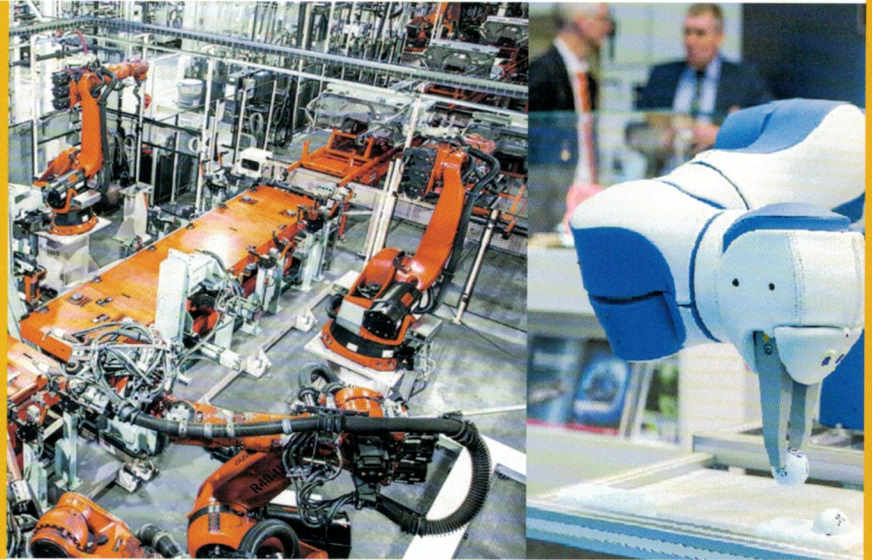


Schwerpunktthema Robotik

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

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.

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



AXEL GRIMM



NICOLAI HEINRICH

„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).

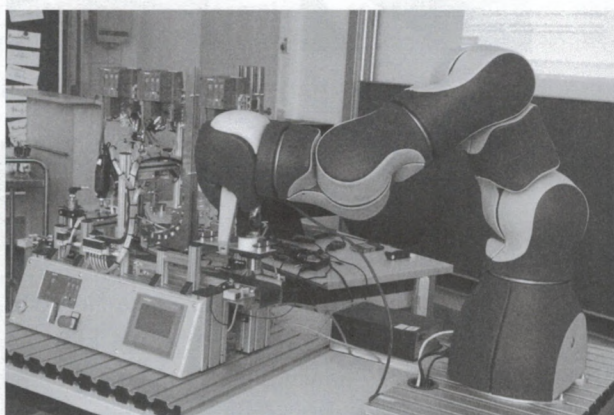


Abb. 1: „P-Rob 2“ in Kombination mit einem MPS-Transfersystem „Industrie 4.0“ (Foto: biat)

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 selbständig 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.

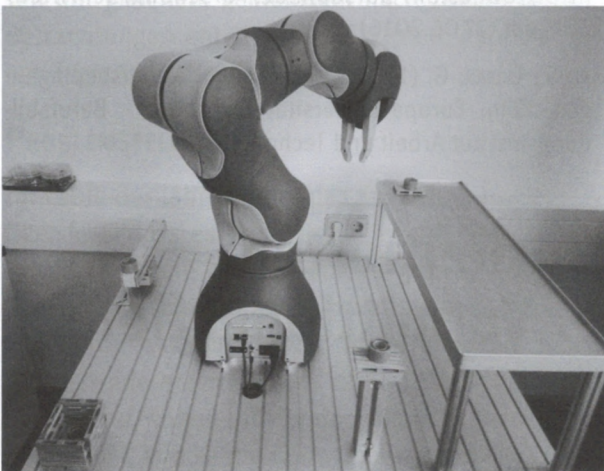


Abb. 2: „P-Rob 2“ in Kombination mit einem MPS-Transfersystem „Industrie 4.0“ (Foto: biat)

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 Bahn-treue 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



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