

Methodik

Das kontinuierliche Technologiemonitoring des Heinz-Piest-Instituts für Handwerkstechnik (HPI) hat die Aufgabe, die für die handwerkliche Leistungserbringung relevanten (technologischen) Innovationen frühzeitig zu erkennen. Hierzu beobachtet die Abteilung für Innovation und Technologietransfer am HPI, insbesondere die Zentrale Leitstelle für Technologietransfer im Handwerk (ZLS), aus betrieblicher Sicht, welche technologischen Neuerungen und Innovationen relevant für den Erhalt künftiger Wettbewerbsfähigkeit sind. Die ZLS stützt sich für die technologische Bewertung aus betrieblicher Sicht auf das Netzwerk der Beauftragten für Innovation und Technologie (BIT und Digi-BIT) und der Mitarbeitenden in den gewerbespezifischen Informationstransferstellen (GIT). Weiterhin werden Informationen, insbesondere der Fachverbände, wissenschaftlichen Netzwerke, Hochschulen sowie weiterer Partner aus der Handwerksorganisation bei der Erstellung der Technologie Steckbriefe berücksichtigt. In der Erarbeitung dieses Technologie-Steckbriefs wurde eine fragebogengestützte Online-Expert*innenbefragung bei den Zielgruppen der (Digi-)BIT und GIT durchgeführt, um sowohl das technologische als auch das betriebliche Erfahrungswissen der handwerklichen Beratungsstrukturen in den Monitoringprozess einzubetten.

Der hier vorliegende Technologie-Steckbrief ist in Kooperation mit dem Fraunhofer-Institut für Werkzeugmaschinen und Umformtechnik IWU entstanden. Das IWU ist Innovationsmotor für Neuerungen im Umfeld der produktionstechnischen Forschung und Entwicklung. Im Fokus stehen hierbei Bauteile, Verfahren und Prozesse sowie die zugehörigen komplexen Maschinensysteme. Dank dieser Zusammenarbeit konnte zusätzliche Erfahrung und Expertise aus Forschung und Industrie in die Betrachtung und Bewertung der für die handwerkliche Leistungserbringung relevanten (technologischen) Innovationen im Bereich Robotik eingebracht werden.

Der vorliegende Steckbrief ist auch ein Teil einer weiter gefassten Kooperation der Fraunhofer Gesellschaft insgesamt mit dem Handwerk. So wurde Mitte letzten Jahres eine Innovationspartnerschaft von Fraunhofer mit dem Zentralverband des Deutschen Handwerks (ZDH) eingeleitet. Die Partner verbindet dabei die Überzeugung, dass aus einer engen Zusammenarbeit zwischen Wissenschaft und Handwerk wertvolle Impulse für Innovationen erwachsen können. Handwerker können technologische

Herausforderungen nicht immer mit eigenen Ressourcen angehen. Wissenschaft kann hier wertvollen Input leisten. Gleichzeitig bieten Kooperationen mit Unternehmen der Wissenschaft die Möglichkeit, ihre Erkenntnisse und Erfahrungen in die praktische Anwendung zu bringen.

Kontaktdaten

Heinz-Piest-Institut (HPI)

Dr. Linda Meyer-Veltrup

Zentrale Leitstelle für
Technologie-Transfer im Handwerk

Wilhelm-Busch-Str. 18,
30167 Hannover

Telefon: +49 (0) 511 / 70155 - 31

meyer@hpi-hannover.de

Fraunhofer-Gesellschaft, Zentrale

Dr. Michael Liecke

Leiter Themenfeld KMU-
Auftragsforschung

Hansastraße 27 c,
80686 München

Telefon: +49 (0) 89 / 1205 - 1118

michael.liecke@zv.fraunhofer.de

Fraunhofer IWU

Dr.-Ing. Arvid Hellmich

Abteilungsleiter IIOT-Steuerungen
und Technische Kybernetik

Nöthnitzer Straße 44,
01187 Dresden

Telefon +49 (0) 351 4772-2610

arvid.hellmich@iwu.fraunhofer.de

 **Heinz-Piest-Institut für Handwerkstechnik**
an der Leibniz Universität Hannover

 **TTnet**® Netzwerk der Beauftragten für
Innovation und Technologie

 **Fraunhofer**

Technische Verfahren und Funktionsprinzip

Der Begriff „Roboter“ geht auf Karel Capeks Stück „Rossums Universalroboter“ (1921) zurück. Das Wort selbst hat seine Wurzeln in der tschechischen Sprache und bedeutet „Fronarbeit“ oder „Frondienst“. Diese Wortbedeutung macht die Vision des Roboters als Unterstützer des Menschen deutlich. Blickt man auf die aktuellen Ausprägungsformen von Robotern ist dies immer noch gegeben und Ansporn für weitere Entwicklungen. Die heute gebräuchlichen Definitionen sind ähnlich wie die Assoziationen mit dem Begriff in zwei Richtungen geprägt. Einerseits kommt einem ein dem Menschen nachempfundenes technisches Gerät in den Sinn, wie es auch in vielen Filmen thematisiert wird und Gegenstand einer eigenen Entwicklungslinie „humanoider Roboter“ ist. Andererseits – und das ist die Linie der sich der Technologiesteckbrief widmet – wird darunter ein „automatisch gesteuertes, wiederprogrammierbares, vielfach einsetzbares Handhabungsgerät mit mehreren Freiheitsgraden, das entweder ortsfest oder beweglich in automatisierten Fertigungssystemen eingesetzt wird“¹, verstanden. Auch hier spielt die den Menschen unterstützende Tätigkeit eine wesentliche Rolle, der Roboter selbst besitzt jedoch kaum Ähnlichkeit mit dem Menschen. Festzuhalten ist, dass die aktuelle technische Realisierungsstufe von Industrierobotern noch nicht auf einem Stand ist, wo Roboter vollkommen freizügig mit dem Menschen kollaborieren und zusammenarbeiten.

Erste kommerziell verfügbare Roboter wurden ab 1960 gebaut und vertrieben. Vorrangig in der Automobilindustrie eingesetzt, waren sie mit hydraulischen Antriebszylindern ausgestattet. Ab den siebziger Jahren setzten sich elektrische Stellantriebe durch, was auch heute noch die gebräuchlichste Antriebsart darstellt. In Deutschland kommen derzeit laut International Federation of Robotics (IFR) auf 10.000 Beschäftigte im verarbeitenden Gewerbe circa 350 Roboter². Vor allem in Deutschland ist auch heute die Automobilindustrie noch für einen deutlichen Anteil der eingesetzten Roboter verantwortlich. In anderen Regionen der Erde können abweichende Anwendungsfelder und Ausprägungsformen von Robotern beobachtet werden. Fasst man die Entwicklungen zusammen, können im gesamten Bereich der Robotik weltweit Wachstumsraten von ca. 15 % in den letzten Jahren verzeichnet werden³.

Die Mehrzahl der durch Roboter ausgeführten Tätigkeiten (Handhabung und Montage, Punktschweißen, Lackieren) sind oft ohne große Kraftbelastungen an der Roboterhand und benötigen keine hochgenauen Bewegungen. Dies bedeutet auch, dass Robotersteuerungen oftmals lediglich einfache, lineare Bewegungen (Punkt-zu-Punkt, einfache Bahnen) realisieren müssen. Die überwiegende Zahl von Robotern findet man aktuell noch immer in hochautomatisierten Produktionslinien mit stets gleichen

¹ Quelle: nach der europäischen Norm EN 775

² Quelle: <https://de.statista.com/infografik/13676/roboterdichte-in-der-fertigungsindustrie/>

³ Quelle: <https://www.industr.com/de/millionen-neue-industrie-roboter-weltweit-bis-2306648>

Bewegungen zur Fertigung von Produkten mit großen Losgrößen. Roboter und Menschen sind in diesen Fällen durch Schutzzäune weitestgehend getrennt, so dass auch die Arbeitsaufgaben strikt getrennt sind.

In den vergangenen Jahren wurde durch konsequente Weiterentwicklung der Roboter, insbesondere im Bereich der Mechanik, Sensorik/Aktorik, Modellierung, Steuerungstechnik und Informatik ein breiteres Technologieportfolio erschlossen. Heute ermöglichen moderne Robotersteuerungen und die aktuelle Hardware auch das Abfahren komplexer Bahnen am Endeffektor des Roboters. Dies erfolgt teils unter Verwendung von CNC-Technik. Damit sind Roboter auch für Applikationen wie Bahnschweißen, Kleben, Fräsen, Entgraten, Schleifen und Prüfen geeignet. Der Einsatz von Industrierobotern kann nun auch für komplexere Prozesse wirtschaftlich erfolgen, findet aber im oberen Traglastbereich auch heute noch weitgehend vom Menschen getrennt statt.

Hier kommen Roboter, die für die direkte Interaktion/Kollaboration mit dem Menschen konzipiert wurden, ins Spiel. Der Begriff für diese Roboterfamilie „Cobot“ beschreibt die Verbindung von „Collaboration“ und „Robot“. Die technischen Fähigkeiten zum Teilen von Arbeitsräumen zwischen Mensch und Roboter wird als Mensch-Roboter-Kollaboration (MRK) bezeichnet. Seit 2008 erobern Cobots stetig Marktanteile und technische Lösungen zur Kollaboration werden durch Integration von Sensoren, Modellen und intelligenten Steuerungslösungen sowie Algorithmen immer ausgereifter. Beispielsweise werden stetig Funktionen entwickelt, die eine schnelles Programmieren und in Betrieb nehmen von Industrierobotern für komplexe Prozesse und kleine Losgrößen ermöglichen. Dies öffnet auch kleinen und mittleren Unternehmen mit vielfältigen Aufgaben und kleineren Stückzahlen pro Auftrag Potentiale für einen Robotereinsatz. Ebenso gilt das für neue Branchen neben der klassischen Industrieautomation, wie dem Service, der Medizintechnik oder auch dem Handwerk.

Zukünftig werden Roboter jedoch keine bloßen Automatisierungskinetiken sein, sondern die Art und Weise der Produktion verändern. Beispiele hierfür sind Entwicklungen hin zu einer nahtlosen Kollaboration zwischen Mensch und Roboter im Sinne hybrider Teams sowie der Aufteilung komplexer Arbeitsaufgaben in kleine, handhabbare Prozessschritte und deren Realisierung im Schwarm von Robotern. Befähigt werden diese Entwicklungen durch modale Steuerungen, standardisierte Datenaustauschformate und schnelle Kommunikationsformen wie bspw. 5G. Ferninbetriebnahmen und Fernwartung werden so zukünftig ebenso möglich und weit verbreitet sein wie Gestensteuerung und intuitive Programmierung ().

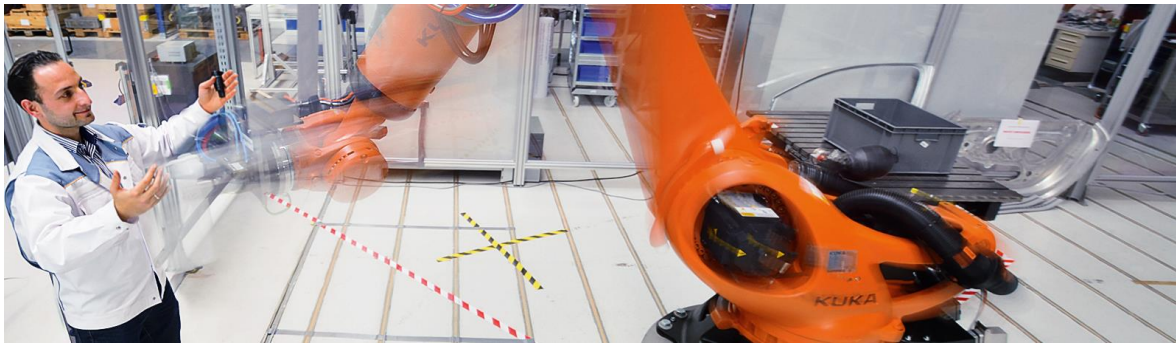


ABBILDUNG 1: DIE GESTENSTEUERUNG MIT INDUSTRIEROBOTERN BILDET EINEN FORSCHUNGSASPEKT DES FRAUNHOFER IWU

Handwerkliche Tätigkeiten stellen im Vergleich zur industriellen Massenproduktion anders gewichtete Herausforderungen an Roboter. Es werden vielfältigere Materialien verarbeitet, komplexere Prozesse müssen vollführt werden und die Roboter müssen schneller in den Einsatz gebracht werden. Lösungen, die von Roboterexperten in den Bereich des Handwerks überführt werden können, sind bspw. erweiterte Sensorik, intelligente, weil adaptive Steuerungen und intuitive Mensch-Maschine-Interfaces. Um dies im Detail zu erfassen, legt der Technologie-Steckbrief Anwendungsgebiete, Hemmnisse und Potentiale der Anwendung von Robotertechnologien im Handwerk dar.

Anwendungsgebiete

In der Erarbeitung dieses Technologie-Steckbriefs wurde eine fragebogengestützte Online-Expert*innenbefragung durchgeführt. An der Umfrage nahmen insgesamt 33 Personen teil, darunter 24 Beauftragte für Innovation und Technologie (BIT) sechs Beauftragte für Innovation und Technologie mit dem Schwerpunkt Digitalisierung (Digi-BIT) und drei Mitarbeitende in den gewerbespezifischen Informationstransferstellen (GIT).

Die Ergebnisse der Expert*innenbefragung weisen darauf hin, dass der Einsatz von Robotern insbesondere in Bereichen verbreitet ist, in denen körperlich anstrengende bzw. monotone oder z.T. auch gefahrenbehaftete oder besonders belastende Tätigkeiten ausgeübt werden (Abbildung 2).

Der Einsatz von Robotern im Zusammenhang mit der Automatisierung von Standard-Produktbewegungen wie z.B. der Handhabung, dem Heben oder Transportieren und dem Verpacken wird von 85% der Befragten als bekanntes Einsatzfeld eingeordnet. In Bezug auf einfache Produktionsprozesse wie der Zerspanung oder dem Schleifen gaben 70 % an, dass ihnen der Einsatz von Robotern bekannt ist.

Im Bereich der Assistenz und hier vor allem der Unterstützung bei wiederkehrenden Arbeiten wie dem Heben, Anreichen oder Halten fällt der Bekanntheitsgrad etwas geringer aus (58 %). Die Nutzung von Robotern zur Ausübung von Nebentätigkeiten wie der Überwachung, der Bauteilinspektion oder der Bauteilreinigung war mit nur ca. 30 % bei den Befragten am wenigsten bekannt. Unter den darüber hinaus genannten Einsatzbereichen finden sich vor allem Tätigkeiten im Bereich Schweißen, aber auch in der Lagerhaltung oder dem 3D-Druck von Beton.

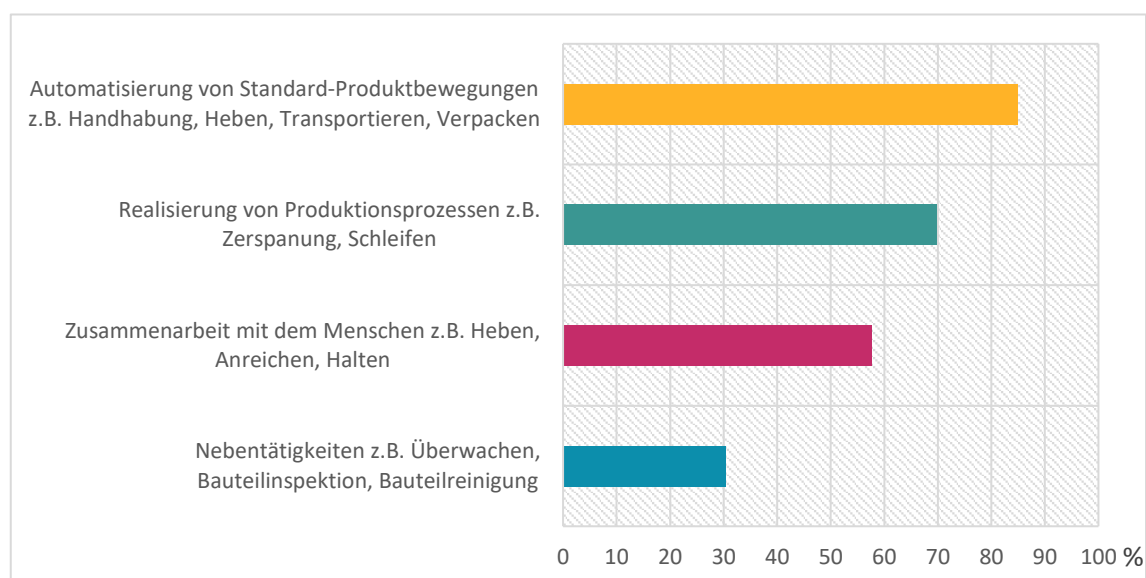


ABBILDUNG 2: IN WELCHEN BEREICHEN IST IHNEN DER EINSATZ VON ROBOTERN BEKANNT (MEHRFACHNENNUNG MÖGLICH, N=33)

Die Einschätzung zur Relevanz der Unterstützungsarten für den schnellen Robotereinsatz in den vorab genannten Bereichen ist in Abbildung 3 dargestellt. Hier sticht die intuitive Roboterprogrammierung mit 82 % gefolgt von Drag&Drop Funktionen (55 %) stark heraus. Aber auch der Gestensteuerung (45 %) sowie der Möglichkeit der Fernwartung und des Remote-Zugangs (42 %) wird von den Befragten eine relativ hohe Relevanz zugeschrieben.

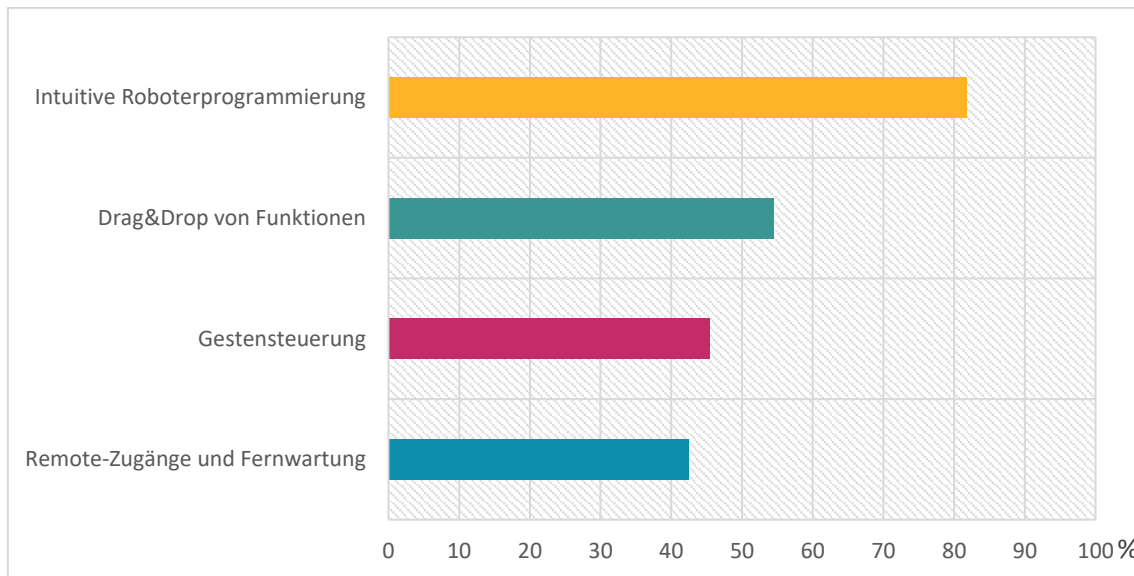


ABBILDUNG 3: WELCHE UNTERSTÜTZUNGSART FÜR DEN SCHNELLEN ROBOTEREINSATZ IST IN DEN VON IHNEN GENANNTE BEREICHEN BESONDERS RELEVANT? (MEHRFACHNENNUNG MÖGLICH, N=33)

Anwendung finden Roboter in diversen Tätigkeitsbereichen. Die in Abbildung 2 genannten Einsatzmöglichkeiten werden durch die genannten gewerkespezifischen Anwendungsbeispiele bestätigt. Diese lassen sich in die folgenden vier Kategorien clustern:

1. Auslagerung von monotonen/wiederkehrenden Tätigkeiten,
2. Automatisierung von Standard-Produktbewegungen,
3. Zusammenarbeit mit dem Menschen und
4. Sonstige.

Insbesondere Fräs-, Schweiß- und Lackier- aber auch Verlege-, Streich- und Schleifarbeiten füllen mehrheitlich die erste Kategorie. Im Bereich der Produktbewegung stehen die Handhabung von schweren Lasten und das Palettieren im Vordergrund. Unterstützend greifen Roboter in der Bearbeitung von Werkstücken bzw. Materialien durch Hebe- und Halteunterstützung ein. Weitere Anwendungsbeispiele betreffen die Qualitätsüberwachung im Fertigungsprozess, den 3D-Betondruck oder die Fenstermontage.

Die Einschätzung der relevanten Anwendungsgebiete im Handwerksbereich „monotone/wiederkehrende Tätigkeiten“ und „Standard-Produktbewegungen“, deckt

sich mit der Perspektive der industrienahen Forschung in der Produktionstechnik, in der diese ebenso die Hauptrolle spielen. Dies resultiert aus den Vorteilen von Robotern und deren Steuerungen, wobei Automatisierung insbesondere dort mit überschaubarem Aufwand und kurzen Refinanzierungszeiten umsetzbar ist, wo sich Tätigkeiten wiederholen (schnell automatisierbar) und die Arbeitsbelastungen hoch sind (dauerhaft hohe Performance und Verfügbarkeit, keine Ermüdung). Die Programmierung ist einmalig relativ schnell und durch Fachkräfte mit vertretbarem Aufwand umsetzbar und zahlt sich fortwährend mit jedem Arbeitszyklus aus. Für diesen Anwendungsfall liegt ein ausgereifter Stand der Technik vor und Automatisierungsdienstleister sowie industrienaher Forschungseinrichtungen, welche aktuell bspw. Roboterzellen für die Automobil- und Halbleiterindustrie konzipieren und umsetzen, können ihr Technologieportfolio einfach auf die Anforderungen des Handwerks adaptieren.

Forschungsbedarf existiert hingegen aktuell noch in der Zusammenarbeit von Robotern mit dem Menschen. Insbesondere Soft-Roboter, Cobots und Methoden sowie Einrichtungen zur sicheren Mensch-Roboter-Kollaboration sind derzeit Gegenstand der industriellen Forschung, unter anderem auch bei Fraunhofer (IPA; IWU). Die Gestensteuerung ist einer der adressierten Forschungsschwerpunkte und wurde auch in der Umfrage benannt. Allgemein ist sie eine Technologie im Bereich der MRK. Verfügbare Lösungen sind bisher begrenzt und befinden sich oft im Stadium eines Proof of Concept oder des ersten industriellen Roll-Out. Ebenfalls in der Entwicklung sind die angesprochenen Methoden zur intuitiven Roboterprogrammierung und Drag&Drop von Funktionen. Hierzu laufen bspw. am Fraunhofer IWU aktuell Forschungsprojekte zur Kapselung von Steuerungsfunktionen in Module und der Umsetzung intuitiver Bedienoberflächen zu deren Parametrierung. Interessierten Handwerksbetrieben wird der Kontakt mit industrienahen Forschungseinrichtungen empfohlen, da diese meist einen guten Überblick über den Stand der Forschung besitzen.

Darüber hinaus sollte immer unterschieden werden, ob die zu automatisierenden Prozesse signifikante Kräfte an der Roboterhand erfordern, da Roboter prinzipiell relativ nachgiebige Strukturen sind. Weitestgehend kraftfreie Prozesse, wie Kleben, Schweißen oder Handhaben lassen sich mit Robotern in guter Genauigkeit automatisieren. Für Prozesse mit deutlichen Krafteinflüssen (Schleifen, Fräsen, Einpressen) müssen oftmals Modelle der Roboter erstellt werden, auf deren Basis in Robotersteuerungen Korrekturverfahren angewendet werden. Damit lassen sich trotz der Nachgiebigkeit in der Struktur gute Genauigkeiten erzielen. Der Modellierungs- und Programmierungsaufwand muss jedoch berücksichtigt werden.

Bestehende Hemmnisse für den gewerblichen Einsatz

Als mögliche Hemmnisse für die professionelle Verwendung von Robotik im Handwerk werden über das Antwortverhalten vier zentrale Bereiche deutlich:

1. Investitionskosten und die Deckung von laufenden Kosten,
2. Wissen und Programmierkenntnis,
3. Akzeptanz der Technologie und
4. Prozesse.

Neben der Höhe der Investitionskosten, die für spezielle Robotiklösungen insbesondere für enge Nutzungsszenarien oder Kleinstbetriebe verhältnismäßig hohe Aufwände bedeuten, stellen nach der Beschaffung, die Amortisation und der Unterhalt des Roboters zusätzliche Hürden dar. Trotz möglicher Investitionssubventionierung wird aufgrund von mangelndem Wissen über Einsatzszenarien und Chancen keine Investition getätigt. Hierbei spielen auch Folgeinvestitionskosten wie die Schulung von Mitarbeiter*innen oder die spezifische Programmierung und Ausrichtung der Technik eine zentrale Rolle.

Daran anschließend liegen in vielen Fällen im Vorfeld wenige bis keine (Programmier-) Kenntnisse und Erfahrungen in der Arbeit mit und Programmierung von Robotern innerhalb der Belegschaft eines Handwerksbetriebes vor. Zudem bedingt der Einsatz von Robotern oft einen Transfer der Tätigkeiten in den produzierenden Betrieben hin zu komplexen, hoch bezahlten Aufgaben, was kostentechnisch untersetzt werden muss. Dies erschwert nicht nur den initialen Zugang zur Technik, sondern birgt auch Unsicherheiten im Rahmen ihrer Verwendung. So liegen beispielsweise unter der zeitlichen Perspektive, Unsicherheiten im Hinblick auf den Programmieraufwand oder die Einarbeitungszeiten vor. Die Individualität von benötigten Robotiklösungen ist zudem für den Standardisierungsgrad von Tätigkeiten, die durch Roboter übernommen werden können, gewerkespezifisch begrenzt. Abhängig von Werkstoff und Tätigkeit kann so die Übernahme von Tätigkeiten durch Menschen effizienter ausfallen. Die Einbindung von Robotern in Betriebs- und Produktionsabläufe birgt zudem die Frage der Technologieakzeptanz durch die Mitarbeiter*innen. Die Sorge vom Wegfall des eigenen Arbeitsplatzes durch den Einsatz neuer Technik überschattet dabei mögliche positive Auswirkungen der neuen Anwendungsmöglichkeiten. Dies kann durch eine fehlende systematische und frühzeitige Einbindung und Mitnahme der Mitarbeiter*innen im Sinne eines aktiven Change-Managements verstärkt werden. Auch die fehlende Kenntnis zu den technischen sowie organisationalen Anforderungen, die den Einsatz eines Roboters mit sich ziehen, auf Seiten der Entscheidungsträger*innen, erschwert die erfolgreiche Einführung. Die Auseinandersetzung mit organisationalen Abläufen beinhaltet auch Fragen nach der Ausrichtung der Wertschöpfungsprozesse von Handwerksbetrieben. Entgegen industrieller Einsätze stehen hier kleine Losgrößen und individuelle sowie erschwert

standardisierbare Produktionsprozesse im Zentrum der täglichen Arbeit. Wiederkehrende Tätigkeiten sind damit genau abzugrenzen und zu identifizieren. Auch in der Zusammenarbeit von Betrieben unterschiedlicher Gewerke liegt stets ein individueller und ggf. wechselnder Abstimmungsbedarf entsprechend des vorliegendem Knowhows und des Produktionsprozesses vor. Ergänzend sei an dieser Stelle die Interoperabilität und Mobilität von Robotiklösungen zu nennen. Transportfähigkeit zu unterschiedlichen Einsatzorten und das Zusammenspiel mit verschiedenen und ggf. wechselnden Komponenten erschweren hierbei Einsatzszenarien.

Die benannten Hemmnisfaktoren sind im Bereich der industriellen Forschung bekannt und damit Motivation für Forschungs- und Entwicklungsprojekte. Zur Vorab-Abschätzung der Investitionskosten kann beispielsweise in Kooperation mit dem Fraunhofer IWU eine Machbarkeitsuntersuchung auf Basis Digitaler Zwillinge und der Methode der Virtuellen Inbetriebnahme durchgeführt werden. Dies umfasst den digitalen Aufbau einer eventuellen Roboterzelle bis hin zur Anbindung einer realen Robotersteuerung und der Erstellung kompletter Roboterprogramme am digitalen Modell ohne Hardware-Invest. Im Falle der Eignung können Zykluszeiten und Investitionskosten abgeschätzt und die entsprechenden Entscheidungen getroffen werden. Ist eine Automatisierung erfolgt und liegen zyklisch wiederholte Tätigkeiten vor, ist die Deckung von laufenden Kosten von untergeordneter Bedeutung. Müssen regelmäßig Umkonfigurationen vorgenommen werden, schlagen Aufwände für die Programmierung und Wiederinbetriebnahme zu Buche. Oftmals ist das Wissen und die Programmierkenntnis für Roboter nicht in den anwendenden Unternehmen vorhanden, weswegen Automatisierungsdienstleister hinzugezogen werden. Die Vereinfachung des Teach- und Programmiervorgangs der Roboter ist somit ein weiteres, wichtiges Forschungsthema, an dem u.a. Fraunhofer (IPA; IWU; IFF; IAIS) arbeitet. Hier gibt es auch bereits industriell verfügbare Lösungen, welche unter den Schlagworten Drag&Drop -Programmierung, skillbasierte oder fähigkeitsbasierte Steuerungen zu finden sind. Die industrienahen Forschungsreinrichtungen und Universitäten bemühen sich, Robotertechnologien für verschiedene Anwendungsfälle zu qualifizieren und damit die Akzeptanz der Technologie zu steigern. Auch hier werden interessierte Betriebe gebeten, mit den Technologiegebern in Kontakt zu treten und Möglichkeiten des Technologietransfers zu erörtern.

Potentiale für den gewerblichen Einsatz

Neben den zahlreichen Herausforderungen, die der Einsatz einer neuen Technologie mit sich ziehen kann und den Hemmnissen, die sich speziell im Hinblick auf die Einführung von Robotik ergeben können, kann diese Technologie insbesondere bei der Bewältigung des Fachkräftemangels im Handwerk einige Potenziale aufweisen.

Der Einsatz von Robotik kann den Menschen in verschiedenen Bereichen unterstützen und entlasten. So können zum einen gefährliche oder schwere sowie besonders belastende Tätigkeiten von Robotern durchgeführt werden. Speziell in Bereichen, in denen viele körperlich schwere (wie z.B. schweres Heben in der Montage) oder belastende Tätigkeiten (wie z.B. über Kopf Arbeiten im Kraftfahrzeugbereich) anfallen, könnte der Einsatz von Robotik das vorhandene Personal entlasten und fehlendes Personal kompensieren. Durch die Reduzierung schwerer Arbeiten oder die vollständige Übernahme dieser Tätigkeiten durch Robotersysteme werden Mitarbeitende zum anderen so weit geschont, dass sie ihre Berufe bis ins Rentenalter ausüben können und älteren Mitarbeitenden Tätigkeiten abgenommen werden, die sie selbst nicht mehr ausführen können.

Mit der körperlichen Entlastung der Mitarbeitenden geht auch die zeitliche Entlastung dieser einher. Durch die Übertragung repetitiver, manueller Tätigkeiten auf Roboter werden Freiräume für das Fachpersonal geschaffen. Insbesondere vor dem Hintergrund des Fachkräftemangels, der ein großes Problem für nahezu alle Handwerksbetriebe darstellt, ist dies ein großer Vorteil, der mit dem Einsatz dieser Technologie einhergehen kann. Neben geschaffenen Freiräumen, die die Fachkräfte im Betrieb für nicht-automatisierbare Tätigkeiten nutzen können, werden darüber hinaus Berufe durch die Reduzierung risikobehafteter, belastender oder monotoner Tätigkeiten auch für potenzielle Nachwuchskräfte attraktiver. Auch der Einsatz neuer Technologien im Allgemeinen sorgt für ein moderneres Image des Handwerks sowie seiner Berufe und bietet somit ein enormes Potenzial zur Reduzierung des Fachkräftemangels.

Neben den Potenzialen, die der Einsatz von Robotik im Bereich Personal bieten kann, können auch positive Effekte auf Produktivität, Effizienz und Qualität erzielt werden. So können durch den Einsatz von Robotik, Prozesse effizienter, präziser und mit höherer Geschwindigkeit abgebildet werden, wobei eine immer konstant bleibende Qualität sichergestellt ist. Ein positiver Nebeneffekt kann sich darüber hinaus aus der generellen Auseinandersetzung mit den internen Unternehmensprozessen ergeben, die jeder Einführung neuer Technologien vorausgehen sollte. Hierdurch können bisher bewährte Prozesse überdacht und ggf. optimiert werden. Ähnlich verhält es sich auch mit dem eigenen Geschäftsmodell und bisherigen Geschäftsfeldern. Der Einsatz von Robotik kann in verschiedenen Gewerken die Herstellung bestimmter Produkte, bspw. besonders komplexer Formen im Holz-, Metall- oder Werkzeugbau, vereinfachen und sich so positiv auf die mögliche Preisgestaltung auswirken.

Die industriennahe Forschung und Automatisierer bzw. Sondermaschinenbauer haben bereits einige Beispiele hervorgebracht, welche die Einsatzpotentiale von Robotern eindrucksvoll demonstrieren und bewertbar machen. Ein Beispiel sind klassische Roboterzellen mit Schutzzaun, Bauteilschleusen und abgeschlossenen Fertigungsaufgaben, die für produktionstechnische Aufgaben wie Aufgaben des Handwerks gleichermaßen geeignet sind. Einen Schritt weiter gehen kompakte

Roboterzellen, welche die Tätigkeiten des Menschen beim Be- und Entladen von Maschinen und deren Bedienung komplett übernehmen können. So kann ein Ausfall von Mitarbeitenden aufgrund von Krankheit, Elternzeit etc. oder der allgemeine Fachkräftemangel kompensiert werden. Auch das Auslasten von Maschinen in Nachtschichten, für die nur schwer Personal gefunden werden kann, und die Integration von Prüfprozessen wird so möglich. Technologien, die hierfür gebraucht werden, sind modulare Steuerungen, optische Sensorik inklusive der passenden Auswertelgorithmen, schnelle Anlernstrategien über Künstliche Intelligenz und unterstützende Geschäftsmodelle, wie Mietkonzepte oder Pay per use.

Weitere Potentiale werden seitens der Forschungseinrichtungen in der schnellen Entwicklung der Cobots gesehen. Diese umfasst die Hardware, intuitive Programmiermethoden, Komplettpakete inkl. Spezifikation und Inbetriebnahme genauso, wie Sicherheitszertifizierungen für den Einsatz in der Nähe des Menschen.

Ob der Einsatz von Robotik im eigenen Betrieb Vorteile bieten kann, hängt wie bei allen Technologien stark von den individuellen Rahmenbedingungen des jeweiligen Unternehmens ab, als auch von den gewerkespezifischen Anforderungen. Im Folgenden soll daher ein erster Einblick in den Durchdringungsgrad der Technologie Robotik in den einzelnen Gewerbegruppen gegeben werden.

Durchdringungsgrad der Technologie

Die Rückmeldungen zu den einzelnen Gewerbegruppen zeichnen ein durchmisches Bild. Die meisten Rückmeldungen gab es in den Gewerbegruppen des Bauhaupt- und Ausbaugewerbes und des Handwerks für den gewerblichen Bedarf (n=67). Im Bereich des Bauhaupt- und Ausbaugewerbes fällt die Relevanz (2,23) des Themas Robotik höher als der durch die Befragten eingeschätzte Umsetzungsgrad (1,44) aus. Einen verhältnismäßig hohen Relevanzwert von 3,05 weisen die Handwerke für den gewerblichen Bedarf auf. Mit der in beiden Gewerbegruppen geringer ausfallenden Umsetzungstendenz zeigt sich in beiden Gewerbegruppen eine deutliche Differenz zwischen der beschriebenen Relevanz und dem jeweiligen Umsetzungsgrad (=Lücke). Diese Differenz beträgt im Bauhaupt- und Ausbaubereich 0,79 und im Handwerk für den gewerblichen Bedarf sogar 1,05. Hierdurch wird deutlich, dass Entwicklungspotenziale in diesen Gewerbegruppen gesehen werden, um eine Technologieintegration weiter voranzutreiben.

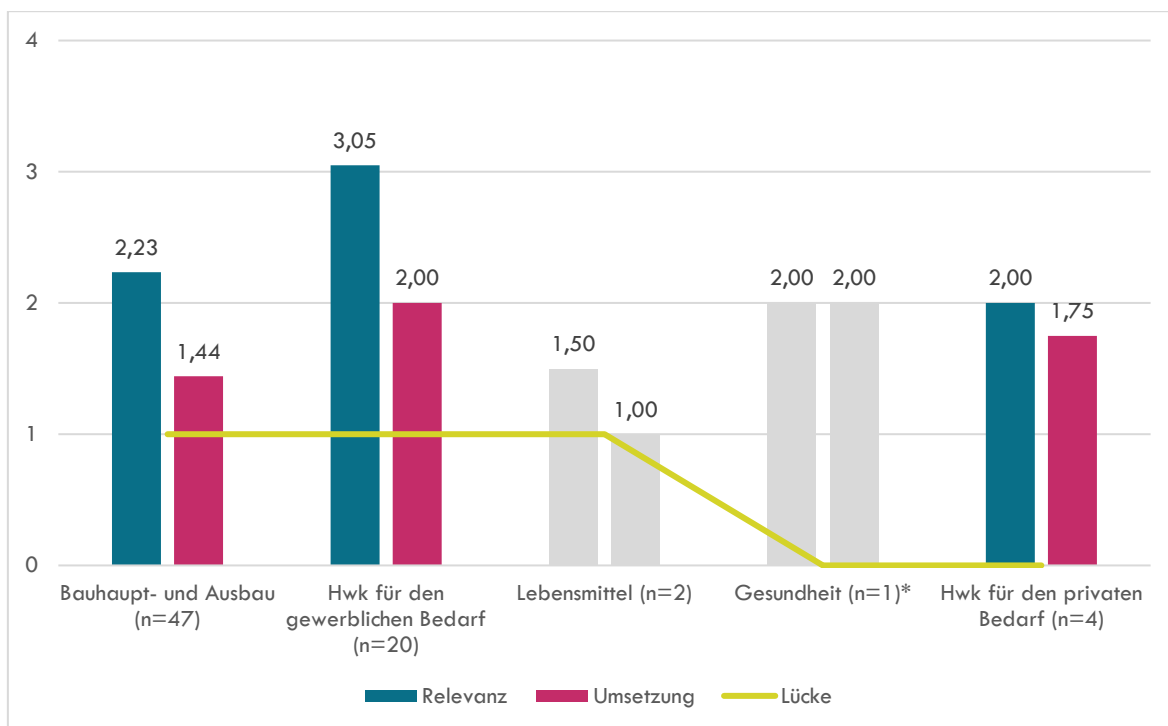


ABBILDUNG 4: RELEVANZ UND UMSETZUNG (0= GERING BIS 4= HOCH, MEHRFACHNENNUNG MÖGLICH)

Auf Grund der geringen Rückmeldungen in den Gewerbegruppen der Lebensmittel- (n=2) und Gesundheitshandwerke (n=1) sind für diese Gruppen keine näheren Auswertungen möglich und daher in der Abbildung 4 grau hinterlegt. Auch im Bereich der Handwerke für den privaten Bedarf ist die Rückmeldungsquote sehr gering (n=4). Hier zeigt sich jedoch, dass sowohl die Relevanz (2,00) als auch die Umsetzung (1,75) von den Befragten als gering-mittelmäßig eingeschätzt werden und nur eine Lücke von 0,25 aufweisen. Für die Gewerbegruppe der Kraftfahrzeughandwerke liegt leider keine Rückmeldung vor.

(Weiterbildungs-)Angebote zum Thema Robotik

Eine Recherche auf den Internetseiten der Bildungseinrichtungen der Handwerksorganisationen hat ergeben, dass verhältnismäßig wenige Institutionen eigene Angebote zur Robotik vorhalten und vielmehr auf externe Vortragsreihen hingewiesen wird. Die Handwerkskammern selbst setzen auf Sensibilisierungs- und Informationsveranstaltungen, die Bildungseinrichtungen bieten vereinzelt Qualifizierungsangebote an. Einen konkreten Anwendungsfall in der Ausbildung stellen Schweißroboter dar, die an mehreren Standorten eingesetzt werden. Insgesamt, im Sinne einer aktiven, eigenständigen Bearbeitung durch die Institutionen, ist das Thema aber noch eher schwach vertreten.

Fernab der Handwerksorganisationen zeigt sich, dass im Fort- und Weiterbildungsbereich insbesondere Hersteller innerhalb des Robotiksegments präsent sind. Auch Maschinen- und Messgerätehersteller gliedern sich hier ein. Diese werden in ihrer Arbeit durch Seminare aus dem Bereich der gewerbefördernden und öffentlich geförderten

Projekte flankiert. Das Fraunhofer IWU erarbeitet aktuell unter anderem in Kooperation mit der Handwerkskammer Dresden und der Industrie- und Handelskammer Chemnitz Angebote, die Handwerksbetrieben Robotertechnologien näherbringen. Inhalte sind bspw. Anwendungsgebiete von Robotern, verfügbare Hersteller, Programmiermethoden und Ansätze der Mensch-Roboter-Kollaboration.

Fazit

Die den Menschen unterstützende Tätigkeit spielt im Bereich Robotik eine wesentliche Rolle. Die Ergebnisse der im Rahmen der Erstellung dieses Technologie-Steckbriefs durchgeführten Expert*innenbefragung zeigen, dass der Einsatz von Robotern im Handwerk derzeit insbesondere in Bereichen verbreitet ist, in denen körperlich anstrengende bzw. monotone oder gefahrenbehaftete Tätigkeiten ausgeübt werden. Weiterhin wurde der Einsatz von Robotern im Zusammenhang mit der Automatisierung von Standard-Produktbewegungen wie z.B. dem Heben oder Transportieren genannt.

Zwar findet man die überwiegende Zahl von Robotern aktuell noch immer in hochautomatisierten Produktionslinien, doch auch im Bereich der industriellen Prozesse gibt es bereits Entwicklungen hin zu einer nahtlosen Kollaboration zwischen Mensch und Roboter sowie der Aufteilung komplexer Arbeitsaufgaben in kleine, handhabbare Prozessschritte. So werden stetig Funktionen entwickelt, die ein schnelles Programmieren und in Betrieb nehmen von Industrierobotern für komplexe Prozesse und kleine Losgrößen ermöglichen. Dies öffnet auch kleinen und mittleren Unternehmen mit vielfältigen Aufgaben und kleineren Stückzahlen pro Auftrag Potentiale für einen Robotereinsatz.

Als mögliche Hemmnisse für die Verwendung von Robotik im Handwerk stehen hauptsächlich die Investitions- und laufenden Kosten, fehlende Programmierkenntnisse, die Akzeptanz der Technologie sowie kleine Losgrößen und schwer standardisierbare Produktionsprozesse im Vordergrund. Potentiale zeigen sich hingegen insbesondere bei der Bewältigung des Fachkräftemangels im Handwerk. Speziell in Bereichen, in denen viele körperlich schwere oder belastende Tätigkeiten anfallen, könnte also der Einsatz von Robotik das vorhandene Personal entlasten und fehlendes Personal kompensieren.

Der handwerkliche Produktionsprozess zeichnet sich unter anderem durch eine hohe Materialvielfalt und komplexe Prozesse aus. Diese Eigenschaften bilden gemeinsam mit der Anforderung an eine schnelle Inbetriebnahme von Maschinen und der technischen Unterstützung nur einige der Herausforderungen, die handwerklichen Tätigkeiten im Vergleich zur industriellen Massenproduktion an Roboter stellen. Ebendiese Herausforderungen werden bereits sowohl in der industrienahen Forschung als auch von unterschiedlichen Unternehmen, z.B. im Bereich Cobots, aufgegriffen und gemeinsam mit Institutionen und Betrieben aus dem Handwerk adressiert.