

ELSI-Fragestellungen im Kontext der Mensch-Roboter-Kollaboration

Jochen NELLES, Christina BRÖHL, Julia SPIES, Christopher BRANDL,
Alexander MERTENS, Christopher M. SCHLICK

*Lehrstuhl und Institut für Arbeitswissenschaft (IAW) der RWTH Aachen University
Bergdriesch 27, 52062 Aachen*

Kurzfassung: Zukünftige Roboter werden Arbeitsaufgaben mit dem Menschen gemeinsam, zur gleichen Zeit und am gleichen Ort verrichten. In diesem Beitrag werden ethische, rechtliche und soziale Implikationen (ELSI), die sich durch diesen Wandel ergeben, analysiert. Eine Zielsetzung dabei ist, ELSI-Fragestellungen zu identifizieren und systematisch aufzuarbeiten. Ein vielversprechender Ansatz ist die Systematisierung ethischer Fragestellungen mit dem Modell zur ethischen Evaluation soziotechnischer Arrangements (MEESTAR) im Rahmen von Experten-Workshops. Auf Basis dieser Fragestellungen können anschließend Chancen und Potentiale einer Mensch-Roboter-Kollaboration aufgezeigt werden.

Schlüsselwörter: ELSI, Technikethik, Technikfolgen, MEESTAR-Modell, Mensch-Roboter-Kollaboration

1. Einleitung

Die jüngste Entwicklung der industriellen Robotik führt weg von (Industrie-) Robotern als Teil (voll-)automatisierter Produktionsanlagen, hin zu kollaborierenden (Leichtbau-) Robotern. Bisherige Roboter haben räumlich und zeitlich von den Arbeitspersonen getrennt gearbeitet. In der Entwicklung befindliche Roboter werden bspw. innerhalb eines Kollaborationsraumes gemeinsam mit dem Menschen an einem Arbeitsplatz arbeiten. Bei diesem Kollaborationsraum handelt es sich um einen Bereich, in dem ein kollaborierender Roboter und der Mensch während des Produktionsbetriebs gleichzeitig Aufgaben ausführen können (DIN EN ISO 10218-2). Somit sind die in der Industrie verwendeten Roboter nicht ausschließlich ein beweglicher Bestandteil einer Automatisierung, vielmehr arbeiten Mensch und Roboter zur selben Zeit und in unmittelbarer Nähe. Dabei verrichten sie gemeinsam eine Arbeitsaufgabe. Dieser Wandel wirft ethische, rechtliche und soziale Fragestellungen auf.

In diesem Beitrag werden ELSI-Fragestellungen im Kontext der Mensch-Roboter-Kollaboration – insbesondere in Hinblick auf Technikfolgen und Technikethik – vorgestellt und anhand des MEESTAR-Modells systematisch erörtert.

2. Grundlagen

Die zunehmende Verwendung von (kollaborierenden) Robotern im Produktionsbetrieb bringt sowohl Vorteile als auch Nachteile mit sich. Zum einen können die Arbeitspersonen vor allem bei körperlichen oder monotonen Aufgaben entlastet werden. Zum anderen kann der Anstieg robotischer Systeme mit

Arbeitsplatzverlust und dem Abbau menschlicher Kompetenzen einhergehen. Aus diesem Dualismus von Technik ergibt sich die Notwendigkeit, die in der Entwicklung befindlichen Mensch-Roboter-Kollaborationssysteme aus ethischer Perspektive zu betrachten.

Solche Fragestellungen gehören zum Gebiet der Technikethik, einer angewandten und problemorientierten Ethik, welche sich mit normativen Unsicherheiten im Umgang mit Technik beschäftigt (Grunwald 2013). Dies sind moralische Fragen der Geräte- und Werkzeugproduktion und des Technik- und Technologieeinsatzes (Bendel 2015). Die Technikethik reflektiert die Gestaltung und die Folgen von Technik. Somit geht es nicht um die Technik als solche, sondern um Technik in einem bestimmten Anwendungskontext. Diese Reflexion umfasst drei Kriterien: (1) Ziele und Zwecke, welche mit der Technik verfolgt werden (z. B. die Unterstützung des Menschen bei der Arbeit durch Robotik); (2) Instrumente und Mittel, welche zum Einsatz der Technik benötigt werden (z. B. Materialien zum Bau eines Roboters, Standort der Produktion); und (3) Folgen, welche sich durch den Einsatz der Technik ergeben (z. B. Risiken der Produktion für Gesellschaft und Umwelt) (Grunwald 2013). Bei der Reflexion dieser Kriterien legt die Technikethik ihren Fokus vor allem auf involvierte moralische Aspekte, bezieht aber auch den wissenschaftlich-technischen Fortschritt mit ein. Zudem geht es darum, alternative Optionen zu erwägen und zu integrieren (Grunwald 2013).

Ein wichtiger Aspekt für die Technikethik ist das Konzept der Sicherheit. Die „Abwesenheit unvertretbarer Risiken und Gefahren für Menschen und Umgebung durch den Betrieb des Systems“ (Kagermann 2013) soll sichergestellt und die sogenannte „Safety“ (Liggesmeyer 2014) hergestellt werden. Die Sicherheit lässt sich in zwei Aspekte untergliedern: (1) von den Systemen darf keine Gefahr für den Menschen ausgehen; (2) die Systeme selbst und deren enthaltene Daten müssen vor Missbrauch geschützt sein (Kagermann et al. 2013).

Darüber hinaus ist die ethische Fragestellung der Ersetzbarkeit des Menschen durch Maschinen zu stellen. Es geht also um die Frage, inwiefern sich die Arbeit durch eine zunehmende Automatisierung für den Menschen verändert. Ein vollautomatisierter Fertigungsprozess ist in der Realität nur schwer umsetzbar, sodass in den meisten Fällen Mensch und Roboter zusammen arbeiten. Durch die Teilautonomisierung treten zwei Effekte auf: (1) der sogenannte down-skill-Effekt: Hier reduziert sich die Nachfrage nach komplexeren Fähigkeiten, während sich die Nachfrage nach einfacheren Tätigkeiten erhöht; und (2) der sogenannte up-skill-Effekt: die Anzahl der technischen Überwachungsaufgaben über die Tätigkeiten der Roboter erhöht sich, sodass höherwertige Arbeit gefragt wird. Somit treten auch Fragen der Verteilungsgerechtigkeit der Aufgaben zwischen Mensch und Roboter auf, da bei hohem Automatisierungsgrad viele Arbeitsplätze verloren gehen, während andererseits die Produktionskosten für die Fabrik gesenkt werden. Zudem herrscht eine Gefahr der Instrumentalisierung der Mitarbeiter am Arbeitsplatz (Grunwald 2013, Dworschak 2015).

Auf der anderen Seite geht es in der Technikethik aber auch darum, durch Technik ermöglichte Chancen zu nutzen und zu fördern – wie etwa wenn Serviceroboter an Fabriken Fehler zurückmelden und dadurch dem Menschen helfen, diese zu beheben (Bendel 2015).

Das MEESTAR-Modell

Das MEESTAR-Modell („Modell zur ethischen Evaluation sozio-technischer Arrangements“) stellt ein ethisches Evaluationsinstrument dar, das zur Untersuchung und Bewertung ethischer Fragestellungen im Rahmen der Studie „Ethische Fragen im Bereich Altersgerechter Assistenzsysteme“ konstruiert wurde. Mithilfe dieses Modells können sowohl ethische Probleme und potentielle Konfliktfelder als auch Fragestellungen, potentielle Chancen und zukünftige Handlungsfelder beim Einsatz von sozio-technischen Systemen identifiziert werden. Dadurch können ethische Fragestellungen systematisiert und analysiert werden, sodass man einen Überblick über mögliche Lösungsansätze beim Einsatz soziotechnischer Systeme erhalten kann. MEESTAR dient nicht dazu, vorgefertigte Lösungen zu liefern, sondern stellt vielmehr ein heuristisches Instrument dar, um in einem strukturierten Dialog (bspw. Workshop) soziotechnische Systeme ethisch verorten zu können, damit ethische Vorbehalte und Bedenklichkeiten bei der Nutzung der Systeme identifiziert werden können (Manzeschke 2013).

Das MEESTAR Modell umfasst drei Achsen: Auf der x-Achse liegen sieben ethische Bewertungsdimensionen – Fürsorge, Selbstbestimmung, Sicherheit, Gerechtigkeit, Privatheit, Teilhabe und Selbstverständnis –, die innerhalb der Studie als die zentralen Dimensionen identifiziert wurden. Auf der y-Achse liegen vier Stufen der ethischen Sensibilität und auf der z-Achse drei Perspektiven der Beobachtung – individuell, organisational und gesellschaftlich. Im Folgenden sollen die x und die z-Achse näher beschrieben werden.

Mithilfe der sieben Bewertungsdimensionen auf der x-Achse können Evaluierende in einem konkreten Szenario ethische Fragestellungen identifizieren und den jeweiligen Dimensionen zuordnen. Fürsorge bedeutet hierbei, dass für den oder die Bedürftige(n) Sorge, Entscheidung und Verantwortung übernommen wird, wenn diese(r) selbst dazu nicht mehr in der Lage ist. Diese Sorge soll dabei der Selbstbestimmung des Individuums zuarbeiten. Die Selbstbestimmung beschreibt die Autonomie eines Individuums, die aus heutiger Sicht meist mit einer maximalen Entscheidungs- und Handlungsfreiheit des Einzelnen gleichgesetzt wird. Des Weiteren bedeutet Sicherheit einerseits – aus einer objektiven Perspektive – den Schutz vor Schaden und andererseits – aus einer subjektiven Perspektive – die Steigerung eines Sicherheitsgefühls. Privatheit soll einen unverletzlichen Bereich um Individuen gestalten (Volkman 2003). Dabei gehört Privatheit in den Wirkungsbereich der negativen Freiheiten und Abwehrrechte (Berlin 2002). Mit solchen Rechten und Freiheiten soll garantiert werden, dass Individuen insoweit frei handeln können, wie diese die Rechte und Freiheiten anderer Personen nicht negativ beeinträchtigen. Privatheit ist damit eine Voraussetzung für individuelle Freiheit und Autonomie (Cooke 1999). Mit Gerechtigkeit wird vor allem die soziale Gerechtigkeit (z. B. der Zugang zu altersgerechte Assistenzsysteme) beschrieben. Hierbei sind sowohl Fragen der intragenerationalen und intergenerationalen Gerechtigkeit relevant. Weiterhin bedeutet Teilhabe einem Menschen Zugänge, Rechte und Güter teil werden zu lassen, die ihn als Individuum in der Gemeinschaft mit anderen Menschen zusammen leben lassen. Schließlich beschreibt das Selbstverständnis die Bewertung und Wahrnehmung eines Subjektes gegenüber sich selbst, das durch die Bewertung anderer Personen beeinflusst werden kann. Für das Selbstverständnis eines Individuums spielen ferner Faktoren wie Alter, Krankheit und Gebrechen eine wichtige Rolle.

Die drei Ebenen auf der z-Achse decken die jeweiligen Perspektiven der Verantwortung von Handeln ab. Sowohl Individuen als auch korporative Akteure müssen sich für ihr Handeln verantworten (individuell und organisational). Die Verantwortung auf der gesellschaftlichen Ebene kann mit der Frage zusammengefasst werden, wie man in der Gesellschaft leben will und welche Rechte und Pflichten einem in dieser Gesellschaft zuteilwerden (Heidbrink 2006). Mit diesen Ebenen kann sichergestellt werden, dass mögliche Handlungsfelder aus verschiedenen Perspektiven betrachtet werden.

Ein Vorteil des Modells besteht darin, dass damit eine Grundlage geschaffen wird, um ethische Fragestellungen in der Praxis aus der Perspektive verschiedener Stakeholder zu diskutieren. Bei der Anwendung des Modells kann es allerdings von Nachteil sein, dass die verschiedenen Bewertungsdimensionen auf der x-Achse in Konflikt geraten können. Zum Beispiel kann eine zu starke Fokussierung der Fürsorge die Selbstbestimmung und die Privatheit eines Individuums negativ beeinflussen.

3. Vorgehen

Zur Adressierung von ELSI-Fragestellungen, die sich bei der Einrichtung von Mensch-Roboter-Kollaborationsarbeitsplätzen und dem damit einhergehenden Wandel der Arbeit ergeben können, wurden mehrere Experten-Workshops durchgeführt. Der Experten-Ausschuss besteht aus Automatisierungs-, Robotergreifer- und Roboter-Herstellern, Systemintegratoren, Universitäten und Hochschulen, Endanwendern von Fertigungssystemen und kooperativen Roboterarbeitsplätzen sowie aus Gewerkschaften, Sozialpartnern und der Vertretung von Menschen mit Behinderung. In einem Kick-Off Workshop wurden generelle ethische, rechtliche und soziale Fragestellungen hinsichtlich der Technikfolgen einer Mensch-Roboter-Kollaboration diskutiert. Hierbei wurden sowohl offene Fragestellungen und Hemmnisse als auch bisherige praktische Erfahrungen ausgetauscht und Schnittstellen zur Arbeitssicherheit und zum Gesundheitsschutz erörtert. In anschließenden Workshops wurden insbesondere die ethischen Fragestellungen, die sich im Kontext der Mensch-Roboter-Kooperation ergeben, vertieft. Nach einer Konsolidierung der in den Workshops erarbeiteten ELSI-Fragestellungen wurden die ethischen Fragestellungen auf Grundlage des MEESTAR-Modells zur ethischen Evaluation sozio-technischer Arrangements in die drei Ebenen und sieben Dimensionen – Fürsorge, Selbstbestimmung, Sicherheit, Gerechtigkeit, Privatheit, Teilhabe und Selbstverständnis – gegliedert. Dies hat zum Ziel, bereits frühzeitig eventuelle ethische Vorbehalte und Bedenkllichkeiten bei der Einrichtung und zukünftigen Nutzung von Mensch-Roboter-Kooperationsarbeitsplätzen zu identifizieren. Die offenen Fragestellungen können so bereits in der Forschungs- und Entwicklungsphase bei der Anforderungsanalyse im Sinne von Gestaltungsempfehlungen berücksichtigt werden.

4. Ergebnisse

Im Folgenden werden die Ergebnisse der Workshops zusammenfassend dargestellt, in denen der Experten-Ausschuss in einem strukturierten Dialog mögliche Problem- und Handlungsfelder benennen sowie Bedenken aber auch Chancen beim

Einsatz von Mensch-Roboter-Kollaborationsarbeitsplätzen identifizieren und in die Dimensionen und Ebenen des MEESTAR-Modells einordnen konnte.

In Bezug auf die Dimension *Fürsorge* haben die Experten die Einrichtung von Mensch-Roboter-Kollaborationsarbeitsplätzen vor allem als Chance gesehen, die Arbeitssicherheit und die Gesundheit der Arbeitspersonen zu verbessern. Auf organisationaler Ebene steht dabei der Arbeitgeber (§ 3 ArbSchG) in der Pflicht, Arbeitsschutzmaßnahmen zu ergreifen, um die Sicherheit und die Gesundheit der Beschäftigten zu gewährleisten und zu verbessern. Zudem besteht durch die Neueinrichtung von Arbeitsplätzen die Chance, die Arbeitsplatzergonomie zu verbessern.

Im Gegensatz dazu wurden bezüglich der Dimension der *Selbstbestimmung* hauptsächlich Bedenken geäußert. Beispielsweise ist auf organisationaler Ebene zu beurteilen, ob aufgrund der Einrichtung von kollaborativen Mensch-Roboter-Arbeitsplätzen und (der daraus resultierenden) Aktualisierung der Arbeitsprozesse der selbstbestimmte Anteil der Arbeit (Takt o.ä.) einer Arbeitsperson verringert wird.

Des Weiteren wurden von den Evaluierenden ethische Fragestellungen hinsichtlich der *Sicherheit* bei der Neugestaltung der Arbeitsplätze aufgeworfen. Hierbei ist zu klären, wie sich die praktische Implementierung der Mensch-Roboter-Kollaboration durch Gesetze und Richtlinien zeitgemäß umsetzen lässt.

Weitere ethische Vorbehalte wurden in puncto *Gerechtigkeit* geäußert. Hierbei ist zu klären, ob und inwieweit ein Roboter den Menschen ersetzen darf. Zudem sollte auf einer individuellen Ebene die Angst des Arbeitnehmers vor einem möglichen Arbeitsplatzverlust ernst genommen werden.

Bei der Dimension *Privatheit* wurden ebenfalls mögliche Problemfelder diagnostiziert. Dabei spielt insbesondere der Datenschutz des Arbeitnehmers eine wesentliche Rolle. Auf organisationaler Ebene sollte dabei erörtert werden, welche (personenbezogenen) Daten durch die Einrichtung von Mensch-Roboter-Arbeitsplätzen (zusätzlich) erfasst, analysiert und gespeichert werden. Dabei könnte es möglicherweise auch zu einem Konflikt zwischen Arbeitnehmer und Arbeitgeber kommen, wenn sich die Arbeitspersonen vom Roboter überwacht und kontrolliert fühlen.

In der Dimension *Teilhabe* wurden Möglichkeiten einer Zusammenarbeit von Mensch und Roboter identifiziert. So kann die Arbeitsfähigkeit älterer Personen durch die Unterstützung von Robotern erhalten werden und Personen, die sich bereits im Ruhestand befinden, können wieder eingegliedert werden. Des Weiteren können sich auf individueller Ebene Chancen hinsichtlich Job Enlargement ergeben. Andererseits besteht auch die Gefahr, dass die Teilhabe von gering qualifizierten Beschäftigten eingeschränkt werden könnte (Dworschak 2015).

In Bezug auf die Dimension *Selbstverständnis* wurden Konflikt- und Problemfelder identifiziert. So sollte untersucht werden, ob Stress bei der Kollaboration mit Robotern oder die Angst vor Robotern zu einer Überforderung des Beschäftigten oder sogar zur Arbeitsverweigerung und Sabotage führen kann. Ferner sollte überprüft werden, in welchem Maße die Bereitschaft, mit dem Roboter zusammen zu arbeiten, abhängig vom erwartungskonformen Verhalten (bspw. anthropomorphe Bewegungsbahn) des Roboters ist (Kuz 2015). Weiterhin sollte geklärt werden, wie der Beschäftigte mit dem Roboter interagieren und kommunizieren soll (z. B. visuell, verbal, taktil) und welche Sensorik (bspw. 3D-Kamera) und Datenaggregation, -auswertung und -nutzung den Anforderungen des Datenschutzes gerecht werden.

5. Diskussion und Ausblick

In diesem Beitrag wurde am Beispiel der Mensch-Roboter-Kollaboration aufgezeigt, welche Vorbehalte und Bedenkllichkeiten bei der Nutzung von soziotechnischen Systemen bestehen können. Hierbei wurden in Experten-Workshops ethische, rechtliche und soziale Implikationen identifiziert und mit Hilfe des MEESTAR-Modells klassifiziert.

Zukünftig sind am Anschluss an die Identifikation und Klassifikation von ELSI-Auswirkungen angemessene Maßnahmen und Lösungsansätze zu erarbeiten. Hierbei kann das methodische Vorgehen zur quantitativen Analyse von ethischen, rechtlichen und sozialen Auswirkungen nach Wille (2016) behilflich sein. Weiterhin sind in Zusammenarbeit mit der Forschungsgruppe „Human Factors Engineering and Ergonomics in Healthcare“ (Institut für Arbeitswissenschaft der RWTH Aachen) Ethik-Workshops (Aachener DenkfabrEthik) geplant.

6. Literatur

- DIN EN ISO 10218-2: Industrieroboter – Sicherheitsanforderungen – Teil 2: Robotersysteme und Integration.
- Bendel, O. (2015). Die Industrie 4.0 aus ethischer Sicht. HMD Praxis der Wirtschaftsinformatik, 52, 739-748. doi: 10.1365/s40702-015-0163-z
- Berlin, I. (2002). Two Concepts of Liberty. In H. Hardy & I. Berlin (Hrsg.), Liberty (S.166–217). Oxford, New York: Oxford University Press.
- Cooke, M. (1999). A space of one's own: autonomy, privacy, liberty. Philosophy & Social Criticism, 25 (1), 22–53.
- Grunwald, A. (2013). Handbuch Technikethik. Stuttgart: J.B. Metzler.
- Dworschak, B. (2015). Kompetenzen der Zukunft in der Industrie 4.0 – Anwendungsfälle, Szenarien, Entwicklungspfade. In Gesellschaft für Arbeitswissenschaft e.V. (GfA) (Hrsg.), VerANTWORTung für die Arbeit der Zukunft (S. 1-5). Bericht zum 61. Arbeitswissenschaftlichen Kongress vom 25. – 27. Februar 2015, Dortmund. Dortmund: GfA-Press. ISSN 978-3-936804-18-8
- Heidbrink, L. & Hirsch, A. (2006). Verantwortung in der Zivilgesellschaft. Zur Konjunktur eines widersprüchlichen Prinzips. Frankfurt am Main, New York: Campus.
- Kagermann, H., Wahlster, W. & Helbig, J. (2013). Umsetzungsempfehlungen für das Zukunftsprojekt Industrie 4.0: Abschlussbericht des Arbeitskreises Industrie 4.0. Berlin, München: Forschungsunion im Stiftverband für die Deutsche Wissenschaft.
- Kuz S, Bützler J, Schlick CM (2015) Anthropomorphic design of robotic arm trajectories in assembly cells. In: Journal of Occupational Ergonomics 12(3): 73-82
- Liggesmeyer, P. & Trapp, M. (2014). Safety: Herausforderungen und Lösungsansätze. In T. Bauernhansl, M. ten Hompel & B. Vogel-Heuser (Hrsg.), Industrie 4.0 in Produktion, Automatisierung und Logistik (S. 433–449). Wiesbaden: Springer Vieweg.
- Manzeschke, A., Weber, K., Rother, E. & Fangerau, H. (2013). Ergebnisse der Studie ‚Ethische Fragen im Bereich Altersgerechter Assistenzsystemen‘. Verfügbar unter <http://www.mtidw.de/grundsatzfragen/begleitforschung/dokumente/ethische-fragen-im-bereich-altersgerechter-assistenzsysteme-1> [26.11.15]
- Volkman, R. (2003). Privacy as life, liberty, property. Ethics and Information Technology, 5 (4), 199–210.
- Wille, M.; Brandl, C.; Nelles, J.; Mertens, A.; Schlick, C. (2016) AMICAI: Ein methodisches Vorgehen zur quantitativen Analyse von ethischen, rechtlichen und sozialen Auswirkungen anwendungsnaher Forschungsprojekte, In: Arbeit in komplexen Systemen – Digital, vernetzt, human?! Bericht zum 62. Arbeitswissenschaftlichen Kongress vom 02. bis 04. März 2016, Hrsg.: Gesellschaft für Arbeitswissenschaft e.V. (GfA), GfA-Press, Dortmund 2016.