

Schwerpunktthema Robotik

lernen & lehren

Elektrotechnik – Informationstechnik
Metalltechnik – Fahrzeugtechnik



Arbeiten und Lernen an und mit Robotertechnik

Herausforderungen der Mensch-Roboter-Kollaboration

Herstellerspezifische Fortbildung in Robotertechnik

Entwicklung eines Robotik-Grundlagen-Kurses auf Basis einer Moodle-Lernplattform

Berufsdidaktische Aspekte für eine Lerneinheit zur Robotik

An die
Mitglieder der
BAG Elektro-, Informations-, Metall- u. Fahrzeugtechnik e. V.



Einladung zur Mitgliederversammlung

Sehr geehrtes Mitglied der Bundesarbeitsgemeinschaften für Elektro-, Informations-, Metall- und Fahrzeugtechnik,

*ich lade Sie herzlich zur **Mitgliederversammlung der Bundesarbeitsgemeinschaften** ein, die **im Rahmen der Fachtagung FT 08.1/2 auf den Hochschultagen 2017 in Köln** stattfinden wird.*

Zeit: Montag, 13. März 2017 18:30 Uhr

Ort: Brauhaus Sion Untertaschenmacher GmbH & Co KG,
Unter Taschenmacher 5–7, 50667 Köln (zw. Dom u. Altstadt)

Folgende Tagesordnung ist geplant:

- 1. Formalia*
- 2. Wahl des Protokollführers*
- 3. Grundsätze der Tätigkeit und Bericht des Vorstandes*
- 4. Bericht des Schatzmeisters, Bericht der Kassenprüfer*
- 5. Entlastung des Vorstandes*
- 6. Neuwahl des Vorstandes, Bestellung besonderer Vertreter und Wahl der Beiräte gemäß §§ 6 u. 7, Berufung der Landesvertreter gemäß § 8*
- 7. Verschiedenes*

Ich würde mich freuen, wenn Sie an der Versammlung teilnehmen und unsere Arbeit durch Ihren Beitrag bereichern würden.

Mit freundlichen Grüßen

Ulrich Schwenger,
Erster Vorsitzender der BAG Elektro-, Informations-, Metall- und Fahrzeugtechnik e. V.

Inhalt

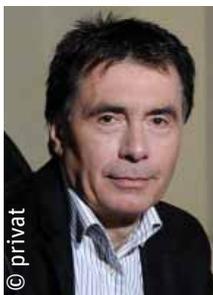
SCHWERPUNKT: ROBOTIK

- 2 Editorial: Robotik und berufliche Bildung
Reiner Schlausch
- Schwerpunkt**
- 3 Arbeiten und Lernen an und mit Robotertechnik
Reiner Schlausch
- 8 Herausforderungen der Mensch-Roboter-Kollaboration
Martin Fischer/Bettina-Johanna Krings/António Moniz/Eike Zimpelmann
- Praxisbeiträge**
- 15 Herstellerspezifische Fortbildung in Robotertechnik
Florian Runge
- 18 Entwicklung eines Robotik-Grundlagen-Kurses auf Basis einer Moodle-Lernplattform
Stefan Manemann
- 23 Berufsdidaktische Aspekte für eine Lerneinheit zur Robotik
Axel Grimm/Nicolai Heinrich
- Forum**
- 28 Entwicklung eines handlungsorientierten Modells zur Beschreibung der Vermittlungstiefe von Lern-
ergebnissen
Andreas Lindner
- 34 Kommunikationsbasiertes Lernen und Lehren in beruflichen Schulen als Schlüsselkompetenz
Dietrich Pukas
- Rezension**
- 41 Neue Antriebstechnologien in Fahrzeugen
Sören Schütt-Sayed
- Ständige Rubriken**
- I–IV BAG aktuell 1/2017
44 Verzeichnis der Autorinnen und Autoren
U3 Impressum



Editorial

Robotik und berufliche Bildung



REINER SCHLAUSCH

Die Robotik ist wahrlich keine neue Thematik für die berufliche Bildung. Man könnte fast geneigt sein, hier von einem „alten Hut“ zu sprechen. Seit dem vermehrten Einzug der Roboter vor allem in die Automobilindustrie in den 1980er Jahren werden Fachkräfte – insbesondere der industriellen Metall- und Elektroberufe – für das Arbeiten an und mit dieser Technik aus- und weitergebildet. Ohne diese Roboterspezialisten würde die in mittlerweile vielen Branchen automatisierte Produktion sicherlich nicht „laufen“. Die Fachkräfte sind u. a. an der Herstellung, Integration und Inbetriebnahme sowie an der Instandhaltung der Robotersysteme im hohen Maße beteiligt. Es sind also durchaus sehr anspruchsvolle Arbeitsplätze durch die Robotik entstanden. Vor diesem Hintergrund sind seit geraumer Zeit insbesondere Industrieroboter auch Gegenstand der beruflichen Bildung in den industriellen Metall- und Elektroberufen. Dies gilt in Ansätzen sowohl für die Erstausbildung in Betrieb und Berufsschule als auch im besonderen Maße für die Fort- und Weiterbildung bei Roboterherstellern und an Fachschulen.

Auf der anderen Seite haben die Roboter die Arbeit von Erwerbspersonen übernommen, denn ihr Einsatz ist in den meisten Fällen eine Rationalisierungsmaßnahme, um die Personalkosten eines Betriebes zu reduzieren. In der Vergangenheit wurden insbesondere die Tätigkeiten Un- und Angelernter von Robotern übernommen. Ob in Zukunft der weiter steigende Robotereinsatz in Verbindung mit zunehmender Vernetzung auch zum Verlust von Arbeitsplätzen von (hoch-)qualifizierten Fachkräften führt oder gerade viele Arbeitsplätze in neuen Bereichen entstehen, wird gegenwärtig sehr intensiv insbesondere im Kontext von Industrie 4.0 diskutiert. Ohnehin ist die Robotik aktuell ein sehr zentrales Thema

in dieser Diskussion. Wahrscheinlich ist dies der Tatsache geschuldet, dass der Einsatz von Robotern stark zunimmt und bis 2018 weltweit 2,3 Millionen Industrieroboter installiert sein werden. Auch in Deutschland steigt die Zahl der eingesetzten Roboter weiter an. Allein in 2014 sind ca. 20.100 Einheiten dazugekommen. Durch die weiter voranschreitende Vernetzung der Roboter mit Produktionsmaschinen, Förder- und Lagersystemen und diversen Betriebsmitteln wird die Komplexität der Systeme weiter steigen und damit sich auch die Anforderung an die Fachkräfte erhöhen. Hinzu kommt, dass eine neue Generation von Robotern deren Einsatzmöglichkeiten deutlich erweitert: Die sogenannten Leichtbauroboter werden eine Mensch-Roboter-Kollaboration (MRK) ermöglichen, da die bisher aus Sicherheitsgründen erforderliche Umhausung nicht mehr benötigt wird. Dies wird neue Auswendungsfelder für die Robotik eröffnen und auch Auswirkungen u. a. für die Produktions- und Instandhaltungsfacharbeit gerade in kleineren und mittleren Unternehmen haben.

Im Beitrag von SCHLAUSCH wird ein Überblick über die quantitativen Entwicklungen des Einsatzes von Industrierobotern in unterschiedlichen Branchen gegeben und aufgezeigt, welche Berufe in den unterschiedlichen Lebensphasen an bzw. mit Robotern arbeiten. Ferner wird das Spektrum der betrieblichen und schulischen Aus- und Weiterbildung dargelegt.

FISCHER, KRINGS, MONIZ und ZIMPELMANN thematisieren in ihrem Beitrag die Herausforderungen der Mensch-Roboter-Kollaboration. Sie beleuchten psychologische, soziologische, arbeitswissenschaftliche und berufspädagogische Gesichtspunkte bei der Gestaltung und dem Einsatz von Robotern in Produktion und Service und plädieren vor diesem Hintergrund

bei der Entwicklung und Anwendung von Robotern arbeitswissenschaftliche Kriterien mit Ansätzen partizipativer Technikgestaltung zu kombinieren.

Im Beitrag von RUNGE wird dargelegt, wie ein führender Hersteller von Industrierobotern in speziellen Schulungszentren für Kunden und andere Zielgruppen entsprechende Fortbildungen gestaltet, um z. B. Mitarbeiter/-innen aus Anwenderunternehmen für ihre je spezifische Arbeitsaufgabe im Zusammenhang mit der Robotik vorzubereiten. Die Angebote richten sich daher u. a. speziell an Produktionsplaner/-innen, Konstrukteurinnen und Konstrukteure, Programmierer/-innen, Anlagenbediener/-innen, Inbetriebnehmer/-innen und Instandhalter/-innen.

Die Integration eines Roboters in eine an der Berufsbildenden Schule 2 in Wolfsburg vorhandene Fertigungsanlage beschreibt MANEMANN. Ferner wird in dem Beitrag dargelegt, wie Studierende der Fachschule Technik, Fachrichtung Maschinentechnik, in diesem Kontext einen Robotik-Grundlagen-Kurs auf Basis einer Moodle-Lernplattform entwickelt haben. Dieses Medium wird zukünftig u. a. auch für den Berufsschulunterricht in den Ausbildungsberufen „Mechatroniker/-in“, „Industriemechaniker/-in“ und „Elektroniker/-in für Automatisierungstechnik“ sowie für den Unterricht in der Fachschule Technik eingesetzt.

Ein Unterrichtsprojekt zur Robotik wird im Beitrag von GRIMM und HEINRICH skizziert. Die Autoren greifen im Zusammenhang mit den Leichtbaurobotern die Mensch-Roboter-Kollaboration auf und thematisieren u. a. die Programmierung dieser Systeme, die oftmals in einer Hochsprache erfolgt und sich damit von der bisher üblichen Programmierung von Robotern unterscheidet. In ihrem Vorschlag zur unterrichtlichen Umsetzung durch ein Lernen an Stationen werden neben der Durchdringung eines Algorithmus u. a. auch Belange des Arbeitsschutzes und die gesellschaftliche Bewertung neuer Technologien thematisiert.

Die Beiträge des Heftes verdeutlichen zum einen die hohe Relevanz der Robotik für die produzierenden Unternehmen und zum anderen die Herausforderungen für die Arbeit- und Technikgestaltung sowie für die berufliche Aus- und Weiterbildung in betrieblichen und schulischen Bildungseinrichtungen. Neben Kompetenzen in diversen technischen Disziplinen, für interdisziplinäres Denken und Handeln sowie für Problemlösungen und Optimierung benötigen (zukünftige) Fachkräfte auch Kompetenzen für die Partizipation an einer nutzergerechten Gestaltung von Arbeit und Technik in diesem Kontext. Der Aspekt der Gestaltbarkeit sollte integraler Bestandteil der Aus- und Weiterbildung auch und gerade in der Robotik sein.

Arbeiten und Lernen an und mit Robotertechnik

Die zukünftig weiter zunehmende Anwendung der Robotertechnik wird die gewerblich-technische Facharbeit nachhaltig verändern. Zum einen wird die neue Generation der sogenannten Leichtbauroboter eine Kollaboration mit Fachkräften ermöglichen, da die bisher aus Sicherheitsgründen erforderliche Umhausung nicht mehr erforderlich ist. Zum anderen wird die weiter voranschreitende Vernetzung der Roboter mit Produktionsmaschinen, Förder- und Lagersystemen und diversen Betriebsmitteln auch die Anforderungen an die Fachkräfte im Bereich der Inbetriebnahme und Instandhaltung noch anspruchsvoller gestalten. Insgesamt kann davon ausgegangen werden, dass für eine Reihe von gewerblich-technischen Berufen die Bedeutung der Robotik ansteigen wird.

EINLEITUNG

Roboter durchdringen immer stärker unsere Arbeits- und zunehmend auch Lebensbereiche. Sie werden schon seit einer geraumen Zeit nicht mehr



REINER SCHLAUSCH

nur in der industriellen Produktion z. B. von Automobilen eingesetzt, sondern sie melken heute auch auf dem landwirtschaftlichen Betrieb die Kühe, mähen den Rasen vor Wohn- und Betriebsstätten und assistieren dem Chirurgen im Operationssaal, um

nur einige weitere Anwendungsfelder zu nennen. Zukünftig könnten weitere bisher von Erwerbspersonen durchgeführte Tätigkeiten in unterschiedlichen Branchen von Robotern übernommen werden. Vor dem Hintergrund einer fortschreitenden Automatisierung und Vernetzung im Kontext von Industrie 4.0 werden Roboter neben der Automobil- und Elektronikindustrie zunehmend noch stärker in der metallverarbeitenden Industrie, Kunststoffindustrie sowie Nahrungsmittel- und Verpackungsindustrie eingesetzt werden. Die seit einigen Jahren sich am Markt etablierende Mensch-Roboter-Kollaboration (MRK) eröffnet zusätzliche Anwendungsfelder auch in kleineren und mittleren Betrieben unterschiedlicher Branchen. Der Einsatz von Robotern ist in den meisten Fällen eine Rationalisierungsmaßnahme, um die Personalkosten eines Betriebes zu reduzieren, wenngleich damit nicht zwangsläufig ein Rückgang der Gesamtbeschäftigung eines Unternehmens einhergehen muss. In der Vergangenheit wurden insbesondere die Tätigkeiten un- und angelernter Personen von Robotern übernommen. Zukünftig könnte der Robotereinsatz auch zum Verlust von Arbeitsplätzen (hoch-)qualifizierter Fachkräfte führen (vgl. hierzu die Diskussion über die Studie von FREY/OSBORN 2013 sowie die Übertragung auf Deutschland: ZEW 2015).

QUANTITATIVE ENTWICKLUNGEN

Roboter sind mechatronische Systeme, die u. a. durch Fachkräfte aus dem gewerblich-technischen Bereich hergestellt, in unterschiedlichste Anlagen und Systeme integriert, in Betrieb genommen und anschließend instandgehalten werden. Vor diesem Hintergrund spielt die Robotertechnik sowohl in der Aus-, Fort- und Weiterbildung von Fachkräften der Metall-, Elektro- und Informationstechnik sowie der Mechatronik seit geraumer Zeit eine bedeutsame Rolle. Diese Bedeutung wird vermutlich durch den weiter steigenden Einsatz der Robotertechnik in den nächsten Jahren deutlich zunehmen.

Die VDI-Richtlinie 2860 definiert Industrieroboter auf folgende Weise:

Industrieroboter sind universell einsetzbare Bewegungsautomaten mit mehreren Achsen, deren Bewegungen hinsichtlich Bewegungsfolge und Wegen bzw. Winkeln frei programmierbar (d. h. ohne mechanischen Eingriff vorzugeben bzw. änderbar) und gegebenenfalls sensorgeführt sind. Sie sind mit Greifern, Werkzeugen oder anderen Fertigungsmitteln ausrüstbar und können Handhabe- oder andere Fertigungsaufgaben ausführen.

Der globale Robotereinsatz entwickelt sich seit Jahren expansiv. Zwischen 2010 und 2015 wurden weltweit rund 1,1 Millionen neue Industrieroboter installiert (INTERNATIONAL FEDERATION OF ROBOTICS 2015, WORLD ROBOTICS 2015). Die Roboter-Nachfrage wird den IFR-Prognosen zufolge auch in den kommenden Jahren einen sehr dynamischen Verlauf nehmen. Bis 2018 werden in den Fabriken der Welt 2,3 Millionen Industrie-Roboter installiert sein - das entspricht einem durchschnittlichen Jahreswachstum des Roboterbestandes von 12 Prozent (2016–2018). Dabei entfallen 70 Prozent des Absatzvolumens auf die fünf größten Märkte: China, Japan, USA, Südkorea und Deutschland. Wichtigster Treiber der Entwicklung ist der weltweite Wettbewerb der industriellen Produktion. Insbesondere die weitere Automatisierung des Automobilsektors und der Elektro- und Elektronikindustrie hat einen sehr hohen Anteil am Robotermarkt (64 Prozent).

China ist der größte und am schnellsten wachsende Robotermarkt weltweit. Die chinesische Wirtschaft verzeichnet in der produzierenden Industrie erst eine Roboterichte von 36 Einheiten pro 10.000 Arbeitnehmer, da bisher die Lohnkosten in dem Land relativ gering waren. Zum Vergleich: Der Spitzenreiter Südkorea kommt auf 478 Industrieroboter je 10.000 Arbeitnehmer gefolgt von Japan (315/10.000) und Deutschland (292/10.000). Prognosen gehen davon aus, dass 2018 mehr als jeder dritte Industrieroboter des weltweiten Angebots in China installiert werden wird.

In Europa stellt Deutschland mit großem Abstand den größten Markt für Roboter dar. Innerhalb eines Jahres (2014) stiegen die Verkaufszahlen um 10 Prozent auf ca. 20.100 Einheiten – der größte bisher registrierte Absatz innerhalb von zwölf Monaten. Trotz der bereits sehr großen Roboterichte ist Deutschland (vgl. Abb. 1) weiterhin auf Expansionskurs – in erster Linie angetrieben von der Automobilindustrie (VDMA 2016).

BETRIEBLICHE ANWENDUNGEN VON ROBOTERN IN DEUTSCHLAND

Wie oben bereits angedeutet, wurde insbesondere bei den Automobilherstellern und deren Zulieferern in den vergangenen Jahrzehnten sehr stark durch den Einsatz von Robotern automatisiert. Der Karosseriebau wird heute bei den meisten Herstellern nahezu vollständig durch Roboter realisiert. Qualifizierte Fachkräfte sind hier als „Systemregulierer“ (SCHUMANN u. a. 1994) tätig. Sie überwachen die Produkti-

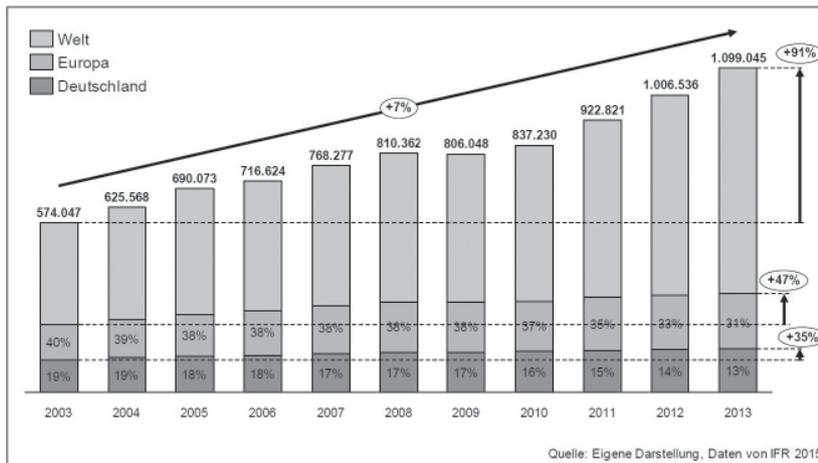


Abb. 1: Bestand an Industrierobotern im verarbeitenden Gewerbe weltweit und Anteil Deutschlands und sowie Europa (Quelle: FRAUNHOFER-INSTITUTE ISI-IPA 2016, S. 37)

on, warten die Roboter und beseitigen im Störfall möglichst umgehend die aufgetretenen Fehler, um den Produktionsausfall gering zu halten.

Seit geraumer Zeit werden Roboter aber auch zunehmend in der Montage von Automobilen eingesetzt. Hier wird wahrscheinlich der relativ neue Ansatz der Automation, der kollaborative Roboter, verstärkt Einzug halten. Diese Roboter arbeiten Seite an Seite mit Menschen – ganz ohne den bisher erforderlichen Schutzzaun – und ermöglichen eine Steigerung der Flexibilität und Produktivität. Vor diesem Hintergrund wird vermutlich auch in Zukunft die Automobilindustrie die Branche mit der höchsten Roboterdichte sein. Die „mensenleere Autofabrik“ – wie z. B. Anfang der 1980er Jahre bei VW in Wolfsburg mit der „Halle 54“ angestrebt – wird es wahrscheinlich auch in absehbarer Zeit nicht geben (HESSLER 2014). Unter anderem aufgrund der hohen Komplexität der eingesetzten Technik wird es nicht hervorsehbare Ereignisse geben, auf die nur qualifizierte Fachkräfte schnell und kompetent reagieren können.

In Branchen wie dem Maschinenbau, in denen vielfach Produkte in geringer Stückzahl und sehr kundenspezifisch hergestellt werden, ist der Anteil der Betriebe mit Roboteranwendung bislang deutlich geringer. Häufig ist vor dem Hintergrund des Produktspektrums der Einsatz von Industrierobotern für viele Betriebe wirtschaftlich momentan noch nicht tragfähig (vgl. Abb. 2).

In kleineren und mittleren Betrieben kommen Roboter wesentlich seltener zum

Einsatz als in Großbetrieben. Dies hängt wiederum vielfach mit dem Produktspektrum zusammen, das häufig in diesen Betrieben aus Einzelteilen und Klein- und Mittelserien besteht. Aufgrund der geringen Auslastung ist auch hier ein wirtschaftlicher Einsatz von Robotern meistens nicht möglich. Inwieweit die neuen kollaborativen Roboter einen wirtschaftlichen Einsatz bei der Produktion von Einzelteilen und Klein- und Mittelserien ermöglichen, lässt sich gegenwärtig noch nicht absehen.

ARBEITEN AN UND MIT ROBOTERN

Industrieroboter sind Investitionsgüter, die zum Zwecke einer rationellen Herstellung von unterschiedlichen Produkten hergestellt und angeschafft werden. Wie auch andere Investitionsgüter weisen sie einen Produktlebenszyklus auf. In den einzelnen Phasen – beginnend mit der Planung und Entwicklung, über die Herstellung und Anwendung bis hin zur Entsorgung – sind unterschiedliche Erwerbspersonen in die jeweiligen Arbeitsprozesse involviert. Während in den Phasen der Planung und Entwicklung überwiegend Personen mit akademischer Bildung (insbesondere Ingenieure) tätig sind, dominieren in den nachfolgenden Lebensphasen eines Industrieroboters Facharbeiter, Meister und Techniker. In einigen Phasen arbeiten durchaus auch Personen z. B. mit Facharbeiter- und Hochschulbildung sehr eng zusammen.



Abb. 2: Anteile der Betriebe mit Industrierobotern/Handhabungssystem nach Branchenklassen (Quelle: Fraunhofer-Institute ISI-IPA 2016, S. 25)

Lebensphase	Mögliche beteiligte Ausbildungsberufe
FuE, Konstruktion, AV: Entwicklung, Planung und Design; Vorbereitung der Produktion	Technische Produktdesigner/-in, Produktionstechnologe/Produktionstechnologin
Herstellung: Fertigung und Montage	Mechatroniker/-in, Industriemechaniker/-in, Elektroniker/-in für Automatisierungstechnik, Zerspanungsmechaniker/-in
Anpassung: Roboterapplikation für spezifische Anwendung	Mechatroniker/-in, Industriemechaniker/-in, Elektroniker/-in für Automatisierungstechnik, Fachinformatiker/-in FR Systemintegration (Roboter-/Anlagenprogrammierer/-in, Inbetriebnehmer/-in)
Roboterintegration: Inbetriebnahme, Test und Optimierung (Serienanlauf)	Mechatroniker/-in, Industriemechaniker/-in, Elektroniker/-in für Automatisierungstechnik, Fachinformatiker/-in FR Systemintegration (Inbetriebnehmer/-in)
Produktion: Betrieb und Bedienung	Je nach Anwendung ohne Personal, durch angeleitete Produktionsmitarbeiter/-innen oder auch z. B. durch Fachkräfte für Metalltechnik, Maschinen- und Anlagenführer/-in, Industriemechaniker/-in, Konstruktionsmechaniker/-in (Anlagenbediener/-in, Einrichter/-in, Systembetreuer/-in)
Instandhaltung: Wartung, Störungsbeseitigung, Reparatur	Mechatroniker/-in, Industriemechaniker/-in, Elektroniker/-in für Automatisierungstechnik (Instandhalter/-in)
Modernisierung/Rückbau: Demontage und Überholung oder Recycling/Entsorgung	Mechatroniker/-in, Industriemechaniker/-in, Elektroniker/-in für Automatisierungstechnik

Tabelle 1: Lebensphasen von Industrierobotern und jeweils involvierte Berufe

In den Lebensphasen eines Industrieroboters sind verschiedene Ausbildungsberufe in der Arbeit an und mit ihm involviert (siehe Tab. 1). In der Tabelle 1 wird für die verschiedenen Lebensphasen eines Industrieroboters aufgezeigt, welche Ausbildungsberufe (ggf. auch mit Weiterbildung zum Meister oder Techniker) jeweils involviert sind. Es wird dabei kein Anspruch auf Vollständigkeit erhoben, je nach Betrieb und Branchen können weitere Berufe insbesondere in der Anwendungsphase relevant sein. Die Tabelle soll lediglich das Spektrum der Ausbildungsberufe andeuten, für die das Arbeiten an und mit Industrierobotern bedeutsam sein könnte. Hieraus lassen sich durchaus Bedarfe für die Aus- und Weiterbildung der jeweiligen Berufe in der Robotik ableiten.

LERNEN AN UND MIT ROBOTERN

Mit der deutlich gestiegenen Anzahl der Industrieroboter insbesondere in der industriellen Produktion der letzten Jahrzehnte ist auch der Bedarf an Aus- und Weiterbildung der Mitarbeiter/-innen gestiegen. Bei Herstellern, Systemhäusern für Roboterapplikationen und Anwendern werden für die unterschiedlichen Zielgruppen (Roboterprogrammierer/-innen, Inbetriebnehmer/-innen, Produktionsmitarbeiter/-innen, Instandhalter/-innen etc.) Weiterbildungen durchgeführt. Vielfach wird bei der Bestellung eines

Robotersystem die sogenannte Schulung beim Hersteller oder auch Systemhaus gleich mitbestellt. Die Kurse werden dann entweder in den „Trainingszentren“ der Hersteller resp. Systemhäuser oder direkt vor Ort bei den Anwendern durchgeführt. In den meisten Fällen wird im Hinblick auf einen ganz konkreten Robotertyp und auch bzgl. einer spezifischen Anwendung (z. B. Schweißen) qualifiziert (vgl. dazu den Beitrag von FLORIAN RUGE in diesem Heft). Ferner bieten freie Anbieter herstellerübergreifende Kurse an, mit denen eher grundlegende Roboterqualifikationen erworben werden können. Mit Herstellerschulungen werden aber oft weitergehende Bildungsansprüche nicht angesprochen. Hier geht es in erster Linie um Qualifizierung resp. Training.

Im Kontext des Berufsschulunterrichts ist die Robotik für einige Ausbildungsberufe (siehe Tabelle 1) durchaus relevant, wenngleich in den Rahmenlehrplänen die Robotik in den meisten Fällen nicht explizit genannt wird. Hier werden i. d. R. überwiegend offene Bezeichnungen wie z. B. „Automatisierungssysteme“ oder „mechatronische Systeme“ genutzt, um den Unterricht in den Berufsschulen nicht auf eine bestimmte Technik – und damit auch erforderliche Ausstattung – festzulegen. Dennoch sind zahlreiche berufsbildende Schulen mit Robotersystemen

ausgestattet, die auch im Rahmen des Berufsschulunterrichts genutzt werden (vgl. TRÖLLER 2014).

In der Rahmenvereinbarung über Fachschulen (KMK 2015) gibt es im Fachbereich Technik (Staatlich geprüfter Techniker/geprüfte Technikerin) keine eigenständige Fachrichtung für die Robotik. Hier wird die Robotik in vielen Fachschulen wahrscheinlich Gegenstand des Unterrichts insbesondere in den Fachrichtungen Automatisierungstechnik, Mechatronik, Metalltechnik/Metallbautechnik, Elektrotechnik und Informationstechnik sein (vgl. hierzu auch den Beitrag von STEFAN MANEMANN in diesem Heft).

Im Bereich der akademischen Bildung sind es die Hochschulen mit Studiengängen wie z. B. Maschinenbau, Mechatronik, Elektro- und Informationstechnik oder Informatik, in denen in vielen Fällen die Robotik ein integraler Studieninhalt darstellt. Teilweise wird Robotik auch als Vertiefungsrichtung angeboten. An einigen wenigen Hochschulen gibt es auch spezielle Bachelor- und auch Masterstudiengänge bspw. „Robotik und Automation“. Ferner existieren diverse Fernstudienangebote und Weiterbildungsprogramme von privaten und öffentlichen Anbietern sowie E-Learning-Angebote.

Spezielle Angebote zur Robotik für Lehrkräfte an berufsbildenden Schulen und betriebliche Ausbilder konnten durch die vorgenommenen Recherchen nicht gefunden werden. Inwieweit für Lehrkräfte hierzu schuleigene bzw. durch die Landesinstitute organisierte Fortbildungen stattfinden, ist dem Verfasser nicht bekannt.

Ausblick

Die Zahl der klassischen Industrieroboter wird in den nächsten Jahren in Deutschland weiter ansteigen. Zusätzlich werden die sogenannten Leichtbauroboter, die eine Mensch-Roboter-Kollaboration (MRK) ermöglichen, und die mobile Robotik neue Einsatzfelder in unterschiedlichen Branchen ermöglichen. Insgesamt wird die Automatisierung und Digitalisierung der industriellen Wertschöpfung im Kontext von Industrie 4.0 weiter zunehmen. Die Robotertechnik insgesamt wird hierbei eine bedeutende Rolle einnehmen. Vor diesem Hintergrund steht die berufliche Bildung vor der Herausforderung, die Kompetenzentwicklung zukünftiger Fachkräfte für die Mitgestaltung von Arbeit und Technik in diesem Feld zu fördern. Für viele Berufe werden dazu u. a. erhöhte Kompetenzen im Bereich Informationstechnik, für interdisziplinäres Denken und Handeln sowie für

Problemlösungen und Optimierung von komplexen Systemen erforderlich sein. Ferner werden Kompetenzen für die Partizipation an einer nutzergerechten Gestaltung benötigt. Für die berufsbildenden Schulen ergeben sich hieraus erhöhte Investitionen in die sächliche Ausstattung und in die Aus- und Fortbildung der Lehrkräfte und eine enge Kooperation mit Betrieben. In diesem Zusammenhang gibt es m. E. einen hohen Handlungsbedarf. Ansonsten besteht die Gefahr, dass die berufsbildenden Schulen von den aktuellen Entwicklungen abgekoppelt werden. Die erforderliche Weiterentwicklung stellt eine zentrale Herausforderung für Wirtschaft und Politik dar. Es sollten vor diesem Hintergrund entsprechende Förderprogramme u. a. für Modellversuche aufgelegt werden, die die Innovationen in den Schulen befördern.

LITERATUR

- FREY, C.; OSBORNE, M. A. (2013): The Future of Employment: How Susceptible are Jobs to Computerization? University of Oxford.
- HESSLER, M. (2014): Die Halle 54 bei Volkswagen und die Grenzen der Automatisierung. Überlegungen zum Mensch-Maschine-Verhältnis in der industriellen Produktion der 1980er-Jahre. In: Zeithistorische Forschungen/Studies in Contemporary History, Online-Ausgabe, 11 (2014), Heft 1, <http://www.zeithistorische-forschungen.de/1-2014/id=4996>, Druckausgabe: S. 56–76.
- INTERNATIONAL FEDERATION OF ROBOTICS (2015): World Robotics 2015. <http://www.ifr.org/industrial-robots/statistics/>
- ISI-IPA (2016) (Hrsg.): Automatisierung und Robotik-Systeme. Studien zum deutschen Innovationssystem Nr. 11-2016. Karlsruhe
- KMK (2015): Rahmenvereinbarung über Fachschulen. Beschluss der Kultusministerkonferenz vom 07.11.2002 i.d.F. vom 25.06.2015
- SCHUMANN, M.; BAETHGE-KINSKY, V.; KUHLMANN, M.; KURZ, C. (1994): Trendreport Rationalisierung. Automobilindustrie, Werkzeugmaschinenbau, Chemische Industrie. Berlin
- TRÖLLER, H. (2014): Robotertechnik als Handlungsfeld in der beruflichen Bildung für Industriemechaniker. In: lernen & lehren, 29 (2014), Heft 113, S. 24–30
- VDMA (2016): VDMA-Fakten-Check: EFI-Jahresgutachten zeichnet verzerrtes Bild der Robotik in Deutschland. <http://robotik.vdma.org/article/-/articleview/12145961>
- ZEW (2015): Übertragung der Studie von Frey/Osborne (2013) auf Deutschland. Kurzexpertise Nr. 57. ftp://ftp.zew.de/pub/zew-docs/gutachten/Kurzexpertise_BMAS_ZEW2015.pdf

Herausforderungen der Mensch-Roboter-Kollaboration



MARTIN FISCHER



BETTINA-JOHANNA KRINGS



ANTÓNIO MONIZ



EIKE ZIMPELMANN

Die Ausweitung von Robotertechnologien nicht nur in der Industrie, sondern zunehmend auch in Dienstleistungsbereichen, stellt große Herausforderungen an die Mensch-Roboter-Kollaboration. In dem Artikel werden psychologische, soziologische, arbeitswissenschaftliche und berufspädagogische Gesichtspunkte bei der Gestaltung und dem Einsatz von Robotern beleuchtet. Zu diesem Zweck werden spezifische Merkmale der Mensch-Roboter-Interaktion dargestellt, um Prinzipien der Funktionsteilung zwischen Menschen und Robotern zu diskutieren. Zu berücksichtigen sind hier die Organisation gesellschaftlicher Arbeit, spezifische Arbeitsaufgaben sowie Möglichkeiten und Grenzen der informationstechnischen Realisierung solcher Aufgaben.

ROBOTERTECHNIK IN INDUSTRIE UND DIENSTLEISTUNGSSEKTOR

Der Einsatzbereich von Robotern in der Industrie dehnt sich gegenwärtig und in absehbarer Zukunft beträchtlich aus, was auch auf technische Innovationen zurückzuführen ist. Erstens wird es durch entsprechende Arbeitsschutzvorrichtungen möglich, Roboterbewegungen in Abhängigkeit von Aktionen des Menschen zu kontrollieren und Roboter aus ihren „Käfigen“ zu entlassen. Neue Systeme der Lenkung und Programmierung von Robotern ermöglichen es Fachkräften, Roboter auf der Werkstattebene zu steuern. Dadurch wird ein hohes Maß an Flexibilität bezüglich der Produktionsabläufe gewonnen: So kann ein Roboter mit deutlich geringerem Umrüst-Aufwand für ein größeres Spektrum von Produktionsprozessen eingesetzt werden. Dies bedeutet zweitens, dass die Entwicklung von flexiblen Robotersystemen den Einsatz in der Fertigung von geringen Losgrößen möglich macht und damit auch für kleine und mittlere Unternehmen (KMU), die solche Systeme bisher nicht ökonomisch sinnvoll einsetzen konnten. Hier erschien der Roboter-einsatz bislang aufgrund der Anforderungen an die Arbeitssicherheit und die Standardisierung von Ar-

beitsumgebungen kaum rentabel. Drittens bedeuten diese Entwicklungen, dass die Robotertechnik auch über die industrielle Produktion hinaus für andere Einsatzbereiche, wie beispielsweise für den Dienstleistungsbereich erschlossen wird. Hier werden große Potentiale gesehen, „Serviceroboter“¹ sukzessive in unterschiedlichen Bereichen im Dienstleistungssektor einzusetzen, wobei „Service-Robotik“ häufig nur negativ von „Industrie-Robotik“ abgegrenzt wird (vgl. DECKER et al. 2011).

Wie relevant die Roboter-Technologie in Deutschland ist, wird schnell deutlich, wenn man bedenkt, dass hierzulande 273 Roboter pro 10.000 Angestellte eingesetzt werden. Weltweit setzen nur Japan und Südkorea verhältnismäßig mehr Roboter ein (332 bzw. 396) (vgl. IFR – INTERNATIONAL FEDERATION OF ROBOTICS 2013, S. 13). Zusätzlich hatten deutsche Unternehmen in den Jahren 2011 und 2012 einen Anteil am weltweiten operativen Bestand von Industrierobotern von ca. 13,6 bzw. 13,1 %, was die Bedeutung dieser Technologie für die deutsche Wirtschaft nochmals hervorhebt (vgl. ebd., S. 17). Zudem stieg die Zahl der eingesetzten Roboter (operational stock) weiter (von 2011: 157.241 bis 2016 (Prognose): 216.800 (IFR 2015, S. 20 f.)), sodass nach wie vor

von der Bedeutsamkeit der Robotertechnologie für die deutsche Industrie sowie einer weiteren Intensivierung des Einsatzes von Robotern auszugehen ist.

Was das in der Praxis und im Detail für die Mensch-Roboter-Kollaboration heißt, ist bislang kaum im größeren Maßstab untersucht. Untersuchungen widmen sich vor allem der Substituierbarkeit menschlicher Arbeit durch Roboter und sehen z. T. hohe Freisetzungsriskiken menschlicher Arbeit (FREY/OSBORNE 2013, S. 38, vgl. auch DECKER et al. (im Druck)).

Substituierbarkeitsprognosen beleuchten jedoch meist gerade nicht Aspekte der Mensch-Roboter-Kollaboration, da sie von einer vollständigen Ersetzbarkeit menschlicher Tätigkeiten durch die Robotertechnik ausgehen. Diese Ausgangshypothese erscheint besonders bei flexiblen Robotersystemen eher fragwürdig (auch wenn mögliche Freisetzungseffekte hier keineswegs geleugnet werden sollen), denn irgendjemand muss die Flexibilität des Roboters in der Fabrikhalle zum Einsatz bringen und die durch den Robotereinsatz erhöhte Komplexität technischer Systeme unter Kontrolle halten. Soll die Flexibilität des Roboters genutzt werden, ist – anstelle einer ausschließlichen Substitution – eher von zunehmender Kollaboration auszugehen.

In Bezug auf gegenwärtige Veränderungen bei der Mensch-Roboter-Kollaboration in der Industrie existieren zwar erste Forschungsarbeiten, allerdings sind diese auf Einzelunternehmen und/oder Laborstudien beschränkt. Auch mangelt es an arbeits- und industriesoziologischen Studien zum Einsatz industrieller Roboter, da „sich die Industriosozologie in den letzten Jahren der empirischen und theoretischen Bestimmung der Auswirkungen von Technik und neuen Technologien weitgehend entzogen hat“ (PFEIFFER 2010; S. 252; vgl. auch MONIZ 2015; MONIZ/KRINGS 2016).

Es zeigt sich, dass technologische Innovationen und wirtschaftliche Erfordernisse der zunehmend globalen Struktur von Wertschöpfungsketten in der Produktion wesentliche Veränderungen hervorgerufen haben (und weiterhin hervorrufen werden), die sich auch auf den Bereich der Robotik auswirken und erst im Kontext des Themas „Industrie 4.0“ wieder verstärkt in den Fokus geraten sind.

MENSCH-ROBOTER-INTERAKTION

Im Vergleich zu herkömmlicher, roboterunspezifischer Mensch-Maschine-Interaktion bzw. Mensch-Computer-Interaktion unterscheidet sich die Inter-

aktion zwischen Robotern und Menschen (HRI = Human Robot Interaction) z. T. prinzipiell und z. T. graduell in folgenden Aspekten:

1. Roboter agieren (teil-autonom) in der physikalischen Welt, so dass HRI das gemeinsame Agieren von Mensch und Roboter, die Unterschiede in diesem Agieren sowie die physische Interaktion von Menschen und Robotern umfasst.
2. Roboter verfügen über Systeme der Informationsaufnahme, -verarbeitung und -ausgabe, mit deren Hilfe Roboter die physikalische Welt „wahrnehmen“ und darüber „sprechen“. Daher behandelt HRI die Kommunikation zwischen Mensch und Roboter über gemeinsam wahrnehmbare Objekte.
3. Roboter können durch ihre physische Präsenz, durch ihr Aussehen, durch ihre Aktions- und Kommunikationsweisen eine wie auch immer geartete „Beziehung“ zu Menschen anregen. Dies kann dazu führen, dass der Mensch dem Roboter lebewesenähnliche Attribute bescheinigt und ggf. eine lebewesenähnliche Beziehung zu ihm eingeht.
4. Mit Hilfe ihrer „künstlichen Intelligenz“², ihrer Aktoren und ihrer Kommunikationsmöglichkeiten können Roboter Bewegungen vollziehen, Arbeitsleistungen vollbringen und Beziehungen herstellen, die vordem Menschen oblagen. HRI behandelt daher auch das Verhältnis des Roboters zu Menschen, deren Arbeitsleistungen ganz oder teilweise durch den Roboter ersetzt worden sind und die sich ggf. noch in einem gemeinsamen Arbeitssystem mit dem Roboter befinden.

MENSCH-ROBOTER-FUNKTIONSTEILUNG

Die Gestaltung der „Schnittstelle“ zwischen Mensch und Roboter ist ein zentrales Element in der Robotik. Trotz technischer Innovationen, die die HRI in aktuellen Entwicklungen dieser Technologie qualitativ verändern, ist die Definition der Schnittstelle wichtig, um die HRI als Verhältnis der Kollaboration zu gestalten, denn nie agiert der Roboter völlig allein, sondern er wird von einem Menschen programmiert, gestartet und ausgeschaltet, und er wird von einem (möglicherweise anderen) Menschen mit Informationen oder Anweisungen versehen. Ein (möglicherweise wiederum anderer) Mensch hört dem Roboter zu oder nimmt etwas entgegen wie beispielweise ein Werkzeug oder ein Produkt. In diesen Mensch-Roboter-Systemen ist eine Mensch-Roboter-Funktionsteilung realisiert, mit der die Frage beantwortet ist, welche Aufgaben der Roboter und welche Aufgaben

der Mensch wahrnimmt – eine der wichtigsten Gestaltungsfragen aus arbeitswissenschaftlicher Sicht. Hier werden Weichen in eine Richtung gestellt, die anschließend kaum mehr zurückzustellen sind. Ein Beispiel aus den Anfangszeiten der Robotik veranschaulicht dies eindrücklich: Wenn in einem Arbeitssystem durch einen Roboter Schrauben eingesetzt werden und der Roboter nicht in der Lage ist, diese Schrauben auch festzudrehen, dann wird dem Menschen genau diese Resttätigkeit zugewiesen, die an Monotonie kaum zu überbieten ist. Die hier relevante Frage lautet: Welche Aufgaben können und sollen dem Menschen (weiterhin) obliegen, welche Aufgaben soll der Roboter übernehmen?

Dieser Fragestellung lassen sich drei Gestaltungsperspektiven zuordnen, die sowohl bei der Entwicklung der Industrie- als auch bei der Servicerobotik zu berücksichtigen sind: die

- aufgabenorientierte Gestaltungsperspektive,
- Perspektive der Organisation gesellschaftlicher Arbeit,
- informationstechnische Gestaltungsperspektive.

Aufgabenorientierte Gestaltungsperspektive

Im Rahmen der aufgabenorientierten Gestaltungsperspektive spielt die Frage eine Rolle, welche Aufgaben mit Hilfe des zu entwickelnden technischen Systems bearbeitet und welche technischen Funktionalitäten hierfür geschaffen werden sollen.

In der Industrie ist dieses Thema angesichts der avancierten HRI von immer größerer Bedeutung. Ähnlich wie im Bereich der Dienstleistungen gibt es auch hier inzwischen eine große Vielfalt von Anwendungen, die verstärkt als ein Verhältnis der Kollaboration zwischen Menschen und Maschinen beschrieben werden können. Vor diesem Hintergrund konzentriert sich die Gestaltungsperspektive dieser technischen Anwendungen auf „close, safe and dependable physical interaction between human and robot in a shared workspace“ (MAR 2015, S. 251). Diese Zielsetzungen unterscheiden sich von der traditionellen Gestaltungsperspektive der Mensch-Maschine-Interaktion im industriellen Kontext inzwischen in einem hohen Maße, was sich auch auf die Zielsetzungen der Gestaltungsperspektive auswirkt. „Therefore, such robots need to be carefully designed for human-compatibility and in the long term they will have to be able to safely sense, reason, learn, and act in a partially unknown world in close contact with humans“ (MAR 2015, S. 251).

Obleich dieser Typus der HRI zunehmend im industriellen Kontext eingesetzt wird, gibt es noch immer Aufgabenbereiche, die nur von Menschen ausgeführt werden können. Diese beinhalten vor allem in komplexen Arbeitsumgebungen die folgenden Aufgabefelder (nach MONIZ 2015, S. 69):

- Kontrolle der Produktionsabläufe
- Wartungsaufgaben
- Überwachung und Monitoring der gesamten Abläufe
- Qualitätskontrolle.

Erfahrungen haben hierbei in den vergangenen Jahren eine Kohärenz zwischen der Komplexität der Produktionssysteme und den Arbeitsanforderungen, die sich daraus ergeben, gezeigt. Das heißt, je „intelligenter“ die Produktionssysteme, desto komplexer und vielschichtiger werden die Probleme, die sich aus diesen Systemen ergeben können. So zeigt sich, dass die funktionale Arbeitsteilung zwischen Menschen und Maschinen den Anforderungen dieser komplexen Systeme gerecht werden müssen. Die Darstellung und die Gestaltung der HRI in all ihren Facetten stellt die eigentliche Herausforderung der aufgabenorientierten Perspektive dar, da die funktionale Aufgabenteilung zwischen Menschen und Maschinen alle Prozessfaktoren berücksichtigen muss. Ansonsten wird man nicht die erwarteten Ergebnisse erreichen (MONIZ 2015, S. 70).

Noch umfangreicher stellt sich die aufgabenorientierte Gestaltungsperspektive dar, wenn die Bewältigung von unvorhergesehenen Ereignissen integriert werden soll, da dann Entscheidungsfähigkeit erforderlich ist. Wie unterscheiden sich hier „autonome“ Roboter von menschlichen Arbeitskräften (vgl. FISCHER 2000, S. 158 ff.)? Hohe Speicherkapazität und Verarbeitungsgeschwindigkeit von Daten sind wie überall beim Computereinsatz ebenso Merkmale der KI-Systeme von Robotern. Allerdings kann ein KI-System keinen inhaltlichen Zusammenhang zwischen Wissen/Erfahrung und der aktuellen Problemsituation herstellen, sondern nur einen formalen Zusammenhang. Das heißt, es wird über einen Inferenzmechanismus des KI-Systems die Entsprechung oder Nicht-Entsprechung einer Problemsituation mit einem Kanon von Regeln, Fallbeschreibungen, Statistiken etc. diagnostiziert, Schlussfolgerungen werden gezogen und entsprechende Handlungen werden vom Roboter generiert.

Dies ist u. U. kein Problem bei einer überschaubaren Anzahl von Handlungssituationen und Handlungsalternativen – was aber gerade bei unvorhergesehenen Ereignissen nicht gegeben ist. Menschliche Arbeitskräfte, z. B. in der Pflege, meistern (im Idealfall) Unwägbarkeiten dadurch, dass sie das Allgemeine („Herr X ist erkältet“) wie auch das Besondere einer Problemsituation („aber dieser Husten ist besorgniserregend“) erkennen können. Das im menschlichen Denken praktizierte gleichzeitige Festhalten von Identität und Unterschiedlichkeit eines Sachverhalts ist die wesentliche Differenz zum maschinellen Lernen, wie es etwa in KI-Systemen realisiert ist. Diese Differenz beinhaltet, dass ein Roboter kein Bewusstsein darüber hat, dass er sich selbst in Gefahr befindet oder andere gefährden könnte. Beispielsweise könnte ein im Haushalt agierender Service-Roboter, der eine behinderte Person mit Nahrung versehen soll, mit Hilfe seines KI-Systems im Idealfall Getränke von Reinigungsmitteln unterscheiden und adäquate Handlungsoptionen wählen. Er kann aber nicht denken: „Ich könnte möglicherweise jemanden vergiften!“ Ebenfalls hat er, wie dargelegt, kein Bewusstsein darüber, dass das, was den einen nicht erschreckt, den anderen doch erschrecken könnte. Allein schon die Geschwindigkeit, mit der sich ein Roboterarm auf eine Arbeitsperson zubewegt, ist Gegenstand vielfältigen Experimentierens, da der Roboter eben nicht denken kann: „Ich könnte jemanden erschrecken!“

Dies alles bedeutet im Hinblick auf die Mensch-Roboter-Funktionsteilung, dass der Mensch jederzeit die Möglichkeit haben muss, Aktionen des Roboters zu stoppen, ihn ggf. zu „overrulen“³, da in wenig standardisierten Arbeitsumgebungen ein sicherheitsgerechtes Agieren des Roboters nicht ex ante sichergestellt werden kann.

Für das Problem der Mensch-Technik-Funktionsteilung ist vor diesen Fragestellungen die kontrastive Aufgabenanalyse entwickelt worden (vgl. FISCHER 2000, S. 286). Hier geht es um eine Qualität der Informationstechnik, die komplementär zu den Kompetenzen der Arbeitenden liegt. Stärken der Robotertechnik liegen hierbei in der präzisen Ausführung – auch unter für den Menschen widrigen örtlichen und zeitlichen Bedingungen – von Operationen, die ein gewisses Maß an Standardisierung erlauben, aber auch eine gewisse Variationsbreite aufweisen. Innerhalb dieser Spannbreite ist ein Spektrum von Aufgaben für teilautonom agierende Roboter denkbar, die für Menschen mühevoll zu erledigen

sind (mit der Folge gesundheitlicher Belastungen), dem menschlichen Zeitrhythmus nicht entsprechen (Nachtarbeit) oder die Leistungsfähigkeit von alten, kranken und behinderten Menschen übersteigen.

So besteht im Hinblick auf die aufgabenorientierte Perspektive eine der Herausforderungen der Mensch-Roboter-Kollaboration darin, solche Aufgaben zu definieren, die das Prinzip der Komplementarität zwischen Mensch und Maschine unterstützen. Roboter können/sollen dort Aufgaben übernehmen, wo Menschen nicht oder schwerlich in der Lage sind, dies zu tun.

Perspektive der Organisation gesellschaftlicher Arbeit

Was Menschen nicht oder schwerlich in der Lage sind zu tun, hat auch mit ihrer Ausbildung und Qualifikation zu tun und ist deshalb eine Frage dessen, wie Arbeit in einer Gesellschaft strukturiert und organisiert ist. In dieser Gestaltungsperspektive sind Gesichtspunkte der Arbeitsorganisation, der Weisungs- und Kontrollbefugnis, der Arbeitsteilung und Kooperation bis hin zum Aufgabenzuschnitt am Arbeitsplatz oder in der Privatsphäre angesprochen, die bei der Systementwicklung berücksichtigt und entschieden werden müssen. Der Begriff „Organisation gesellschaftlicher Arbeit“ macht deutlich, dass die praktischen Probleme, mit denen Technikentwicklung und Technikgestaltung konfrontiert sind, nicht nur aus dem je konkreten Einsatzfeld des technischen Systems herrühren, sondern die gesellschaftlichen Voraussetzungen, Bedingungen und Folgen der Technikanwendung (Stichworte: Rentabilität, Ausbildungs- und Rekrutierungspraxis von Arbeitskräften, Hierarchie der Berufe, gesellschaftlicher und betrieblicher Stand von Produktions- und Dienstleistungskonzepten etc.) umfassen. Dies wird besonders in Transformationsprozessen jener gesellschaftlichen Bereiche deutlich, wo der Einsatz von Robotern langfristig vorgesehen ist. Zwei Beispiele sollen das illustrieren:

– Für den Pflegebereich wird der Robotereinsatz momentan intensiv diskutiert. Es ist aber fraglich, ob angesichts der Billiglöhne in diesem Bereich der massenhafte Robotereinsatz auf absehbare Zeit lohnend sein kann, solange sich noch Billiglohnkräfte rekrutieren lassen. Hier spielt also die Rentabilität im Vergleich zu Personalaufwendungen eine wichtige Rolle. Gleichzeitig handelt es sich im Arbeitsfeld der Pflege um ein komplexes und vielschichtiges Feld, in dem die Einführung einer funk-

tionalen Arbeitsteilung zwischen Mensch und Roboter zu einer Fragmentierung der Arbeitsabläufe führen könnte, was sich insgesamt kontraproduktiv für die Qualität der Pflege auswirken könnte.

- Im industriellen Sektor scheint der Robotereinsatz auch für KMU zunehmend rentabler zu werden. Hier stellt sich die Frage, wie die Ausbildung und Kompetenz der Arbeitenden bei der Gestaltung von Arbeitsprofilen und Benutzerschnittstellen berücksichtigt werden kann. Bisweilen gewinnt man den Eindruck, dass Nutzerschnittstellen in der Robotertechnik auf den DAU („dümmerer anzunehmender User“) zugeschnitten werden und so das gerade in Deutschland vorhandene „Arbeitsprozesswissen“ der Facharbeiter (FISCHER 2000) gar nicht eingebracht werden kann.

Ob technische und organisatorische Weiterentwicklungen möglicherweise Veränderungen in Berufsprofilen und Qualifikationsanforderungen der Arbeitstätigkeiten erforderlich machen, ist von SPÖTTL et al. (2016) im Kontext der Entwicklungen zu Industrie 4.0 untersucht worden. Hier sehen die Autoren für Deutschland Anpassungsbedarf für einige Berufsbilder, jedoch keinen bahnbrechenden Revisionsbedarf für die gesamte Berufsentwicklung.

Informationstechnische Gestaltungsperspektive

Im Rahmen der informationstechnischen Gestaltungsperspektive wird schließlich die Fragestellung ins Visier genommen, was auf der Basis von Robotertechnologien machbar ist und wie diese in die Rationalisierungslogik der Betriebe integriert werden. Die informationstechnische Realisierung ist jedoch nicht einseitig aus den anderen Gestaltungsperspektiven abgeleitet: Hier darf nicht unterschätzt werden, dass aus der Verfügbarkeit von (technischen) Mitteln auch (neue) Zwecke kreiert werden (können).

In technischer Hinsicht finden derzeit wesentliche Entwicklungen statt, die einen Einfluss auf Arbeitsprofile, Arbeitsorganisation und Qualifikationsanforderungen haben können. Als wesentlich seien hier die Einführung einfacherer Programmier Techniken, der Trend zu kollaborativen, offenen Robotersystemen, neue Konzepte im Bereich der Mensch-Roboter-Interaktion (z. B. die Ausrüstung von Robotern mit „Köpfen“, die durch ihre „Blickrichtung“ die folgenden Aktivitäten anzeigen) und die Entwicklung von Augmented-Reality-Tools für Schulung, Programmierung, Wartung und Instandhaltung genannt. Zudem tauschen Roboter heutzutage untereinander

eigenständig Informationen aus, lösen dadurch Aktionen aus und steuern sich gegenseitig, was tendenziell zu abstrakteren, für die Fachkräfte schwerer nachvollziehbaren Prozessen führt. Dies beeinflusst den Planungs- und Entwicklungsprozess für den Robotereinsatz, die Produktionsprozesse selber sowie die Wartung und Instandhaltung von Robotern, wobei virtuelle Prozesse und die softwaregestützte Überprüfung die konkrete Arbeit an der „Hardware“ mehr und mehr ersetzen.

Besondere Möglichkeiten der Mensch-Roboter-Kollaboration ergeben sich durch Verarbeitungssysteme von optischen, akustischen und haptischen Signalen, über die Roboter zunehmend verfügen. Dadurch könnten Arbeitende in die Lage versetzt werden, Roboter über natürliche Sprache oder besondere Teaching-Methoden (wie Vormachen-Nachmachen) zu programmieren. In der Programmierung von Robotern sind in den letzten Jahren einige Fortschritte erzielt worden, die die Lenkung des Roboters über Handbediengeräte („Spielkonsole“), manuelle Führung des Roboters, Einsatz von Tablet-Computern, Imitationslernen und Sprachbefehle ermöglichen. Potentielle Anwendungen dieser technischen Weiterentwicklungen in der Industrie beziehen sich auf sehr schnelle vollautomatische Fertigungs- und Produktionsprozesse, die in Kooperation mit Menschen („industrial robot assistant“) durchgeführt werden. Dies alles begünstigt die flexible Einsatzmöglichkeit von Robotern auch durch technisch weniger geübte Personen. Gleichzeitig sind Elemente wie Lichtschutzzäune, rüsselartige Roboterarme, Schaumstoffschutzhüllen für Roboter mit Näherungssensoren entwickelt worden, mit deren Hilfe Roboterbewegungen in Abhängigkeit von Aktionen des Menschen gestoppt oder in ihrer Geschwindigkeit reduziert werden. So soll die Sicherheit in von Mensch und Roboter gemeinsam geteilten Arbeitssystemen unterhalb von Not-Aus-Funktionen verbessert werden.

Es gibt große Übereinstimmung darüber, dass durch informationstechnisch basierte Roboterentwicklungen neue Gestaltungsperspektiven in industriellen Prozessen entwickelt werden. Diese – so wird vermutet – werden in naher Zukunft neue Arbeitsumgebungen schaffen. Hierbei wird die Mensch-Roboter-Kollaboration auf eine qualitativ neue Ebene gehoben. Im Hinblick auf die Gestaltung dieser Kollaboration werden große Herausforderungen besonders im Hinblick auf den Erhalt und die Weiterentwicklung der Arbeitsqualität gesehen (MONIZ/KRINGS 2016). Neben

den aus den technischen Entwicklungsprozessen resultierenden Herausforderungen, die beispielsweise das Thema „Sicherheit“ stark betonen (vgl. oben), beinhalten diese Herausforderungen auch Aushandlungsprozesse mit den beteiligten Akteuren, um neue Modelle industrieller Arbeit vor dem Stichwort „Humanisierung“ zu diskutieren und zu lancieren.

FAZIT

Für beide, die Service- und Industrie-Robotik werden enorme Zuwachsraten prognostiziert. Bei dauerhaften Anwendungen in der wirklichen Welt stellen sich folgende offene Fragen:

- Die Entwicklung und der Einsatz flexibler, teilautonomer Roboter beinhaltet, dass Arbeitende und möglicherweise auch Kunden/Klienten in aller Regel in unmittelbarem Kontakt mit dem Roboter kommen. Dieser Sachverhalt hat eine Reihe von Implikationen für die Gestaltung und den Einsatz von teilautonomen Robotern, die von Sicherheitsfragen bis zur „Beziehungsqualität“ von Dienstleistungen reichen und die bislang allenfalls aspekthaft, jedoch nicht systematisch empirisch untersucht worden sind.
 - Damit geht einher: Aufgaben, die teilautonome Roboter übernehmen können, umfassen einen weiten Bereich des privaten und geschäftlichen Lebens: von der Produktion, Logistik, Mülltrennung bis zur Betreuung von pflegebedürftigen Personen. Vermutlich besitzen diese Aufgaben für die meisten Menschen nicht alle die gleiche Wertigkeit, und vermutlich ist es deshalb auch nicht gleichgültig, wer diese Aufgaben ausführt. Es stellt sich daher weniger die Frage nach der gesellschaftlichen Akzeptanz der Robotik überhaupt, sondern es stellt sich eher die Frage, welche spezifischen Aufgaben von Robotern übernommen werden sollen.
 - Ein offensichtlicher Trend im Bereich der Roboterentwicklung geht dahin, Roboter möglichst menschenähnlich werden zu lassen, d. h., menschliches Aussehen zu imitieren und geistige/physische Leistungen des Menschen nachzuahmen. Die eigentlich naheliegendere Entwicklungslinie, auf Basis kontrastiver Aufgabenanalysen Roboterfunktionen zu entwickeln, die komplementär zu menschlichem Leistungsvermögen sind, ist weit weniger ausgearbeitet.
 - Für die Frage nach der Gebrauchstauglichkeit von Robotern können und sollen Kriterien herangezogen werden, die auch bislang schon unter dem Stichwort „Usability“ diskutiert werden. Jedoch müssten diese Kriterien ergänzt werden um Merkmale, die zum einen auch die hard-/softwaretechnischen Komponenten des Roboters umfassen und zum anderen die „Beziehungsqualität“ des Roboters betreffen.
- Bei der Frage nach dem Nutzerverhalten im Umgang mit Robotern sind bislang vor allem Untersuchungen durchgeführt worden, die potenzielle Nutzer mit Prototypen oder Bildern konfrontiert haben, über die Entwickler von Robotern verfügen. Ob es Roboter gäbe, wie diese aussähen und welche Funktionen diese besäßen, wenn Nutzer in einem spezifischen Arbeitsbereich möglichst frühzeitig in den Entwicklungsprozess eingebunden wären, ist nicht nur wissenschaftlich eine offene Frage. Erste Ansätze zur Beantwortung dieser Fragestellung sind mithilfe eines realen Roboterprototypen und mithilfe von potenziellen Nutzern anhand von ausgewählten Aufgaben z. B. im Münchner Cluster of Excellence „Cognition for Technical Systems“ entwickelt worden. Solche Ansätze wären für verschiedene Einsatzbereiche zu erweitern. Die Partizipation potenzieller Nutzer wäre hierbei zu gewährleisten.

Für berufliches Lernen besitzen alle diese Fragen eine enorme Bedeutung. Deren Quintessenz liegt darin, lernhaltige Arbeitsprozesse zu kreieren, die von den Arbeitskräften mit Roboterunterstützung durchgeführt werden. Ziel ist die Anschlussfähigkeit an und die Förderung von beruflichem Arbeitsprozesswissen sowohl durch den Robotereinsatz selbst als auch durch die Schulungsmaßnahmen, die im Kontext des Robotereinsatzes durchgeführt werden.

ANMERKUNGEN

- 1) Der Sprachgebrauch „Serviceroboter“ stammt von der direkten Übersetzung des englischen Wortgebrauchs „service robot“, der sich auf menschliche Aufgaben im Hinblick auf industrielle Fertigung bezieht und sich vom Wortgebrauch „personal service robot“ oder „professional service robot“ unterscheidet. Diese beziehen sich auf den Einsatz von Robotersystemen in den unterschiedlichsten sozialen Bereichen (vgl. ISO International Organization for Standardization (ISO), <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:8373:ed-2:v1:en>, 27.09.2016) In deutschsprachigen Debatten werden diese Differenzen wenig vorgenommen und meist unter dem Begriff „Serviceroboter“ subsumiert.

- 2) Es existiert keine einheitliche Definition von „künstlicher Intelligenz (KI)“. Für den hier diskutierten Zusammenhang ist relevant, dass mit KI-Systemen ausgestattete Roboter über eine Wissensbasis und über Sensorsysteme zur Aufnahme von Umweltdaten verfügen. Mit Hilfe eines Inferenzmechanismus werden Beziehungen zwischen Umweltinformationen und Wissensbasis hergestellt. Auf diese Weise kann der Roboter „Entscheidungen“ treffen, ohne dass Entscheidungswege und -resultate im Einzelnen durch den Programmierer des KI-Systems hätten vorweggenommen werden müssen.
- 3) Allerdings besteht nach dem Auslösen solcher Funktionen eine Schwierigkeit darin, die anschließend folgenden konkreten Operationen vorherzusehen bzw. zwischen Mensch und Roboter auszu-tarieren: Man stelle sich vor, der Roboter fungiert als Fahrerassistenz-System in einem Fahrzeug und wird vom Nutzer bei voller Fahrt ausgeschaltet!

LITERATUR

- DECKER, M./DILLMANN, R./DREIER, T./FISCHER, M./GUTMANN, M./OTT, I./SPIECKER GENANNT DÖHMANN, I. (2011): Service robotics: do you know your new companion? Framing an interdisciplinary technology assessment. *Poiesis & Praxis*, No. 8, Berlin et al.: Springer, S. 25–44.
- DECKER, M./FISCHER, M./OTT, I. (im Druck): Service Robotics and Human Labor: A first technology assessment of substitution and cooperation. In: *Robotics and Autonomous Systems*, Elsevier.
- FISCHER, M. (2000): Von der Arbeitserfahrung zum Arbeits-prozeßwissen. Rechnergestützte Facharbeit im Kontext beruflichen Lernens. Opladen: Leske + Budrich.
- FREY, C. B./OSBORNE, M. A. (2013), The future of employment: How susceptible are jobs to computerisation?, www.oxfordmartin.ox.ac.uk/downloads/academic/The_Future_of_Employment.pdf (letzter Zugriff: 15.06.2016).
- IFR – INTERNATIONAL FEDERATION OF ROBOTICS (2013/2015): Executive summary. http://www.ifr.org/uploads/media/Executive_Summary_WR_2013.pdf (letzter Zugriff: 02.12.2013); Executive summary 2015: <http://www.ifr.org/industrial-robots/statistics/> (letzter Zugriff: 30.09.2016)
- MAR 2015 (2015), Robotics 2020. Multi-Annual Roadmap for Robotics in Europe, SPARC Release B 06/02/2015
- MONIZ, A. B. (2015): Intuitive interaction between humans and robots in work functions at industrial environments: The role of social robotics. In: Vincent, J./Taipale, S./Sapio, B./Lugano, G./Fortunati, L. (Hrsg.): *Social robots from a human perspective*. Heidelberg: Springer 2015, S. 67–76, DOI: 10.1007/978-3-319-15672-9_6
- MONIZ, A. B./KRINGS, B.-J. (2016): Robots working with humans or humans working with robots? Searching for social dimensions in new human-robot interaction in Industry. In: *Societies* 6(2016)3, S. 23, open access
- PFEIFFER, S. (2010): Technisierung von Arbeit. In: Böhle, F./Voß, G. F./Wachtler, G. (Hg.): *Handbuch Arbeitssoziologie*. Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften, S. 231–261.
- SPÖTTL, G./GORLDT, C./WINDELBAND, L., GRANTZ, T./RICHTER, T. (2016): Industrie 4.0 – Auswirkungen auf die Aus- und Weiterbildung in der M+E Industrie. Hrsg. von baymevbm. <https://www.baymevbm.de/baymevbm/ServiceCenter/Aus-und-Weiterbildung/Ausbildungsdurchfuehrung/Studie-Industrie-4.0-Auswirkungen-auf-Aus-und-Weiterbildung-in-der-M-E-Industrie.jsp> (letzter Zugriff: 25.09.2016).

Herstellerspezifische Fortbildung in Robotertechnik

Hersteller von Industrierobotern bieten in speziellen Schulungszentren für ihre Kunden und andere Zielgruppen entsprechende Fortbildungen an, um beispielsweise die Mitarbeiter aus Anwenderunternehmen für ihre spezifische Arbeitsaufgabe im Zusammenhang mit der Robotik vorzubereiten. Die Angebote richten sich daher u. a. speziell an Produktionsplaner, Konstrukteure, Programmierer, Anlagenbediener, Inbetriebnehmer und Instandhalter. Am Beispiel des Augsburgsberger Roboter- und Anlagenbauers KUKA werden unterschiedliche Fortbildungsangebote beschrieben und zukünftige Entwicklungen in der Robotik sowie deren Einfluss auf die Schulungen skizziert.



FLORIAN RUNGE

EINLEITUNG

Die Zeiten, in denen Menschen beim Stichwort „Roboter“ zunächst an plappernde oder kämpfende Blechbüchsen aus einschlägigen Science-Fiction-Filmen dachten, sind eigentlich vorbei. Den meisten ist bekannt, dass in Industrieunternehmen, in denen Produkte in großen Stückzahlen produziert werden, in der Regel ein hoher Automatisierungsgrad zu verzeichnen ist. Und wer je ein Automobilwerk besichtigt hat, kann sich der Faszination einer Fertigungsstraße, in der die Karosserie wie von Geisterhand von Station zu Station gefahren wird und Industrieroboter mit hohem Tempo neue Teile anliefern oder verschweißen, kaum entziehen. Allerdings sind es längst nicht mehr nur die Automobilhersteller, die aufgrund der großen Stückzahlen einer der Vorreiter der Automatisierung waren und bei denen heutzutage Industrieroboter zu Tausenden in den Produktionshallen eingesetzt werden. In immer mehr kleinen und mittelständischen Betrieben kommen heute Roboter zur Anwendung. Manchmal ist es nur ein einziger, der zum Beispiel am Ende einer Fertigungsstraße die den Rücken eines Menschen belastende und zugleich monotone Aufgabe übernimmt, die Ware auf eine Palette zu stapeln, oder bei unmittelbar gesundheitsgefährdenden Prozessschritten die Handhabung oder Bearbeitung der Teile durchführt.

Dabei entsteht häufig die falsche Vorstellung einer menschenleeren Fabrik. Auch wenn der eigentliche Produktionsprozess zunehmend automatisiert wird, kommt es im Allgemeinen zu einer Verlagerung der Aufgaben. Industrieroboter werden vor allem dort eingesetzt, wo sehr gleichförmige, körperlich schwere oder gar gesundheitsgefährdende Arbeiten auszuführen sind. Gleichzeitig braucht es im Hintergrund

Personal, das diese Maschinerie entwickelt und am Laufen hält, sei es als Anlagenbediener, Instandhalter, Programmierer oder Planer. Diese Mitarbeiter bringen häufig detailliertes Fachwissen über die produkt- und unternehmensspezifischen Prozesse mit, ihnen fehlen jedoch vielfach Kompetenzen für den sachgerechten Umgang beispielsweise mit einem komplexen Sechssachs-Industrieroboter.

FORTBILDUNGSANGEBOTE FÜR UNTERSCHIEDLICHE AUFGABENSTELLUNGEN

Woher aber erhält dieses Personal das roboterspezifische Know-how? Die Zeiten, in denen man jemandem einfach eine neue Maschine „vorgesetzt“ und „nun mach mal“ gesagt hat, sind glücklicherweise vorbei, und sei es auch nur aus haftungsrechtlichen Gründen. Zwar wird die Robotik in immer mehr technischen Berufsausbildungsgängen Lerninhalt, die öffentlichen Bildungseinrichtungen haben im Allgemeinen jedoch nicht die Möglichkeiten, einen großen Maschinenpark für den praktischen Teil der Ausbildung zu unterhalten. Auch an vielen Hochschulen wird ebenfalls im Bereich der Robotik gelehrt, dabei geht es aber vor allem um die wissenschaftlichen Grundlagen sowie die Forschung an Zukunftstechnologien. Die Verzahnung von Theorie und Praxis kann auch hier eher selten vorgenommen werden. Im Berufsalltag von Mitarbeitern tritt vielfach eine ähnliche Situation auf: Die wenigsten Betriebe können es sich leisten, ihre Produktion für eine mehrtägige Roboterfortbildung zu unterbrechen, und nur die ganz großen Unternehmen stellen sich Maschinen rein zum Zwecke der Mitarbeiterschulung in ihre Werke. Aus diesem Grund findet die Aus- und Fortbildung an Industrierobotern häufig direkt bei den Roboterherstellern statt.

Hersteller wie der Augsburger Roboter- und Anlagenbauer KUKA unterhalten zu diesem Zweck an mehreren Standorten weltweit Schulungszentren, wo auf die verschiedenen Zielgruppen zugeschnitten fortgebildet wird, und das möglichst lokal, um die Reisekosten für die Kunden gering zu halten. Dabei benötigen Anlagenbediener selbstverständlich ein anderes Kursangebot als zum Beispiel Roboterzellenplaner oder -konstrukteure. Diese müssen die Roboterzelle so konstruieren, dass sie sicher und effizient betrieben werden kann. Für solche Fachkräfte ist es wichtig, dass die Schulung die produktspezifischen Grundlagen vermittelt, um die Bewegungen des Industrieroboters so schnell und genau wie möglich vorgeben und die Fähigkeiten der Maschine optimal ausnutzen zu können. Ein Kursbestandteil ist aber auch das Wissen um die einschlägigen Normen, die berücksichtigt werden müssen, um ein sicheres Arbeiten an der Roboterzelle zu gewährleisten und sicherzustellen, dass von der Maschine keine Gefahr für den Menschen ausgeht.

Die Vorgaben von Konstruktion und Planung werden von Inbetriebnehmern und Programmierern umgesetzt. Die entsprechenden Kurse stellen im Allgemeinen das Herzstück des Fortbildungsangebotes dar. Hier werden zunächst die für Einsteiger relevanten Grundlagen vermittelt: Was ist mechanisch bei der Aufstellung des Roboters in der Zelle zu beachten? Wie wird ein vom Roboter geführtes Werkzeug vermessen? Welche Bewegungsarten gibt es und wie werden diese im Programm realisiert? Dabei bedient man sich zunächst sogenannter Inline-Formulare, welche die Form der Programmierung vorgeben und lediglich eine Parametereingabe erwarten. Später

jedoch werden die Programme in der Syntax der im Allgemeinen proprietären Hochsprache realisiert. Dies geschieht immer seltener direkt an der Maschine, sondern häufig werden die Programme „offline“ in Entwicklungs- und Simulationsumgebungen erstellt. So ist es möglich, die nahezu fertigen Programme parallel zum oder kurz nach dem physischen Aufbau der Anlage auf dem Roboter einzuspielen und nur noch kleine Änderungen zur Anpassung an die reale Situation vor Ort vorzunehmen. Auch diese Werkzeuge sind dementsprechend Bestandteil einer Programmierschulung oder eigener Kurse.

Die weitaus meiste Zeit im Lebenszyklus des Roboters macht die Arbeit der Anlagenbediener aus. Für sie ist es wichtig, den Roboter im Falle eines Anlagenstillstands gegebenenfalls per Handverfahren und auf eine definierte Ausgangsposition zurücksetzen zu können. Ferner ist es bedeutsam, die Anlage auf einen Status bringen zu können, von dem aus das Roboterprogramm wieder automatisch abgearbeitet werden kann. Dabei gilt es häufig auch, eine gewisse Hemmschwelle bezüglich der komplex erscheinenden Maschine zu überwinden. Zudem nehmen Anlagenbediener je nach Aufgabenzuschnitt häufig auch Einrichteaufgaben wahr, weswegen einfache Methoden einer Werkzeug- oder Werkstückvermessung bekannt sein müssen. Ein weiteres Lernziel ist das Verständnis eines Basis-Roboterprogrammes. Es gilt: Nur gut ausgebildetes und mit der Anlage vertrautes Bedienpersonal kann Probleme frühzeitig erkennen und Verbesserungspotenziale identifizieren.

Wenn die Anlage geplant für Wartungen und Umbauten oder ungeplant für dringende Reparaturen stillsteht, kommt die Instandhaltung zum Zuge. Dabei wird zumindest in großen Un-

ternehmen nach wie vor zwischen „Elektrikern“ und „Mechanikern“ unterschieden, auch wenn die Grenzen zunehmend verwischen. Während in einem Mechanikkurs geübt wird, den teilweise tonnenschweren Manipulator in seine Einzelteile zu zerlegen und wieder zusammensetzen, lernen Elektrofachkräfte den elektromechanischen Aufbau des Steuerschranks und die Funktionsweise der Steuerung kennen. Es kommen im Zuge der zunehmenden Digitalisierung immer seltener Messgeräte zum Einsatz, sondern Elektrofachkräfte



Abb. 1: Ausstattung des Schulungszentrums im KUKA College Nord, Braunschweig (Quelle: KUKA)

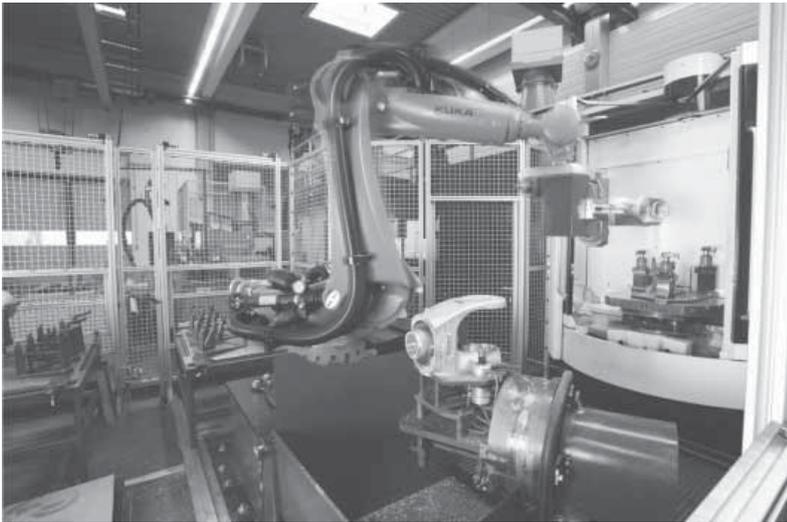


Abb. 2: Industrieroboter in der Produktion (Quelle: KUKA)

müssen sich zunehmend auch mit Netzwerken, Feldbussen und Online-Überwachungswerkzeugen auskennen, die folglich Kursbestandteil sind.

Damit niemand im Kurs unter- oder überfordert wird, sondern die für ihn relevanten Informationen erhält, werden die Inhalte je nach Zielgruppe zusammengestellt, didaktisch aufbereitet und außerdem in der Länge skaliert. So ergibt sich schnell ein großes Kursportfolio. Da der Aufgabenzuschnitt der dargestellten Mitarbeitergruppen zwischen den Unternehmen variiert, ist eine persönliche umfassende Beratung unerlässlich. Ergänzt um ein klar strukturiertes Internet-Buchungsportal mit einer Auflistung der jeweiligen Kursinhalte bildet diese die Voraussetzung für die Buchung des individuell richtigen Kurses und somit für zufriedene Teilnehmer.

THEORIE UND PRAXIS – WISSEN UND KÖNNEN

Eines ist dabei grundsätzlich allen Schulungsteilnehmern gemein: Sie benötigen nicht nur eine theoretische Ausbildung, sondern müssen vor allem Gelegenheit haben, das Gelernte auch in die Praxis umzusetzen. Hier zeigt sich einer der großen Vorteile der herstellereigenen Schulungszentren, denen es verhältnismäßig gut möglich ist, einen entsprechenden Roboterpark zu betreiben und auch auf dem aktuellen Stand zu halten. Idealerweise liegt die Anzahl der Kursteilnehmer je Praxisgruppe bei jeweils zwei, maximal drei Personen. So ist sichergestellt, dass einerseits jeder Teilnehmer genügend Zeit am Roboter verbringen kann, andererseits kleine Schwierigkeiten bei der Umsetzung der vom Trainer vorgegebenen Aufgaben oft schon mit Unterstützung der Partner gelöst werden können. Auch wenn es kursspezifische Unterschiede beim Praxisanteil gibt,

so liegt dieser im Durchschnitt bei etwa der Hälfte der Gesamtkursdauer.

Um auch Schulen und Hochschulen den Zugang zu aktueller Technologie zu vereinfachen, gibt es Kooperationen, bei denen Schülern oder Studierenden beispielsweise die Theorie unterrichtsbegleitend von einer entsprechend qualifizierten Lehrkraft vermittelt wird und die praktischen Anteile dann im Roboterschulungszentrum durchgeführt werden.

Außer dem hohen Praxisanteil gibt es zwei weitere wichtige Voraussetzungen, die für eine erfolgreiche Fortbildung erfüllt sein müssen: Erstens muss der Kursablauf strukturiert und zu einem gewissen Maße auch standardisiert sein. Zweitens ist die Qualifizierung der Trainer oder Dozenten ausschlaggebend. Die standardisierte Kursstruktur ist wichtig, um eine gleichbleibend hohe Qualität sicherstellen zu können. Vorgesetzte, die zwei ihrer Mitarbeiter nacheinander zu einem Programmiergrundlagenkurs bei unterschiedlichen Kursleitern schicken, müssen sich sicher sein können, dass diesen die gleichen Kenntnisse vermittelt werden. Im Angesicht fortschreitender Globalisierung und international agierender Kunden gilt dies auch über Ländergrenzen hinweg und ein standardisiertes Ausbildungsprodukt vereinfacht die Lokalisierung.

Gleichwohl gilt es, ein Gleichgewicht zwischen vorgegebener Struktur und der wichtigen Freiheit der kursgebenden Dozenten zu finden, denn Schulungen dieser Form sind kein automatisierbares Serienprodukt. Neben der Hardware in Form von Robotern ist es vor allem die Person des Trainers, die den Unterschied zwischen einem Online-Angebot und einer Präsenzschiulung ausmacht. Ein Dozent hat ein Ingenieursstudium oder eine Techniker Ausbildung mit Berufserfahrung abgeschlossen und bringt idealerweise schon Erfahrung aus der Industrierobotik mit. Bis sie oder er Kundenschiulungen gibt, wird ein Ausbildungsplan durchlaufen, der mehrere qualitätssichernde Schritte ähnlich einem Referendariat beinhaltet; diese Vorgehensweise wiederholt sich für weitere Kurstypen. Hinzu kommt die ständige Weiterbildung, um mit der technischen Entwicklung Schritt halten zu können. Mindestens so wichtig wie das technische Fachwissen sind jedoch wie bei jedem in der Bildung Tätigen der Spaß am Lehren, die didaktischen Fähigkeiten und die Empathie für die Kursbesucher. Das beste Fachwissen bringt den Teilnehmern schließlich nichts, wenn es die Trainer nicht vermitteln können.

INNOVATIONEN IN DER ROBOTIK

Zum Abschluss ein kurzer Blick in die Zukunft der Industrieroboter: Die Bedienung wird zugänglicher werden, die Programmierung im Hintergrund komplexer, der Vergleich zu einem modernen Smartphone ist durchaus legitim. Bei den Industrierobotern kommt die Komponente der sogenannten „Mensch-Roboter-Kollaboration“ hinzu, der Schutzzaun um die Zelle wird in Zukunft immer häufiger wegfallen. Um dies alles zu ermöglichen, steht auch bei den verwendeten Programmiersprachen ein Paradigmenwechsel bevor. Anstatt einer proprietären Hochsprache setzt zum Beispiel der Roboterhersteller KUKA mit seinem Leichtbauroboter LBR iiwa auf Java. Die Vorteile liegen auf der Hand: Die meisten Informatiker, die in den vergangenen fünfzehn Jahren in den Beruf eingestiegen sind, haben in der einen oder anderen Form Erfahrungen mit Java und die objektorientierte Denkweise kommt dem werkstückorientierten Gedanken von „Industrie 4.0“ oder dem „Internet of Things“ näher als eine rein prozedurale Hochsprache. Gleichwohl zeigt sich, dass sich die Informatiker durchaus erst daran gewöhnen müssen, auf eine im Verhältnis zu einem Prozessor sehr träge Mechanik Rücksicht zu nehmen.

Dies wird sich natürlich auf die Art der angebotenen Kurse auswirken. Gleichzeitig wandeln sich ebenfalls die Schulungsmedien. Ein reiner „Folienfilm“ ist nicht mehr ausreichend, Trainer entwickeln schon heute ihre Bilder direkt an Monitoren mit berührungssensitiver Oberfläche. Auch für die Teilnehmer wird der Kurs außerhalb der Praxis direkt am Roboter interaktiver werden, dazu kommt eine weitere Unterstützung nach Kursende in Hinblick auf Updates und andere relevante Änderungen z. B. über ein Kundenportal.

Die Kompetenz der Mitarbeiter ist ein wichtiger Teil des Unternehmenskapitals und lebenslanges Lernen ist wichtig – diese Devisen sind heute für moderne Führungskräfte Allgemeinwissen. Außerdem nimmt eine gezielte Aus- und Fortbildung die Berührungsängste, die viele Menschen im Angesicht von komplexen Maschinen empfinden. Und ein wichtiges Argument sei zum Schluss noch hinzugefügt: Aus- und Weiterbildung an Industrierobotern macht schlichtweg Spaß. Es stellen sich für die Kursteilnehmer schnell erste Erfolge ein, schon wenige programmierte Punkte reichen für ein erstes Bewegungsprogramm, und die Faszination für die sich selbsttätig bewegenden Maschinen steigert sich, wenn man selbst diese Bewegung erzeugt hat.

Entwicklung eines Robotik-Grundlagen-Kurses auf Basis einer Moodle-Lernplattform



STEFAN MANEMANN

Im Jahr 2015 wurde in eine vorhandene Fertigungsanlage in der Berufsbildenden Schule (BBS) 2 Wolfsburg ein Roboter integriert. Der Roboter hat in dem Lernsystem die Funktion, die Werkstückträger mit kurzen und langen Pfeifen zu bestücken. Für die schulische Einbindung musste zu Lehr-/Lernzwecken ein Medium entwickelt werden, das die spezifischen Gegebenheiten vor Ort berücksichtigt. Die Entscheidung fiel auf eine Online-Lernplattform auf der Basis von Moodle, da so an der Schule die Möglichkeit besteht, das Medium flexibel an unterschiedliche Lerngruppen anzupassen, die benötigten Daten online zur Verfügung zu stellen, Tutorial-Videos direkt einzubinden, flexibel Autorenrechte zu vergeben und auch Tests einzubauen.

FERTIGUNGSANLAGE ALS LERNUMGEBUNG

Die Fertigungsanlage, die als Lernumgebung für die Integration des Roboters dient, fertigt an sechs Stationen Pfeifen in zwei Längen. Folgende Fertigungsstationen sind vorhanden:

Station 1: Bestücken der Werkstückträger mit kurzen oder langen Pfeifenrohlingen

Station 2: Sichtprüfung der Pfeifen durch einen Produktionsmitarbeiter

Station 3: Einbringen einer Bohrung in den Pfeifenrohling (Zerspanen)

Station 4: Montage eines Endstücks am Pfeifenrohling (Fügen)

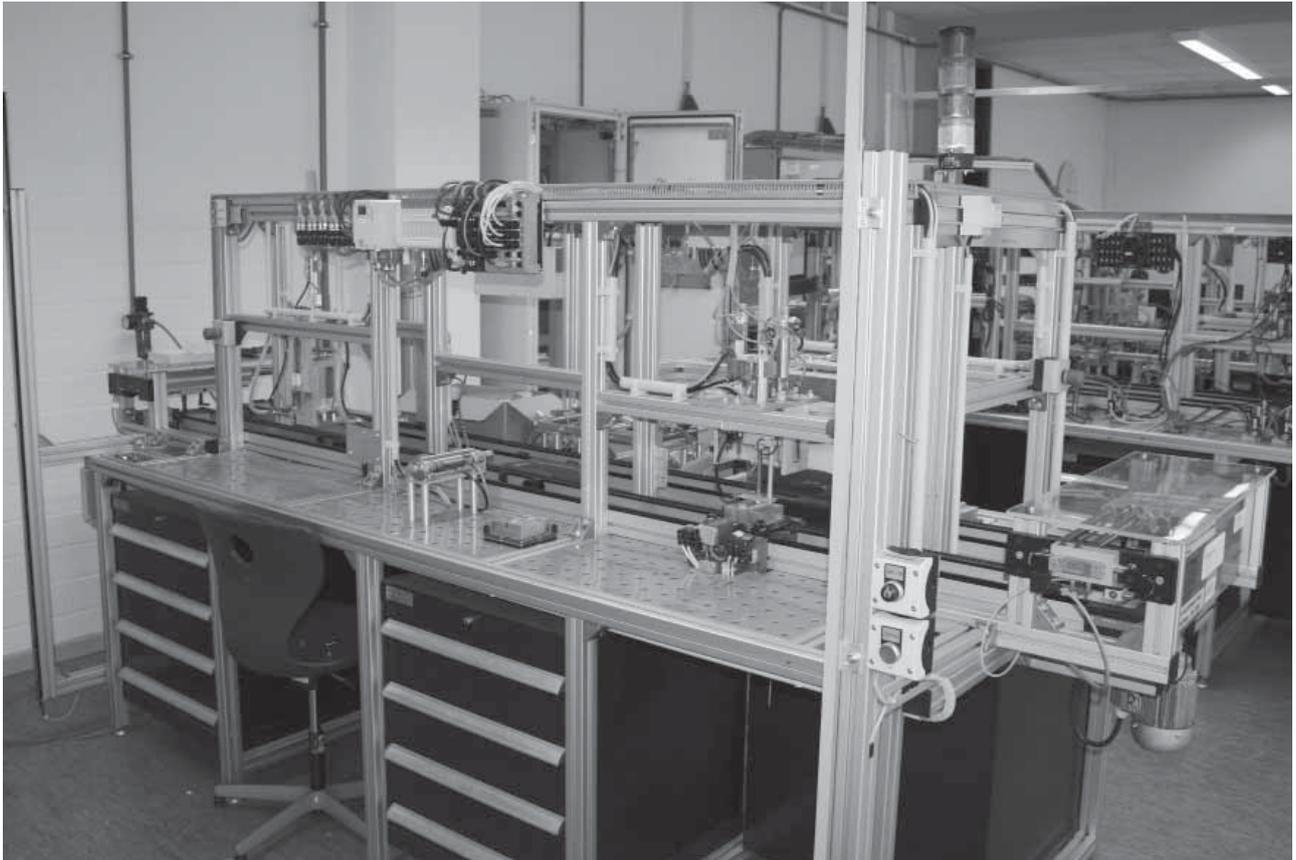


Abb. 1: Fertigungsanlage vor der Roboterintegration: Stationen 1 bis 3 auf der Vorderseite (Foto: BBS 2 Wolfsburg)

Station 5: Sortieren der fertigen Pfeifen in Behälter für die kurze und lange Variante

Station 6: Puffer für die Werkstückträger

Die Fertigungsanlage wurde an der BBS 2 Wolfsburg entwickelt, damit Lernende die Möglichkeit bekommen, Automatisierungstechnologien an einer realen Anlage sich eigenständig zu erschließen, selber anzuwenden und zu modifizieren, um damit die Zusammenhänge auf diesem Wege besser verstehen zu können.

Bei der Integration verschiedener Technologien wie Bussysteme über PROFINET, IO-Link zur Sensorkommunikation oder RFID wurden u. a. Produktionsanlagen im Volkswagenwerk Wolfsburg zur Orientierung genommen. In dem Lernsystem kommen also gleiche oder ähnliche Automatisierungskomponenten zum Einsatz wie in der Industrie.

Zielgruppe für das Lernen an der Fertigungsanlage sind unterschiedliche Ausbildungsberufe: Mechatroniker/-in, Industriemechaniker/-in, Elektroniker/-in für Automatisierungstechnik und Studierende der Fachschule Technik der BBS 2 Wolfsburg.

Um den Roboter in die Fertigungsanlage zu integrieren, wurden in dem Lernbereich „Projektmanage-

ment“ in der Fachschule Technik, Fachrichtung Maschinentechnik, in zwei Klassen über Viererteams verschiedene Ideen generiert und konstruiert, wie ein Roboter sinnvoll in die Anlage eingebunden werden kann.

In diesem Zuge wurden unterschiedliche Dokumente von den Teams erstellt, die für die Bewertung der Umsetzbarkeit des Projekts genutzt wurden.

Als sinnvollste und praktikabelste Lösung fiel die Entscheidung auf das Bestücken der Werkstückträger in der ersten Fertigungsstation entweder über

Anzufertigende Dokumente

- Projektantrag
- Protokolle der Teamsitzungen
- Arbeitspakete zur Realisierung
- Balkendiagramm
- Risikoplan
- Konzept zur Umsetzung
- Projektpräsentation
- Projektdokumentation



Abb. 2: Anzufertigende Dokumente zur Bewertung der Umsetzbarkeit der Robotik im Lernbereich „Projektmanagement“

den Roboter oder die ursprüngliche Variante mit einem Magazin.

Dieses Konzept wurde im darauffolgenden Schuljahr von zwei Studierenden der Technikerschule, Melanie Gollub und Bastian Gehrke, im Rahmen ihrer Projektabschlussarbeit in einem halben Jahr umgesetzt. Die Studierende Melanie Gollub hatte schon Erfahrungen mit Robotern durch ihre Tätigkeit im Karosseriebau bei Volkswagen.

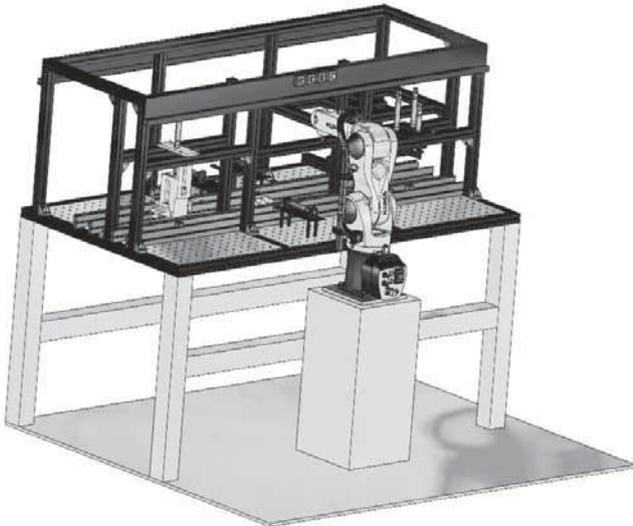


Abb. 3: Umsetzungsvorschlag zur Robotikintegration in die Fertigungsanlage

UMSETZUNG DES LEHR-/LERNKONZEPTS

Da die Realisierung eines Lehr-/Lernkonzepts zeitaufwendig ist und aus der Sicht der Lernenden umgesetzt werden sollte, wurden an der Fachschule zwei Abschlussarbeiten ausgeschrieben, um das Lehr-/Lernkonzept für die Grundlagen der Robotik auf Basis der realen Anlage in der BBS 2 Wolfsburg zu entwickeln.

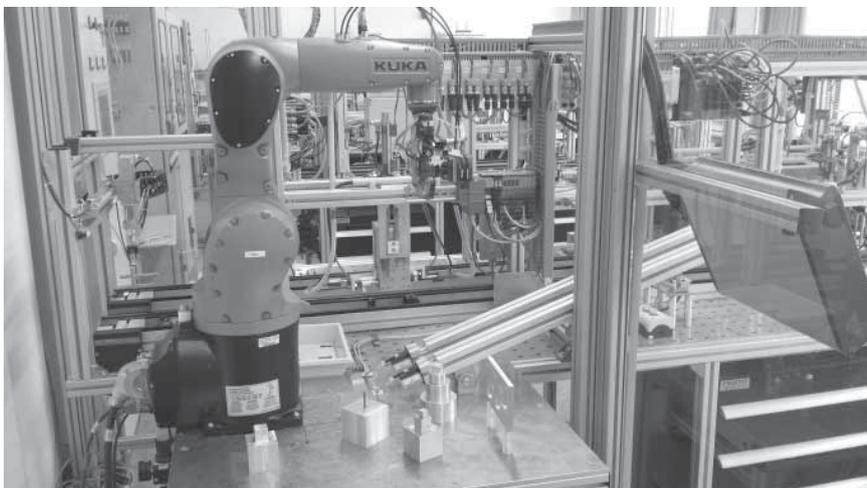


Abb. 4: In die Station 1 „Bestücken“ integrierter Roboter (Foto: BBS 2 Wolfsburg)

Die Abschlussarbeiten sollten das Lehr-/Lernkonzept im Hinblick auf die folgenden zwei Zielgruppen realisieren:

- Zielgruppe Produktionsmitarbeiter/-innen: Grundlagen der Robotik, Teil 1
- Zielgruppe Programmierer/-innen (AV): Grundlagen der Robotik, Teil 2

Für beide Konzepte wurden u. a. folgende Anforderungen gestellt:

- Ein direkter Bezug zur vorhandenen Anlage soll hergestellt werden.
- Die schuleigene Lernplattform www.xplore-dna.net soll genutzt werden.
- Die zu integrierenden Inhalte sind interaktiv zu gestalten, so dass die Lernenden eine Rückmeldung über ihren Wissensstand bekommen.
- Der zeitliche Umfang umfasst jeweils ca. 8 Unterrichtsstunden.

Diese Anforderungen wurden zusammen mit weiteren Punkten in zwei Lastenheften festgehalten.

Für die Zielgruppe „Produktionsmitarbeiter“ (Teil 1) wurde folgende Aufteilung für das Konzept mit der Studierenden Kerstin Molinnus abgestimmt:

1. Stunde: Grundlagen Robotik – Achsen, Arbeitsbereich und Einsatzbereiche der Robotik im Automobilbau
2. Stunde: Gefahren und Gefahrensituationen an und mit Robotern
3. Stunde: Koordinatensysteme und verfahrbare Achsen von Robotern
4. Stunde: Komponenten des Roboters und deren Aufgabe
5. und 6. Stunde: Erarbeitung der Verfahrensmöglichkeiten und anschließende Erprobung mit den verschiedenen Lernträgern
7. Stunde: Vertiefung der Handhabung mit den Lernträgern (ggf. Programmierung der Koordinaten und Abfahren des Programms)
8. Stunde: Überprüfung des Lernerfolges (kurzer Test online und praktisch am Roboter)

In den einzelnen Unterrichtsstunden wird sowohl mit Abbildungen

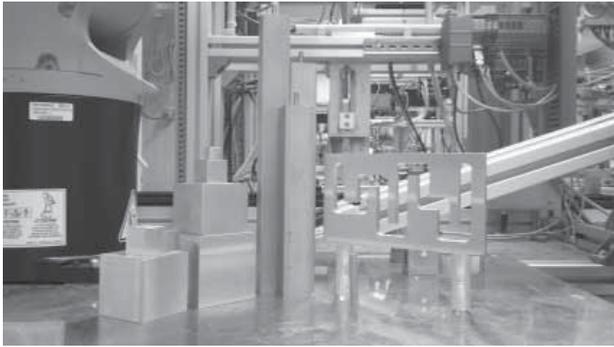


Abb. 5: Unterschiedliche Werkstücke zum praktischen Erlernen des Verfahrens mit dem Roboter (Foto: BBS 2 Wolfsburg)

aus den Unterlagen der Firma KUKA wie auch mit eigenen Abbildungen und Fotos gearbeitet.

Im praktischen Teil (5. bis 7. Stunde) müssen Werkstücke über die Steuerung mit der 6D-Maus des Roboters in der realen Anlage verfahren werden (Abb. 5).

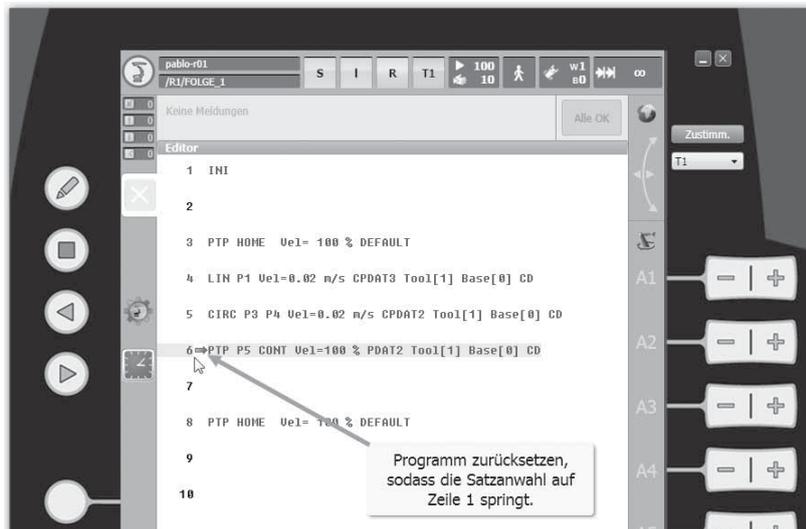


Abb. 6: Screenshot aus einem Tutorial-Video mit einem erläuternden Textfeld

Das Konzept für die Zielgruppe „Programmierer“ (Teil 2) wurde wie folgt von den Technikern, Roman Frei und Alex Frick, umgesetzt:

- 1. und 2. Stunde: Grundlagen Robotik – Programmierbare Bewegungsarten, Erstellen einer Bewegungsfolge und Funktionsweise von Programmbefehlen
- 3. und 4. Stunde: Programmierung einer Handlungsaufgabe mit Einbindung der Sensorik und Aktorik - Werkstück umsetzen
- 5. Stunde: Einrichten der Kommunikation zwischen Roboter und SPS
- 6. und 7. Stunde: Erstellung/Anpassung eines SPS-Programms um als übergeordnete Steuerung die Handlungsaufgabe des Roboters zu starten

8. Stunde: Online-Test in der Moodle-Lernplattform

Die Medien, die in den zweiten Teil der Robotik-Schulung integriert wurden, sind sehr vielseitig und nutzen den Umfang, den die Lernplattform auf Moodle-Basis zur Verfügung stellt:

Videos, Grafiken, Tabellen, Text, Dateien und Quizz-Abfragen.

Die Videos, die in dem Kurs genutzt werden, wurden mit der Software „ActivePresenter Free Edition“ erstellt. Mit der Software wurden Bildschirmvideos aufgenommen, die anschließend an den notwendigen Stellen mit erläuterndem Text ergänzt wurden (siehe Abb. 6).

Weiterhin bietet die Software noch einige Möglichkeiten, wie die Filmclips anschließend zu bearbeiten.

Da an der realen Anlage immer nur ein Lernender arbeiten kann, wurde parallel mit der Software KUKA SimPro gearbeitet.

Um die Software sinnvoll nutzen zu können, musste dazu im ersten Schritt ein vereinfachtes Abbild der realen Anlage modelliert werden. Dies ließ sich gut bewerkstelligen, so dass die Roboter-Programme, die in der Simulation am PC erstellt wurden, sich anschließend problemlos in die reale Steuerung des Roboters übertragen ließen (Abb. 7).

Als nicht so einfach erwies sich die Installation der Simulationssoftware, da diese als virtuelle Maschine auf den

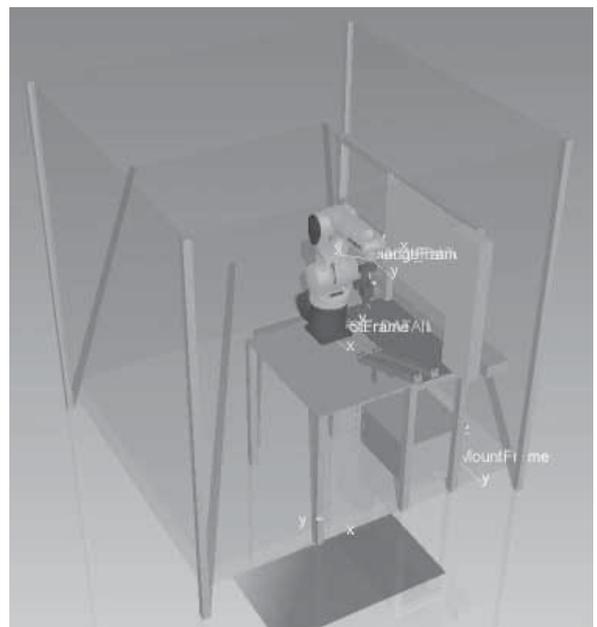


Abb. 7: Vereinfachtes Modell des Roboters in der Fertigungsanlage der BBS 2 Wolfsburg

Robotik - Grundlagen Teil 1

Startseite ▶ Grundlagen EAT ▶ Robotik1 ▶ Abschlusstest ▶ Test Grundlagen ▶ Vorschau

TEST-NAVIGATION

1	2	3	4
5	6	7	8
9	10	11	12
13	14		

Versuch beenden...

Neue Vorschau beginnen

Frage 4

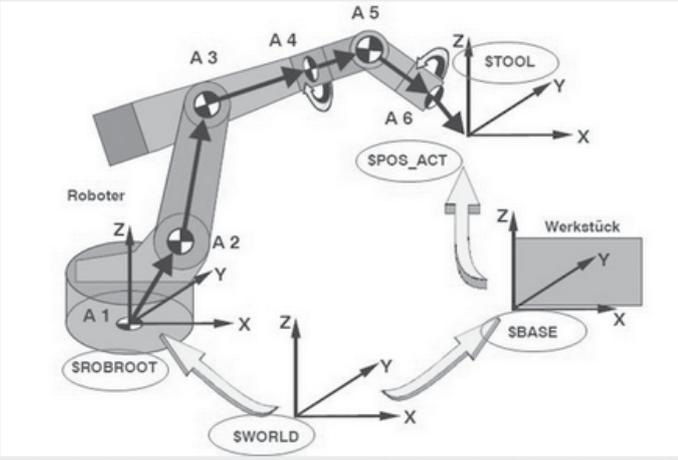
Bisher nicht beantwortet

Erreichbare Punkte: 1,00

Frage markieren

Frage bearbeiten

Wie heißen die Achs-Koordinaten am Roboter?



Wählen Sie eine Antwort:

1. X, Y, Z, A1, A2, A3, A4, A5, A6

2. X, Y, Z, T1, T2, T3, T4, T5, T6

3. X, Y, Z, B1, B2, B3, B4, B5, B6

NAVIGATION

Startseite

- Dashboard
- Website

Abb. 8: Screenshot aus einer Moodle-Abfrage zum erreichten Wissenstand

Schul-PCs installiert werden musste, was durch die Unterstützung des KUKA-Supports gelang.

Arbeitet man in der Simulation, ist es sinnvoll, entweder mit einem zweiten Bildschirm oder mit einem 28“-Bildschirm zu arbeiten.

In den Kursen dienen kurze Tests zur Verifikation, ob die gewünschten Ziele erreicht wurden. Bei den Tests wird auf unterschiedliche Arten von Fragemöglichkeiten zurückgegriffen: Single und Multiple Choice, Drop-Down-Antwortfelder und Texteingabefelder (Abb. 8).

EVALUATION DES KONZEPTS

Für die Evaluation des Konzepts konnten Auszubildende, Lehrkräfte und zwei betriebliche Ausbilder (Volkswagenwerk) gewonnen werden. Während der Nutzung des Konzepts ergaben sich mehrere Ergänzungs- und Änderungswünsche, die zum Teil direkt online in die Moodle-Plattform eingearbeitet oder später von den Studierenden der Fachschule von zu Hause eingepflegt werden konnten.

Die Verfügbarkeit der Online-Lernplattform auf Moodle-Basis erwies sich als sehr komfortabel, so

dass alle Beteiligten von unterschiedlichen Orten an dem Konzept arbeiten konnten.

Wer einen Blick in den zweiten Teil der „Programmierer-Schulung“ werfen möchte, kann sich dies auf der Seite www.xplore-dna.net ansehen.

Weitere Optimierungsmöglichkeiten werden sich sicherlich im Laufe des unterrichtlichen Einsatzes ergeben.

KURZ NOTIERT

Datenreport 2016 erschienen

Der Datenreport zum Berufsbildungsbericht 2016 wird zum achten Mal vom Bundesinstitut für Berufsbildung herausgegeben.

Er enthält umfassende Informationen und Analysen zur beruflichen Aus- und Weiterbildung, gibt einen Überblick über Programme des Bundes und der Länder zur Förderung der Berufsausbildung und informiert über internationale Indikatoren und Benchmarks. Weitere Infos und Download unter www.bibb.de/datenreport-2016.

Vorläufige Vereinbarung zur Verwendung von Schriftwerken für Lehre und Forschung an Hochschulen

Die Kultusministerkonferenz (KMK), die Verwertungsgesellschaft Wort (VG Wort) und die Hochschulrektorenkonferenz (HRK) haben sich darauf verständigt, dass für Nutzungen nach § 52a UrhG an Hochschulen bis 30. September 2017 nochmals eine Pauschalvergütung gezahlt wird.

Hintergrund: Mit einer heute unterzeichneten Grundsatzvereinbarung wird der Rahmenvertrag zwischen Bund, Ländern und VG Wort vom 22./28.09.2016 – und damit die darin vereinbarte Einzelerfassung und -vergütung – einvernehmlich bis zum 30. September 2017 ausgesetzt. Ursprünglich war vorgesehen, ab dem 1. Januar 2017 die nach § 52a UrhG vorgenommenen Nutzungen urheberrechtlich geschützter Schriftwerke auf der Basis einer Einzelerfassung durch die dem Rahmenvertrag beitretenden Hochschulen selbst mit der VG WORT abzurechnen. Zur Gewährleistung einer praktikablen und sachgerechten Lösung

INTRO

Die zum Ende des letzten Jahres für Manchen doch arg überhitzte Debatte zur Digitalisierung der Arbeitswelt und den sich daraus ergebenden möglichen Konsequenzen für die berufliche Bildung, wird sich, da muss man kein großer Prophet sein, in 2017 unvermindert fortsetzen. Damit sind Fehleinschätzungen und -entwicklungen vorprogrammiert.

Eigentlich wäre jetzt ein guter Zeitpunkt innezuhalten, um die sich stapelnden Studien zum Thema in Ruhe zu analysieren und im Hinblick auf Chancen und Risiken für die Beschäftigten in Industrie und Handwerk sorgfältig auszuwerten.

Dies gilt vergleichbar für das Berufsbildungspersonal. Betriebliche und überbetriebliche Ausbilderinnen und Ausbilder sowie die Lehrkräfte an den berufsbildenden Schulen brauchen Unterstützung und Hilfestellungen in der Nutzung digitaler Medien. Dabei sollte es nicht nur darum gehen, Lehr- und Lernprozesse an den technischen Möglichkeiten und Potenzialen digitaler Medien auszurichten. Die beteiligten Akteure müssen sich vielmehr fragen, wie digitale Medien berufliches Lehren und Lernen so unterstützen, erweitern und bereichern können, dass sie einen bestmöglichen Beitrag zur Bewältigung komplexer beruflicher Anforderungen leisten. Dazu braucht es auf Seiten der Lernenden Medienkompetenz und auf Seiten des Ausbildungspersonals zusätzlich medienpädagogische Kompetenz.

Diskutieren Sie hierüber auch mit uns auf den Hochschultagen im BAG-Arbeitskreis „Werte schaffen – Werte schöpfen. Plädoyers für eine nachhaltige Berufsbildung“.

Michael Sander

für alle Beteiligten beschlossen KMK, VG Wort und HRK nun die Einrichtung einer gemeinsamen Arbeitsgruppe. Diese soll zum 1. Oktober 2017 eine bundesweit einheitliche Lösung für die Abgeltung urheberrechtlicher Ansprüche für Nutzungen nach § 52a UrhG an die VG WORT unter

Berücksichtigung der Rechtsprechung des Bundesgerichtshofs (BGH) vom 20. März 2013 (I ZR 84/11) entwickeln. (Quelle: www.kmk.org/presse/pressearchiv/mitteilung/vorlaeufige-vereinbarung-zur-verwendung-von-schriftwerken-fuer-lehre-und-forschung-an-hochschulen.html)

WAS UND WANN?

2. Internationaler Kongress: Lernen in der Praxis.

Internationale Gesellschaft für Schulpraktische Professionalisierung (IGSP), Arbeitsgruppe SchULforschung, Ruhr-Universität Bochum, www.ig-sp.org

06.–08.03.2017
in Bochum

19. Hochschultage Berufliche Bildung 2017: Respektive - Bilanz und Zukunftsperspektive der Integration durch Bildung, Arbeit und Beruf in der Region
<http://www.htbb-2017.uni-koeln.de/de/startseite/>

13.–15.03.2017
in Köln

27. BAG-Fachtagung auf den 19. Hochschultagen Berufliche Bildung
<http://www.bag-elektrometall.de>

13.–15.03.2017
in Köln

Festschrift zum 60. Geburtstag von Prof. Dr. Johannes Meyser erschienen

Der Sammelband wird aus Anlass des sechzigsten Geburtstags von Prof. Dr. Johannes Meyser herausgegeben, der an der Technischen Universität Berlin das Fachgebiet Fachdidaktik Bautechnik und Landschaftsgestaltung vertritt. Das Buch greift im Spannungsfeld von Berufsbildung und Erwerbsarbeit Aspekte aus der Fachdidaktik sowie Themen aus der Lehrkräftebildung für berufsbildende Schulen und aus der internationalen Berufsbildungszusammenarbeit mit aktuellen und historischen Bezügen auf. Systemisch und exemplarisch orientierte Beiträge ergänzen einander. Sie plädieren dafür, dass die Herausbildung von Urteilsfähigkeit und die Fähigkeit zu fachgerechtem, reflektiertem und verantwortlichen Handeln als zentrale Ziele beruflicher Bildung gestärkt werden. Einige Beiträge gehen grundlegend oder in Beispielen der Frage nach, wie Strukturen, technische Mittel und Strategien die professionelle Kommunikation und Kooperation in Lern- und Arbeitsprozessen über Disziplinen, Status- und Hierarchiegrenzen hinweg in wechselseitiger Anerkennung der Kompetenzen ermöglichen und verbessern können.



Mahrin, Bernd (Hrsg.): Wertschätzung – Kommunikation – Kooperation. Perspektiven von Professionalität in Lehrkräftebildung, Berufsbildung und Erwerbsarbeit; Festschrift zum 60. Geburtstag von Prof. Dr. Johannes Meyser. Berlin: Universitätsverlag der TU Berlin, 2016. - 257 S., ISBN 978-3-7983-2820-4 (print), ISBN 978-3-7983-2821-1 (online), Buchhandelspreis: 15,00 EUR.

Entwicklung der tariflichen Ausbildungsvergütungen 2016

Die tariflichen Ausbildungsvergütungen sind 2016 erneut deutlich gestiegen. Jedoch hat sich der Anstieg im Vergleich zu den Vorjahren insgesamt etwas abgeschwächt. 859 € brutto im Monat verdienen die Auszubildenden durchschnittlich in Westdeutschland. Das bedeutet ein Plus von 3,2 % gegenüber dem Vorjahr. In Ostdeutschland erhöhten sich die tariflichen Ausbildungsvergütungen allerdings um 4,9 % auf durchschnittlich 807 € im Monat. Der Abstand zum westlichen Tarifniveau hat sich im Osten damit verringert: Es wurden nun 94 % (2015: 92 %) der westlichen Vergütungshöhe erreicht. Für das gesamte Bundesgebiet lag der tarifliche Vergütungsdurchschnitt 2016 bei 854 € pro Monat (+ 3,4 %).

Zu diesen Ergebnissen kommt das Bundesinstitut für Berufsbildung (BIBB) in der Auswertung der tariflichen Ausbildungsvergütungen für das Jahr 2016. Ermittelt wurden die durchschnittlichen Vergütungen für 181 Berufe in West- und 151 Berufe in Ostdeutschland, wobei auch gesamtdeutsche Durchschnittswerte berechnet wurden. Auf die in die Auswertung einbezogenen Berufe entfielen 89 % aller Ausbildungsverhältnisse. Das BIBB führt die Auswertung der tariflichen Ausbildungsvergütungen seit 1976 jährlich zum Stichtag 1. Oktober durch.

Zwischen den Ausbildungsberufen bestehen erhebliche Unterschiede in der Vergütungshöhe. Besonders hoch lagen 2016 die tariflichen Ausbildungsvergütungen in den Berufen des Bauhauptgewerbes – zum Beispiel Maurer/Maurerin – mit monatlich 1.042 € im Gesamtdurchschnitt. In Westdeutschland fielen sie mit durchschnittlich 1.090 € deutlich höher aus als in Ostdeutschland mit 897 €. Sehr hohe tarifliche Vergütungen wurden beispielsweise auch in den Berufen Kaufmann/ frau für Versicherungen und Finanzen (einheitlich: 1.028 €), Mechatroniker/Mechatronikerin (gesamt: 1.023 €, West: 1.027 €, Ost: 1.005 €) und Medientechnologe/Medientechnologin Druck (einheitlich: 963 €) gezahlt.

Vergleichsweise niedrig waren die tariflichen Vergütungsdurchschnitte 2016 zum Beispiel in den Berufen Maler und Lackierer/Malerin und Lackiererin (einheitlich: 670 €), Bäcker/Bäckerin (einheitlich: 618 €), Florist/Floristin (einheitlich: 587 €)

sowie Schornsteinfeger/Schornsteinfegerin (einheitlich: 495 €).

Aufgrund der guten Wirtschaftslage in Deutschland, vor allem aber auch wegen der weiter wachsenden Schwierigkeiten vieler Betriebe, ihre Ausbildungsplätze zu besetzen, wurden die tariflichen Ausbildungsvergütungen in den letzten Jahren deutlich angehoben. In Westdeutschland betrug die jährlichen Steigerungsraten von 2012 bis 2014 jeweils über 4,0 %, gingen dann aber 2015 und 2016 etwas zurück auf unter 4,0 %. Dagegen stiegen in Ostdeutschland die tariflichen Vergütungen bereits seit 2011 durchgängig um über 4,0 % jährlich an.



In Ausbildungsberufen mit großem Bewerbermangel – zum Beispiel im Lebensmittelhandwerk, in der Gastronomie und der Reinigungsbranche – waren 2016 sowohl überdurchschnittliche als auch unterdurchschnittliche Erhöhungen zu beobachten. So nahmen die tariflichen Ausbildungsvergütungen in West- und Ostdeutschland beispielsweise im Beruf „Bäcker/Bäckerin“ mit jeweils 3,0 % nur relativ gering zu. In den Berufen „Restaurantfachmann/Restaurantfachfrau“ und „Koch/Köchin“ wurden die Vergütungen mit 4,1 % im Westen und 5,6 % im Osten dagegen stärker angehoben. Ein beträchtliches Plus war im Beruf „Fachkraft für Systemgastronomie“ in Ostdeutschland mit 9,0 % zu verzeichnen, in Westdeutschland gab es einen Anstieg um 4,0 %. Im Beruf „Gebäudereiniger/-in“ bewegte sich der Zuwachs in West- und Ostdeutschland mit 3,0 % beziehungsweise 3,5 % dagegen unter dem Durchschnitt.

Zwischen den Ausbildungsbereichen gab es in West- und Ostdeutschland nach wie vor deutliche Unterschiede. Überdurchschnittlich hohe Ausbildungsvergütungen wurden 2016 im Öffentlichen Dienst (einheitlich: 929 €) sowie in Industrie und Handel (gesamt: 921 €, West: 929 €, Ost: 858 €) erreicht. Unter dem Gesamtdurchschnitt lagen die Vergütungen im Bereich der freien Berufe (gesamt: 769 €, West: 770 €, Ost: 745 €), in der Landwirtschaft (gesamt: 731 €, West: 751 €, Ost: 639 €) sowie im Handwerk (gesamt: 714 €, West: 719 €, Ost: 655 €).

Eine Gesamtübersicht über die für 2016 ermittelten Vergütungsdurchschnitte in den erfassten Berufen ist abrufbar unter www.bibb.de/ausbildungsverguetung. (Quelle: <https://bildungsklick.de/ausund-weiterbildung/meldung/der-ostenholt-auf/>)

KMK-Strategie „Bildung in der digitalen Welt“

Die zunehmende Digitalisierung aller Lebensbereiche führt zu einem stetigen Wandel des Alltags der Menschen. Welche digitalen Kompetenzen müssen junge Menschen in Schule, Ausbildung und Studium heute und in Zukunft erwerben, um ihr berufliches und soziales Leben gestalten zu können? Antworten darauf und weitere Herausforderungen gibt die Kultusministerkonferenz in ihrer Strategie Bildung in der digitalen Welt. „Die Kultusministerkonferenz legt mit ihrer Strategie `Bildung in der digitalen Welt` ein klares Handlungskonzept für die Gestaltung einer der größten gesellschaftlichen Herausforderungen unserer Zeit vor. Das Lernen im Kontext der zunehmenden Digitalisierung von Gesellschaft und Arbeitswelt sowie das kritische Reflektieren darüber werden zu integralen Bestandteilen des Bildungsauftrages. Digitale Medien halten ein großes Potential zur Entwicklung und zum Einsatz neuer Lehr- und Lernprozesse bereit, sie tragen dazu bei, Schülerinnen und Schüler individuell noch besser zu fördern und damit unsere Anstrengungen für mehr Chancengerechtigkeit durch Bildung zu unterstützen. Der Verabschiedung der Strategie mit ihren klar formulierten Zielen und der gemeinsamen inhaltlichen Ausrichtung aller 16 Länder ging ein intensiver transparenter Abstimmungsprozess voraus, in den die Expertise aus Wissenschaft, Verbänden, Arbeitgebern und Gewerkschaften maßgeblich eingeflossen ist“, erklärte die Präsidentin der Kultusministerkonferenz und Bremer Senatorin für Kinder und Bildung, Claudia Bogedan.

Die Kultusministerkonferenz beschreibt in ihrer Strategie Handlungsfelder für Länder, Bund, Kommunen und Schulträger sowie Schulen. In diesen Handlungsfeldern werden die Länder in Zusammenarbeit mit allen anderen Akteuren zügig die nächsten Schritte zur Umsetzung des digitalen Lernens einleiten. Aufgabe der Länder ist es, in den Bildungsplänen der verschiedenen Unterrichtsfächer die

angestrebten digitalen Medienkompetenzen der Schülerinnen und Schüler als Bildungsziele zu verankern. Eine gemeinsame Aufgabe von Ländern, Bund und Schulträgern besteht darin, eine funktionssichere und leistungsfähige digitale Infrastruktur für Schulen sowie Schülerinnen und Schüler aufzubauen. Zugleich werden die Länder Aus- und Fortbildungsprogramme für die Lehrerinnen und Lehrer ausarbeiten und umsetzen. Gemeinsam müssen Länder und Bund zudem zahlreiche rechtliche Fragen des Datenschutzes und des Urheberrechtes klären. Die Länder müssen zudem in der Zusammenarbeit mit Fachleuten aus dem Bereich digitaler Medien wie zum Beispiel Software-Entwicklern und Schulbuchverlagen die Entwicklung und Gestaltung anwenderfreundlicher und für den Unterricht geeigneter Lernprogramme voranbringen. Zuletzt gilt es, digitales Lernen in Schule und Unterricht mit digitalen Lernplattformen und digitaler Schulverwaltungssoftware zu verbinden. In den weiterführenden Schulen soll möglichst bis 2021 jede Schülerin und jeder Schüler jederzeit, wenn es aus pädagogischer Sicht im Unterrichtsverlauf sinnvoll ist, eine digitale Lernumgebung und einen Zugang zum Internet nutzen können, so heißt es in der Strategie.

Im schulischen Teil der Strategie formuliert die Kultusministerkonferenz einen Kompetenzrahmen verbindlicher Anforderungen für die Bildung in der digitalen Welt. Die Umsetzung dieses Rahmens wird einen bildungspolitischen Schwerpunkt der Länder in den kommenden Jahren darstellen. Ziel ist dabei, dass alle Schülerinnen und Schüler, die zum Schuljahr 2018/19 in die Grundschule eingeschult werden oder in die Sekundarstufe I eintreten, bis zum Ende der Pflichtschulzeit die in diesem Rahmen formulierten Kompetenzen erwerben sollen. Diese für die Strategie zentrale Maßnahme soll somit ab 2026 umgesetzt sein. Der Rahmen umfasst sechs Kompetenzbereiche:

- Kommunizieren und Kooperieren
- Produzieren und Präsentieren
- Schützen und sicher Agieren
- Problemlösen und Handeln
- Analysieren und Reflektieren

Digitale Kompetenzen werden damit zum integrativen Teil der Fachcurricula aller Fächer. Die beruflichen Schulen nehmen die technologischen und wirtschaftlichen Veränderungen aus der Digitalisierung im Unterricht auf. Die mit der Digitalisierung verbundenen Entwicklungen, wie Internet der Dinge, Industrie beziehungsweise Wirtschaft 4.0, Wissensmanagement, smartes Handwerk, digitales Bauen, eCommerce, smarte Landwirtschaft oder eHealth, werden in den Bildungsplänen der Länder berücksichtigt.

Die Hochschulen stehen durch die stetige Zunahme des verfügbaren Wissens, immer kürzere Innovationszyklen der Informations- und Kommunikationstechnologie und die gestiegenen Anforderungen von Wissenschaft, Wirtschaft und Gesellschaft vor der Herausforderung, die technologischen Möglichkeiten der Digitalisierung in die Strukturen und Abläufe in Forschung und Lehre schnell, effizient und nachhaltig zu integrieren. Gleichzeitig unterstützt die Digitalisierung die Flexibilisierung und Individualisierung des Lehrangebots. „Wegen der Dynamik der Digitalisierung betrachtet die Kultusministerkonferenz den angestoßenen Prozess als ständige Aufgabe. So wird die Kultusministerkonferenz die anstehenden und künftigen Maßnahmen im Dialog mit allen anderen Akteuren – Bund, Kommunen, Wirtschaft und Wissenschaft sowie Zivilgesellschaft – begleiten“, sagte die Präsidentin der Kultusministerkonferenz. Die KMK-Strategie „Bildung in der digitalen Welt“ steht zum Download unter www.kmk.org/fileadmin/Dateien/pdf/PresseUndAktuelles/2016/Bildung_digitale_Welt_Webversion.pdf bereit. (Quelle: www.kmk.org/presse/pressearchiv/mitteilung/strategie-bildung-in-der-digitalen-welt.html)

- Suchen, Verarbeiten und Aufbewahren

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	lars.windelband@ph-gmuend.de
Bayern	Peter Hoffmann	p.hoffmann@alp.dillingen.de
Berlin/Brandenburg	Bernd Mahrin	bernd.mahrin@alumni.tu-berlin.de
Bremen	Olaf Herms/ Michael Kleiner	oharms@uni-bremen.de mkleiner@uni-bremen.de
Hamburg	Wilko Reichwein	reichwein@gmx.net
Hessen	Uli Neustock	u.neustock@web.de
Mecklenburg-Vorpommern	Christine Richter	ch.richter.hro@gmx.de
Niedersachsen	Andreas Weiner	weiner@zdt.uni-hannover.de
Nordrhein-Westfalen	Reinhard Geffert	r.geffert@t-online.de
Rheinland-Pfalz	Stephan Repp	mail@repp.eu
Saarland	Dieter Schäfer	d.schaefer@hwk-saarland.de
Sachsen	Martin Hartmann	martin.hartmann@tu-dresden.de
Sachsen-Anhalt	Klaus Jenewein	jenewein@ovgu.de
Schleswig-Holstein	Reiner Schlausch	reiner.schlausch@biat.uni-flensburg.de
Thüringen	Matthias Grywatsch	m.grywatsch@t-online.de

Hinweis für Selbstzahler:

Bitte nur auf das folgende Konto überweisen!

IBAN:

DE30 290 501 01 0080 9487 14

SWIFT-/BIC-Code:

SBREDE22XXX

BAG-MITGLIED WERDEN

www.bag-elektrometall.de/pages/BAG_Beitritt.html

www.bag-elektrometall.de

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: SBREDE22XXX

IMPRESSUM

Bundesarbeitsgemeinschaften für Berufsbildung in den Fachrichtungen

Elektro-, Informations-, Metall- und Fahrzeugtechnik e. V.

c/o ITB – Institut Technik und Bildung

Am Fallturm 1

28359 Bremen

04 21/218-66 301

kontakt@bag-elektrometall.de

Redaktion

Michael Sander

Layout

Brigitte Schweckendieck

Gestaltung

Winnie Mahrin

Berufsdidaktische Aspekte für eine Lerneinheit zur Robotik

Die Veränderung hin zu einer digitalisierten Arbeitswelt (4.0), bei der eine starke Diffusion der Informationstechnik in weitestgehend alle Lebens- und Arbeitszusammenhänge stattfindet, hat auch Auswirkungen auf die Robotertechnik. Roboter werden aus ihren Umhausungen gelassen und arbeiten kollaborativ an der Mensch-Maschine-Schnittstelle. Im Sinne einer berufsdidaktischen Sachanalyse thematisiert der Beitrag unterrichtsrelevante Aspekte der Robotik und skizziert eine methodische Umsetzung für die berufliche Aus- und Weiterbildung.



AXEL GRIMM



NICOLAI HEINRICH

TECHNIK UND PROGRAMMIERUNG

Zwei notwendige Bedingungen zeichnen einen Roboter aus. Erstens sind die Bewegungen in den konstruktionsbedingten Grenzen frei programmierbar und zweitens sind Roboter mit einem Effektor (Werkzeug, Greifer etc.) ausgestattet. Je nach Anwendungsfall sind verschiedene Qualitäts- und Konstruktionsmerkmalen bedeutsam. Unter dem Begriff „Freiheitsgrad“ wird verstanden, wie ein Roboter seinen Effektor im dreidimensionalen Raum bewegen kann. Jedes Gelenk des Roboters entspricht einem Freiheitsgrad. Die Positionsgenauigkeit ist das Maß dafür, wie genau ein Roboter einen Punkt ansteuern kann. Die Wiederholgenauigkeit – einen Punkt mehrmals mit gleicher Passgenauigkeit anfahren zu können – ist bei den meisten Anwendungen von großer Bedeutung. Die maximale Gewichtsbelastung, die beim Heben oder Verfahren geleistet werden kann, ohne dass die Wiederholgenauigkeit und die Positionierungsgenauigkeit beeinträchtigt werden, wird als „Payload“ bezeichnet. Soll eine bestimmte programmierte Bahn mehrmals abgefahren werden, so ist die Bahntreue ein Qualitätsmerkmal. Selbstverständlich spielt auch die Geschwindigkeit, in der ein Roboter arbeiten kann, eine wichtige Rolle. Diese wird mit der Verfahrensgeschwindigkeit angegeben.

Grundsätzlich lassen sich bei Robotern Online- und Offlineprogrammierung unterscheiden. Bei einer Onlineprogrammierung erfolgt die Eingabe des Programms direkt am Roboter. Es wird zwischen der

„Teach-in“-Methode und der Master-Slave-Methode unterschieden. Beim „Teach-in“ erfolgt die Eingabe über eine „Teachbox“ oder über das manuelle Führen des Roboters. Hat der Effektor den gewünschten Punkt erreicht, wird die Position als Raumpunkt gespeichert. So können Verfahrenswege festgelegt und abgespeichert werden. Das Programm muss nun derart in einen Quelltext gebracht werden, dass der Roboter die zuvor programmierten Punkte wie gewünscht ab- oder anfährt sowie Aktionen durchführt. Daher handelt es sich hierbei um eine sogenannte Punk-zu-Punkt-Steuerung. Bei der Master-Slave-Programmierung wird die Bewegung als Ganzes gespeichert. Der Master (ein Mensch) führt den Slave (Roboter) genau in der Form, wie die Bewegung später ausgeführt werden soll. Dabei werden die abgefahrenen Koordinaten und die dazugehörigen Beschleunigungen aufgezeichnet. Die Mitarbeiter geben somit ihr (Erfahrungs-)Wissen mit allen Konsequenzen direkt an den Roboter ab. Dies wird auch als „Play-Back“-Verfahren bezeichnet. Als Nachteile der Onlineprogrammierung für Lehr-/Lernzwecke müssen die Ressourcenverfügbarkeit (meist existiert nur ein Roboter an Ausbildungsstätten) und die fehlenden Simulationsmöglichkeiten angegeben werden.

Bei der Offlineprogrammierung erfolgt die Erstellung eines neuen Programms unabhängig vom Roboter an einem Rechner. Als Ansätze lassen sich die textuelle Programmierung in der durch den Hersteller vorgegebenen Sprache und die Simulationsprogrammierung anführen. Die Simulation eignet sich beson-

ders, um spätere Probleme wie Kollisionen vor der Übertragung auf den Roboter zu erkennen und zu vermeiden.

Egal ob das Online- oder Offlineverfahren genutzt wird, es wird ein Quelltext generiert, der im Weiteren bearbeitet werden kann.

TECHNOLOGISCHER WANDEL IN DER ROBOTIK

Für die weiteren Überlegungen rückt ein technisches Artefakt in den Mittelpunkt der exemplarischen Betrachtung: der kollaborative und sensitive Leichtbauroboter „P-Rob 2“ der Firma F&P (siehe Abb. 1).

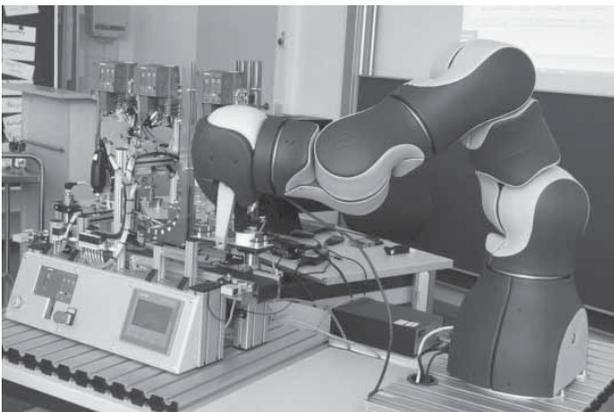


Abb. 1: „P-Rob 2“ in Kombination mit einem MPS-Transfersystem „Industrie 4.0“ (Foto: biat)

Die Mensch-Maschinen-Schnittstelle in der Robotik ist durch hohe Sicherheitsvorkehrungen geprägt. Die Entwicklungen hin zu kollaborativen Robotern verändert die Mensch-Maschine-Schnittstelle.

Kollaborative Roboter zeichnen sich durch eine einfache Bedienbarkeit und Zusammenarbeit mit den Menschen aus. Es werden Industrie- und Assistenz-/Service-Anwendungen unterschieden, bei denen die überschneidenden Arbeitsräume von Mensch und Maschine ein Charakteristikum darstellen. Eine Kollision zwischen Roboter und Mensch kann daher nicht ausgeschlossen werden. Schutzmaßnahmen müssen Kollisionen verhindern oder die Risiken einer solchen minimieren. Die Roboter werden dazu in ihrer Bauart verändert. Sie erkennen Hindernisse, auf die sie treffen, beispielsweise durch Widerstands- oder Kraftänderung und brechen die Bewegung augenblicklich ab. In Verbindung mit einer angepassten Bewegungsgeschwindigkeit und Polsterung des Roboters ergibt sich so eine gesunkene Gefährdung der Menschen.

Mit den Veränderungen der Robotertechnik sind weitere Implikationen verbunden. Die früheren eher maschinennahen firmeneigenen Programmierspra-

chen werden durch Standardsprachen wie Java oder Python ersetzt. Dies ist zum Teil ein Zeichen dafür, dass Leichtbauroboter nicht mehr nur im klassischen Maschinenbau entwickelt, sondern vielmehr als Innovationsfeld von Startups aufgegriffen werden. Ein Roboter ist in der Regel Teil einer Produktionsanlage und dadurch eingebunden in ein mechatronisches System. Sollten bereits Prinzipien einer Industrie 4.0 zum Tragen kommen, so werden Schnittstellen einen Datenaustausch zwischen den Anlagenteilen möglich machen müssen. Für die Programmierung werden somit Kompetenzen aus der Informatik bzw. interdisziplinäre Zugänge benötigt.

ZUKÜNFTIGE ANFORDERUNGEN IN DER FACHARBEIT

Der Roboter ist als Teil der Produktionsanlage über ein Netz mit weiteren Anlagenteilen IP-basiert verbunden. Ob die Programmierung der Roboter von Ingenieuren, akademischen Informatikern oder Facharbeiterinnen und Facharbeitern geleistet wird, unterliegt firmenspezifischen Auffassungen und Überzeugungen. Basierend auf Einblicken in die Facharbeit von IT-Fachkräften erfolgen erste berufs-didaktische Annahmen.

So zeichnet sich die informationstechnische Fachsprache durch englische Fachausdrücke und Beschreibungen aus. Sie ist domänenspezifisch ausgeprägt und wird von Mitgliedern anderer Praxisgemeinschaften nur selten verstanden. Benötigte Informationen werden häufig in geteilten Wissensräumen im Internet recherchiert. Die Kommunikationssprache ist dort in der Regel ebenfalls Englisch. Das geteilte Wissen, das öffentlich zugänglich in Foren dargeboten wird, steht im Gegensatz zu den in der Industrie eher stark reglementierten (firmeninternen) Wissensrepräsentationen. Trotzdem kann das Lernen durch digitale Medien in sozialen oder firmeninternen Netzen als nicht voraussetzbar angesehen werden. Obwohl in der digitalen Gesellschaft die Informationen jederzeit und überall zur Verfügung stehen und abgerufen werden, fehlt es doch an einer ausgeprägten Reflexionsfähigkeit zu diesen und über diese Informationen.

GESELLSCHAFTLICHE ASPEKTE

Nicht erst der Lockruf zur vierten industriellen Revolution, der weitestgehend politisch motiviert einen Wettbewerbsvorteil Deutschlands durch Effizienzsteigerung und Innovation verspricht, offenbart, dass der technische Fortschritt Arbeit vom Menschen auf automatisierte Maschinenlösungen übertragen

soll. Die Ziele einer Vernetzung mit Hilfe von CPS (cyber physical systems) sind mehrdimensional zu betrachten. Neben den technischen Innovationen sind weiterführende Aspekte der Robotik für die Planung von ganzheitlichen Lehr-/Lernarrangements kritisch zu analysieren. Unter wirtschaftlichen Aspekten sollen in der Produktion zunächst Personalkosten im Gesamtproduktionsprozess eingespart werden. Die Investition bspw. in die Robotertechnik ist aber auch mit der Hoffnung nach einer quantitativen Steigerung der Produktivität und einer Verbesserung der Produktqualität verbunden. Den automatisierten Maschinen wird weiterhin zugeschrieben, dass sie die zunehmend komplexeren Prozesse besser beherrschen als die Menschen selbst.

Mit der „Humanisierung der Arbeit“ werden weitere Gründe für einen hohen Automatisierungsgrad in der Produktion betrachtet. So werden dem Menschen bestimmte sensorische Leistungspotentiale abgesprochen, die durch eine Maschine aber zur Verfügung gestellt werden können. Bei präzisen Steuerungsaufgaben reicht die psychomotorische Leistungsfähigkeit des Menschen nicht immer aus. Maschinen verarbeiten deutlich mehr Informationen, so dass auf Grund der Informationsverarbeitungskapazität des Menschen bestimmte Aufgaben in ihrer Komplexität nur durch Automatisierungslösungen erfüllt werden können. Nicht zumutbare monotone Tätigkeiten in der Produktion bzw. nicht persönlichkeitsförderliche Arbeitsprozesse lassen sich ebenfalls als Begründungen für die Einführung von Robotern respektive automatisierten Systemen anführen. So können sich ständig wiederholende Aufgaben, Aufgaben mit Schrittfolge und Zeittaktung und Parallelaufgaben durch Roboter übernommen oder mit Robotern assistiert werden.

Den Vorzügen automatisierter Produktionsanlagen stehen aber die menschlichen Vorzüge entgegen. Ausgebildete Fachkräfte sind flexibel einsetzbar, haben einen Überblick über die gesamte Produktion, können auf Fehler reagieren und selbständig Entscheidungen fällen. Indem sie zum Verbesserungs- oder Qualitätsmanagement beitragen, leisten sie zudem einen hohen Mehrwert im Arbeitsprozess.

NETZKOMPETENZ ALS SCHLÜSSEL FÜR EINE NACHHALTIGE ARBEITSFÄHIGKEIT

Die sogenannte Netzkompetenz soll als individuelle Disposition Personen heute und in der Zukunft in einer digitalen Gesellschaft und Arbeitswelt Orientierung und Halt geben. Netzwerke sind ein unverzichtbares

Kommunikationsmedium für den Datenaustausch in einer Mensch-Mensch-, Mensch-Maschine- und zunehmend Maschine-Maschine-Interaktion. Der Datenaustausch findet im privaten und gesellschaftlichen Umfeld sowie in der Vernetzung von Produktionsanlagen und -komponenten statt. Ein sicheres Indiz für die Bedeutung IP-basierter Kommunikation ist der Ausbau von IPv4 auf IPv6. Der neue Adressvorrat, es handelt sich bei der Umstellung von IPv4 auf IPv6 um eine Vergrößerung des Adressraums von 232 ($\approx 4,3$ Milliarden = $4,3 \cdot 10^9$) Adressen auf 2128 (≈ 340 Sextillionen = $3,4 \cdot 10^{38}$) Adressen, ermöglicht, dass jegliche Sensorik und Aktorik im Internet Daten austauschen.

Für ein digitalisiertes Leben und eine digitalisierte Arbeitswelt werden Kenntnisse, Fähigkeiten und Fertigkeiten benötigt, die eine nachhaltige Perspektive für eine Teilhabe in privaten und beruflichen Situationen und Abläufen gewährleisten. Über viele Jahre haben sich in der industriellen Herstellung und Fertigung lineare, hierarchisch strukturierte Arbeitsabläufe mit genau definierten Arbeitsanforderungen und klar voneinander abgegrenzten Aufgabengebieten etabliert. Neuere Entwicklungen, die mit den Vorstellungen und Entwicklungen hin zu einer digitalisierten Arbeitswelt konvergieren, setzen auf Möglichkeiten für zyklische, interdisziplinär vernetzte, offen partizipatorische Arbeitsorganisationen und Workflows. Getrieben durch den technischen Wandel wachsen Medien heute zusammen. Audio-, Bild- und Textinhalte lassen sich in digitalen Formaten einfacher kombinieren. Die Nutzer werden zu Prosumern und konsumieren sowie produzieren Wissen im Netz. Hierfür sollten die Nutzer/-innen verstehen wie ein digitales Netz funktioniert und in der Lage sein, es zu bedienen.

Für die Entwicklung einer Netzkompetenz sollte ein grundsätzliches Verständnis der Informatik entwickelt werden. Am Beispiel der Programmierung und den didaktischen Zugängen der „Fundamentalen Idee“ (SCHWILL o. J.) lässt sich ein Grundverständnis der Programmierung als Teil einer Netzkompetenz gestalten. Das Denken in Algorithmen zeichnet u. a. diejenigen aus, die Programme selbst erstellen. Für ein geteiltes Verständnis dieser Operationen und Strukturen innerhalb von Arbeitsprozessen wird es bedeutend sein, eine gemeinsame Basis zu entwickeln. SCHWILL konstatiert, dass die rasanten Entwicklungen in der Informatik nicht mit gleicher Geschwindigkeit in schulische Kontexte einfließen können. „Daher müssen sich die Inhalte im Infor-

matikunterricht bis auf weiteres an den langlebigen Grundlagen der Wissenschaft orientieren.“ (ebd., S. 1) Somit rücken grundlegende Prinzipien, Denkweisen und Methoden (nach SCHWILL: die „Fundamentalen Ideen“) der Informatik für Bildungsprozesse in den Mittelpunkt der Betrachtung. So lassen sich die Idee der Algorithmisierung, die Idee der Sprache und die Idee der strukturierten Zerlegung als übergreifende allgemeingültige Zugänge kritisch betrachten (vgl. SCHWILL o. J.).

Planungsskizze für eine mögliche Lerneinheit

Bezugnehmend auf die kurz gefasste „berufsdidaktische Sachanalyse“ im Vorfeld soll mit der Methode des Stationenlernens ein Lernkonzept skizziert werden, das auf der Mikroebene des Lehrer- bzw. Ausbilderhandelns weiterer Konkretisierungen bedarf. Absichtlich wird hier nicht auf einen Bildungsgang oder eine Lerngruppe fokussiert sondern eine breit angelegte Idee für eine Lerneinheit skizziert.

Die Unterrichtsmethode Stationenlernen bietet Möglichkeiten der Differenzierung und der Selbststeuerung im Unterricht. Bei thematischer Festlegung können für die Lernenden Wahlfreiräume bezüglich der Aufgaben und ihrer Reihenfolge, der Sozialform und als vermutlich wichtigstes Kriterium hinsichtlich der Lernzeit vorhanden sein. Das Lernen an Stationen orientiert sich an einem bestimmten komplexen Thema und ergibt sich aus der Untergliederung der Thematik in einzelne Teilaspekte. Den Stationen werden Arbeitsmaterialien mit entsprechenden Arbeitsaufträgen zugeordnet, die den Schülerinnen und Schülern ein selbstständiges Lernen ermöglichen. Nach POTTHOFF/POTTHOFF (1995) wird „zwischen einem Fundamentum (Basiswissen), dem Lernstoff, den alle gründlich durcharbeiten und danach beherrschen, und einem Additum (Spezialwissen), das den speziellen Anforderungen der einzelnen Lernenden besonders entgegenkommt“ (ebd., S. 5) unterschieden. Insbesondere das Additum bietet die Möglichkeit der Differenzierung. Bezieht sich die jeweils nachfolgende Station auf die vorausgegangene und die Reihenfolge der Stationen ist festgelegt, wird von einem geschlossenen Stationenlernen gesprochen. Die offene Form hingegen bietet den Lernenden die Möglichkeit, je nach Interesse und Verfügbarkeit, sich Stationen auszuwählen.

Für die Unterrichtseinheit „Robotik – P-Rob 2“ werden folgende Stationen festgelegt:

Station 1: Einfache „Pick-and-Place“-Aufgabe

Station 2: Dokumentation eines Roboterprogramms

Station 3: Aufbau und Wirkungsweise von Robotern

Station 4: 3D-Simulation einer „Pick-and-Place“-Aufgabe

Station 5: „Wandel der Arbeitswelt durch eine fortschreitende Digitalisierung“

Station 6: „Geschichte der Robotik“ – ein Lehrfilm

Station 7: „Programmierung in Python“ – ein erstes Programm

Station 8: „Risikobeurteilung“ einer Mensch-Maschine-Schnittstelle

Die Stationen 1-4 gelten als „Fundamentum“ und werden verpflichtend von allen Lernenden selbstständig erarbeitet. Das Additum bilden die Stationen 5-8. Die Station 2 kann nur nach der Station 1 durchgeführt werden. Somit handelt es sich hier um eine Mischform des Stationenlernens aus offener und geschlossener Vorgehensweise. Für das Unterrichtsvorhaben sind vier Unterrichtsblöcke (à 90 Minuten) vorgesehen. Die Zeitvorgabe sollte ausreichen, damit jede Schülerin und jeder Schüler mindestens die Aufgaben des Fundamentums und eine weitere Aufgabe des Additums bearbeiten kann. Von leistungsstarken Lernenden wird erwartet, alle Stationen zu absolvieren.

Das gesamte Stationenlernen wird den Lernenden in Form einer digitalen Lernplattform zugänglich gemacht. Dadurch soll der Umgang mit dem PC, das Informieren und Lernen in Netzen genauso wie das Teilen von Informationen in Netzen erlernt werden. Pro Gruppe sollte deswegen mindestens ein PC oder Laptop zur Verfügung stehen.

Problematisch wird die Station 1, wenn nur ein Roboter zur Verfügung steht und die Lerngruppen diese Station nur nacheinander bearbeiten können. Hier wird eine Steuerung durch die Lehrkraft von Nöten sein.

Arbeitsauftrag der Station 1 ist es, ein „Pick-and-Place“ durchzuführen, d. h., den Roboter einen Gegenstand an einer bestimmten Position aufnehmen und an einer anderen Position ablegen zu lassen. Dazu ist der Roboter von Hand in bestimmte Positionen zu führen, und diese Positionen sind im Roboter abzuspeichern. Der Roboter fährt zwischen zwei abgespeicherten Positionen eine durch den Roboter berechnete Bahn. Einfluss auf diese Bahn kann nur durch weitere Positionen genommen werden, die der Roboter ebenfalls passieren soll. Beim Testen der

einzelnen Bahnen, muss immer überprüft werden, ob der Roboter sich ohne Kollision durch den Raum bewegt. Das Festlegen der Positionen ist dabei der erste Schritt zum Algorithmus. Ergänzt werden soll dieser durch Öffnen und Schließen des Greifers zum richtigen Zeitpunkt. Dazu muss im Browser-basierten Benutzerinterface „myP“ gearbeitet werden. Das Anfahren jeder Position entspricht dabei einem Python Funktionsaufruf. Die Funktion kann in einem Assistenzmenü ausgewählt werden, so dass der Quellcode nicht selbst im Editor geschrieben werden muss.

Um unterschiedliche, aber vergleichbare Aufgaben für alle Gruppen zu haben, sind auf dem Labortisch, auf dem der Roboter steht, vier Punkte definiert: ein Förderband, ein Ablagetisch, ein Podest und eine Kiste. Die einzelnen Gruppen erhalten unterschiedliche Aufträge, beispielsweise den Gegenstand vom Förderband zu nehmen und auf dem Tisch abzulegen.

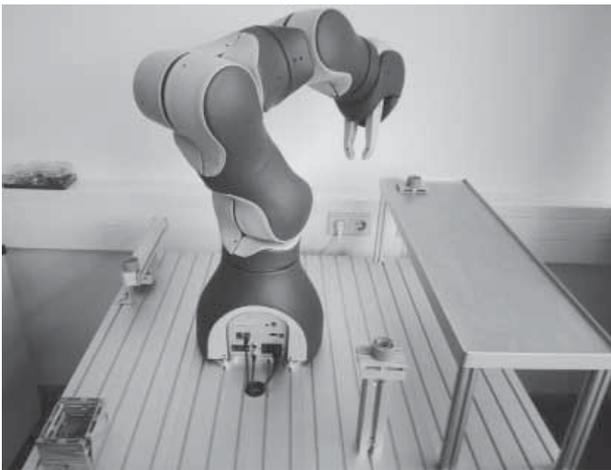


Abb. 2: „P-Rob 2“ in Kombination mit einem MPS-Transfersystem „Industrie 4.0“ (Foto: biat)

Am Beispiel der Station 2 „Dokumentierung eines Roboterprogramms unter Anwendung von Foren und Hilfsfunktionen“ werden hier exemplarisch die Ziele der Kompetenzentwicklung vorgestellt. Aus der Realumgebung des „P-Rob 2“ wird das Programm, das bei Station 1 generiert wurde, über das Webbrowser-basierte Benutzerinterface „myP“ ausgelesen und in einen Editor geöffnet. Da die Lernenden in der Regel wenig bis keine Vorkenntnisse mit der Programmiersprache „Python“ haben, soll ein erstes Verständnis des Algorithmus durch das Kommentieren entwickelt werden. Hierfür werden die Dokumentation der Programmiersprache selbst und ausgewählte englischsprachige Onlineforen angeboten. Wünschenswert wäre eine Partner- oder Kleingruppenarbeit, so dass soziale und personale Effekte eintreten können.

Ziel soll es sein, dass jede Schülerin oder jeder Schüler die Bedeutung jeder Zeile des Quellcodes der Lehrkraft im Anschluss erläutern kann. Außerdem ist ein Programm-Ablauf-Plan zu erstellen. Auf diese Weise sollen sich die Schülerinnen und Schüler die Grundlagen für die Beschreibung eines Algorithmus erarbeiten. Die erstellten Dokumentationen werden in Moodle der Klasse zur Verfügung gestellt.

Bei Station 3 „Aufbau und Wirkungsweise von Robotern“ sollen unterschiedliche Roboter betrachtet und ihre Gemeinsamkeiten und Unterschiede herausgearbeitet werden. Diese Aufgabe dient auch dazu, dass sich die Schülerinnen und Schüler mit der Robotik-Fachsprache beschäftigen, indem sie Begriffe wie Effektor, Freiheitsgrad, Payload, Positions- und Bahntrajektorie oder Verfahrensgeschwindigkeit nutzen.

Station 5 „Wandel der Arbeitswelt durch eine fortschreitende Digitalisierung“ ist eine Station zur Textarbeit. Es stehen aktuelle Texte zur Industrie 4.0 ebenso zur Verfügung wie Texte aus den Zeiten von CIM wie „Roboter und Arbeitsbedingungen“ (SARI/URBAN 1984), die sich an Betriebsräte gerichtet haben, um die Auswirkung des erstmaligen Einsatzes von Robotern in ihrem Unternehmen abschätzen zu können. Die Schülerinnen und Schüler sollen so vergleichen, welche Befürchtungen und Chancen bestanden bzw. immer noch bestehen und welche Auswirkungen der Einsatz von Robotern auf sie persönlich, ihr Unternehmen und die Gesellschaft haben kann.

Die Aufgabenstellung von Station 7 „Programmierung in Python“ soll für die Schülerinnen und Schüler, deren Interesse an der Programmierung geweckt wurde, die Möglichkeit eröffnen, weitere Grundlagen der Programmierung zu erlernen. Da die Arbeitszeit am existierenden Roboter sehr begehrt und begrenzt sein wird, soll diese Aufgabe nur mittels PC erfolgen. Inhaltlich geht es um Verzweigungen, also um einfache if-Anweisungen. Dazu soll ein Programm geschrieben werden, mit dem Zahlenwerte verglichen werden. Der Vergleich von Zahlenwerten ist auch in der weiteren Arbeit mit dem „P-Rob 2“ notwendig, wenn beispielsweise Öffnungswinkel des Greifers oder die errechneten Farbwerte durch die Sensoren im Greifer verglichen werden sollen. Das Programm soll ausgeben, ob eine Zahl größer oder kleiner bzw. gleich einer vorher definierten Zahl ist. Die Aufgabe kann zur Differenzierung um prozentuale Abweichungen erweitert werden, die noch als gleich gelten.

Bei der Station 8 „Risikobeurteilung“ geht es um die theoretische Planung eines Roboterarbeitsplatzes.

Ein nicht sensitiver Roboter soll so aufgebaut werden, dass man ihn zu Ausbildungszwecken leicht erreichen kann, aber andererseits alle Sicherheitsanforderungen erfüllt sind. Dazu steht das Dokument „Industrieroboter“ der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung (vgl. DGUV 2015) frei im Internet zur Verfügung. Im Dokument werden Sicherheitseinrichtungen beschrieben, und es beinhaltet Check-Listen und Vorschriften zur Risikobeurteilung. Die Schülerinnen und Schüler sollen so potentielle Gefahren ermitteln und gleichzeitig geeignete Sicherheitsmaßnahmen erarbeiten sowie grundlegende Handlungsweisen im Umgang mit nicht sensitiven Robotern erlernen.

ZUSAMMENFASSENDE BETRACHTUNGEN

Die hier vorgestellte Planungsskizze zu einer Lerneinheit „Robotik“ greift eine der Veränderungen auf, die mit einer fortschreitenden Digitalisierung verbunden sein wird: die Diffusion der Informationstechnik und Informatik in weitestgehend alle privaten und beruflichen Bereiche. Nun können Bildungsinstitutionen aber nicht hinter allen technologischen Änderungen „herhecheln“; dieser Wettkampf wird im gewerblich-technischen Bereich vermutlich niemals

ausgeglichen stattfinden können. Um eine dauerhafte Teilhabe und eine Gestaltungsorientierung zu gewährleisten, sollten Berufsbildungsinitiativen sich daher daran orientieren, was trotz des rasanten technischen Wandels bleiben wird. Dies könnte, hier am Beispiel des Stationenlernens zur Robotik, ein Verständnis für die Belange des Arbeitsschutzes, eine Durchdringung eines Algorithmus oder eine mehrdimensionale Bewertung neuer Technologien sein. Da die Planungsskizze bisher noch keine echte Praxis erfahren durfte, steht eine Evaluation noch aus.

LITERATUR

- DGUV (2015): Industrieroboter, DGUV Information 209-074. (Internet: http://www.arbeitssicherheit.de/media/pdfs/CCC_1471_150101.pdf)
- POTTHOFF, J.; POTTHOFF, W. (1995): Freiarbeit und Lernzirkel im Mathematikunterricht der Sekundarstufe. Freiburg: Reformpädagogischer Verlag
- SCHWILL, A. (o. J.): Fundamentale Ideen der Informatik. <http://ddi.cs.uni-potsdam.de/Forschung/Schriften/ZDM.pdf> (27.06.2016)
- SARI, S.; URBAN, G. (1984): Roboter und Arbeitsbedingungen. Köln. Europa-Universität Flensburg – Berufsbildungsinstitut Arbeit und Technik (biat)

Entwicklung eines handlungsorientierten Modells zur Beschreibung der Vermittlungstiefe von Lernergebnissen



© privat
ANDREAS LINDNER

Die Gestaltung schulinterner Curricula ist seit dem Lernfeldansatz eines der drängendsten Probleme der berufsschulischen Praxis. Der Beitrag verdeutlicht die Entwicklungsarbeit am Beispiel eines großen Kollegiums in München, das auf den Bedarf nach eindeutiger Beschreibung der erreichten Lerntiefe bei unterrichteten Inhalten reagierte. Bisherige Werkzeuge wurden den Forderungen nicht gerecht und waren häufig zu komplex. Im Folgenden wird ein vierstufiges System beschrieben, mit dem sich die Kolleginnen und Kollegen intern über die Vermittlungstiefe der Inhalte und das Niveau, auf dem die folgende Jahrgangsstufe aufbauen soll, abstimmen können. Diese Lernniveaustufen resultieren aus einem Modell der vollständigen Handlung.

AUSGANGSLAGE

An der Städtischen Berufsschule für Fertigungstechnik an der Deroystraße in München werden derzeit ca. 2.200 Schüler/-innen in den Berufen Industriemechaniker/-in, Feinwerkmechaniker/-in,

Zerspanungsmechaniker/-in, Mechatroniker/-in und Fertigungsmechaniker/-in unterrichtet.

Als Folge der überfallartigen Umsetzung der neuen Lehrpläne für Feinwerkmechaniker/-innen ab dem Jahr 2002 und der Lehrpläne für

Industriemechaniker/-innen mit der Lehrplanrichtlinie vom Juli 2004 wurde an der „Deroystraße“ im Rahmen der Umsetzungsarbeit von den Lehrkräfte-teams eine neue Darstellung der zu vermittelnden Inhalte in den in Bayern zu Fächern zusammengefassten Lernfeldern entwickelt. Die als Unterrichtsverteilungsplan (UVP) bezeichneten tabellarischen Aufstellungen listeten zunächst nach Fach und Blockwoche getrennt die Inhalte in Stichworten auf. Sie waren damals eine große Hilfe für das Kollegium, um die Umsetzung zu ermöglichen. Im Laufe der Jahre wurden auch die im Unterricht umgesetzten Projekte und zum Teil deren Einzelinhalte mit aufgenommen. Diese UVPs werden in Qualitätszirkeln alle drei bis vier Jahre überarbeitet, an Erkenntnisse aus den aktuellen Abschlussprüfungen angepasst, mit neuen Projekten hinterlegt und in Einzelfällen mit Blick auf den Unterricht nachgesteuert (vgl. Tab. 3, S. 163).

Mit Beginn der Umsetzung der lernfeldorientierten Lehrpläne begann das Kollegium, alle Parallelklassen mit gleichen, gemeinsam nach „Best-Practice“-Betrachtungen entwickelten Skripten, zu unterrichten. (vgl. ANTONITSCH/RIEDL 2013).

PROBLEMSTELLUNG

Im Laufe der Jahre stellte das Kollegium immer häufiger fest, dass es Unsicherheiten mit der Tiefe der Stoffvermittlung gab. Einerseits gab es engagierte Kolleginnen und Kollegen, die aus eigenem Antrieb das Skript ausbauten, was unmittelbar zu Zeitnot führte. Andererseits gab es regelmäßig Klagen, dass die Schüler/-innen Inhalte noch nicht in der Tiefe beherrschten, wie es die Kolleginnen und Kollegen der höheren Jahrgänge erwarteten.

Besonders augenfällig waren die Probleme bei den Inhalten, die bewusst in mehreren Jahrgängen in immer größerer Tiefe unterrichtet werden sollten, wie z. B. Auswertung von Toleranzen oder die Entschlüsselung von Werkstoffbezeichnungen. Unter den hierfür verbrauchten Ressourcen litten viele andere Projekte, namentlich die Entwicklung einer didaktischen Jahresplanung, da im Kollegium Einigkeit darüber herrschte, dass zunächst die inhaltlichen, dann die methodischen und weiterführenden Verfahrensweisen beschrieben werden sollten.

Es kristallisierte sich schnell heraus, dass das Kollegium ein einfaches, leicht handhabbares Werkzeug wünschte. Es sollte eindimensional sein und dennoch eindeutig. Besonderen Wert legte man darauf, dass die Stufen der vollständigen Handlung mit berücksichtigt werden können. Daher schieden viele Werk-

zeuge zur Beschreibung von Kompetenztiefen aus, da sie sich nur auf Wissenskategorien beschränkten.

ANALYSE BESTEHENDER WERKZEUGE

Alte Curriculare Lehrpläne

Der erste Ansatz basierte auf der Lernzieltaxonomie aus den curricularen Lehrplänen, bestehend aus den Feldern „Wissen“, „Können“, „Erkennen“ und „Werden“. Diese Beschreibungen waren stark auf kognitive Inhalte ausgerichtet. Komplexe Handlungen waren - gewollt - durch diese Methode nicht zu beschreiben. Einzig der Punkt „Werden“ wäre richtungsweisend gewesen, war aber als einziger so angelegt, dass eine Abstufung nicht vorgesehen war.

Detaillierte Unterrichtsverteilungspläne

Die ersten Versuche bestanden darin, die jeweiligen (gemeinsam genutzten) Arbeitsblätter in sogenannte „detaillierte Stoffverteilungspläne“ aufzunehmen und damit zu beschreiben, wie tief der Stoff vermittelt werden soll. Es stellte sich jedoch sehr schnell heraus, dass damit das Problem genau nicht gelöst war, da ja die Inhalte der Arbeitsblätter dynamisch waren und somit nicht das Ziel sondern der Ist-Zustand beschrieben wurde. Wenn Kolleginnen und Kollegen die Inhalte und die Vermittlungstiefe im Arbeitsblatt veränderten, war die zu erreichende Tiefe gemäß der Logik verändert, obwohl dies nicht intendiert war. Es sollte entsprechend den Grundlagen der Lehrkräfteausbildung (KARRLEIN 2012, S. 16 ff) eine Trennung zwischen der Beschreibung der Ziele (z. B. vermittelte Kompetenzen) und der daraus folgenden Unterrichtsarbeit (Mikroebene) geben (vgl. Tab. 1, nächste Seite).

WISSENSBEREICHE NACH TAXTAB

Experimente mit der Taxonomie nach Bloom und der daraus abgeleiteten TaxTab (FLACKE et al. 2010, S. 63 ff.) zeigten sehr schnell, dass es zwar eine „Verbentabelle“ als Hilfestellung zur Zuordnung von Lernleistungen gibt, diese jedoch nicht eindeutig ist und der Interpretation im Kontext bedarf (das Verb „auseinanderhalten“ taucht beispielsweise in den Stufen „Verstehen“ und „Analysieren“ gleichzeitig auf).

Außerdem ist die Tabelle eben nicht zur Beschreibung kleinerer Lerneinheiten gedacht, sondern soll zur Beschreibung von Kompetenzen am Ende absolvierter Module dienen. Dies ließ sich bei den Versuchen nachvollziehen. Ein Einsatz bei kleinteiliger Beschreibung von Lerntiefen war nicht sinnvoll. Das zeigte sich daran, dass auch Studierende, die länge-

Fertigungstechnik Qualitätssicherung (LF 11)		
Block 1: Einführung Qualitätssicherung		
Inhalte, Vorgehensweise und Hinweise	Theorie: Qualitätsmanagement (Begriff Qualität, Bestandteile des QM, Messtechnischer Grundsatz, Einteilung der Messgeräte), Qualitätskreis (Lebensphasen, Ursachen steigender Anforderungen, Qualitätsplanung, Zehnerregel)	Medien TO1
	Praxis: Lebensphasen eines Produkts: Von der Idee zur Serienreife	Film „Discovery Channel“: BMW 6er Reihe, Entwicklung, Folge 1
Block 2 - 3: Lernzirkel Messtechnik		
	Theorie und Praxis: Fachgerechter Umgang mit und Auswahl von typischen Prüf- und Messgeräten	PO203 / TO203 Lernzirkel Messen mit 12 Stationen
Block 4: Oberflächengüte		
	Theorie: Messverfahren, Eintragung in Zeichnungen	T11
	Praxis: Tastschnittverfahren	Film „Messen von Rauheiten“
Block 5: Prüfplanung		
	Theorie: Kurzarbeit; Prüfplanung: Prüfmerkmale und Prüfpläne, Prüfdatenerfassung, Prüfmittelüberwachung	TO4 KA1, TO405
	Praxis: Erstellung eines Prüfplans	PO405

Tab. 1: Detaillierter Unterrichtsverteilungsplan für das LF 11 (Ausschnitt, Stand 2009)

re Zeit mit dem Werkzeug geübt hatten, nicht in der Lage waren, eine beobachtete Lernsequenz sicher (und schon gar nicht schnell) in die gleiche Kategorie zu gruppieren. Dabei kam es einerseits immer wieder zu Diskussionen über die aktivierten Wissensbereiche und andererseits zu erheblichen Abweichungen in der Verortung in den Prozessdimensionen.

Zuletzt soll nicht unerwähnt bleiben, dass auch bei der TaxTab der Bereich der Handlungen, also alles was in den Bereich der psychomotorischen Durchführung fällt, fehlte. Dabei gilt es zu berücksichtigen, dass „Handeln“ im Verständnis der Kolleginnen und Kollegen der Derostraße zu einer echten Ausführung – bspw. in Form einer eigenen manuellen Tätigkeit der Lernenden in der Schule – führen sollte.

Dies ließ erkennen, dass die zunächst erfolgversprechende TaxTab keine Hilfe für das Problem darstellte und resultierte in der Forderung, dass ein anzuwendendes Werkzeug wenige Vermittlungsstufen haben soll.

VERMITTLUNGSTIEFENMODELL AN DER DEROYSTR.

Mit der Unterstützung einiger Kolleginnen und Kollegen erstellte der Verfasser auf der Basis der vollständigen Handlung ein Stufenmodell. Dazu ist es wichtig, dass die vollständige Handlung in Anlehnung an den militärischen Führungsvorgang und die daraus entstandene im Katastrophenschutz eingeführte Feuerwehrdienstvorschrift FwDV100 (STAATLICHE FEUERWEHRSCHULE WÜRZBURG 02/2009) als vierstufiger Regel-

kreis aus Information (Lagefeststellung, Erkundung), Planung (Beurteilung und Entschluss), Durchführung (Befehlsgebung) und Kontrolle (Lagefeststellung, Kontrolle) verstanden wird. Da die Phasen Information und Planung dabei einen eigenen Regelkreis darstellen, der unter Umständen mehrfach durchlaufen werden kann, weil beispielsweise eine Planungsidee nicht zur Durchführung geeignet ist (z. B. Informationen nicht beschaffbar) werden sie als eine „Phase“ (Unterregelkreis) dargestellt.

Dies lässt sich gut an der Erstellung von CNC-Programmen verdeutlichen. Die ursprüngliche Planungsidee, Linienzüge zur Ermittlung von Koordinaten mit Hilfe des Lehrsatzes von Pythagoras oder von Winkelfunktionen zu verwenden, muss bei genauere Betrachtung häufig verworfen werden, weil sich gewählte Dreiecke als nicht rechtwinklig erweisen. Somit muss sich der Programmierer über weitere Möglichkeiten zur Beschaffung von Koordinaten informieren und einen neuen Plan entwickeln.

Aufbauend auf diesen vier Phasen konnte ein Ansatz für das vom Kollegium der Derostraße gesuchten Modells gefunden werden:

Erinnern

Um sich zu informieren, muss der Mensch eine „Idee“ haben, worüber er sich informiert. Dies kann – im Rahmen von Unterrichtskünstlichkeit – aus einer Arbeitsanweisung entstehen („Informiere dich in deinem Fachkundebuch über...“), ist jedoch auf lange

Sicht keine sinnvolle Grundlage für eine eigenständige Handlung, da schon der Anfangsimpuls extrinsisch motiviert wird. Eine sinnvolle, eigenständige und vollständige Handlung müsste nach dem Erfassen der Aufgabe (als Teil der Informationsphase) beginnen mit den blitzlichtartigen Gedanken vom Typ „gab es da nicht...“, „könnte man vielleicht...“ oder „wie war das gleich wieder...“. Folglich ist die erste notwendige Lerntiefenstufe eine – wie auch immer geartete – Form von Erinnern an ein Werkzeug oder einen Sachverhalt. Dies kann durch eine ikonische oder symbolische Repräsentation erfolgen.

Als Beispiel sei „der Pythagoras“ bzw. „ $a^2 + b^2 = c^2$ “ genannt. Die meisten Schülerinnen und Schüler kennen dies in technischen Berufen im Zusammenhang mit Dreiecken. Viele werden aber die Anwendungskriterien (rechtwinkliges Dreieck), die Bedeutung der Formel (einschließlich der Begriffe Ankathete, Gegenkathete und Hypotenuse) sowie den Rechengang nicht kennen und nachschlagen („sich informieren“) müssen. Sie haben aber eine Idee, wie sie die Problemlösung angehen können und haben damit die Stufe I erreicht.

Das Gleiche gilt für Symbole wie 5H7 für eine tolerierte Bohrung oder X2CrMnNi18 8 7 für einen rostfreien Stahl. Es reicht, wenn man sich daran erinnert, in welchem Zusammenhang die Symbole stehen, um sich dann mit Hilfe von Unterlagen alle notwendigen Informationen beschaffen zu können.

Verstehen

Die nächste Stufe ist das Verstehen einer Anwendung oder allgemein eines Lerninhalts. Es beinhaltet die vorhergehende Stufe des Erinnerns, umfasst aber weiterhin auch das Kennen der Anwendungskriterien, ggf. der Herleitung, soweit dies einen Erkenntnisgewinn bringt, des Zusammenhangs, in dem der Lerninhalt benutzt wird, die Kenntnis der Vor- und Nachteile sowie die Einordnung in den Fachzusammenhang. Manchmal kann auch das „Nachschlagen können“ ein „Verstehen“ bedeuten.

Erinnert sei hier an die Kurzbezeichnung der Eisenwerkstoffe (z. B. 9S20, S235 JR, 1.4240), bei der nicht notwendig jede Abkürzung „Verstanden“, vor allem nicht „auswendig gekannt“ werden muss. Es ist ausreichend, die Systematik verstanden zu haben, damit dann mit Hilfe z. B. des Tabellenbuchs Metall (HEINZLER et al. 2014) die notwendigen Informationen aus der Kurzbezeichnung abgeleitet werden können. Hierbei ist es wichtig, dass man die Vor- und Nachteile der drei Bezeichnungssysteme im Stoffzusammen-

hang kennt, um unmittelbar die richtige Werkstoffbezeichnung nachzuschlagen.

Das Gleiche gilt für die Begriffe Ankathete, Gegenkathete und Hypotenuse. Wenn die Schülerin oder der Schüler die Begriffe verstanden hat, können die entsprechenden Seiten im rechtwinkligen Dreieck selbst hergeleitet werden.

Wichtig ist, dass die Stufe des Verstehens noch keine Anwendung benötigt. Das verstandene Wissen kann zwar abgerufen werden, der Auszubildende bzw. die Auszubildende ist aber noch nicht in der Lage, mit diesem Wissen Probleme zu lösen.

Hier mag sich die Frage stellen, wozu diese Wissensstufe im Unterricht nützlich sein soll. Im Kollegium der Deroystraße herrscht Konsens, dass Unterricht sich nicht nur in Projekten erschöpfen darf. Es darf und muss immer wieder eine Theoriephase möglich sein, in der Wissen sowohl vorbereitet als auch strukturiert werden kann. In diesen Phasen können die Stufen I „Erinnern“ und II „Verstehen“ erreicht werden, um spätere Handlungen vorzubereiten. Außerdem darf nicht übersehen werden, dass die Kammerprüfungen noch immer als „heimlicher Lehrplan“ im Hintergrund wirken und eine große Zahl an Multiple-Choice-Fragen noch immer Wissen auf diesen beiden Stufen abprüft. Auf Grund des Lehrstoff-Zeit-Problems ist es daher nicht immer zu vermeiden, sich bei Begriffen, die prüfungsrelevant sind, mit diesen beiden Stufen zu begnügen.

Anwenden

Die nächste Stufe im Regelkreis ist die Durchführung, die nicht ohne Kontrolle bleiben darf (SCHELTEN 1991, S. 164 ff). Daher ist es nicht sinnvoll, für die Phase der Durchführung eine eigene Lerntiefe zu verwenden. Es wird also um die Durchführung der geplanten Handlung und ihrer Kontrolle gehen. Dennoch schien es wichtig, dass nicht alle Handlungen und Kontrollen auf demselben Niveau ablaufen. Es gibt eine große Anzahl von „Standardhandlungen“, die von Facharbeiterinnen und Facharbeitern immer wieder in nahezu unveränderter Form durchgeführt werden. Dies wird im dargestellten Modell „Anwenden“ genannt.

Beispiele hierfür sind zum Beispiel die Berechnungen am Sinuslineal. Sie laufen nach dem immer gleichen Schema ab und sind dennoch immer wieder eine Prüfungsfrage. Das Gleiche gilt für die Berechnung von Flächen, das Bemaßen von Konturelementen wie Bohrungen oder Nuten oder das Ableiten von Werkstoffeigenschaften aus den Stahlbezeichnungen. Auch die Auswahl eines Bearbeitungsverfahrens

aus den Toleranzen in einer Zeichnung sollte – nach einiger Übung – für zerspanende Berufe eine solche Standardanwendung sein, bei der die angehenden Fachkräfte ihr Wissen anwenden. Dazu nutzen sie die Stufe „Erinnern“, wenn sie die Werkstoffbezeichnung sehen, informieren sich in Nachschlagewerken genauer und planen dann an Hand der von ihnen „verstandenen“ Zusammenhänge.

Problemlösen/Handeln

Ähnliche Abläufe führen die Schülerinnen und Schüler auch durch, wenn Sie auf Stufe IV „Probleme lösen/(selbstständig) handeln“ agieren. Der Unterschied zwischen den Stufen III und IV besteht einzig in der Komplexität der Handlung und dem ihr innewohnenden Neuigkeitscharakter. Muss die Schülerin oder der Schüler neuartige Probleme lösen, Konstruktionen entwickeln, Wissen interdisziplinär kombinieren oder Behauptungen beweisen (das heißt, neue Zusammenhänge begründen), so ist die Lerntiefe deutlich größer, als wenn – ohne kreative Komponenten – traditionell gearbeitet wird.

An dieser Stelle wird wohl der Unterschied in der Zielsetzung zur TaxTab am Deutlichsten. Während es Ziel der TaxTab ist, Tätigkeiten und Kompetenzen im internationalen Vergleich zu beschreiben und die

Tätigkeits- und Fähigkeitsniveaus teils unterschiedlicher Berufsbilder zu vergleichen, handelt es sich hier um die Beschreibung der Lerntiefe innerhalb eines Berufes. Bei diesem (hier: IM) ist implizit relativ klar definiert, welche Tätigkeiten sich wiederholende Routinetätigkeiten (Stufe III, Anwenden) und welche Tätigkeiten problemlösende, kreativ entwickelnde oder konstruierende Tätigkeiten sind. Ansonsten gäbe es erhebliche Probleme, weil für Mechatroniker/-innen die Bestimmung einer geeigneten Drehzahl beim Zerspanen eines „neuen“ Stahls sicherlich die Stufe IV darstellt, während es sich für Zerspanungsmechaniker/-innen um Stufe III handelt. Entscheidend für die Eingruppierung in Stufe III oder IV ist also das jeweilige – zu Grunde liegende – Berufsbild. Dies gilt nicht nur innerhalb einer Qualifizierungsebene. Während die Auslegung einer Konstruktion (Passungen, Dimensionierung) für Industriemechaniker/-innen die Stufe IV darstellen wird, ist dieselbe Tätigkeit für Techniker/-innen oder gar eine Ingenieurin bzw. einen Ingenieur im gleichen Berufsfeld nur eine Anforderung der Stufe III.

BISHERIGE ERFAHRUNGEN

Seit nunmehr drei Jahren werden diese Bezeichnungen systematisch bei jedem neuen Qualitäts-

Zu erzielende Lerntiefen mit Sammlung typischer Verben, die eine Lerntiefe indizieren können			
Stufe I	Stufe II	Stufe III	Stufe IV
Erinnern	Verstehen	Anwenden	Problem lösen / Handeln
benennen	Anwendung kennen	Vorgegebene Lösungswege „nachgehen“	beweisen
Formel finden	Anwendungskriterien kennen	einfache Standardaufgaben bearbeiten	entwickeln
Formel wiedergeben	Herleitung kennen	bemaßen	konstruieren
Namen kennen	Zusammenhang kennen	Eigenschaften ableiten	komplexe Aufgaben bearbeiten
Verbindung zwischen Symbolen (Name, Bild, Klang,...) schaffen	In Fachzusammenhang einordnen		Beweisidee skizzieren / wiedergeben können
	planen und ausführen		Thema in Kombination mit anderen Themen anwenden
	nachschlagen können		Vor- / Nachteile kennen
	mit anderen Themen verknüpfen		interdisziplinär anwenden
Beispiele	Beispiele	Beispiele	Beispiele
„Pythagoras“, Formel,...	Benennungen am Dreieck	Berechnungen am Sinuslineal	Maße in Fertigungszeichnungen berechnen
5H7	5H7 = 5 +12/0	Aus Maßangabe Bearbeitungsverfahren ableiten	geeignete Maßangaben in der Konstruktion anwenden, aus Maßangabe Funktion ableiten
Zeichenkette erkennen (X2CrMnNi18 8 7)	mit Tabellenbuch entschlüsseln	wichtige Werkstoffeigenschaften ableiten	Bestellvorgänge abwickeln, konstruktive Lösungen finden

Tab. 2: 4 Stufen zur Lerntiefenbeschreibung

zirkel in die Unterrichtsverteilungspläne des zweiten und neuerdings auch des dritten Lehrjahres „Industriemechaniker/-in“ eingepflegt. Im zweiten Lehrjahr ist dies mit Ausnahme des Lernfelds 6 und dem Bereich der CNC – Programmierung (hier soll in Kürze eine Masterarbeit durchgeführt werden mit dem Ziel, die Inhalte neu zu strukturieren und dem entsprechend soll die Studentin/der Student Gestaltungsfreiheiten haben) abgeschlossen und in der auf der nächsten Seite abgebildeten Tabelle (Tab. 3) dargestellt.

Die Überarbeitung des dritten Lehrjahres gestaltete sich nach kurzer Einarbeitung in die neue Darstellungsform mit römischen Ziffern deutlich einfacher und reibungsärmer als bisher, weil es keine Unsicherheiten mehr gab, auf welches Niveau man aufbaut. Insgesamt scheint die Arbeit mit dem neuen Werkzeug relativ intuitiv zu sein, es lassen sich bisher keine Probleme identifizieren, die auf Fehlinterpretationen der Lernniveaus zurückzuführen sind.

Das Werkzeug der Lerntiefenbeschreibung in vier Niveaustufen erfüllt derzeit die gestellten Anforderungen und löst auch die in Absatz 2 beschriebenen Probleme, die zu seiner Entwicklung führten. Um die Validität zu überprüfen, sind weiterführende Untersuchungen notwendig. Da ein Berufsschulkollegium hierfür keine Ressourcen hat, wäre dies möglicherweise Grundlage für ein hochschulbasiertes Vorhaben. So dient dieser Bericht lediglich der Beschreibung, um hoffentlich eine rege Diskussion über die Tauglichkeit in Gang zu setzen und evtl. neue – bisher unberücksichtigte – Probleme aufzudecken.

LITERATUR

- ANTONITSCH, M.; RIEDL, A. (2013): Unterrichtsentwicklung in Lernfeldern – Organisation, Lerninhalte und didaktische Ausgestaltung. In: lernen & lehren, 28. Jg., Heft 3, S. 119–126.
- FLACKE, L.; MÜLLER, M.; SCHELTEN, A. (2010): Innovations-transferprojekt Modules for Vocational Education and Training for Competences in Europe: Movet. Bericht der wissenschaftlichen Begleitung zum ITP MOVET. Hg. v. Lehrstuhl für Pädagogik, TU München.
- HEINZLER, M.; STEPHAN, A.; WIENEKE, F.; KILGUS, R.; NÄHER, F.; GOMERINGER, R. (2014): Tabellenbuch Metall. 46., neu bearb. u. erw. Aufl. Haan-Gruiten: Europa-Lehrmittel (Europa-Fachbuchreihe für Metallberufe).
- KARRLEIN, J. (05/2012): Didaktische Jahresplanung, Kompetenzorientierten Unterricht systematisch planen. München: ISB / ALP
- SCHELTEN, A. (1991): Einführung in die Berufspädagogik. Stuttgart: Steiner.
- STAATLICHE FEUERWEHRSCHULE WÜRZBURG (02/2009): Feuerwehr-Dienstvorschrift 100 Führung und Leitung im Einsatz - Führungssystem. FwDV 100, vom 1999. <http://www.sfs-w.de/lehr-und-lernmittel/merkblaetter-broschueren/feuerwehr-dienstvorschriften-in-bayern.html>, zuletzt geprüft am 13.08.2016.

Berufsschule für Fertigungstechnik Unterrichtsverteilungsplan: 11. Jahrgangsstufe Industriemechaniker (mit Feinwerkmechanik)

		BAUELEMENTE				FERTIGUNGSTECHNIK						
Teilung:	5 (Theorie)	35	2+2 (Praxis)	14	4 (Theorie)	48	(3+2)H(3+2) (Praxis)	36	2 (Theorie)	24	3+3 (Praxis)	36
Block	LF 11, Überwachen der Produkt- und Prozessqualität											
1	LF 7, Montieren von technischen Teilsystemen											
2	LF 5, Fertigung von Einzelteilen mit Werkzeugmaschinen inkl. LF 8 NC/CAD											
3	CNC-Kurs: Skizzenelemente (Linie, Kreise, Radius, Elemente übernehmen, Linien - Offset, Trimmen) (III), Bauteile in 3D erstellen (Aufsatz linear ausgetragen, Schnitt linear ausgetragen, Aufsatz rotiert, mit den Austragungen Blind, bis nächste, durch alles, Offste, Verrunden und Fase) (III) sowie erstellen vollständiger Fertigungszeichnungen der entsprechenden Teile (III), Abarbeiten von "Konstruktionsaufträgen" (III)											
4	Zweck Fertigungsplanung (II); anhand T5, Mitnehmer: Winkelfunktionen (IV), Informationen aus Zeichnungen entnehmen (III), Werkstoffkunde (IV), Probleme der Fertigung lösen und Technologiedaten berechnen (IV); Arbeits-, Prüfplan erstellen (III) PMU (III), Messunsicherheit (III)											
5	CNC Kurs: Skript 1, Koordinaten											
6	CNC Kurs: Skript 2: Einfache Programme schreiben, evtl Skript 3: Bogen programmieren											
7	CNC-Projekt: Programmieraufträge 1-3											
1	Toleranzen und Toleranzberechnungen (III)	5	Feinmessen in Verbindung mit Wärmelehre (incl. Berechnungen) (III), Wärmebildkamera	2	Projekt Radischneider vorstellen, (Funktion mit Rad und Fritze / Kartoffeln demonstrieren)	4	CAD - Kurs: Skizzenelemente (Linie, Kreise, Radius, Elemente übernehmen, Linien - Offset, Trimmen) (III), Bauteile in 3D erstellen (Aufsatz linear ausgetragen, Schnitt linear ausgetragen, Aufsatz rotiert, mit den Austragungen Blind, bis nächste, durch alles, Offste, Verrunden und Fase) (III) sowie erstellen vollständiger Fertigungszeichnungen der entsprechenden Teile (III), Abarbeiten von "Konstruktionsaufträgen" (III)	2	Geometrische Produktspezifikation: Rauheit: Kenngrößen kennenlernen (II) Fertigungsverfahren zuordnen (II) Eintrag in Zeichnungen anwenden (II), Oberflächenprüfung anwenden (II); FuL-Toleranzen: Verschiedene Gruppen wissen (I), verschiedene Arten von Form- und Lagetoleranzen verstehen (II), Form- und Lage-Prüfung: Parallelitätsprüfung (Feinzeiger-Endmähle) anwenden (II) Optional: Prüfmaschinen	5		5
2	Passungen und Systeme, Passungsauswahl und Passungsberechnungen (III)	5	Passungen ausmessen und auswählen, Gefühl für die Begriffe Spielpassung, Übergangspassung und Übermaßspassung entwickeln (II)	2		4		2		5		5
3	Wälzlager (II); Bauarten (Wälzkörper, Belastungsrichtungen), Bezeichnungen nach DIN	5	Projekt Lagermontage: mechanische Demontage u. Montage von Lagern (III)	2	Zweck Fertigungsplanung (II); anhand T5, Mitnehmer: Winkelfunktionen (IV), Informationen aus Zeichnungen entnehmen (III), Werkstoffkunde (IV), Probleme der Fertigung lösen und Technologiedaten berechnen (IV); Arbeits-, Prüfplan erstellen (III) PMU (III), Messunsicherheit (III)	4		2		5		5
4	Wälzlager (II); Anordnungsarten, Punkt-/Umlänglast, Wellendichtungen und Dichtstoffe (II), Zeichnungseintrag von Dichtungen (II), Beispiele aus Zeichnungen herauslesen (II)	5	Projekt Lagermontage: hydraulisch und / oder mechanische Demontage u. Montage von Lagern (III)	2		4		2		5		5
5	Gleitlager (II); Flächenpressung mit Berechnungen (II), Führungen (II)	5	Projekt Lagermontage: Thermische Montage von Wälzlager, hydraulische Demontage (III)	2		4		2		5		5
6	Gleitlager (II); Flächenpressung mit Berechnungen (II), Führungen (II), Reibungsberechnungen (III)	5	Zugversuch hydraulische Presse (III)	2	Maschinentechnik von gesteuerten Werkzeugmaschinen (Antrieb, Wegmesssystem, Regelkreis des Antriebs (II))	4		2		5		5
7	Festigkeitskenngrößen: Berechnung von Zugfestigkeit und Zugspannung (II)	5	Zugversuch Zugversuchsmaschine (III)	2	CNC – gerechte Bemaßung (III) Wdh. Winkelfunktionen (IV)	4		2		5		5

Tab. 3: Ausschnitt des UVP IM 11, Stand SJ 2016/2017

Kommunikationsbasiertes Lernen und Lehren in beruflichen Schulen als Schlüsselkompetenz

Die Leistungs- und Differenzierungsfähigkeit unserer Sprache spielt in vielerlei Zusammenhängen eine entscheidende Rolle, insofern sich durch die Kombination von Lauten und Buchstaben zu Wörtern, Sätzen und Texten einschließlich der Verbindung mit Symbolen und grafischen Darstellungen komplizierteste Sachverhalte ausdrücken und Anderen übermitteln lassen. Deshalb kommt es auf die Kompetenz an, mannigfaltige Texte anhand systematischer Kommunikationsfaktoren umfassend zu analysieren, zu interpretieren und eigene abzufassen. Dazu wird im Folgenden, ausgehend von der einfachen Sender-Empfänger-Kommunikationskette, ein kommunikationsbasiertes Texterschließungsmodell entwickelt.



DIETRICH PUKAS

KOMMUNIKATIONSANSATZ IM BERUFSSCHULUNTERRICHT

Ein kommunikationsorientierter Ansatz für die beruflichen Schulen ergab sich, als im Zuge der Neuordnung der Berufe das tradierte Berufsschulfach „Fachzeichnen“ aufgelöst und durch das Lerngebiet „Technische Kommunikation“ (KMK 1987) ersetzt wurde. Die unterrichtliche Umsetzung erfolgte und geschieht freilich i. d. R. allzu technokratisch, d. h. nicht in einem integrativen Technologieunterricht unter Einbeziehung der sprachlichen Kommunikation sowie des gesellschaftlichen Kontextes bzw. einer Problematisierung der Mensch-Maschine-Kommunikation (vgl. PUKAS 1988), was zur Verwirklichung des Lernfeld-Konzepts angebracht und für die Lehrkräfteteams zur Planung umfassender Unterrichtseinheiten – im Rahmen der selbstständigen Schule – eine naheliegende Aufgabe ist (vgl. PUKAS 2009a).

In diesem Zusammenhang ist noch die Umbenennung des herkömmlichen Unterrichtsfaches Deutsch in der Berufsschule in die Fächerbezeichnung „Deutsch/Kommunikation“ Ende der 1990er Jahre interessant. Das war ebenfalls weniger eine didaktische Konsequenz für den lernfeldbezogenen Unterricht oder zur Motivation der Berufsschüler/-innen, sondern die Abgrenzung zum Deutschunterricht der allgemeinbildenden Schulen war z. B. in Niedersachsen in erster Linie ein Zugeständnis an die Unternehmerrückmeldung zur Wiederholung der Allgemeinbildung aus der vorangegangenen Schule (vgl. PUKAS 2009b, S. 159). Insofern ist erklärlich, wenn hinsichtlich der

kommunikativen Kompetenzen im handwerklichen Bereich das Erlernen von Kundengesprächen und im Berufsfeld Wirtschaft das Üben von Verkaufsgesprächen akzentuiert wird. Darüber hinaus hat der Deutschunterricht jedoch im Rahmen der Kommunikationsfunktion das Ziel, die sachgerechte Informationsverarbeitung, insbesondere das Analysieren und Verstehen von Texten sowie Medien, das Erstellen und Präsentieren von Texten zu fördern, einschließlich der Vertretung und Verhandlung von Interessen (vgl. PUKAS 2001, S. 168 ff.). In diesem Sinne werden im Folgenden das Entwickeln und Anwenden eines Kommunikationsmodells empfohlen, das sich nach den Erfahrungen des Verfassers im Unterricht beruflicher Teilzeit- und Vollzeitschulen bewährt hat.

TECHNOLOGISCHE KOMMUNIKATION ALS GRUNDLAGE

Nicht nur in technischen Berufsfeldern, sondern in beruflichen Schulen überhaupt bietet es sich aufgrund der allgemeinen Bekanntheit, Verständlichkeit und Motivationsmöglichkeit an, beim technologischen Blockschaltbild der Kommunikationskette anzusetzen, um schrittweise ein sprachliches Kommunikationsmodell mittlerer Komplexitätsstufe zu konstruieren und darauf ein Texterschließungsmodell aufzubauen, das sich für relativ umfassende Textanalysen und Literaturinterpretationen eignet, das man sich gut merken sowie in der Entstehung leicht nachvollziehen kann und das vor allem als Grundlage zu selbstbestimmendem und sinnbegreifendem Lernen zu befähigen vermag. Dies wird schnell deutlich,

wenn man weiß, dass die technologische Kommunikationskette auch als das weit verbreitete Sender-Empfänger-Modell aus der Nachrichtentechnik (vgl. Abb. 1) bezeichnet wird.

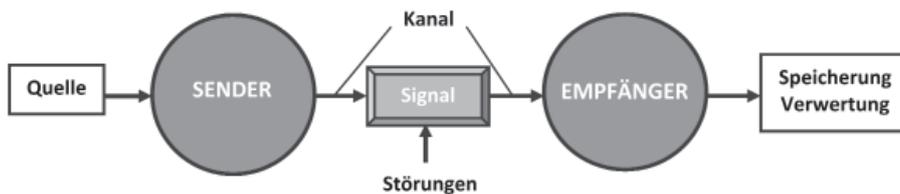


Abb. 1: Kommunikationskette oder Sender-Empfänger-Modell

Als Paradebeispiel für eine Informationsübertragung nach diesem Schema bietet sich die technische Einrichtung der Fernsteuerung durch Funk wie bei Flug-, Auto- oder Schiffsmotoren, aber auch bei Rangierlokomotiven der Deutschen Bahn (DB) an, die man den Lernenden als Lernsituation aufbereiten kann, damit sie das Prinzip selbstständig (anhand von Unterlagen bzw. Informationsrecherche) feststellen und beschreiben können. Danach durchläuft eine Information grundsätzlich folgenden Weg: Von einer Informationsquelle gelangt sie zum Sender, der sie über einen ggf. durch Störungen beeinflussten Kanal, d. h. einer materiellen Verbindung aus Funkwellen, zum Empfänger leitet. Dort wird sie irgendeiner Reaktion des Empfängers unterzogen, Speicherung oder Verwertung, Umformung in (Steuer-) Befehle oder Anderes. Je nach Kanal hat die Information verschiedene Signale wie Funk-, Schall-, Lichtwellen bestimmter Frequenz zum Träger. Als Sender wird demnach das Informationen aussendende (emittierende) System und als Empfänger das Informationen aufnehmende System bezeichnet. Sender und Empfänger sind hier also als Termini für alle Einrichtungen oder Einheiten zu sehen, die bei kommunikativen Vorgängen irgendwelche Mitteilungen machen, etwa eine technische Anlage wie eine Ampel für Verkehrsteilnehmer. Denn Kommunikation bedeutet allgemein Austausch oder Übermittlung von Informationen durch Zeichen aller Art, d. h. einfache Zeichen oder Symbole, Zeichenkomplexe und Zeichensysteme (Sprachen, Schriften).

Damit Kommunikation stattfinden kann, muss das Signal Informationen vom Sender zum Empfänger übermitteln. Dazu muss ein genau abgegrenztes Signal mit einer bestimmten Information verknüpft sein, wofür man den Begriff des Zeichens geprägt hat. Ein Zeichen stellt folglich eine Einheit dar, die aus einem Signal und einer damit verbundenen Information besteht wie z. B. ein Verkehrszeichen, eine

technische Zeichnung oder ebenfalls Warnlaute in der Tierwelt, die etwa eine gemeinsame Flucht auslösen können. Statt der Begriffe Signal und Information sind auch die Termini Ausdruck und Inhalt oder

Bedeutung üblich (vgl. Abb. 2). Im Kanal zwischen Sender und Empfänger werden allerdings nur Signale transportiert und keine Bedeutungen oder Inhalte. Die Verknüpfung des Signals mit seiner Bedeutung

müssen jeweils Sender und Empfänger leisten, d. h. die jeweiligen Kommunikationseinheiten – bei der menschlichen Kommunikation Kommunikator/-in und Kommunikant/-in oder Rezipient/-in genannt – müssen einem bestimmten materiellen Zustand des Kanals dieselbe Bedeutung beimessen. Das setzt voraus, dass Sender und Empfänger über einen gemeinsamen Zeichenvorrat verfügen müssen, der Kode genannt wird. Im Kode sind die Zeichen des jeweiligen Kommunikationssystems gespeichert: z. B. digitale Zeichen, Morsezeichen, Lichtzeichen, Verkehrszeichen, sprachliche Zeichen. Die Kenntnis des

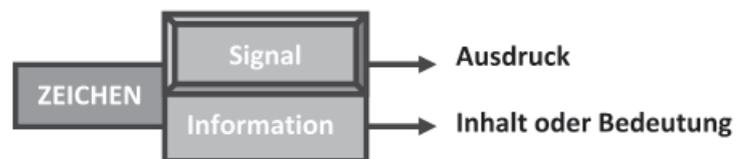


Abb. 2: Zeichenbegriff

Zeichens, dessen Signal oder Ausdruck ein bestimmter Inhalt mit allgemein gültiger Bedeutung im Kommunikationssystem zugeordnet ist, erweist sich als unabdingbar für die kommunikative Teilnahme. Das gilt grundsätzlich für Tiere und Computer, Mensch-Maschine-Kommunikation, für gesprochene Sprache, schriftliche Mitteilungen, ebenfalls für Gestik, Gebärden, Mimik (vgl. PUKAS 1988, S. 369 ff.).

SPRACHLICHE KOMMUNIKATION

Während im Tierreich die Zuordnung von Signalen zu Sachverhalten wie Ausdruckshaltungen, typische Bewegungen und Laute überwiegend erbbedingt ist, ist die Verknüpfung von Signal und Information, Ausdruck und Bedeutung für Menschen nicht naturgegeben, sondern sozial bestimmt, nämlich durch die Gesellschaft bzw. durch eine Gruppe von Menschen vereinbart, festgelegt, akzeptiert. Man spricht daher von einer sozialen Konventionsverbindung der Kommunikationspartner/-innen. Jeder, der mit Hilfe eines Zeichensystems kommunizieren will, muss die

üblichen Verbindungen von Signalen und Bedeutungen gelernt haben, um mit dem gemeinsamen Zeichenvorrat als Kode über den Schlüssel zum Chiffrieren und Dechiffrieren zu verfügen und sich so verständigen zu können. Der Schlüssel zum Verständnis menschlicher Sprachen ist unser Sprachvermögen, das wir uns aneignen und ständig den Veränderungen anpassen müssen.

Um die Funktionsweise der vielschichtigen sprachlichen Kommunikation zu verstehen, erweitern wir das einfache Sender-Empfänger-Modell zur Erfassung der Sprachhandlung zwischen Menschen (vgl. Abb. 3). Dabei sollte man wissen, dass Modelle als vorläufige Konstrukte dazu dienen, die komplexe Wirklichkeit auf Grundstrukturen zu vereinfachen sowie zu veranschaulichen. Und nach Aneignung des Elementaren kann dieses geordnet in Einzelheiten entfaltet und in Bezug auf die komplexe Realität gezielt relativiert werden. Im Fall der sprachlichen Kommunikation werden Sender und Empfänger Kommunikator/-in und Kommunikant/-in, bei der mündlichen Verständigung Sprecher/-in und Hörer/-in, beim schriftlichen Kommunizieren Schreiber/-in bzw. Autor/-in und Leser/-in bzw. Adressat/-in oder auch Rezipient/-in genannt. Im Kommunikationskanal sind mit dem Signal Sprachlaute oder Schriftzeichen/Buchstaben verknüpft, die je nach Art der Kommunikation mehr oder weniger umfangreiche mündliche oder schriftliche Texte als sogenannte Superzeichen bilden.

Die Kommunikatorin bzw. der Kommunikator verarbeitet oder kodiert gemäß ihrer/seiner Absicht die der Quelle entnommene Information, die auch etwas Imaginäres sein kann, indem sie/er dem Kode bzw. Wortschatz die entsprechenden Zeichen entnimmt und das Signal, die materielle Seite des Zeichens, als mündlichen oder schriftlichen Text sendet. Kommunikant/-innen, Leser/-innen oder Hörer/-innen, müssen im Kode feststellen, zu welchem Zeichen das empfangene Signal gehört, und dann dem Zeichen, z. B. dem Text als Superzeichen, die mitgeteilte Information oder Vorstellung entnehmen (Dekodierung) und verwerten (Abb. 3).

Bei gesprochener Sprache werden als Kanal Schallwellen benutzt und Lautketten übermittelt, wobei die Sprachlaute als Signale dienen. Man bezeichnet das Lautsystem, das aus modulierten Schallwellen besteht und die Ausdruckseinheiten sprachlicher Zeichen enthält, als primär (weil es offensichtlich zuerst da war), während unsere Schriftsprache als Sekundärsystem aufgefasst wird, in das die Laute

übertragen werden müssen. Hinsichtlich der ungeheuren Leistungsfähigkeit unserer differenzierten, vielseitigen menschlichen Sprache benutzen wir als Kommunikationsmittel i. d. R. Texte, die sich aus mehreren Sprachzeichen zusammensetzen und zu Sinneinheiten fügen. So werden Buchstaben, Wörter und Sätze thematisch (als Wortbedeutung, Sinnzusammenhang), stilistisch (mit Wortwahl, Ausdruck), grammatisch (nach Wortarten, Satzarten) zu einem geordneten Sprach- oder Zeichensystem verknüpft.

Soweit lässt sich die menschliche bzw. sprachliche Kommunikation unter der Annahme, dass Kommunikator/-in und Kommunikant/-in denselben Kode benutzen müssen und können, auf Basis der technologischen Kommunikationskette mit dem erweiterten Begriffsvokabular beschreiben. Je nach Voraussetzungen können das die Lernenden ebenfalls nachvollziehen (ggf. anhand des Modellschemas) oder gar selbst ermitteln, erklären und grafisch darstellen. In Berufsschulen und vergleichbaren Schulformen wird man nun auf die weiteren im Modell nach Abb. 3 aufgeführten Kommunikationsfaktoren eingehen. Und zwar kann man einfach ansetzen, indem man die Schüler/-innen im vorgegebenen Schema zunächst die Bedeutung der eingetragenen verschiedenen Kode-(KS, KE, Kg) und Horizontbegriffe HS, HE, Hg) erläutern und alsdann mit den Begriffen der situativen Umgebung, gesellschaftlichen Einflüsse, Sprachhandlung als Reaktion und Rückkopplung in Beziehung setzen lässt, und zwar mit Bezug auf eigene Kommunikationserfahrungen. Das könnte in Einzel-, Partner und/oder Gruppenarbeit geschehen, wobei die/der Lehrende als Moderator und Berater fungiert. Anspruchsvoller würde man einen Arbeitsauftrag erteilen, insofern die Lernenden die genannten Begriffe definieren und sinnvoll in das unvollständige Modellschema einbauen sollen. Zur Unterstützung könnte man Leitfragen formulieren wie: Warum werden Schreiber- und Leservorstellung nicht genau übereinstimmen? Was müsste dafür vorausgesetzt werden? Welche Rolle spielt dabei der Erfahrungshorizont? Welche gesellschaftlichen Einflüsse sind zu berücksichtigen?

Sinngemäß sollte dabei mehr oder weniger präzise und ggf. durch Lehrkräfte ergänzt als Ergebnis herauskommen: Kodierung und Dekodierung finden unter spezifischen Verstehens- und Rezeptionsbedingungen statt. Der Kommunikationsprozess unter Menschen geht über den Vorgang der Nachrichtenübertragung hinaus und ist auf Verständigung ausgerichtet. Dazu gehört mehr als die Verfügung über einen gemeinsamen Zeichenvorrat (Kode-Überlappung) mit seiner all-

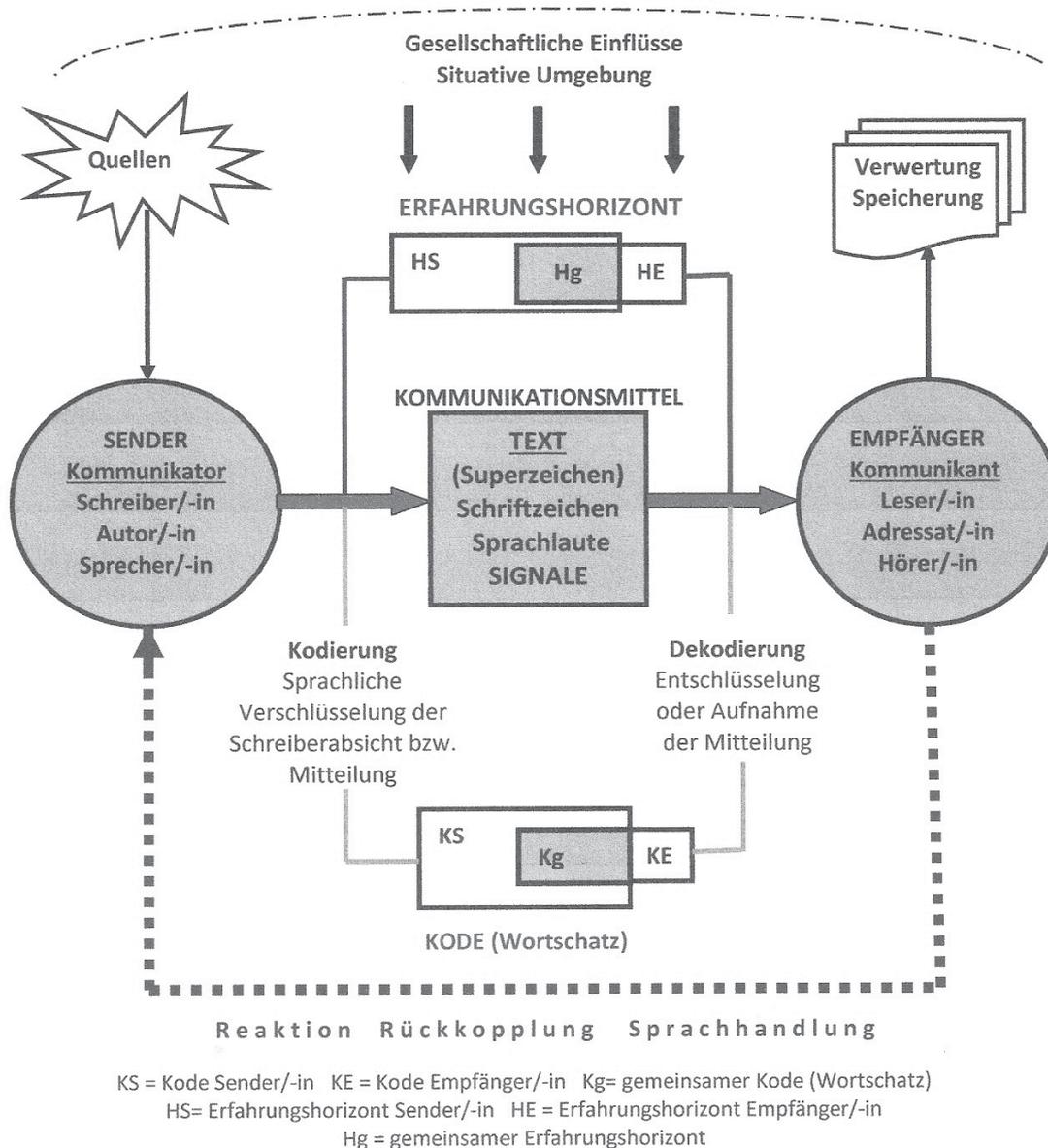


Abb. 3: Sprachliches Kommunikationsmodell

gemeinen Wortbedeutung (Lexikon-Konvention oder Denotat), denn zum Verstehen untereinander ist noch ein gemeinsamer Erfahrungshorizont vonnöten. Aufgrund unserer jeweils unterschiedlichen Individualität verbinden wir mit einer allgemeinen Wortbedeutung wie z. B. Toleranz, Moral, Mitbestimmung, Mündigkeit persönliche Interessen und Erfahrungen (Konnotat), die in ähnlicher Form auch die Kommunikationspartnerin bzw. der Kommunikationspartner gemacht haben und einschätzen können muss, um darüber intensiv und verstehend reden zu können. Das ist vielfach erschwert, weil wir unterschiedliche Lebensgeschichten aufweisen, verschiedenen Familien entstammen, in differenten Umgebungen aufwachsen, verschiedene Schulen besucht haben, jeweils anderen gesellschaftlichen Einflüssen der intentionalen und funktionalen Erziehung (normativer

Kontext) ausgesetzt sind. Daher sind weder die individuellen Sprachschätze (KS, KE) noch Erfahrungshorizonte (HS, HE) zweier Kommunikationspartner/-innen identisch, sondern überschneiden sich nur teilweise (Schnittmenge Kg, Hg). Darüber hinaus haben noch der situative Kontext oder die Redekonstellation kommunikative Bedeutung, insofern sie sich besonders hinsichtlich Kommunikationsverlusten und -störungen (geeignete Begriffe für Impulsfragen) beim Gespräch auswirken, und zwar als materielle Umgebung wie Beschaffenheit des Raumes, Aufenthalt im Freien, Lärm oder psycho-physische Verfassung der Kommunikationsteilnehmer/-innen durch Erwartungshaltung, Ansprüche, Vorurteile, Furcht, Erregung und Anderes. Wenn Kodierung und Dekodierung zumindest bis zu einem gewissen Grade gelingen, werden Hörer/-innen und Leser/-innen auf

den übermittelten Text reagieren, ihn für bestimmte Anwendungssituationen speichern oder verwerten, sich mit der Sprecherin bzw. dem Sprecher austauschen, mit anderen darüber unterhalten, mit der Autorin bzw. dem Autor Kontakt aufnehmen. Aus der einseitigen Kommunikation wird durch Rückkopplung eine wechselseitige. Vor allem beim Gespräch wiederholt sich dieser Vorgang öfter, weshalb man von einer Sprachhandlung spricht und die Aktion und Reaktion von Sprecher/-in und Hörer/-in, Autor/-in und Adressat/-in als interaktive Struktur bezeichnet (vgl. PUKAS 1988, S. 373 ff).

In den weiterführenden beruflichen Schulen wie BFS 2, FOS, BOS, FS, BG wird man den Kommunikationsprozess weiter differenzieren und spezifizieren,

näher auf die Begriffe individueller und kollektiver Kode, Denotat und Konnotat, normativer und sozialer Kontext, symmetrische und komplementäre Kommunikation eingehen. Stattdessen wird hier mit diesem sozusagen „mittelprächtigen“ Kommunikationsmodell das Ziel verfolgt, es als Orientierungsgrundlage für eine relativ umfassende, selbstständige Texterschließung zu nutzen.

KOMMUNIKATIONSBASIERTE TEXTERSCHLIESSUNG UND SPRACHGESTALTUNG

Wenn man in der Lage ist, Texte aller Art – unerschöpfliche Verständigungsmittel und Grundlage für den Fortschritt – ergiebig zu analysieren und zu interpretieren, Textintention und -gehalt im Sinn-

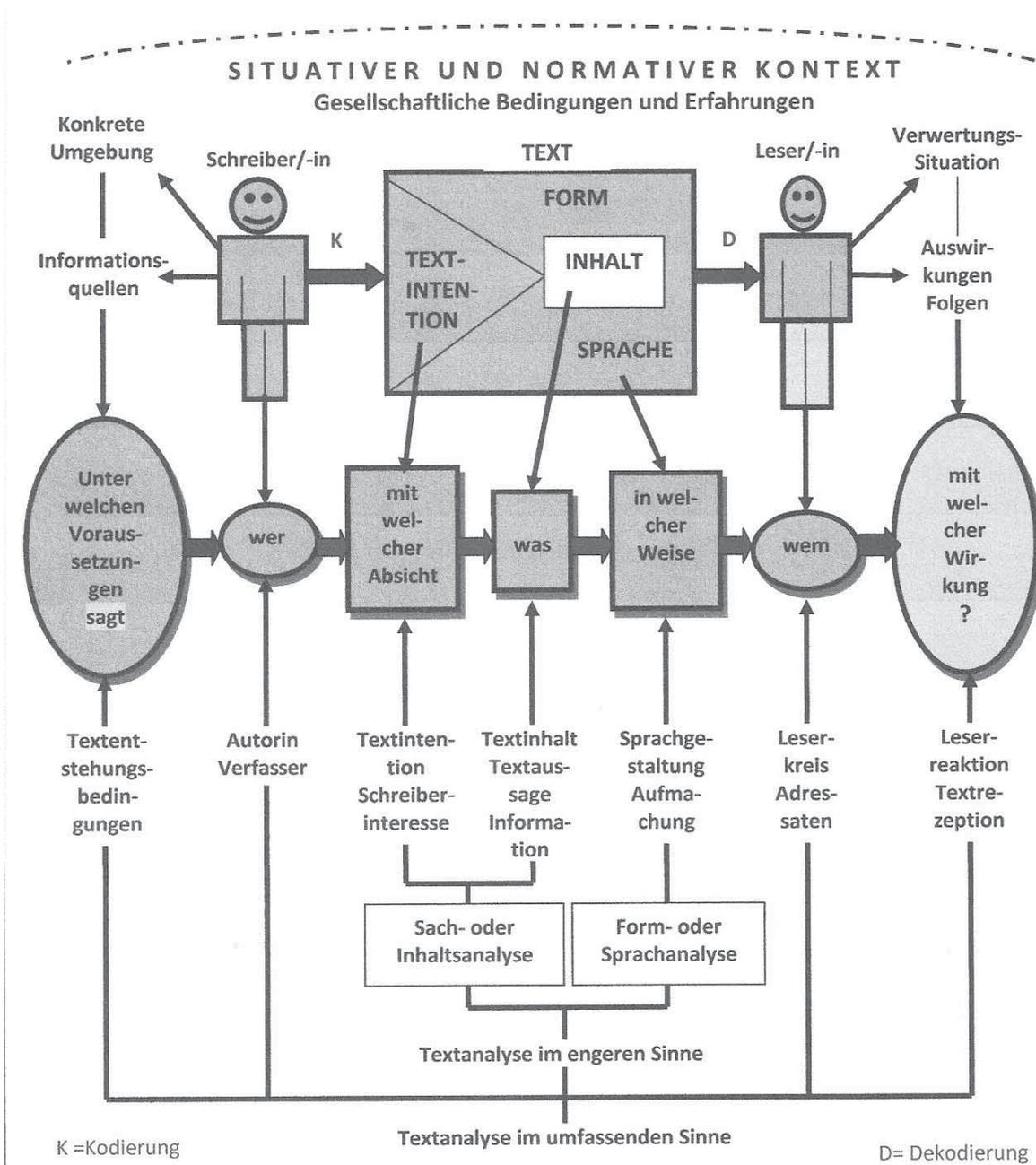


Abb. 4: Kommunikationsbasiertes Texterschließungsmodell

FRAGENKATALOG ZUR SYSTEMATISCHEN ANALYSE VON SACH- ODER GEBRAUCHSTEXTEN

1 Inhalts- oder Sachanalyse

- 1.1 Über welchen Sachverhalt informiert der Text?
- 1.2 Welche Probleme werden im Text angesprochen?
- 1.3 Welche Aussagen stellen Behauptungen und Gefühlsappelle dar?
- 1.4 Welche Absicht bzw. Interessen verfolgt der Autor oder sein Auftraggeber?

2 Form- und Sprachanalyse

- 2.1 Welche Funktionen erfüllen die Überschriften und inwiefern?
- 2.2 Wie ist der Text optisch aufgemacht und welche Rolle spielen ggf. Bilder, Abbildungen, Embleme, sonstige Hervorhebungen?
- 2.3 Was ist für die Wortwahl (Fachausdrücke, Schlüsselwörter, Fremdwörter, Steigerungsformen (Superlative), Metaphern, Wiederholungen) in Bezug auf das Sprachniveau charakteristisch?
- 2.4 Was ist für den Satzbau bzw. Sprachstil (Hauptsätze, Satzgefüge, Satzfragmente, Ketten- und Stopfsätze) typisch und wie ist er hinsichtlich der Textverständlichkeit einzustufen?

3 Stellungnahme und Beurteilung

- 3.1 Welche Leser kommen nach Ihrer Meinung vom Inhalt und von der Sprache her als Adressaten infrage?
- 3.2 Welche Wirkung hat der Text auf Sie und welche Textwirkung erwarten Sie bei den infrage kommenden Adressaten und warum?
- 3.3 Wie schätzen Sie den Text persönlich von ihrem Bürger- oder Verbraucherstandpunkt aus ein, was ist daran zu befürworten, was zu kritisieren?

Abb. 5: Fragenkatalog zur systematischen Analyse von Sach- oder Gebrauchstexten (aus: D. PUKAS, Lernmanagement, Rinteln 2008 (Merkur Verlag), S. 138)

zusammenhang und gesellschaftlichen Kontext zu erfassen sowie eigene Texte anhand der Kommunikationsfaktoren systematisch zu konzipieren, dann verfügt man über eine wesentliche Schlüsselkompetenz, eigenständig zu lernen, sich die Welt zu erschließen sowie seine Lebensbereiche und die Gesellschaft mitzugestalten.

Aus dem dargelegten Kommunikationsmodell, bei dem der Text als entscheidendes, leistungsfähiges Kommunikationsmittel im Zentrum steht, werden nun Gesichtspunkte zur systematischen Texterschließung abgeleitet, die auch als Leitbegriffe für die Abfassung eigener Texte dienen können. Zwar bilden die Kommunikationspartner/-innen mit dem Text als Kern die Modellachse und als solche das Fundament, aber für ein konsequentes Vorgehen kann man mit den Textentstehungsbedingungen ansetzen, sodass sich folgende Reihenfolge der Aspekte für die Betrachtung und Beurteilung von Texten ergibt:

1. Voraussetzungen und Bedingungen der Textentstehung aus dem gesellschaftlichen Umfeld der Autorin/des Autors, sein situativer und normativer Kontext;

2. Verfasser/-in oder Schreiber/-in mit seiner persönlichen Einstellung und Interessenlage bzw. der seiner Auftraggeberin/seines Auftraggebers;
3. Textintention oder strukturprägende Schreiberabsicht;
4. Textinhalt und insbesondere der Informationsgehalt;
5. Sprachgestalt oder Textform bzw. äußere Aufmachung;
6. angepeilter oder infrage kommender Leser- oder Adressatenkreis;
7. Textwirkung oder mögliche Textrezeption der Zielgruppe.

Diese Kommunikationsfaktoren sind in Abb. 4 parallel zur Modellachse in einem einprägsamen Zusammenhang dargestellt und als umfassender Fragesatz formuliert, der die Beziehung zwischen Kommunikationsmodell und Textanalyse/-interpretation veranschaulicht: Unter welchen Voraussetzungen oder Bedingungen sagt wer mit welcher Absicht was auf welche Weise wem mit welcher Wirkung?

Die angegebenen Untersuchungskriterien lassen sich entsprechend der Abb. 4 zur Textanalyse im engeren und weiteren Sinne zusammenfassen. Es erweist sich als empfehlenswert, zur differenzierteren Texterschließung die aufgeführten Analysegesichtspunkte grundsätzlich in die drei Bereiche (1) Inhalts- und Sachanalyse, (2) Form- und Sprachanalyse, (3) Stellungnahme und Beurteilung zu gliedern und dazu Fragen zu formulieren. Zur systematischen Analyse von Sach- und Gebrauchstexten hat der Verfasser einen allgemeinen Fragenkatalog (PUKAS 2008, S. 138) abgefasst, der je nach Textart zu variieren ist und als Muster für die Formulierung textspezifischer Fragen genommen werden kann. Bis zu einem gewissen Grade kann man sich damit auch bei dichterischen oder fiktionalen Texten orientieren, jedoch geht die umfassende Literaturinterpretation erheblich darüber hinaus (vgl. PUKAS 2007; Fragenkatalog dazu unter: www.dietrichpukas.com/40591.html).

LITERATUR

KMK (1987) – SEKRETARIAT DER KULTUSMINISTERKONFERENZ: Rahmenlehrpläne über die Berufsausbildung in den industriellen Metallberufen ..., Beschluss vom 07.01.1987 Bonn.

PUKAS, D. (2009a): Gesellschaftlich-politische und sprachlich-kommunikative Implikationen von Lernfeldern des Berufsfeldes Metalltechnik am Beispiel Industrie- und Konstruktionsmechaniker/-innen. In: Bonz, B. u. a. (Hg.): Lernfeldorientierter Unterricht und allgemeine Fächer. Reihe: Berufsbildung konkret Bd. 9, Hohengehren, S. 56–70.

PUKAS, D. (2009b): Berufsschulpolitik und politische Bildung in der Berufsschule, Hamburg.

PUKAS, D. (2008): Lernmanagement – Einführung in Lern- und Arbeitstechniken, 3. akt. Aufl. Rinteln .

PUKAS, D. (2007): Formen der Literaturbetrachtung und Interpretationsanleitung – ein Beitrag zum Aufbau von Methodenkompetenz in Verbindung mit Human- und Sozialkompetenz. In: Erziehungswissenschaft und Beruf (EWuB) 55 (2007) 2, S. 274–284.

PUKAS, D. (2001): Zur Lernfeldorientierung des Deutschunterrichts und Aktualität des Literaturunterrichts - Replik. In: Die berufsbildende Schule (BbSch) 53 (2001) 5, S. 168–172.

PUKAS, D. (1988): Technische und sprachliche Kommunikation in der gewerblichen Berufsschule. In: BbSch 40 (1988) 6, S. 366–384.

PUKAS, D. (1985): Verbale Kommunikation – Ein sprachliches Lehr- und Arbeitsbuch für berufliche Schulen und gymnasiale Oberstufen, 2³. Aufl. Rinteln , Merkur Verlag (1. Aufl. 1976).



Wir schreiben das Jahr 1997, in den Geschäften wird noch mit DM gezahlt und die Entwicklung des ersten iPhones liegt noch in weiter Ferne. Dies ist nicht nur das Jahr, in dem das geklonte Schaf Dolly der Öffentlichkeit vorgestellt wurde, sondern auch das Jahr, in dem das Berufsbildungsinstitut Arbeit und Technik (biat) den Lehr- und Forschungsbetrieb an der Bildungswissenschaftlichen Hochschule Flensburg aufgenommen hat.

Das biat bildet Berufspädagoginnen und Berufspädagogen für berufliche Schulen in den Fachrichtungen Metall-, Elektro-, Fahrzeug- und Informationstechnik aus und befasst sich mit berufspädagogischen und berufswissenschaftlichen Fragen zur Entwicklung von Technik, (Fach-) Arbeit und Berufsbildung.

Seither sind 20 Jahre vergangen, in denen Absolventinnen und Absolventen erfolgreich durch die erste Phase der Lehrerbildung begleitet wurden.

Anlässlich dieses Bestehens laden wir Sie herzlich an die Europa-Universität Flensburg ein, um mit uns zu feiern.

28.09.2017 Festveranstaltung „20 Jahre biat“

29.09.2017 Fachtagung aus Anlass „20 Jahre biat“

Nähere Infos finden Sie unter: <https://www.uni-flensburg.de/biat>

Neue Antriebstechnologien in Fahrzeugen

SIMON PETER HEINEN: Bildung für nachhaltige Entwicklung in der Gebäudeenergieberatung – Leitideen, Qualifikationsforschung und didaktische Konzepte. Shaker-Verlag, Aachen 2016, 354 Seiten, ISBN 978-3-8440-4483-6, 49,80 Euro

Für die enormen Energieeinsparpotenziale durch eine effiziente Gestaltung der Gebäudeenergie-technik ist eine exzellente und fachkompetente Beratung von zentraler Bedeutung. Die Betrachtungsweise des Gebäudes als energetisches Gesamtsystem und eine darauf aufbauende gewerkeübergreifende nachhaltigkeitsorientierte Handlungskompetenz sind der Schlüssel für eine erfolgreiche Beratungstätigkeit. Ein Fort- und Weiterbildungsangebot für Facharbeiter/-innen aus dem gewerblich-technischen Bereich sollte nach derzeitigem Berufs-bildungsverständnis die zentralen Aufgabenfelder der Gebäudeenergieberatung einbeziehen und den etablierten didaktisch-methodischen Ansprüchen entsprechen. Dieses Ziel verfolgt Herr HEINEN in seiner Dissertationsschrift. Auf der Grundlage der Quali-fikationsforschung und dem Leitbild einer Bildung für nachhaltige Entwicklung entwirft und erprobt er ein didaktisches Fort- und Weiterbildungs-konzept für die Gebäudeenergieberatung.

Die Analysebefunde zum Entwicklungsstand der Ge-bäudeenergieberatung bestätigen die Zielsetzung der Schrift. Zum einen werden die derzeitigen Bil-dungsangebote den Anforderungen nicht gerecht, da sie die Teilnehmer/-innen nicht erwartungsgemäß auf die zukünftigen Tätigkeiten des Energieberaters/der Energieberaterin vorbereiten, und zum anderen lassen sie eine übergreifende Leitidee beruflicher Bildung als Qualitätsmerkmal vermissen. Durch die anschließende Diskussion des Nachhaltigkeitsge-dankens in der Bildung für nachhaltige Entwicklung als auch der Kompetenzorientierung als zentrale Leitkategorie einer beruflichen Didaktik legt Herr HEINEN die relevanten didaktischen Grundlagen für die Konzeption von Fort- und Weiterbildungsmaß-nahmen in der Gebäudeenergieberatung. Die zen-trale Herausforderung besteht darin, nachhaltiges Denken und Handeln in typischen Arbeitsaufgaben aufzuzeigen, auf curricularer Ebene zu verankern und didaktisch-methodisch umzusetzen.

Um den Nachhaltigkeitsgedanken situativ in die Beschreibungen der Handlungsfelder der Gebäu-deenergieberatung einzubinden, führt Herr HEINEN eine Untersuchung durch, die auf den Annahmen der Qualifikationsforschung beruht. Zunächst analy-siert Herr Heinen die Ordnungsmittel. Anschließend komplettieren die Analyse und Systematisierung der Arbeitsprozesse sowie eine eigenschaftsbezogene Anforderungsanalyse das Gesamtbild über die beruf-lichen Handlungsfelder in der Gebäudeenergiebera-tung. Zentrale Ergebnisse der empirischen Studien sind eine Beschreibung und Analyse typischer Hand-lungssituationen in der Gebäudeenergieberatung so-wie die Erkenntnis, dass die drei Dimensionen des Nachhaltigkeitsdreiecks als Reflexionsinstrument einer mehrperspektivischen Energieberatungstätigkeit evident sind.

Herrn HEINEN ist es gelungen, situationsorientierte Handlungsfeldbeschreibungen der zu bewältigen-den Aufgaben eines Energieberaters/einer Energie-beraterin mit der Verschränkung des Nachhaltig-keitsgedankens validiert zu entwickeln. Auf dieser Grundlage stellt er ein Kompetenzmodell mit dazu-gehöriger Problemtypisierung auf. Dadurch wird es möglich, auf curricularer Ebene didaktische Ziele „für eine situierte Darstellung und Modellierung der Anwendungszusammenhänge als typische Arbeits-handlungen bzw. zu bewältigende Probleme der Er-werbstätigkeit – hier der Gebäudeenergieberatung – aufzuarbeiten“ (S. 169). Auf methodischer Ebene lassen sich die didaktischen Ziele für die kompeten-zorientierte Gestaltung von nachhaltigkeitsbezoge-nen Lernprozessen in typische Handlungssituatio-nen eines Energieberaters/einer Energieberaterin konkretisierten.

Herr HEINEN belässt seine Ergebnisse nicht auf einer rein theoretisch beschreibenden Ebene. Vielmehr konkretisiert er die Erkenntnisse in praxistaugliche Handlungsempfehlungen für eine nachhaltigkeits-orientierte Curriculumgestaltung. An zwei praktisch durchgeführten Weiterbildungsmodulen für Gebäu-

deenergieberatende verdeutlicht er die Umsetzung. Ihm gelingt es, den zurzeit privatwirtschaftlich organisierten Fort- und Weiterbildungskonzepten, die vermehrt auf Wissensvermittlung spezialisiert sind, ein theoretisch fundiertes Konzept mit einem übergreifenden Bildungsanspruch und dem durchgängigen Bezug zu den Handlungsfeldern der Gebäudeenergieberatung entgegen zu stellen. Damit entspricht das entwickelte Konzept den gegenwärtigen anerkannten didaktischen Ansprüchen einer Berufsbildung mit speziellem Fokus auf das Leitbild der nachhaltigen Entwicklung. Die Energieberaternen sollen dadurch zur Mitgestaltung der Energiewende kompetenz- und handlungsorientiert befähigt werden.

Fazit: Mit der didaktischen Konzeptionierung einer Fort- und Weiterbildungsmaßnahme im Bereich der Gebäudeenergieberatung unter Berücksichtigung von nachhaltigkeits- und arbeitsprozessorientierten

Handlungssituationen hebt sich die Arbeit von Herrn HEINEN deutlich gegenüber bisherigen Konzepten ab, die sich vorwiegend auf technische Aspekte beziehen. Unter Verwendung der gegenwärtigen Prinzipien einer anerkannten Berufsbildungsdidaktik ist es ihm gelungen, einen innovativen Ansatz am Exempel der Gebäudeenergieberatung zur Gestaltung eines Lernangebots zur Förderung nachhaltigkeitsorientierter Handlungskompetenz zu entwickeln. Damit ist ein Ansatz geschaffen worden, der auch für die gewerblich-technische Berufsausbildung eine wesentliche Grundlage liefert. Eine qualitativ hochwertige Kundenberatung, die gebäude-, umwelt- und kostenbezogene Gesichtspunkte und die Fähigkeit zum interdisziplinären Denken und Arbeiten einbezieht, wird dort sicherlich weiteren Einzug erhalten.

Sören Schütt-Sayed

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.

Ab dem zweiten Quartal 2017 sind derzeit folgende Themenschwerpunkte geplant:

- Studierbefähigung im und durch den berufsbildenden Bereich,
- (Neu-)Ordnung der Ausbildungsberufe in Elektro-, Fahrzeug-, Informations- und Metalltechnik,
- Prozess- und arbeitsorientierte Ausbildung (speziell: Schülerfirmen),
- Bionik.

Wir freuen uns auf Ihre Rückmeldung!

Herausgeber und Schriftleitung

Verzeichnis der Autorinnen und Autoren

FISCHER, MARTIN

Prof. Dr., Leiter des Instituts für Berufspädagogik und Allgemeine Pädagogik, Karlsruher Institut für Technologie (KIT), m.fischer@kit.edu

GRIMM, AXEL

Prof. Dr., Hochschullehrer, Europa-Universität Flensburg, Berufsbildungsinstitut Arbeit und Technik (biat), Berufliche Fachrichtungen Elektrotechnik und Informationstechnik und deren Didaktiken, axel.grimm@biat.uni-flensburg.de

HEINRICH, NICOLAI

StR, Europa-Universität Flensburg – Berufsbildungsinstitut Arbeit und Technik (biat), Berufliche Fachrichtungen Elektrotechnik und Informationstechnik und deren Didaktiken, nicolai.heinrich@uni-flensburg.de

KRINGS, BETTINA-JOHANNA

Dr. phil., Leiterin des Forschungsbereichs 'Wissensgesellschaft und Wissenspolitik' des Instituts für Technikfolgenabschätzung und Systemanalyse, Karlsruher Institut für Technologie (KIT),

LINDNER, ANDREAS,

StD, Fachbetreuer Bauelemente und Fertigungstechnik, Koordination der Lernfelder, Städt. Berufsschule für Fertigungstechnik München, andreas.lindner@bsz-deroy.muenchen.musin.de

MANEMANN, STEFAN

Abteilungsleiter Fachschule Technik, BBS 2 Wolfsburg, smanemann@bbs2.wolfsburg.de

MONIZ, ANTÓNIO B.

Prof. Dr., Professor an der Universität Nova Lissabon (Portugal) und Senior Researcher am Instituts für Technikfolgenabschätzung und Systemanalyse, Karlsruher Institut für Technologie (KIT),

PUKAS, DIETRICH

Dr. Dr., Dipl.-Päd., Stud.-Dir. a. D. BBS Metalltechnik Hannover, dietchpukas@t-online.de

SCHLAUSCH, REINER

Prof. Dr., Europa-Universität Flensburg, Berufsbildungsinstitut Arbeit und Technik (biat), Berufliche Fachrichtung Metalltechnik und ihre Didaktik, reiner.schlausch@biat.uni-flensburg.de

RUNGE, FLORIAN

Teamleiter KUKA College Nord, Braunschweig, Florian.Runge@kuka.com

SCHÜTT-SAYED, SÖREN

Wissenschaftlicher Mitarbeiter, Universität Hamburg, Institut für Berufs- und Wirtschaftspädagogik, soeren.schuett@uni-hamburg.de

TÄRRE, MICHAEL

StD Dr., Abteilungsleiter für die „Beruflichen Gymnasien“ an den Berufsbildenden Schulen Neustadt der Region Hannover, michael_taerre@hotmail.com

ZIMPELMANN, EIKE,

Dipl.-Ing.-Päd, Dipl.-Ing. (BA), akademischer Mitarbeiter, Institut für Berufspädagogik und Allgemeine Pädagogik, Karlsruher Institut für Technologie (KIT), eike.zimpelmann@kit.edu

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

www.lernenundlehren.de

Herausgeber

Volkmar Herkner (Flensburg), Klaus Jenewein (Magdeburg), A. Willi Petersen (Flensburg), Georg Spöttl (Bremen)

Beirat

Matthias Becker (Hannover), Ralph Dreher (Siegen), Claudia Kalisch (Rostock), Rolf Katzenmeyer (Dillenburg), Andreas Lindner (München), Reiner Schlausch (Flensburg), Friedhelm Schütte (Berlin), Ulrich Schwenger (Heidelberg), Thomas Vollmer (Hamburg), Andreas Weiner (Hannover)

Heftbetreuer: Reiner Schlausch (Flensburg)

Titelbild: KUKA/F&P Robotics

Schriftleitung (V. i. S. d. P.)

lernen & lehren

c/o Prof. Dr. Axel Grimm – Europa-Universität Flensburg, biat, Auf dem Campus 1, 24943 Flensburg, Tel.: 04 61/8 05-20 75, E-Mail: axel.grimm@biat.uni-flensburg.de

c/o StD Dr. Michael Tärre – Rehbockstr. 7, 30167 Hannover, Tel.: 05 11/7 10 09 23, E-Mail: michael.taerre@hotmail.com

Assistenz der Schriftleitung:

Tim Richter (Bremen), Britta Schlömer (Bremen)

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.

Im Sinne einer besseren Lesbarkeit werden mitunter nicht immer geschlechtsneutrale Personenbezeichnungen genutzt, obgleich weibliche und männliche Personen gleichermaßen gemeint sein sollen. Unverlangt eingesandte Rezensionsexemplare werden nicht zurückgesandt.

Layout/Gestaltung

Brigitte Schweckendieck/Winnie Mahrin

Unterstützung im Lektorat

Andreas Weiner (Hannover)

Verlag, Vertrieb und Gesamtherstellung

Heckner Druck- und Verlagsgesellschaft mbH & Co. KG

Postfach 15 59 – 38285 Wolfenbüttel

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

ISSN 0940-7340

ADRESSAUFKLEBER

BAG

WWW.BAG-ELEKTROMETALL.DE
KONTAKT@BAG-ELEKTROMETALL.DE