

Europäischer Umfragebericht

Robotik/künstliche Intelligenz und 3D-Druck

(Kurzfassung)

Juli 2017



Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union

2016-1-UK01-KA202-024437

This project has been funded with support from the European Commission.
This publication [communication] and all its contents reflect the views only of the author, and the Commission
cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.

OBWOHL ALLE RECHTE UND DAS GEISTIGE EIGENTUM IN DIESEM BERICHT BEI DEN UNTEN ANGEgebenEN ORGANISATIONEN LIEGEN, DARF DIESE PUBLIKATION OHNE VORHERIGE SCHRIFTLICHE EINVERSTÄNDNISERKLÄRUNG DES HERAUSGEBERS ÜBERSETZT, REPRODUZIERT, AUFBEWAHRT ODER IN EIN VERBREITUNGSSYSTEM AUFGENOMMEN WERDEN UND AUF JEDWEDE ART DER VERBREITUNG – ELEKTRONISCH, MECHANISCH, DURCH KOPIE, AUFNAHMEN ODER ANDERS – WEITERGEGEBEN WERDEN.

OBWOHL BEI DER VORBEREITUNG DER VORLIEGENDEN PUBLIKATION SORGFÄLTIG VORGEgangen WURDE, ÜBERNEHMEN HERAUSGEBER UND AUTOREN KEINE VERANTWORTUNG FÜR FEHLER ODER AUSLASSUNGEN. ES WIRD AUCH KEINE HAFTUNG FÜR SCHÄDEN ÜBERNOMMEN, DIE AUS DER VERWENDUNG DER IN DIESER PUBLIKATION BEINHALTETEN INFORMATIONEN ENTSTEHEN.

© EU15 Ltd (UK)

© Ovar Forma - Ensino e Formação LDA (Portugal)

© SMEBOX (Schweden)

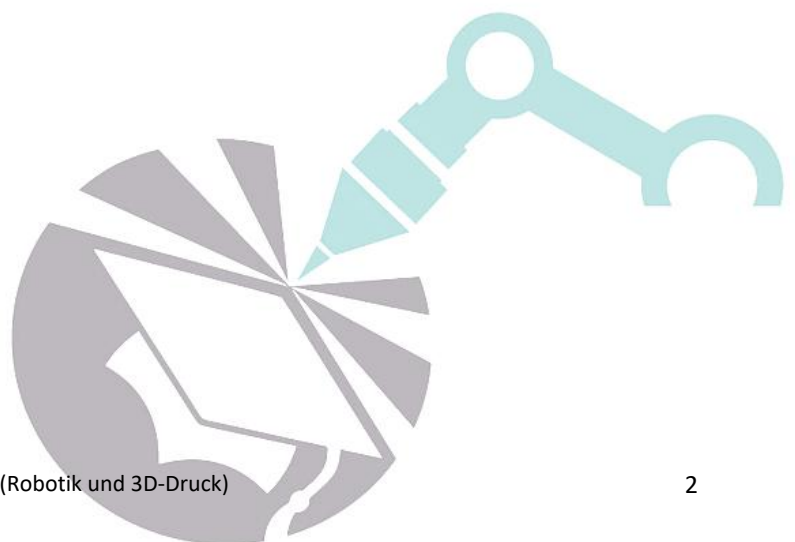
© The University of Ljubljana (Slowenien)

© CEPROF - Centros Escolares de Ensino Profissional Lda. (Portugal)

© European Network for Transfer and Exploitation of EU Project Results (E.N.T.E.R.) (Österreich)

In Erinnerung an Dr. Tony Pustovrh (1979-2017), der uns allen ein Kollege und Freund war.

Juli 2017



- 1. EINLEITUNG**
- 2. MODERNE GESELLSCHAFT UND TECHNOLOGIE**
- 3. DEFINITIONEN: ROBOTIK UND 3D-DRUCK**
- 4. DER EINFLUSS VON ROBOTIK UND 3D-DRUCK AUF INDUSTRIE, ARBEIT, BILDUNG UND GESELLSCHAFTLICHE BEDÜRFNISSE**
- 5. ROTENA EUROPÄISCHER UMFRAGEBERICHT**

Der vollständige Umfragebericht kann unter www.rotena.eu heruntergeladen werden.



1. EINLEITUNG

Das Ziel des ERASMUS+ Projektes ROTENA: Robotik für ein neues Zeitalter ist es, die motivierenden Eigenschaften von Robotik und 3D-Druck zu verwenden, um Studierende und Lernende für die Wissenschaft zu begeistern und Programme zu entwickeln, die es ihnen ermöglichen, sich produktiv in die Revolution der „Technik eines neuen Zeitalters“ einzubringen. Die Entwicklung eines Curriculums für generelle Robotik und 3D-Druck auf einem Anfängerlevel soll es Lernenden ermöglichen, sich Fähigkeiten und Kompetenzen anzueignen, durch die sie die Prinzipien der Robotik und des 3D-Drucks sowie die weitreichende Anwendung in der Industrie verstehen, um so Zugang zu Berufen in diesem Sektor des Neuen Industriezeitalters zu erhalten.

Die Robotik ist ein sich sehr schnell verbreitender Markt, der von der Entwicklung neuer und verbesserter Produkte in den unterschiedlichen Bereichen lebt – etwa in der Herstellung, der Suche und Rettung, der Prüfung und Kontrolle, bei Operationen und im Gesundheitswesen, bei Häusern und Autos, im Transport und in der Logistik, in der Landwirtschaft und in vielen weiteren Feldern. Der schnelle Anstieg bei der Verwendung von Robotern in unserem Zuhause und am Arbeitsplatz sowie in Krankenhäusern und in der Industrie schafft einen inspirierenden Eindruck davon, wie die Gesellschaft insgesamt davon profitieren kann und wie die Prioritäten definiert werden sollten, um die Robotik zu diesem Zeitpunkt ihrer Entwicklung weiter voranzutreiben, um das Potenzial für Wachstum, Arbeitsmarkt und Innovation in Europa bestmöglich weiterzuentwickeln.

Auf ähnliche Art und Weise eröffnet der 3D-Druck zahlreiche neue Möglichkeiten in der Architektur, im Bauwesen, im Industrial Design, in der Automobil- und Luftfahrtindustrie, im Militär, in der Medizin, Zahntechnik und Biotechnik (Hautersatz), in der Mode, bei Schuhen, Schmuck, Brillen, in der Ausbildung, bei geografischen Informationssystemen, in der Lebensmittelindustrie und in vielen weiteren Bereichen. In industriellen und unternehmerischen Ökosystemen werden insgesamt transformative Veränderungen und neue Möglichkeiten erwartet.

Um eine solide empirische Grundlage dafür aufzubauen, widmete sich der erste Teil des ROTENA Projekts einer ausgiebigen analytischen Übung. Diese Analyse sollte den aktuellen sozio-technologischen Kontext, in dem moderne Technologien neue Möglichkeiten für Industrie, Entrepreneurship und Beruf bieten, untersuchen und dabei speziell Robotik und 3D-Druck im Blick haben. Dies beinhaltet neue Möglichkeiten sowohl für Bildung als auch für Beruf in diesen Bereichen und auch Fähigkeiten, die von zukünftigen Arbeitnehmern benötigt werden. Da erwartet wird, dass Informatisierung und Automatisierung Veränderungen mit sich bringen und manche Berufsbilder sogar hinfällig machen während sich neue Arbeitsplätze auftun, ist es wichtig, Menschen zu motivieren und einzubinden, damit ein Arbeitskräftemangel bei Berufen aus dem Bereich der neuen Technologien minimal gehalten werden kann.

Die Sicherstellung einer ausreichenden Anzahl an fähigen Arbeitnehmern ist essenziell, um Unternehmertum und Innovation in den verschiedenen Bereichen sicherzustellen. In diesem Zusammenhang sollten auch bereits derzeit tätige Arbeitnehmer Möglichkeiten zur Weiterbildung erhalten und ermutigt werden, Neues über Robotik und 3D-Druck zu lernen, um den Firmen neue Märkte und neue Möglichkeiten zu eröffnen.

2. DIE MODERNE GESELLSCHAFT UND DIE TECHNOLOGIE

Der technologische Fortschritt während der letzten beiden Jahrzehnte hat sich in vielen Bereichen extrem schnell entwickelt, besonders in der Nanotechnologie, der Biotechnologie, der Informations- und Kommunikationstechnologie und der Kognitionswissenschaft (NBIC).¹ Neue Technologien, im Speziellen jene, die sich aus den Schnittpunkten zwischen den NBIC-Bereichen ergeben, dringen derzeit in alle Ebenen und Sphären der Gesellschaft in den entwickelten Ländern vor. Die verschiedenen technischen Anwendungsmöglichkeiten bestimmen daher immer mehr, wie wir Dinge erledigen, d. h. sie geben vor, wie wir interagieren, wie wir denken, wie wir produzieren und auch wie wir lernen und arbeiten.

Viele Arbeitsplätze werden zu **digitalen Arbeitsplätzen**. Automatisierung bedeutet, dass bestimmte Aufgaben am Arbeitsplatz, manchmal sogar ganze Arbeitsprozesse, von intelligenten Maschinen mit nur sehr wenig oder gar keinem menschlichen Zutun ausgeführt werden. Das betrifft die industrielle Herstellung und Roboter in Lagerhallen genauso wie die Datengewinnung und -verarbeitung oder das Datenmanagement. Robotisation bedeutet eine zumindest teilweise von irgendeiner Art der Informationstechnologie kontrollierte physische Manipulation, die verschiedene Arbeitsaufgaben oder Prozesse durchführt, indem sie Objekte in ihrem physischen Umfeld entweder halbautomatisch oder komplett automatisch beeinflusst oder steuert. Es ist daher möglich, dass immer intelligentere Maschinen nicht nur vorhersehbare physische Aktionen ausführen können, sondern auch dazu fähig sind, anspruchsvollere kognitive Aktivitäten durchzuführen.

Manche Experten meinen, dass wir uns derzeit inmitten einer neuen industriellen Revolution befinden, was Brynjolfsson und McAfee das Zweite Maschinenzeitalter² nennen und was von anderen als Vierte Industrielle Revolution oder Industrie 4.0 bezeichnet worden ist.³ Während das Erste Maschinenzeitalter von der Automatisierung physischer Aufgaben durch Mechanisierung bestimmt war, ist das Zweite Maschinenzeitalter von der Automatisierung kognitiver Aufgaben durch digitale Technologien gekennzeichnet. Der Entwicklungsprogress, der jenen Technologien zugrunde liegt, die dies ermöglichen, ist exponentiell; die Technologien sind zumeist digital und leiten die Digitalisierung von zuvor rein physischen Objekten und Prozessen; sie sind zu kombinatorischer Verstärkung fähig, was bedeutet, dass Roboter durch Cloud-basierte Algorithmen dirigiert werden, dass Aufgaben und Erfordernisse automatisch durch Netzwerke ohne menschliches Zutun kommuniziert werden können, dass digitale Objekte ferngesteuert mit 3D-Druckern gedruckt werden können oder dass Big-Data-Analysen dazu benutzt werden können, Drogen zu finden und Erkrankungen vorherzusehen. Auf ähnliche Weise werden verschiedene Technologien in der Industrie 4.0 kombiniert und verwischen so die Grenzen zwischen Physischem, Digitalem und Biologischem.

Die dritte industrielle Revolution benutzte die Elektronik und die Informationstechnologie in Form von Computern und Automatisierung, um weitere Automatisierung zu erreichen, während die vierte

¹ Roco, C., W.S. Bainbridge (Eds.). 2003. *Converging Technologies for Improving Human Performance: Nanotechnology, Biotechnology, Information Technology and Cognitive Science*. Dordrecht: Springer.
 Bainbridge, William Sims in Mihail C. Roco, ur. 2005. *Managing Nano-Bio-Info-Cogno innovations: Converging Technologies in Society*. Dordrecht: Springer.

² Brynjolfsson, Erik and Andrew McAfee. 2014. *The Second Machine Age: Work, Progress, and Prosperity in a Time of Brilliant Technologies*. W. W. Norton & Company.

³ Schwab, Klaus. 2016. *The Fourth Industrial Revolution: what it means, how to respond*. World Economic Forum.
<https://www.weforum.org/agenda/2016/01/the-fourth-industrial-revolution-what-it-means-and-how-to-respond/>

industrielle Revolution auf Cyber-physischen Systemen basiert, die immer stärker verbunden sind und immer intelligenter werden. Ihre charakteristischen Kennzeichen sind, dass die Geschwindigkeit ihrer Weiterentwicklung exponentiell ist, dass sich ihr Geltungsbereich immer erweitert, da sie weltweit immer mehr Industrien revolutionieren und dass sie einen systemischen Einfluss haben, beispielsweise auf die Produktion (Arbeitsplätze), auf das Management (Organisationen, Firmen) und auf öffentliche Entscheidungen (Wirtschaft, Arbeitsmarkt, Ausbildung).

3. DEFINITIONEN: ROBOTIK UND 3D-DRUCK

3.1 Robotik

Eine kurze Definition für die Zwecke des ROTENA Projektes:

Robotik ist eine multidisziplinäre Techno-Wissenschaft, die Mechanik, Elektronik und Computerwissenschaften miteinander verknüpft. Ihr Ziel sind Forschung, Design, Entwicklung und das Bauen von Robotersystemen, die von einer integrierten Schaltung gesteuert werden. Die ROTENA Projektpartner verstehen das Lernen über und den Nutzen von Robotik als eine Möglichkeit, Fähigkeiten zu entwickeln, die es den Menschen möglich macht, autonome Projekte zu entwickeln, die nicht nur zur persönlichen und professionellen Weiterentwicklung beitragen, sondern auch zu Innovation und Unternehmertum. Das in diesem Bereich angeeignete Wissen wird es den Nutzern möglich machen, sich an die sich schnell verändernde Gesellschaft anzupassen.

Was ist Robotik?⁴

Im Allgemeinen kann man **Robotik** als multidisziplinäre Wissenschaft und Technologie bzw. Herangehensweise verstehen, deren Ziele Forschung, Design, Entwicklung und Bau verschiedener **Robotersysteme und Roboter** inklusive ihrer Programmierung, Durchführung, Benutzung und Erhaltung sind. Wie bei vielen anderen neuen Technologien, die schnell wachsen, ist es nicht einfach, unterschiedliche Konzepte, Objekte und Felder voneinander abzugrenzen.

⁴ A Roadmap for US Robotics: From Internet to Robotics. 2016 Edition.

Gerhard Schweitzer, ETH Zurich, HUT, 8092 Zurich, Switzerland, 17th International Congress of Mechanical Engineering (COBEM 2003), São Paulo, Brasil, November 10-14, 2003 (Invited Paper)

Benjamin Wittes and Gabriella Blum. 2015. The Future of Violence: Robots and Germs, Hackers and Drones—Confronting A New Age of Threat. New York: Basic Books.

Peter Sinčák, Pitoyo Hartono, Mária Virčíková, Ján Vaščák and. Rudolf Jakša. 2014. Emergent Trends in Robotics and Intelligent Systems: Where Is the Role of Intelligent Technologies in the Next Generation of Robots? Cham Heidelberg New York Dordrecht London: Springer.

Encyclopædia Britannica. 2016. Robotics. Available at: <https://www.britannica.com/technology/robotics>.

Oxford Dictionaries. 2016. Robotics. Available at: <https://en.oxforddictionaries.com/definition/robotics>

LEO - Center for Service Robotics. 2016. Defining robots and robotics. Available at: <http://www.leorobotics.nl/definition-robots-and-robotics>

NASA – National Aeronautics and Space Administration. 2016. What Is Robotics? Available at: <http://www.nasa.gov/audience/forstudents/k-4/stories/nasa-knows/what-is-robot-k4.html>.

Maja J Matarič. 2007. The Robotics Primer. Cambridge, Massachusetts London, England: The MIT Press.

Andreas Birk. 2011. What Is Robotics? An Interdisciplinary Field Is Getting Even More Diverse. IEEE Robotics & Automation Magazine, December 2011.

<http://www.revereschools.org/cms/lib02/OH01001097/Centricity/Domain/64/VEX%20Robotics%20Unit%20Intro%20to%20Robotics.pdf>

ACCA (the Association of Chartered Certified Accountants). 2015. The robots are coming? Implications for finance shared services. Available at: http://www.accaglobal.com/content/dam/ACCA_Global/Technical/fin/ea-robots-finance-shared-services-0909.pdf.

Stefano Nolfi and Dario Floreano. 2004. Evolutionary Robotics: The Biology, Intelligence, and Technology of Self-Organizing Machines. Cambridge: MIT Press.

www.directrecruiters.com/wp-content/uploads/.../Robotics_4-16.pdf

Robotik kann als ein sich ausdehnendes Forschungs- und Technologiefeld umrissen werden, das verschiedene Disziplinen miteinander vereint und das Maschinen- und Elektrotechnik sowie Computerwissenschaften als Kernbereiche aufweist. Immer stärker kommt es aber auch zu einer Verbindung und Verschmelzung mit verschiedenen anderen Feldern wie beispielsweise der Biologie, den Materialwissenschaften oder den kognitiven Neurowissenschaften usw. Die schnelle Weiterentwicklung, modernste Technologien, Multidisziplinarität und das Zusammenlaufen verschiedener Aspekte machen die Bildung über Robotik herausfordernd.

Beides, Robotik und Roboter, sind eng verbunden mit den Konzepten und Bereichen der **Automatisierung** und der **künstlichen Intelligenz**. **Automatisierung** fokussiert auf Systeme, die autonom und ohne menschliche Intervention agieren können (z. B. Produktionen in Fabriken oder Förderbänder). **Künstliche Intelligenz (Artificial Intelligence AI)** ist gleichzeitig ein wissenschaftliches und technologisches Feld und kann in diesem Kontext auch als Software gesehen werden, die notwendig ist, um die Reaktionen eines Roboters zu kontrollieren und ihm zunehmend die Fähigkeit zu geben, Aspekte der biologischen Erkennung, z. B. Wahrnehmung, sensomotorische Steuerung, Erinnerung etc. nachzuahmen. Obwohl einige AI spezialisierte Intelligenz in engen Bereichen aufweisen können (Suchmaschinen, Computerspiele, Big-Data-Informatik, medizinische Diagnose etc.), ist das Ziel, dass künstliche Intelligenz die menschliche einholen oder gar überholen kann, noch in weiter Ferne. Als allgemeines Ziel der AI kann größere (spezialisierte) Intelligenz und physische Autonomie gesehen werden. Letztendlich sind Fortschritte sowohl in der AI als auch in der Robotik-Hardware erforderlich, um sowohl die **Autonomie** als auch das Vermögen zur unbeaufsichtigten Handlung und den Umfang der Fähigkeiten von zukünftigen Robotern zu steigern.

Letzten Endes sollte ein Roboter zu autonomem und sinnvollen Fühlen und Handeln fähig sein und vorgegebene Ziele in der physischen Welt erreichen können. Ob man eine Drohne, einen selbstfahrenden Staubsauger oder ein selbstgesteuertes Auto als Roboter bezeichnen kann, hängt davon ab, welchen Grad der Autonomie, der Entscheidungsfindung und der Anpassungsfähigkeit sowie auch der Körpergestalt man als essenzielle Eigenschaften eines Roboters ansieht.

3.2 3D-Druck

Eine Kurzzusammenfassung über die Zielsetzung des ROTENA Projekts

3D-Druck ist der Prozess des additiven Aufbaus eines dreidimensionalen, physischen Objekts auf der Grundlage eines digitalen Modells (computergestütztes Design oder gescanntes Objekt), in dem computergesteuert fortlaufende Materialschichten übereinandergelegt und geformt werden.



Was ist 3D-Druck?⁵

Kurz zusammengefasst ist ein 3D-Drucker eine Maschine, die eine Skizze in ein physisches Objekt verwandeln kann, indem das Material Schicht für Schicht übereinandergelegt wird, ohne dass unterschiedliches Werkzeug genutzt werden muss. 3D-Druck ist der Prozess des additiven Aufbaus eines dreidimensionalen, physischen Objekts auf der Grundlage eines digitalen Modells (computergestütztes Design oder gescanntes Objekt), in dem computergesteuert fortlaufende Materialschichten übereinandergelegt und geformt werden. Aus diesem Grund wird 3D-Druck auch als „additive Herstellung“ bezeichnet und, während dieser Begriff technisch gesehen zutreffender ist, wurde der Begriff 3D-Druck von der Öffentlichkeit durch die Verbreitung in Mainstream-Medien enthusiastisch übernommen. Die Ähnlichkeit zum Dokumentendruck vermittelt anschaulich das dem 3D-Druck zugrundeliegende Konzept des Druckkopfs, der Material hervorbringt, um ein bestimmtes Objekt zu erstellen. Allerdings gibt es unterschiedliche additive Herstellungstechnologien, die genutzt werden können (z. B. Stereolithographie, Lasersintern, Schmelzschichtung etc.) und sich in Genauigkeit und Ausgereiftheit unterscheiden. Grundsätzlich können die Objekte in jeglicher Form gedruckt werden – die genauen Eigenschaften hängen aber von der Druckmethode und vom Material ab. Mit fortgeschrittenen 3D-Druckern können selbst verschiedenteilige Objekte mit innenliegenden, beweglichen Teilen hergestellt werden. Je komplexer das Objekt, desto länger dauert dementsprechend der Druckvorgang.

Diese Technologie ist bedeutend, weil sie eine direkte Herstellung erlaubt, was bedeutet, dass aus einem Design mittels Computer und 3D-Drucker direkt ein physisches Produkt entsteht. Daraus ergeben sich drei wesentliche Vorteile – kürzere Vorlaufzeit, Gestaltungsfreiheit und niedrigere Kosten. So lassen sich rasch und kostengünstig Entwürfe und Endprodukte sowie Werkzeuge zur Herstellung weiterer Komponenten herstellen.

Auch eine Verknüpfung von 3D-Druck und Robotik ist möglich, so z. B. wenn Entwickler einen Roboter mit flexiblen Beinen entwickeln möchten, der in schwierigem Terrain navigiert werden kann.⁶ In vielen Fällen wäre die Konstruktion entsprechender Teile ohne 3D-Druck nicht ausführbar.

⁵ <http://3dprinting.com/what-is-3d-printing/>

<https://www.stratasysdirect.com/resources/what-is-3d-printing/>

Bandyopadhyay, Amit and Susmita Bose (Eds.). 2016. Additive Manufacturing. Boca Raton, London, New York: CRC Press Taylor and Francis Group.

van den Berg, Bibi, Simone van der Hof and Eleni Kosta (Eds.). 2016. 3D Printing Legal, Philosophical and Economic Dimensions. The Hague: TMC Asser Press.¶

Goodship, Vanessa, Bethany Middleton and Ruth Cherrington. 2016. Design and Manufacture of Plastic Components for Multifunctionality: Structural Composites, Injection Molding, and 3D Printing. Oxford, Waltham, MA: William Andrew, Elsevier.

Gibson, Ian, David Rosen and Brent Stucker (Eds.). 2015. Additive Manufacturing Technologies: 3D Printing, Rapid Prototyping, and Direct Digital Manufacturing 2nd Ed. New York Heidelberg Dordrecht London: Springer.

Muthu, Subramanian Senthilkannan and Monica Mahesh Savalani (Eds.). 2016. Handbook of Sustainability in Additive Manufacturing, Volume 1. Singapore: Springer Science+Business Media.

Birtchnell, Thomas, and William Hoyle. 2014. 3D Printing for Development in the Global South The 3D4D Challenge. Palgrave Macmillan UK.

⁶ <http://www.bbc.com/news/av/technology-40296297/the-soft-3d-printed-robot-that-could-come-to-the-rescue>

4. DER EINFLUSS VON ROBOTIK UND 3D-DRUCK AUF INDUSTRIE, ARBEIT, BILDUNG UND GESELLSCHAFTLICHE BEDÜRFNISSE

Nutzung und Anwendungsgebiete von Robotik

Es gibt zahlreiche Vorhersagen über die Entwicklung von Robotik und 3D-Druck sowie deren Einfluss auf Industrie, Verfahren und Arbeitsplätze einerseits, und Bildung sowie gesellschaftliche Anforderungen und Strukturen andererseits. Die meisten Roboter werden aktuell in der industriellen Herstellung verwendet. Ende 2015 lag die Zahl der weltweit genutzten, industriellen Roboter bei etwa 1,6 Millionen und 2016 befand sich der Wert des globalen Robotikmarktes bei 11 Milliarden US\$; der Wert des gesamten Robotikmarktes (inklusive Software, Systemtechnik usw.) wurde gleichzeitig auf 35 Milliarden US\$ geschätzt.⁷ Von allen vorhandenen Anlagen befanden sich 272.000 in Amerika (259.200 in Nord Amerika), 914.000 in Asien und Australien (262.900 in China, 297.200 in Japan 201.000 in Süd Korea). Europa hatte 433.000 (183.000 in Deutschland). Afrika kam auf 4.500. Im Jahr 2016 wurden weltweit 290.000 neue Roboter eingesetzt.

Der Großteil solcher Roboter wird in der Automobilindustrie und in der Elektro-/Elektronikindustrie eingesetzt, gefolgt von der Metall-, Chemie- und Lebensmittelindustrie. 2015 betrug die durchschnittliche weltweite Roboterdichte in der Fertigungsindustrie ca. 69 Roboter pro 10.000 Angestellte. Die am umfassendsten automatisierten Märkte sind Südkorea, Singapur, Japan und Deutschland. Die USA, einer der größten Robotik-Märkte, verfügten 2015 über eine Roboter-Dichte von 176 Anlagen. China, seit 2013 der größte Robotik-Markt, erreichte 2015 49 Anlagen mit großem Potenzial für weitere Entwicklungen. 2015 wurden etwa 5,4 Millionen Serviceroboter für den persönlichen und häuslichen Gebrauch verkauft; 16% mehr als 2014. Der Verkaufswert stieg um 4% auf 2,2 Milliarden US\$.⁸

Voraussagen über neue Anlagen im Jahr 2019 belaufen sich auf 50.700 in Amerika (46.000 davon in Nordamerika) sowie 285.700 in Asien und Australien (160.000 in China, 43.000 in Japan, 46.000 in Südkorea). Für Europa liegen die Voraussagen bei 433.000 (25.000 in Deutschland) und 800 in Afrika. Was den globalen Robotermarkt betrifft, sollen laut Vorhersagen zwischen 2016 und 2019 1,4 Millionen neue Industrieroboter in Fabriken installiert werden. 333.000 werden im industriellen und im nicht-industriellen Sektor verkauft werden. 42 Millionen Serviceroboter für den persönlichen und häuslichen Gebrauch werden privat genutzt werden. Während der Verkauf von Gefährten-/Assistenten-/ und menschenähnlichen Robotern bisher relativ niedrig war, nimmt man an, dass zwischen 2016 und 2019 ca. 8.100 solcher Roboter verkauft werden. Dies zeigt eindeutig, dass es in Zukunft steigenden Bedarf an Arbeitskräften geben wird, die Roboter entwickeln, produzieren, warten und steuern können.

Es gibt mittlerweile Roboter in unterschiedlichsten Ausführungen, die vielfältige Aufgaben übernehmen können. Der Großteil wird allerdings im Bereich der industriellen Herstellung genutzt – besonders, wenn es um sich wiederholende, vorhersehbare, schwierige und hochspezialisierte Arbeitsschritte geht. Andererseits finden sich Anwendungsbereiche automatisierter und semi-automatisierter Robotik-Systeme ebenso in der Chirurgie (z. B. Da Vinci Roboteroperationssystem)⁹, zur Telepräsenz in gefährlichen Umgebungen (kommerzielle Drohnen, Messsonden auf anderen

⁷ International Federation of Robotics 2016

⁸ World Robotics Service Robots 2016 <https://ifr.org/free-downloads/>

⁹ <https://singularityhub.com/2017/03/08/new-burger-robot-will-take-command-of-the-grill-in-50-fast-food-restaurants/>

Planeten, im Meer etc.) und in privaten Haushalten (Staubsauger, Rasenmäher etc.) Zusätzlich entstehen die ersten automatisierten Robotersysteme in der Speisenvorbereitung in Fast Food Lokalen sowie im Rezeptionsbereich in Hotels und die ersten selbstfahrenden Autos haben mittlerweile verschiedene Routen absolviert, ebenso ein selbstfahrender LKW mit 18 Rädern, der eine Ladung Budweiser Bier transportierte.¹⁰ Gleichzeitig wird immer noch auf das Ziel hingearbeitet, Roboter zu entwickeln, die eine breitere Spanne an menschlichen Fähigkeiten besitzen.

Nutzung und Anwendungsgebiete von 3D-Druck

Der 3D-Druck bzw. die additive Fertigung ist eine Technologie, die sich seit der zweiten Hälfte des 20. Jahrhunderts entwickelt hat und die seit kurzem einen technischen Stand erreicht hat, der sie einer breiten Masse zugänglich macht.

Kommerziell werden diese Technologien hauptsächlich in Industrien und Anwendungsbereichen mit hoher Wertschöpfung genutzt – so z. B. in der Luftfahrt, der Automobilindustrie, oder in der Biomedizin (Prothesen und Implantate) – für Produkte, die hochkomplexe und spezifische Konstruktionen in geringer Menge erfordern. Verbesserungen in Geschwindigkeit, Genauigkeit, Materialeigenschaften, Verlässlichkeit der Maschinen und die Entwicklung von preisgünstigeren Maschinen hat die Zugänglichkeit und Nutzerbasis vergrößert. Daraus ergibt sich großes Potenzial. Aktuell wird nur eines von 1000 Produkten mittels 3D-Druck produziert. Der Wert globaler Herstellung lag 2011 bei 10,5 Billionen US\$ und wird für 2025 auf 15,9 Billionen US\$ geschätzt. Der Wirtschaftszweig 3D-Druck war 2011 1,7 Milliarden US\$ wert und wird für 2025 auf über 10 Milliarden US\$ geschätzt.

Durch die Übertragung digitaler Daten in physische Objekte, selbst in abgelegenen Gebieten, unabhängig von zentralisierter Produktion oder Industriegebieten, eröffnen sich durch Konzept und Technologie des 3D-Drucks neue (auch soziale) Geschäftsmöglichkeiten. Zusätzlich dazu, dass eine weitere Bandbreite an Produkten hergestellt werden kann als im klassischen Herstellungsprozess in Fabriken, kann die Entwicklung demokratisiert und die Produktion dezentralisiert werden, wodurch Gemeinden gestärkt und Innovation und Kreativität gefördert werden. Wenn Konzeptentwicklung, Herstellung und Verbreitung größtenteils unabhängig von der geografischen Lage oder Umgebung sind, vermindert sich im Sektor 3D-Druck auch das Risiko der Auslandsverlagerung von Aufträgen. Natürlich ergeben sich dadurch auch Problemstellungen, etwa in Bezug auf geistiges Eigentum oder auf Umwelteinflüsse durch höhere Konsumation und Produktion an gefährdeten, abgelegenen Orten.

Einfluss von Robotik und 3D-Druck

Im Allgemeinen ermöglichen Roboter Firmen und Arbeitgebern wesentliche wirtschaftliche Vorteile, etwa durch geringere Lohnkosten, da Roboter weder Krankenversicherung, Urlaubsgeld oder Pensionsversicherung noch Sozialbeihilfen benötigen. Im Bezug auf Produktion und Arbeit ermöglichen sie höhere Produktivität, höhere Geschwindigkeiten, mehr Genauigkeit, geringere Kosten und Aufgaben, die über die Fähigkeiten von Menschen hinausgehen. Durch das zunehmende Ausreifen robotischer Systeme und den beginnenden Preisfall werden innovative Schritte auch für Klein- und Mittelbetriebe immer zugänglicher. Auch, um im internationalen Wettbewerb mithalten zu können, werden mit großer Wahrscheinlichkeit mehr und mehr Unternehmen auf robotische Systeme zurückgreifen, damit sie innovativ und wettbewerbsfähig bleiben.

¹⁰ <https://www.wired.com/2016/10/ubers-self-driving-truck-makes-first-delivery-50000-beers/>

Die Einführung neuer Maschinen, die jene Aufgaben automatisiert übernehmen können, die früher von Menschen oder Tieren durchgeführt wurden, war spätestens seit der Industriellen Revolution begleitet von der Angst vor einem Arbeitsplatzverlust. Die positiven Auswirkungen von zunehmender Automatisierung und Robotik werden immer von gesellschaftlichen Nebenwirkungen wie geringerer Nachfrage nach menschlichen Arbeitskräften begleitet. Obwohl durch die Einführung neuer Maschinen und Technologien auch immer neue Arbeitsplätze entstehen, bleibt die Frage, wie Arbeitskräfte umgeschult werden können und ob auf Dauer genug andere Stellen geschaffen werden können.

Einige aktuelle Studien bekannter Universitäten, z. B. der Universität Oxford und Deloitte, sagen mit hoher Wahrscheinlichkeit voraus, dass 47% von 700 Stellen in den USA innerhalb der nächsten zehn bis 20 Jahre automatisiert sein werden¹¹. In Großbritannien sind etwa 35% aller aktuellen Stellen gefährdet, bis 2030 automatisiert zu werden.¹² Weitere Studien schätzen, dass 57% der Stellen innerhalb der OECD wahrscheinlich automatisiert werden, bei voraussichtlich 69% in Indien und 77% in China¹³. Laut dem McKinsey Global Institute werden bis zum Jahr 2055 etwa die Hälfte von aktuell 2000 Tätigkeiten in 800 Arbeitsbereichen automatisiert sein. Daraus ergibt sich, dass sich der Großteil aller Berufe gravierend verändern wird und neue Kenntnisse und Fertigkeiten gefordert sein werden. Sehr wahrscheinlich von Automatisierung betroffene Stellen werden Aufgabengebiete wie physische Tätigkeiten (81%), Datenverarbeitung (69%) und Datenerfassung (64%) beinhalten. Es werden also nicht ausschließlich gering qualifizierte und niedrig entlohnte Arbeiten automatisiert werden, sondern eine etwa gleich hohe Anzahl an höchstbezahlten Stellen.

Der Analyst Stuart Elliot, laut dem in Zukunft etwa 80% aller aktuellen Stellen automatisiert sein werden, schreibt außerdem, dass sich die Arbeitsplätze der verbleibenden 20% verbreitern werden und dann möglicherweise die gesamte Arbeitskraft einfordern. Trotz allem müssen Roboter (noch immer) von Menschen entworfen und gebaut werden.

Aus der Entwicklung des 3D-Drucks ergaben sich unzählige Arbeitsplätze in verschiedenen Bereichen (3D-Design, computergestützte 3D-Modellerstellung, Forschung und Entwicklung, biologisch-wissenschaftliche Modellierung, Architektur- und Konstruktionsmodellierung, Bildung, Recht, neue Unternehmenschancen oder Franchiseunternehmen im 3D-Druck-Service sowie administrative Aufgabenbereiche).¹⁴

Die zukünftig im Technologiebereich benötigten Fertigkeiten lassen sich in drei Kategorien unterteilen¹⁵. Dazu zählen **kognitive Fähigkeiten** wie digitale Bildung, fortgeschrittenes Lösen von Problemstellungen sowie kreatives und kritisches Denken. **Sozialkompetenzen** wie Gewissenhaftigkeit, Charakterstärke und Offenheit gegenüber neuen Erfahrungen werden an Gewicht zunehmen. Tätigkeitsspezifische **technische Fähigkeiten** im Bereich Robotik und 3D-Druck sind ebenso notwendig.

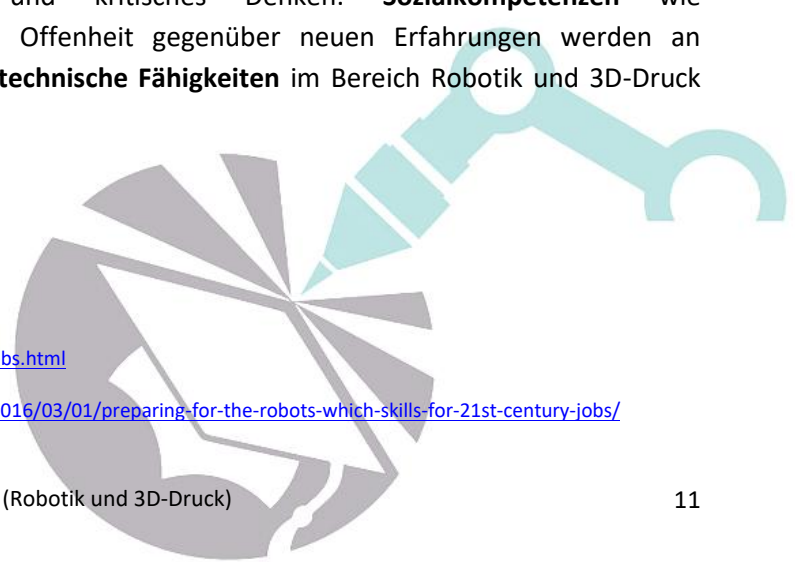
¹¹ Frey and Osborne 2013

¹² <http://www.bbc.com/news/business-39377353>

¹³ Citibank, Frey, Osborne 2016

¹⁴ <http://www.businessnewsdaily.com/5125-3d-printing-jobs.html>

¹⁵ <https://www.brookings.edu/blog/future-development/2016/03/01/preparing-for-the-robots-which-skills-for-21st-century-jobs/>



Fazit

Eine weltweite Befragung von 100 der größten Arbeitgeber hat gezeigt, dass von 2015 bis 2020 aufgrund von Automatisierung ein Verlust von 7,1 Millionen Arbeitsplätzen erwartet wird.¹⁶ Zwei Drittel davon werden im Bereich von Büro- und administrativen Tätigkeiten liegen. Des Weiteren wird wiederum davon ausgegangen, dass in Informatik, Mathematik, Architektur und Technik 2 Millionen neue Stellen entstehen werden.

Ob Robotik und andere Technologien schließlich tatsächlich mehr oder weniger Stellen generieren werden, als dadurch verloren gehen, kann zum jetzigen Zeitpunkt nicht gesagt werden. Es ist allerdings klar, dass Arbeitnehmer, deren Jobs sich durch Technologie verändern oder wegfallen werden, neue Fertigkeiten und Kenntnisse erwerben und sich mit der Arbeit mit Robotern vertraut machen werden müssen. Dasselbe gilt für junge Menschen, die neu in den Arbeitsmarkt eintreten oder sich erst für einen Karriereweg entscheiden.

5. ROTENA EUROPÄISCHER UMFRAGEBERICHT

Um zu ermitteln, welche Anforderungen, Erwartungen und Bedingungen unter den Anbietern, Nutzern und dem ROTENA Projekt herrschen, wurde eine ausführliche, webbasierte, europäische Umfrage durchgeführt. Die strukturierte Erhebung bestand aus einem Fragebogen mit 20 Fragen, von denen 15 inhaltlich auf Robotik fokussiert waren und fünf auf 3D-Druck. Befragt wurden drei Hauptgruppen von Stakeholdern – Ausbildungsbetriebe und Anbieter beruflicher Weiterbildung, Klein- und Mittelständische Unternehmen als potenzielle Nutzer von Robotik und 3D-Druck sowie Arbeitgeber von Personen, die künftig in dieses Berufsfeld hineinwachsen könnten.

Der Fragebogen wurde in englischer Sprache verfasst und später in die Landessprachen der Partnerländer übersetzt (Portugiesisch, Deutsch, Schwedisch und Slowenisch). Alle Versionen wurden auf dem Online-Umfragenprogramm 1KA installiert. Die Datenerhebung erfolgte von Februar bis April 2017. Zum Start der Umfrage und während des gesamten Zeitraumes wurden auf verschiedenen Wegen Einladungen zur Teilnahme versendet. Die Verbreitung erfolgte über die Partnernetzwerke, durch persönliche Einladung und auf sozialen Netzwerken sowie auf Websites.

Nach Abschluss der Umfrage konnten 150 gültige Teilnahmen gezählt werden. Davon stammten 28 (19%) von klein- und mittelständischen Betrieben, 36 (24%) von Repräsentanten aus dem Berufs- und Weiterbildungsbereich und 86 (57%) von Privatpersonen.

Ergebnisse

-) 36% der Befragten hatten keine Kenntnis von Automatisierung und Robotik im industriellen Bereich.
-) 83% waren der Meinung, dass die Nutzung von Robotern in einer Firma nützlich sein kann.
-) 38% der Befragten nutzten bereits robotische Geräte in ihren Firmen.
-) 79% der Befragten konnten Aufgaben nennen, die in ihren Firmen von einem Roboter durchgeführt werden.

¹⁶ WEF 2016

-) 63% der Befragten sagten aus, dass ihre Firma den Einsatz von robotischen Geräten in Erwägung zieht.
-) 58% der klein- und mittelständischen Unternehmen (KMU) gaben an, dass ihre Mitarbeiter von einem vertiefenden Training und Wissen über den Einsatz von Robotik profitieren würden.
-) 96% der Befragten waren der Meinung, dass Schulen und Bildungseinrichtungen mehr Wissen und Fachkenntnis im Bereich Robotik vermitteln sollten.
-) 36% der Befragten konnten einen 3D-Drucker bedienen. Die Antworten zeigen auf, dass es Bedarf an zusätzlichen, für KMU einfach zugängliche, Aus- und Weiterbildungsmöglichkeiten im Bereich 3D-Druck gibt.
-) 45% der Befragten nutzten 3D-Druck bereits in ihren Unternehmen.
-) 82% der KMU waren der Meinung, dass Ihre Mitarbeiter von einem vertiefenden Training und vom Wissen über den Einsatz von 3D-Druck profitieren würden.
-) 67% der KMU waren der Meinung, dass die Nutzung von 3D-Druck ihre Wettbewerbsfähigkeit steigern und die Kosten reduzieren kann.
-) 86% der Befragten waren der Meinung, dass Schulen und Bildungseinrichtungen mehr Wissen und Können im Bereich 3D-Druck vermitteln sollten.
-) 90% der Befragten waren der Meinung, dass Wissen im Bereich Robotik im Beruf oder in der Jobsuche vorteilhaft sein kann.
-) 83% der Befragten zogen es in Erwägung, einen Kurs/einzelne Module zum Thema Robotik zu besuchen, wenn diese kostenlos zur Verfügung stünden.
-) 58% der Befragten waren daran interessiert, Roboter zu bauen und zu programmieren. 42% würden dazu eine Einführung bzw. Basiswissen über Robotik benötigen.
-) 54% der Befragten konnten es sich vorstellen, dass ihre Arbeit von einem Roboter ausgeführt wird.
-) 23% der befragten Institutionen gaben an, spezielle Robotikkurse anzubieten. Es besteht Bedarf an zusätzlichen, eigenständigen Kursen zum Thema Robotik, die je nach den Bedürfnissen und individuellen Lehrplänen der Institutionen angepasst werden können.
-) 9% der befragten Institutionen gaben an, keine speziellen Kurse im Bereich 3D-Druck anzubieten. 33% boten allerdings zumindest einzelne Module an.

Fazit

-) Da es mehr als zwei Drittel der befragten KMU in Erwägung ziehen, in Zukunft robotische Geräte zu nutzen, zeigt sich ein ansteigender Bedarf ab an Angestellten, die entsprechende Geräte produzieren, erhalten und bedienen können.
-) Diese Gegebenheiten zeigen, dass die Nachfrage nach robotischen Geräten und Robotern sowie nach entsprechend ausgebildeten Arbeitskräften, zukünftig weiter steigen wird.
-) Die zwei Drittel an positiven Antworten zeigen, dass nicht nur Bedarf an neuen Studenten und Trainees in der Robotik besteht, sondern ebenso Online-Kurse benötigt werden, die den bereits im Arbeitsprozess tätigen Angestellten zusätzliches Wissen und Fachkönnen vermitteln.
-) Der Großteil der Unterstützer von entsprechenden Trainings bestätigt den Bedarf an Online-Kursen und Unterlagen, die individuell an Ausbildungen und Lehrpläne angepasst werden können.
-) Nicht nur neu in den Arbeitsmarkt eintretende Personen, sondern auch bereits angestellte, könnten Interesse an zusätzlichen Trainings und Fachkönnen im Bereich Robotik haben.