT-3 benutzt, um Bilder aus Textbeschreibungen zu generieren) wurden bald genutzt, um Fake-Bilder von Papst Franziskus im Daunenmantel oder andere Bildmontagen zu erzeugen. Es gibt Werkzeuge, die den gesprochenen Text einer Videokonferenz in eine Textdatei transkribieren oder sogar eine Zusammenfassung dazu erzeugen. Und gewitzte Nutzerinnen und Nutzer verwenden das Ergebnis des Sprachmodells als Input für die Bildgenerierung, die daraufhin das gewünschte Bild erzeugt, ohne dass ein reales Foto als Ausgangsbild an der Erzeugung beteiligt gewesen wäre.

Neben den tollen Ergebnissen, die sich mittels KI erzielen lassen, kamen aber auch bald kritische Stimmen auf. Dass die Ergebnisse teilweise erfunden sind, ist dabei noch das geringste Problem. Die Suchmaschinen Google oder Lycos geben nicht die gefundene Seite bekannt, sondern „zitieren“ sie nur. Sobald der Link getätigt ist, hat die Suchmaschine ihre Aufgabe erledigt. Bei den Chatbots ist das anders: Sie nehmen die Inhalte gefundener Seiten als Modelltext auf und berechnen, natürlich im Rahmen ihrer „Forschungsarbeit“, wie sie ihre bisherigen Wortabfolgungswahrscheinlichkeiten verändern müssen, um auf Anfrage diesen neuen Text zu liefern. Die gelesenen fremden Texte sind also in dem Sprachmodell nicht unmittelbar abgespeichert, sie haben nur zur Gewichtung der Abfolgungswahrscheinlichkeiten beigetragen. Wie wortgetreu fremde Texte wiedergegeben werden, hängt davon ab, wie die Frage gestellt wurde. Und damit ist schon ein neuer Beruf beschrieben, der mit diesen Sprachmodellen einhergeht. Eine „Prompt-Designerin“ oder ein „Prompt-Designer“ stellt die Texte zusammen, die als Prompt beim Chatbot eingegeben werden müssen, um die

Antworten zu erhalten. Es ist erstaunlich, welche Wirkung manchmal auch kleine Änderungen am Eingabeprompt bei der Ausgabe erzeugen. Prompt-Designende müssen die Wünsche und Erwartungen der Auftraggebenden kennen, um mit dem KI-Werkzeug die gewünschten Ergebnisse zu erzielen.

Wer weiß, wie Bronzeguss funktioniert, der weiß auch, dass nach dem Guss noch jede Menge Oberflächenbearbeitung ansteht. Und jetzt bekommen wir ein Bild, bei dem die Äquivalenz mit dem Einsatz einer KI augenfällig wird. Der Bronzeguss muss noch um die Ansätze der Gussform bereinigt werden, die Oberfläche muss bearbeitet, poliert oder veredelt werden. Der Text aus dem Chatbot als Grundlage für irgendetwas – etwa der Text als Grundlage für die Rede eines Politikers: Da bin ich schon etwas zu spät dran, das ist im baden-württembergischen Landtag bereits passiert. Nachdem der Abgeordnete zugegeben hatte, dass seine Rede von ChatGPT erstellt wurde, hat die Landtagspräsidentin wirklich souverän reagiert: „Solange sich die Abgeordneten nicht am Rednerpult von einem Roboter vertreten lassen, habe ich damit kein Problem“. Ich vermute einmal stark, dass es primär darum geht, dass Abgeordnete auch die Verantwortung für den vorgelesenen Text zu übernehmen haben, egal, ob sie den Text selbst geschrieben haben oder Unterstützung durch Redenschreiber in Anspruch genommen haben.

Das könnte auch der Knackpunkt bei der Frage nach der Zulässigkeit von KI in vielen Fällen sein: Was spricht dagegen, eine Übungsaufgabe von einem KI-Werkzeug erstellen zu lassen? Nur, wenn der Chatbot unbeaufsichtigt auf die Studierenden losgelassen wird, kann es schummrig bis gefährlich werden: Was, wenn der Chatbot ausgerechnet in diesem Augenblick zu phantasieren beginnt? Wie erfolgt die fachliche Kontrolle? Die Studierenden können es nicht prüfen – die sollen ja erst etwas lernen.

Dieses Problem ergibt sich immer wieder. Schon im Frühjahr 2023 hat die Gesellschaft für Hochschuldidaktik (GHD) in Karlsruhe einen Online-Kurs zum Thema KI in der Lehre angeboten. Inzwischen gibt es dazu eine Ergänzung. Als wichtigste Erweiterung enthält der Kurs einen Leitfaden, wann KI-Sprachwerkzeuge eingesetzt werden können und sollen. Die Testfragen gehen etwa so:

„Kennen Sie sich im Fachgebiet gut aus?“ Wenn ja, ist gegen den Einsatz von KI wenig einzuwenden, aber bleiben Sie wachsam für den Fall, dass der Chatbot etwas frei erfindet.

„Kennen Sie sich im Fachgebiet nur wenig aus?“ Wenn das der Fall ist, sollten Sie äußerst sorgfältig vorgehen und jedes KI-Ergebnis noch einmal unabhängig prüfen. Es mag auf den ersten Blick bequem

aussehen, dass die KI nicht nur eine Antwort liefert, sondern diese auch noch für Sie verständlich in einen wohlgeformten Text packt. Wenn Sie nicht beurteilen können, ob das alles einwandfrei ist, sollten Sie extrem vorsichtig sein. Es stellt sich wahrscheinlich bald die Frage, ob das dann noch eine wirtschaftliche Vorgehensweise ist, wenn Sie den Inhalt noch separat überprüfen müssen. Oft wird es dann einfacher sein, das Rechercheergebnis selbst in Worte zu fassen – dann hätten Sie ja sogar noch etwas dazugelernt.

„Kennen Sie sich im Fachgebiet nicht aus?“ Wenn das der Fall ist, dann sollten sie die Verwendung von KI-Werkzeugen ganz unterlassen, denn diese Werkzeuge können ganz unerwartet falsche Ergebnisse liefern und es kann passieren, dass Sie die Phantasieergebnisse der KI verbreiten und sich damit sogar blamieren. Wenn Sie dann zugeben müssen, dass Sie ein KI-Ergebnis ungeprüft verwendet haben, kann der Schaden enorm sein. Sie müssen sich immer bewusst bleiben, dass die KI nicht mitdenkt. Chatbots sind Wortabfolgungswahrscheinlichkeitsberechnungsmaschinen, aber vielleicht sind sie auch ein bisschen mehr?

### EINSATZ VON KI IN DER LEHRE

Aufgrund der weltweiten Verbreitung, die durch den barrierefreien Zugang über einfache „Prompts“ geschaffen wurde, haben KI-basierte Assistenten wie GPT-3 mittlerweile einen enormen Einfluss darauf, wie wir neuen Content (Content bezieht sich auf die Generierung von informativem oder unterhaltsamem Inhalt, bspw. Texte, Bilder, Videos oder andere Medien, die im Netz veröffentlicht oder geteilt werden) generieren. Aufgrund der hohen gesellschaftlichen Akzeptanz werden aber mittlerweile nicht nur die Vorteile, sondern auch die Gefahren solcher Systeme erkennbar. Gerade das Für und Wider des Einsatzes von KI-basierten Assistenten im Einsatz für die Lehre soll im Folgenden differenziert diskutiert werden.

Im Rahmen der Einleitung wurden viele neuartige Begriffe eingeführt, die beispielsweise „Prompts“ oder „Token“ genannt wurden. Sobald man sich tiefer mit dem Bereich der generativen KI beschäftigt, erkennt man unmittelbar, dass sich nicht nur die Art und Weise geändert hat, wie neue Dinge generiert werden, sondern auch wie wir mit einem Computer oder dem Smartphone umgehen. Neben den Sprachmodellen existieren mittlerweile eine Vielzahl an generativen KI-Systemen, um Videos, Bilder und Sprache zu generieren. Microsoft verwendet in seinem Browser BING die generative KI DALL-E 3, welche

kostenlos genutzt werden kann. Es werden künstlerische und qualitativ hochwertige Bilder mit einfachen Texteingaben generiert. Die Qualität der generierten Bilder ist mittlerweile so weit vorangeschritten, dass diese oftmals von realen Abbildungen nicht mehr unterschieden werden können (vgl. Abbildung 1). DALL-E wurde im Jahr 2021 ebenfalls von OpenAI vorgestellt. Es hat sich mittlerweile eine Milliardenindustrie um diese Technologie entwickelt. Immer neue Berufsfelder entstehen und der Trend geht dahin, diese Systeme immer barriereärmer zu verwenden. Das Startup Humane Inc. aus San Francisco hat im November 2023 beispielsweise den AI-Pin vorgestellt (vgl. Abbildung 2). Geräte wie dieses besitzen das Potential, KI überall nutzbar zu machen.

Unumstößlich ist, dass durch die Technologie der

LLM neue, bisher nie dagewesene Türen aufgestoßen werden. Systeme wie dieses ermöglichen es der Laiin oder dem Laien nun erstmals, KI im sogenannten „Consumer-Segment“ zu verwenden. Jede Person ist nun in der Lage, durch einfache Texteingaben mit einem virtuellen Assistenten zu interagieren. Antworten des Assistenten sind auf den ersten Blick nicht mehr von Antworten eines menschlichen Gesprächspartners zu unterscheiden. Die Antworten sind sehr ausführlich, mit Erläuterungen versehen und ergeben

für eine Problemstellung im eigentlichen Kontext augenscheinlich einen Sinn. Die generierten Antworten sind für die Anwenderin oder den Anwender jedoch nur „gefällig“, enthalten aber unter Umständen sachliche Fehler. Die Sinnhaftigkeit der Antworten ist nur so lange gegeben, wie diese unvoreingenommen betrachtet wird. Analysiert man die gegebenen Antworten in der Tiefe, ergibt sich jedoch ein völlig anderes Bild vom resultierenden Ergebnis.

Man stellt schnell fest, dass die durch generative KI erzeugten Antworten oftmals sehr oberflächlich oder



Abb. 1: Mit DALL-E 3 generiertes Bild. Verwendeter Prompt: „Chancen und Risiken im Einsatz von künstlicher Intelligenz in der Lehre“

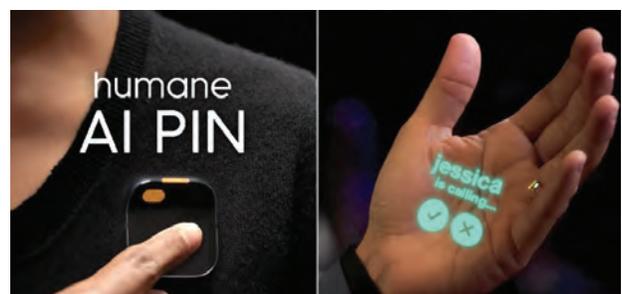


Abb. 2: Der AI Pin vom Startup Humane Inc. (Quelle: Humane)

sogar irreführend sind. Teilweise geben die Rückmeldungen sogar Anleitungen zu kriminellen Handlungen (vgl. ROSE 2021). Journalisten verwickelten die KI in mehrstündige Dialoge und erhielten höchst irreführende Rückmeldungen. Zum Beispiel wurde einem Journalisten nach einem solchen Dialog die „Liebe“ durch die KI gestanden (vgl. HEß 2023). Es wurden sogar wahrhaftige Tragödien ausgelöst, die sich auf das reale Leben von Menschen ausgewirkt haben. So hat zum Beispiel eine Frau in Großbritannien aufgrund des Dialoges mit dem virtuellen Chat-Partner eine reale Beziehung beendet und sich von ihrem Mann scheiden lassen (vgl. SHARP 2023). Diese wenigen Beispiele verdeutlichen unmittelbar das Risiko beim Einsatz solcher Systeme durch unbedacht agierende Benutzerinnen und Benutzer. Die Sinnhaftigkeit der Antworten ist von einer Laiin oder von einem Laien kaum noch zu durchschauen. Es bedarf zum Teil eines hohen Maßes an Fachwissen, um die Problematik des zurückgegebenen Kontextes auch wirklich einzuordnen.

Eines unserer Experimente mit ChatGPT bezog sich beispielsweise auf die Generierung von sogenannten G-Codes für eine CNC-Maschine. Hierbei stellten wir der KI die folgende Aufgabe:

FELDMANN: Erstelle den G-Code für einen Kreis mit dem Durchmesser 20 mm

ChatGPT: >>G90 ; Setze den Modus auf Absolute Positionierung

G21 ; Setze den Modus auf metrische Einheiten

; Bewege den Schneidkopf zum Startpunkt des Kreises

GO XO YO ZO ; Ersetze die Koordinaten entsprechend deinem Startpunkt

; Starte die Fräsbewegung

G1 F1000 ; Setze die Vorschubgeschwindigkeit auf 1000 mm/min (ersetze dies durch deine gewünschte Geschwindigkeit)

G2 I10 ; Bewege einen Kreis im Uhrzeigersinn mit einem Radius von 10 mm (Radius ist die Hälfte des Durchmessers)

; Beende die Fräsbewegung

GO Z5 ; Hebe den Schneidkopf um 5 mm an (ersetze dies durch die gewünschte Höhe) <<

In diesem G-Code bewegt sich der Fräser zunächst zum Startpunkt, dann zum Mittelpunkt des Kreises (XO, YO) und verwendet dann den Befehl G21, um den Kreis abzufahren. Der Parameter I-10 gibt an, dass der Kreis mit einem Radius von zehn Millimetern ab-

gefahren werden soll (die Hälfte des Durchmessers). Das Ergebnis wurde in wenigen Sekunden generiert und kann auf den ersten Blick zu einer starken Entlastung von Lehrkräften beitragen, um praxisnahe Übungsaufgaben zu erstellen. Gibt man denselben Prompt in DALL-E 3 ein, wird eine eher künstlerische Abbildung generiert (vgl. Abbildung 3). Mit diesem Bild ist keine Umsetzung in ein reales Produkt möglich. Es stellt sich aber die Frage, in welcher Zeit werden auch technische Zeichnungen von einer KI generiert. Hier dürften genau die gleichen Probleme mit der „Wahrhaftigkeit“ des Ergebnisses in Erscheinung treten wie beim Umgang mit ChatGPT.



Abb. 3: Ergebnis DALL-E 3 mit dem Prompt: „Erstelle den G-Code für einen Kreis mit dem Durchmesser 20 mm“

Generative KI ist nicht nur in der Lage, einen generischen Programmcode für die Programmierung einer CNC-Maschine zu erzeugen, es werden zusätzlich die Hintergründe des erzeugten Codes – in Form einer deskriptiven Beschreibung der verwendeten Befehle – der Benutzerin oder dem Benutzer erläutert. In der Runde der Labormeister und Laboringenieure des Allgemeinen Maschinenbaus der Hochschule Aalen diskutierten wir das Ergebnis: Der zurückgegebene Maschinencode hat aus didaktischer Sicht einen großen Mehrwert, da dieser nativ mit Kommentaren versehen ist und somit die gegebene Antwort auch von Laiinnen und Laien nachvollzogen werden kann. Als es jedoch darum ging, ob der synthetisch generierte Programmcode auch für die Ausführung auf einer 5-Achs-CNC-Maschine geeignet sei, bewegten sich wie selbstverständlich alle Augen auf den Werkstattmeister, der diese Maschine bediente. Das heißt, alle Anwesenden, außer des Werkstattmeisters, waren nicht mehr in der Lage, einen einfachen 5-zeiligen CNC-Code zu hinterfragen und mussten erst eine Expertenmeinung heranziehen, um das Ergebnis zu verstehen. Dieses Experiment zeigt eine der größten Gefahren beim Einsatz solcher Programme in der Lehre auf: Die eigenständige Motivation zur Aneignung von Fachwissen geht immer mehr verloren. Außerdem wird vermeintliche Fachkompetenz aus Bequemlichkeit an die KI ausgelagert, was dazu führt, dass man immer abhängiger wird. Unbedarfte Nutzerinnen und Nutzer verlernen es schnell, dieses generierte Wissen auch kritisch zu hinterfragen und eigenständig zu validieren.

Zudem bleibt zu klären, wie zukünftig die Rechte der Urheberinnen und Urheber bei den Antworten des Systems überhaupt geltend bzw. kenntlich gemacht werden können. Generative KI erzeugt von sich aus keine eigenen digitalen „Werte“, sondern verwendet frei zugängliche Informationen und ordnet diese für den zu generierenden Inhalt im neuen Kontext an. Dieser neu generierte Kontext soll für die Benutzerin oder den Benutzer möglichst genehm sein und wird auch nicht hinterfragt. Die verwendeten Informationsbausteine werden geschickt zu einem neuen, auf den ersten Blick brauchbaren Text, Sprache, Video oder zu einem Bild kombiniert. Die Autorinnen und Autoren der Informationsbausteine (Token), die bei den Antworten des Systems verwendet werden, werden für die Benutzerin oder den Benutzer wie selbstverständlich nicht kenntlich gemacht. Hier besteht das Risiko, unwissentlich Plagiate zu erzeugen. Es können somit fatale Fehler entstehen, die bei der unreflektierten Verwendung unter Umständen großen Einfluss auf die Reputation der Person haben können. Gerade beim wissenschaftlichen Arbeiten wird eine Hypothese oder Theorie nicht einfach als wahr angenommen, weil dies jemand behauptet. Die bloße unreflektierte Synthese verschiedener Quellen zu einem passenden Ergebnis führt oftmals zu Fehlannahmen. Eine wissenschaftliche Erkenntnis muss vielmehr über eine eindeutige Evidenz, die über einen wissenschaftlichen Ansatz generiert wird, belegt werden. Ergebnisse beim wissenschaftlichen Arbeiten müssen zwingend empirisch wiederholbar und für jedermann anhand von Fakten und wiederholbaren Experimenten nachvollziehbar sein. Hier kommt es insbesondere darauf an, dass man eben nicht unreflektiert unbekannt, anonymen Quellen vertraut. Somit widerspricht der Einsatz von generativer KI dem Kern des wissenschaftlichen Arbeitens an sich und stellt damit sogar eine große Gefahr für die gängige Anwendung guter wissenschaftlicher Praxis dar.

## SCHLUSSBEMERKUNGEN

Trotz aller Risiken ist anzumerken, dass sich durch generalistische KI, die in der Lage ist, kreative Prozesse zu durchlaufen, die komplette Realität der menschlichen Arbeitswelt ändern wird. Eine KI als echter Assistent wird selbstverständlich sein. Sprachbarrieren können überwunden werden. Die barrierefreie Aneignung von Wissen in einem problembezogenen Kontext wird die Lehre revolutionieren. Zukünftig werden virtuelle Avatare oder Roboter als Lernassistenten, wie selbstverständlich die Arbeit des Lehrpersonals begleiten. Dies wird viele Vorteile und eine neue Art der Wissensvermittlung mit sich bringen. Die Barriere zur Erlangung von

Fachwissen wird weiter gesenkt und ist nicht mehr vom Einkommen der Haushalte abhängig. Bisher war der Einsatz von KI-basierten Systemen Fachleuten vorbehalten. Unternehmen wie OpenAI haben dies geändert. Nun kann jede Person von den Vorteilen profitieren und selbst kreative Prozesse in Form einer Interaktion mit dem virtuellen Assistenten als Ansprechpartner durchlaufen. Laut einem Artikel der Frankfurter Allgemeinen Zeitung hat bereits die erste Fakultät für Betriebswirtschaftslehre an der Wirtschaftsuniversität in Prag die Bachelorarbeiten abgeschafft. Vielmehr möchte man projektbezogenes Lernen in den Vordergrund stellen (vgl. ZENTHÖFER 2023). Dies spiegelt sich auch an den Aktivitäten an der Hochschule Aalen wider. Zum Sommersemester 2022 wurde das in Deutschland einzigartige „Interaktive Lern-Labor für Digitalisierung im Maschinenbau“ (ILLDiM) eröffnet (vgl. HOCHSCHULE AALEN 2022). Hier steht ebenfalls projektbezogenes, interdisziplinäres Lernen in der Gruppe im Fokus der zukünftigen Ausrichtung des Maschinenbaus.

Wir möchten im Zuge dessen noch eine persönliche Anmerkung geben: Auch in klassischen Disziplinen ist der Einmarsch der KI nicht mehr aufzuhalten. LLM werden zukünftig geradezu als Akzelerator für neue Entwicklungen in Forschung und Lehre fungieren. Besonders schwierig wird es sein, die Menschen nicht von den immer schneller werdenden Entwicklungszyklen zu entkoppeln und am hierdurch entstehenden Wohlstand partizipieren zu lassen. Dies sehen wir als größte Herausforderung im Bereich der betrieblichen Ausbildung und Lehre an Hochschulen. Es muss in nahezu jeder fachlichen Disziplin eine Sensibilisierung für Potentiale und Risiken durch die auszubildenden Institute in Deutschland erfolgen. Wohin sich die Reise entwickelt, wollen wir zu diesem Zeitpunkt offenlassen. Eine Prognose ist nur schwer zu erstellen.

## Anmerkungen

- 1) Ein Large Language Model ist ein leistungsstarkes sprachliches Modell, das mit umfangreichen Daten trainiert wurde und in der Lage ist, komplexe sprachliche Aufgaben wie Textgenerierung, Übersetzung und Verständnis zu bewältigen.
- 2) Ein Token zum Trainieren einer KI ist die kleinste verarbeitbare Einheit in einem Text, die durch den Algorithmus analysiert wird, um das Modell auf der Grundlage von Sprachstrukturen und -mustern zu trainieren.
- 3) Vergleiche: <https://www.ifun.de/chatgpt-haelt-landtagsrede-und-kommt-bald-mit-premium-abo-203428/>
- 4) Zu Deutsch: Verbraucher/Konsument: Ist eine natürliche Person, die eine oder mehrere Waren oder

Dienstleistungen zur eigenen privaten Bedürfnisbefriedigung käuflich erwirbt.

### Literatur

ERMERT, M. (2017): Quad9: Datenschutzfreundliche Alternative zum Google-DNS. Verfügbar unter: <https://www.heise.de/news/Quad9-Datenschutzfreundliche-Alternative-zum-Google-DNS-3890741.html> (Zugriff am 07.03.2023).

HEß, A. (2023): Microsoft-Chatbot gesteht Journalisten seine Liebe. Verfügbar unter: <https://www.swr3.de/aktuell/nachrichten/panne-bei-microsoft-chatgpt-bing-100.html> (Zugriff am 12.01.2024).

HOCHSCHULE AALEN (2022): Digitalisierung im Maschinenbau erlebbar machen. Verfügbar unter: <https://www.hs-aalen.de/de/news/4293> (Zugriff am 12.01.2024).

ROSE, J. (2022): OpenAI's New Chatbot Will Tell You How to Shoplift And Make Explosives. Verfügbar unter: <https://www.vice.com/en/article/xgyp9j/openais-new-chatbot-will-tell-you-how-to-shoplift-and-make-explosives> (Zugriff am 07.03.2023).

SHARP, C. (2023): Woman decides to divorce her husband because a robot told her to. Verfügbar unter: <https://www.express.co.uk/news/uk/1723201/divorce-legal-artificial-intelligence-robot-ai> (Zugriff am 07.03.2023).

ZENTHÖFER, J. (2023): Erste Uni schafft Bachelorarbeiten ab. Verfügbar unter: <https://www.faz.net/aktuell/karriere-hochschule/hoersaal/ki-und-plagiate-erste-uni-schafft-bachelorarbeiten-ab-19353621.html> (Zugriff am 12.01.2023).

## Automatisierung und Optimierung des Schleifprozesses von Urnen aus Ton



**SION MILD**



**MARIO ROTERMUND**



**BENNET SCHUBERT**

Die in diesem Beitrag vorgestellte Projektarbeit wurde im Rahmen des Abschlussprojekts der Fachschule Technik der Werner-von-Siemens-Schule in Hildesheim erstellt. Sie handelt von der Planung und Realisierung der Optimierung des Schleifprozesses von Tonurnen für die Haustierbestattung und ist in Zusammenarbeit mit der Völsing KG entstanden.

### EINLEITUNG

Die in diesem Beitrag vorgestellte Projektarbeit wurde im Rahmen des Abschlussprojekts der Fachschule Technik der Werner-von-Siemens-Schule in Hildesheim erstellt. Sie handelt von der Planung und Realisierung der Optimierung des Schleifprozesses von Tonurnen für die Haustierbestattung und ist in Zusammenarbeit mit der Völsing KG entstanden.

Das Projekt und die dazugehörige Projektdokumentation wurden in einem Team, bestehend aus drei Personen, erstellt. Die Gruppenmitglieder sind Mario Rotermond, zuständig für Softwareentwicklung, Sion Mild, zuständig für Produktdesign und den elektronischen Aufbau, und Bennet Schubert, zuständig für die Hardwareentwicklung und den technischen Aufbau. Während unserer Ausbildung zum Elektroniker

für Geräte und Systeme konnten wir bereits Erfahrungen im Bereich der Entwicklung und der Kleinserienfertigung sammeln, die diesem Projekt zum Erfolg verhalfen.

Das Projekt war umfangreich und interdisziplinär, da Kenntnisse aus den Bereichen Mechanik, Elektronik und Softwareprogrammierung erforderlich waren.

Das Projektziel bestand darin, einen Fertigungsplatz der Völsing KG, an welchem gebrannte Tonurnen von Hand geschliffen werden, einer Teilautomatisierung zu unterziehen. Wir verfolgten dazu am Anfang unterschiedliche Lösungsansätze. Ein Konzept bestand darin, einen Roboterarm zu verwenden und diesen mit einem Exzentrerschleifkopf auszustatten. Jedoch verfolgten wir auch das Konzept eines selbstentwickelten Schleifautomaten, welcher in diesem Dokument näher erläutert wird.

## ANFORDERUNGSANALYSE

### Darstellung der Ausgangssituation

Die beteiligte Firma stellt viele verschiedene Urnen her (vgl. Abbildung 1), darunter auch Urnen aus dem Werkstoff Ton. Nach der Formgebung und dem Brennen der Urnen sind oft noch Unebenheiten auf der Oberfläche der Urnen zu sehen. Diese müssen für das Lackieren zuvor weggeschliffen werden.

Der Prozessschritt des Schleifens wird derzeit noch manuell von Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern durchgeführt. Diese spannen die Urnen auf einem sich drehenden Teller fest und fahren die Kontur der rotierenden Urne händisch mit einem Stück Schleifpapier ab. Auch der Deckel wird manuell geschliffen.



Abb. 1: Konturen der Urnen

### Anforderungen und Ziele des Projektes

Ziel des Projektes war es, den Schleifprozess zum Teil zu automatisieren und so die Produktivität zu steigern und die Arbeitskräfte zu entlasten. Diese sollten dabei nicht vollständig ersetzt werden und die Qualität des Schleifergebnisses sollte erhalten bleiben.

Das Projekt wurde auf zwei Teams aufgeteilt. Die Idee war es, eine Anlage zu entwickeln, bei der die Arbeitskräfte die Urnen in eine Art Magazin oder Zwischenlager verladen. Von dort aus werden die Urnen zu einer Schleifstation befördert, welche die

Oberfläche vollautomatisiert abschleift. Nach dem Schleifvorgang werden die Urnen wieder zurück in das Zwischenlager befördert, wo sie für die weitere Verarbeitung entnommen werden können.

Wir als Team der Fachrichtung Elektrotechnik haben die Entwicklung der Schleifstation übernommen und ein Prototyp aufgebaut.

## SCHLEIFEN MITHILFE EINES SELBSTENTWICKELTEN SCHLEIFAUTOMATEN

### Konzept

Die Konzeptidee war die Eigenentwicklung eines Schleifautomatenprototyps. Dieser verfährt mithilfe von Linearschienen und Spindelantrieben auf horizontaler und vertikaler Achse und kann so durch das Abfahren der Kontur der rotierenden Urne das händische Schleifen nachahmen.

Das Komplettsystem besteht aus zwei Hauptbaugruppen: a) dem Schaltschrank mit der enthaltenen Steuerungselektronik und b) dem Schleifautomaten.

### Schleifautomat

Der Schleifautomat (vgl. Abbildung 2) besteht aus einer Montageplatte, auf der die horizontale Linearachse montiert ist. Auf dieser sind eine Aluminiumplatte und die vertikale Linearachse befestigt. Die Achsen werden durch Schrittmotoren angetrieben. Zur Positionskontrolle sind Endlagenschalter an den beiden Achsen angebracht. An der vertikalen Linearachse ist wiederum eine Grundplatte montiert. Diese und einige weitere Teile wurden für diesen Prototyp zunächst mit additiven Fertigungsverfahren hergestellt, um einfacher und schneller Änderungen vornehmen zu können. Der Schleifkopf, welcher das Schleifband führt, ist links an der Grundplatte befestigt.

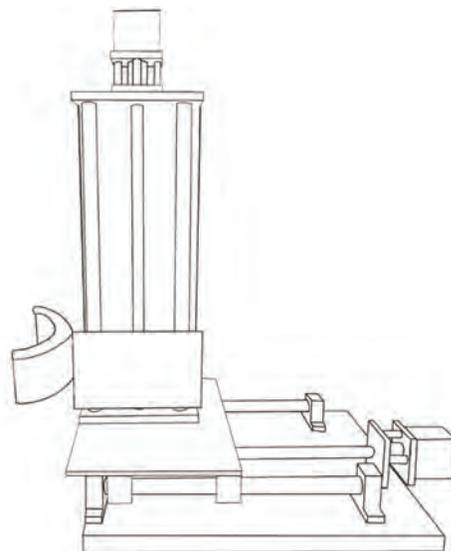


Abb. 2: Montageplatte mit Linearachsen

Die Grundplatte ist die Verbindung zwischen dem Schleifbandhalter (rechts), von dem die Schleifbandrolle abgewickelt wird, und dem Schleifkopf (links). Mithilfe eines Servomotors kann das Schleifband fixiert werden. Durch die federgelagerte Umlenkung auf der linken Seite und das Weiterführen des Schleifbandes wird dieses gespannt und kann so Unwuchten der rotierenden Urnen ausgleichen.

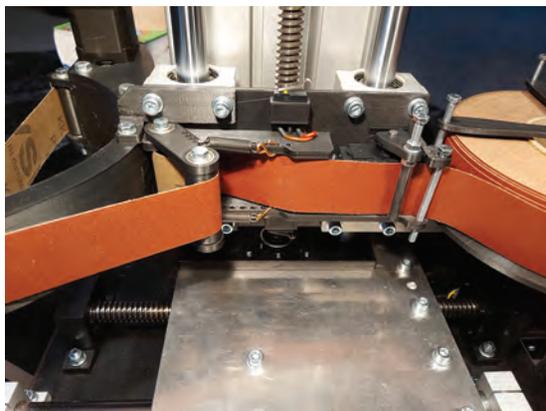


Abb. 3: Schleifbandhalter

Der Schleifkopf wurde in einer Form gestaltet, die der Kontur der Urne ähnelt, um eine möglichst große Auflagefläche auf dem Schleifband zu gewährleisten. An den Enden des Schleifkopfes sind kugelgelagerte Laufrollen befestigt, um ein reibungsarmes Verfahren des Schleifbandes zu ermöglichen. Die Weiterführung und Fixierung des Schleifbandes geschieht durch den Schrittmotor und die gummibeschichtete Rolle.

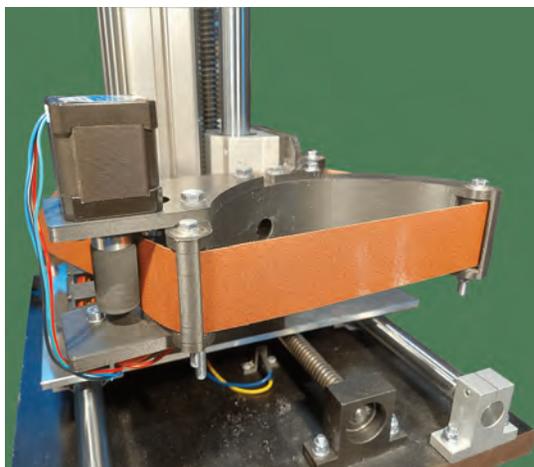


Abb. 4: Schleifkopf

### Schaltschrank und Elektronik

Im Schaltschrank (vgl. Abbildung 5) ist die Steuerungselektronik verbaut. Die Hauptkomponenten sind dabei die drei Schrittmotortreiber zum Ansteuern der Schrittmotoren und der Controllino als speicherprogrammierbare Steuerung. Die Verbindung

zum Schleifautomaten erfolgt über einen D-Sub Stecker. Auf der Frontseite des Schaltschranks sind Bedien- und Anzeigeelemente verbaut. Mit diesen kann der Automat gestartet und gestoppt, Fehler quittiert und die Größe der Urne ausgewählt werden.



Abb. 5: Aufbau des Schaltschranks

Wir entschieden uns für den Controllino als Steuerung, weil er für uns einfach zu programmieren war. Es wurde keine kostenpflichtige Software benötigt, sondern nur die Arduino IDE. Das Programmieren in C/C++ war uns vertrauter als das TIA-Portal von Siemens. Zudem besitzt der Controllino Ausgänge mit logischen Pegeln von sowohl 5 V als auch 24 V, welche innerhalb weniger Mikrosekunden geschaltet werden können und somit ein Ansteuern der Schrittmotoren ermöglichen. Weiterhin hat er sowohl 24-V-Ausgänge, welche zum Ansteuern von digitalen Signalen oder kleinerer Lasten, wie zum Beispiel LED-Anzeigeelementen, genutzt werden können, als auch Relais-Ausgänge, welche das Schalten von großen Lasten oder Verbrauchern mit 230 V ermöglichen.

### Softwareprogrammierung und Funktion

Die Steuerung der gesamten Anlage geschieht mithilfe des Controllino und der dazu selbst entwickelten Software. Diese wertet die Signale der Schalter und Taster aus und steuert die verschiedenen Lampen und Motoren an.

Insgesamt lässt sich der Ablauf des Programms in vier verschiedene Phasen einteilen: die Kalibrierphase, das Fahren in die Grundstellung, das Warten auf den Startbefehl und das Abfahren der Kontur der Urne. Je nach Ergebnis der einzelnen Phasen wird die Anlage in einen anderen Zustand versetzt. In der Kalibrierphase werden die Positionen der Achsen durch Anfahren der hinteren und unteren Endlagen ermittelt. Nach dem Kalibrieren fährt der Automat in eine vordefinierte Grundposition und wartet auf den Startbefehl durch die bedienende Person.

Wenn der Starttaster gedrückt wird und ein Schleifband eingelegt ist, wird dieses festgespannt. Dazu

wird der Servomotor in die Position bewegt, in der er das Schleifband fixiert und der Schrittmotor, welcher das Schleifband fördert, fährt dieses wenige Zentimeter weiter. Dadurch spannt sich die federgelagerte Umlenkrolle, über die das Schleifband geführt ist und somit auch das Schleifband. Im nächsten Schritt wird ermittelt, welche Urnengröße geschliffen werden soll. Diese ist von der Anwenderin oder dem Anwender über einen Auswahlschalter einzustellen. Dann fährt der Automat die für die ausgewählte Urnengröße eingestellte Startposition an, um anschließend die Kontur der Urne abzufahren. Während des Betriebsablaufs kann der Automat jederzeit gestoppt oder der Prozess pausiert werden.

Die Kontur der Urne wurde durch Interpolation als Polynomfunktion konstruiert. Dadurch müssen keinerlei Punkte eingespeichert werden und der Automat kann dennoch jede Position auf der Kontur der Urne berechnen und anfahren. Wenn die Oberfläche der Urne komplett abgeschliffen wurde, wird das abgenutzte Schleifband weitergeführt, gelöst und der Automat fährt zurück in Grundstellung.

Um die Sicherheit der Bedienenden und der Anlage zu gewährleisten, wurden verschiedene Sicherheitsfunktionen implementiert. Darunter fallen die Betätigung des Not-Aus-Schalters, der Endlagentaster und die Auswertung der Störsignale der Motortreiber. Der Zustand der Anlage wird über die verschiedenen Anzeigeelemente auf der Schaltschrankfront signalisiert.

## AUSWERTUNG UND FAZIT

In mehreren Praxistests wurde das Konzept des Schleifautomaten überprüft (vgl. Abbildung 6). Wir passten einen der Schleifarbeitsplätze an den Automaten an und führten mehrere Testläufe durch. Dabei variierten wir die Form der Kontur, den Anpressdruck sowie die Verfahrgeschwindigkeit.



Abb. 6: Automat für den Testlauf

Weiterhin verringerten wir die Breite des Schleifbandes, wodurch sich dieses besser an die Kontur anpassen konnte. So erhielten wir ein zufriedenstellendes Schleifergebnis. Die Anforderung, ein gleichwertiges Schleifbild im Vergleich zu der manuellen Bearbeitung zu erzielen, wurde unserer Ansicht nach sogar übertroffen, da durch die konstante Bearbeitungsgeschwindigkeit des Automaten ein gleichmäßigeres Schleifbild erzielt wurde.

Aus den Tests und weiterführenden Überlegungen ermittelten wir einige Verbesserungsmöglichkeiten, welche für einen Serieneinsatz in der Fertigung durchgeführt werden müssten. So müsste die Hardware auf das schmalere Schleifband angepasst und für eine höhere Stabilität durch CNC-gefrästes Aluminium ersetzt werden. Weiterhin sollte der Schleifkopf weiter nach vorne verlagert werden, um den Automaten kapseln und somit vor dem Schleifstaub schützen zu können. Zudem müssten auch die vorhandene Absauganlage und der Motor des Drehtellers von dem Automaten gesteuert werden, um den Prozess vollständig zu automatisieren.

Zum Abschluss des Projektes können wir sagen, dass das gesteckte Ziel, ein Konzept zu erstellen sowie einen entsprechenden Prototyp zu entwickeln und aufzubauen, erreicht wurde und das Projekt ein voller Erfolg war.

## BVT-AWARD 2023/Projekt U+

Die Verleihung des BVT-AWARDS hat in diesem Jahr zum neunten Mal stattgefunden. Die hier veröffentlichte Arbeit hat dabei den dritten Platz belegt. Stolz konnten die Projektanten, Bennet Schubert, Sion Mild und Mario Rotermund, ihr Preisgeld und ihre Urkunden am 29. Juni 2023 an der Werner-von-Siemens-Schule in Hildesheim entgegennehmen. Sie konnten die Jury mit ihrer Projektarbeit „Automatisierung und Optimierung des Schleifprozesses von Urnen aus Ton in drei verschiedenen Größen“ überzeugen. Es werden jedes Jahr qualitativ so hochwertige Arbeiten eingereicht, dass die fünfköpfige Jury es immer sehr schwer hat, die drei Siegerarbeiten auszumachen. Mit Spannung werden die Arbeiten für den BVT-AWARD 2024 erwartet.

Der „Bundesverband höherer Berufe der Technik, Wirtschaft und Gestaltung e. V.“ (BVT) ist ein Berufsverband für Staatlich geprüfte Technikerinnen und Techniker, Staatlich geprüfte Betriebswirtinnen und Betriebswirte sowie für Staatlich geprüfte Gestalterinnen und Gestalter. Der Verband setzt sich für deren Belange und Interessen ein und hat in der Vergangenheit bereits viele Ziele erreicht. Mehr Informationen zum BVT finden Sie unter: [www.bvt-online.de](http://www.bvt-online.de)

# Verzeichnis der Autorenschaft

## BECKER, JONAS MALTE

M. Sc., wissenschaftlicher Mitarbeiter und Leiter der Abteilung Prozessüberwachung und -regelung am Institut für Fertigungstechnik und Werkzeugmaschinen (IFW) an der Leibniz Universität Hannover, becker@ifw.uni-hannover.de

## BECKER, MATTHIAS

Prof. Dr., Professur für die Didaktik der Metalltechnik und Leiter des Instituts für Berufswissenschaften der Metalltechnik an der Leibniz Universität Hannover, becker@ibm.uni-hannover.de

## BEIER, FLORIAN

Studiendirektor, Abteilungsleiter für Elektrotechnik/ Mechatronik an der BBS Neustadt der Region Hannover, beier.florian@bbs-nrue.de

## BERDING, FLORIAN

Prof. Dr., Professor, Universität Hamburg, florian.berding@uni-hamburg.de

## DENKENA, BEREND

Prof.-Dr.-Ing., Leiter des Instituts für Fertigungstechnik und Werkzeugmaschinen (IFW) an der Leibniz Universität Hannover, denkena@ifw.uni-hannover.de

## FELDMANN, SEBASTIAN

Prof. Dr., Studiendekan des Allgemeinen Maschinenbaus an der Hochschule Aalen

## JACOBS, SVEN

Universität Siegen, Didaktik der Informatik, sven.jacobs@uni-siegen.de

## JASCHKE, STEFFEN

Dr., Akademischer Rat, Universität Siegen, Didaktik der Informatik, steffen.jaschke@uni-siegen.de

## HARDEBUSCH, TIMO

Universität Siegen, Didaktik der Informatik, timo.hardebusch@student.uni-siegen.de

## KLEMME, HEINRICH

Dr.-Ing., Leiter des Bereichs Maschinen und Steuerungen am Institut für Fertigungstechnik und Werkzeugmaschinen (IFW) an der Leibniz Universität Hannover, klemme@ifw.uni-hannover.de

## LEUBE, ANNA

Wissenschaftliche Mitarbeiterin, Universität Hamburg, anna.leube@uni-hamburg.de

## MILD, SION

Techniker für Elektrotechnik, ComSys Communications Systems Service GmbH, sion-mild@gmail.com

## PARGMANN, JULIA

Wissenschaftliche Mitarbeiterin, Universität Hamburg, julia.pargmann@uni-hamburg.de

## REBMANN, KARIN

Prof. Dr., Professorin, Universität Oldenburg, karin.rebmann@uol.de

## RIEBENBAUER, ELISABETH

Prof. Mag. Dr., assoziierte Professorin, Universität Graz, Österreich, elisabeth.riebenbauer@uni-graz.at

## ROTERMUND, MARIO

Techniker für Elektrotechnik, Avisaro AG, mario.rotermund@googlemail.com

## SCHUBERT, BENNET

Techniker für Elektrotechnik, ComSys Communications Systems Service GmbH, Ben73954@gmail.com

## SLOPINSKI, ANDREAS

Dr., wissenschaftlicher Mitarbeiter, Universität Oldenburg, andreas.slopinski@uol.de

## SPÖTTL, GEORG

Prof. Dr. Dr., Emeritus, Universität Bremen, Uni Bremen Campus GmbH, spoettl@uni-bremen.de

## TÄRRE, MICHAEL

Dr., Studiendirektor, Abteilungsleiter für studienbezogene Bildung an der BBS Neustadt der Region Hannover, taerre.michael@bbs-nrue.de

## ZEMANEK, GEORG

Prof. Dr., Dozent an der Fakultät für Informatik an der Hochschule Aalen

„lernen & lehren“ erscheint in Zusammenarbeit mit den Bundesarbeitsgemeinschaften für Berufsbildung in den Fachrichtungen Elektro-, Informations-, Metall- und Fahrzeugtechnik e. V.

[www.lernenundlehren.de](http://www.lernenundlehren.de)

Herausgeber

Axel Grimm (Flensburg), Volkmar Herkner (Flensburg), Georg Spöttl (Bremen), Michael Tärre (Hannover)

Beirat

Matthias Becker (Hannover), Thomas Berben (Hamburg), Ralph Dreher (Siegen), Peter Hoffmann (Lauingen), Claudia Kalisch (Rostock), Andreas Lindner (München), Tamara Riehle (Rostock), Reiner Schlausch (Flensburg), Friedhelm Schütte (Berlin), Ulrich Schwenger (Heidelberg), Nikolaus Steffen (Flensburg), Thomas Vollmer (Kassel), Lars Windelband (Karlsruhe), Sören Schütt-Sayed (Hamburg)

Heftbetreuende: Matthias Becker/Georg Spöttl

Titelbild: Generiert mit Dall-E 3/Leibniz-Universität Hannover

## **Schriftleitung (V. i. S. d. P.) lernen & lehren**

**Prof. Dr. Torben Karges**, Europa-Universität Flensburg, Berufsbildungsinstitut Arbeit und Technik, Auf dem Campus 1, 24943 Flensburg, [torben.karges@uni-flensburg.de](mailto:torben.karges@uni-flensburg.de)

**OStR Dr. Tim Richter-Honsbrok**, Leibniz Universität Hannover, Institut für Berufswissenschaften der Metalltechnik, Appelstraße 9, 30167 Hannover, [richter@ibm.uni-hannover.de](mailto:richter@ibm.uni-hannover.de)

Alle schriftlichen Beiträge und Leserbriefe bitte an eine der obenstehenden Adressen senden. Manuskripte gelten erst nach Bestätigung der Schriftleitung als angenommen. Namentlich gezeichnete Beiträge stellen nicht unbedingt die Meinung der Herausgeber dar. Theorie-Beiträge des Schwerpunktes werden einem Review-Verfahren ausgesetzt. Unverlangt eingesandte Rezensionsexemplare werden nicht zurückgesandt.

Layout/Gestaltung

Brigitte Schweckendieck/Winnie Mahrin

Verlag, Vertrieb und Gesamtherstellung

Roco Druck GmbH, Neuer Weg 48a, 38302 Wolfenbüttel, Telefon: (0 53 31) 97 01-0

Als Mitglied einer BAG wenden Sie sich bei Vertriebsfragen (z. B. Adressänderungen) bitte stets an die Geschäftsstelle, alle anderen wenden sich bitte direkt an den Verlag.

Geschäftsstelle der BAG Elektro-, Informations-, Metall- und Fahrzeugtechnik  
c/o ITB – Institut Technik und Bildung der Universität Bremen, Am Fallturm 1 – 28359 Bremen  
[kontakt@bag-elektrometall.de](mailto:kontakt@bag-elektrometall.de)

ISSN 0940-7340

ADRESSAUFKLEBER

**BAG**

[WWW.BAG-ELEKTROMETALL.DE](http://WWW.BAG-ELEKTROMETALL.DE)  
[KONTAKT@BAG-ELEKTROMETALL.DE](mailto:KONTAKT@BAG-ELEKTROMETALL.DE)