

Prozessinnovation

Hanna Theuer

Prozessinnovation – also die Erneuerung von Prozessen – kann für Unternehmen einen enormen Mehrwert bringen, sie beispielsweise vor Verlusten bewahren, sie zurück in die Gewinnzone bringen und auch eine Steigerung und langfristige Stabilisierung der Marktposition bewirken. Prozessinnovationen können sowohl intern, beispielsweise in Form von überarbeiteten Produktions- oder Organisationsprozessen, als auch extern in Form von neuen bzw. überarbeiteten Geschäftsprozessen ausgestaltet sein. Dabei stellt sich unter anderem die Frage nach dem Umfang der Neuerungen, dem Innovations-treiber sowie für die Umsetzung benötigten Technologien.

Innovationsumfang

Ganz klassisch können Innovationen bestehender Prozesse kontinuierlich in kleinen Schritten (beispielsweise im Rahmen eines kontinuierlichen Verbesserungsprozesses oder Kaizen) oder durch umfangreiche Änderungen zu einem Stichtag (Business Process Reengineering) durchgeführt werden, wobei auch eine gleichzeitige Durchführung beider Formen möglich ist. Bei komplett neuen Prozessen stellt sich zudem die Frage, wie neu und innovativ die Ideen sein dürfen. Gibt es nur ein geringes Delta zu bereits vorhandenen (etablierten) Angeboten (konkurrierender Unternehmen) wird die Neuerung vielleicht nicht vollständig wahrgenommen oder der Mehrwert gegenüber anderer Lösungen nicht erkannt. Beim anderen Extrem kann es sein, dass die Neuerung von den potenziellen Kunden nicht akzeptiert wird – zu viel Kreativität kann also auch kontraproduktiv sein. Die Vergangenheit zeigt allerdings, dass viele heute außerordentlich erfolgreiche Technologien anfangs belächelt wurden. Sowohl dem Auto als auch dem Computer wurden anfangs keine Zukunft zugedacht, das erste Tablet von Apple war ein Flop. Ideen müssen also auch akzeptiert werden um erfolgreich zu sein – das gilt sowohl bei Neuerungen, die die (externen) Kunden als auch die (internen) Mitarbeiter betreffen.

arbeiter stetig sein Arbeitsumfeld betrachtet und Möglichkeiten zur Verbesserung sucht. In einigen Unternehmen gibt es Abteilungen, die sich ausschließlich damit beschäftigen, Innovationen zu entwickeln. Auch hier sind natürlich Mischformen möglich und sinnvoll. Ein wichtiger Erfolgsfaktor ist zudem, dass die Neuerungen vorgelebt werden.

Innovationstechnologien

Selbstverständlich müssen nicht für jede Prozessinnovation neue Technologien entwickelt werden. Oftmals geht es vielmehr darum, vorhandene Technologien im richtigen Prozess auf eine innovative Art und Weise eingesetzt werden. Dafür ist es unbedingt notwendig, dass aktuelle Entwicklungen und Neuerungen stetig beobachtet und Einsatzmöglichkeiten evaluiert werden. Aktuelle, viel beobachtete Technologien sind unter anderem Augmented und Virtual Reality sowie die kooperative Robotik. Das übergeordnete Ziel ist dabei oftmals die durchgängige Digitalisierung der Wertschöpfungskette – vom Lieferanten bis hin zum Kunden. Neben Änderungen interner (Produktions-)Prozesse ergeben sich auch Potenziale für neue Geschäftsmodelle – durch die Möglichkeit des Zugriffs auf die Gebrauchsdaten wird Pay per Use sowohl im Privat- als auch im Geschäftskundenbereich ermöglicht.

Unternehmen haben bei der Evaluation von Innovationstechnologien und der Generierung darauf basierender Prozessinnovationen auch die Möglichkeit Hilfestellungen – beispielsweise durch die Kooperation mit Forschungseinrichtungen – anzunehmen und von dem Vorsprung der Wissenschaft zu profitieren.



*„Wenn eine Idee am Anfang nicht absurd klingt, dann gibt es keine Hoffnung für sie.“
(Albert Einstein)*

Innovationstreiber

Wer genau ist es aber, der neue Ideen entwickelt und diese dann auch im Unternehmen umsetzt? Der Gedanke der kontinuierlichen Verbesserung geht davon aus, dass jeder Mit-

Kollaborative Montagesysteme

Digitale Gestaltung, Simulation und Integration in variable Produktionsszenarien

Kai Lemmerz, Paul Glogowski, Henry Arenbeck, André Barthelmey, Lena Strothotte, Alfred Hypki, Bernd Kuhlenkötter und Jochen Deuse

Die Planung von Montagearbeitsplätzen mit direkter Mensch-Roboter-Kollaboration (MRK) ist aufgrund der Vielfalt der dabei zu berücksichtigenden Zielkriterien eine komplexe Aufgabe. Das Fehlen eines digitalen Simulationswerkzeugs zur ganzheitlichen Planung und Absicherung von MRK-Szenarien sowie ein Mangel an hinreichenden Schulungs- und Qualifizierungskonzepten für Unternehmen hemmen derzeit noch die Einführung von MRK. Der vorliegende Beitrag stellt eine neue Methodik für die digitale Gestaltung kollaborativer Montagesysteme vor, mit deren Unterstützung zukünftig Unternehmen befähigt werden sollen, den Einsatz von MRK-Systemen voranzutreiben.

Der internationale Wettbewerbsdruck, die Individualisierung der Kundennachfrage und kurze Produktlebenszyklen stellen produzierende Unternehmen vor vielfältige Herausforderungen. Die resultierenden engen Planungshorizonte und die erforderliche Flexibilität führen dazu, dass Investitionen in vollautomatisierte, hoch spezialisierte Produktionssysteme nicht wirtschaftlich sind. Rein manuell ausgelegte Arbeitsplätze hingegen werden insbesondere in Hochlohnländern den Produktivitätsanforderungen weiterhin nicht in Gänze gerecht. In diesem Spannungsfeld gewinnen hybride bzw. kollaborative Montagesysteme zunehmend an Bedeutung, da sie mit Flexibilität und Produktivität die Vorteile beider Ansätze verbinden. Der deutsche Maschinen- und Anlagenbau als weltweit führender Anbieter für die Ausrüstung von Montage- und Handhabungstechnik muss auf diese Entwicklung reagieren. Mit der Fokussierung auf die Arbeitsplatzgestaltung und die Mensch-Roboter-Kollaboration (MRK) in der Montage zielen aktuelle Forschungs- und Entwicklungsprogramme darauf ab, dass Deutschland die Vorreiterrolle in den Schlüsseldisziplinen kollaborativer Montagesysteme einnimmt [1].

Problemlage und Handlungsbedarf

Obleich des hohen wirtschaftlichen Potenzials eines MRK-Systems und der möglichen Ergonomie-Verbesserungen für die operativen Mitarbeiter durch einen assistierenden Roboter [2] konnten sich kollaborative Montagesysteme aufgrund von Produkthaftungs- oder Sicherheitsaspekten sowie mangelnder Erfahrung bei den Systemintegratoren bislang nur vereinzelt durchsetzen [3]. Demnach gibt es in verschiedenen Bereichen der Planung und Umsetzung von MRK-Applikationen

unterschiedliche Problemstellungen bzw. Herausforderungen, die im Folgenden skizziert werden sollen.

Fehlende Akzeptanz im Unternehmen

Die Akzeptanz und das Vertrauen in Sicherheit und Nachvollziehbarkeit sind wichtige Voraussetzungen für eine kollaborative Zusammenarbeit. Die Akzeptanz ist in Hochtechnologiebereichen wie bspw. der Automobil- und Zuliefererindustrie bereits gegeben. Hinsichtlich der Akzeptanz bei Neuanwendern, insbesondere bei Produktionsmitarbeitern in kleineren Produktionsbetrieben ist hingegen noch Nachholbedarf vorhanden: Nach wie vor wird der Roboter hier meist noch als „Jobkiller“ gesehen.

Fehlende Umsetzungsexpertise

Sobald im Produktionsbetrieb eine direkte Zusammenarbeit von Mensch und Roboter vorgesehen ist, nimmt die Komplexität der durchzuführenden Risikobetrachtung stark zu. Darüber hinaus wird die Flexibilität der eingesetzten Roboter im Kontext der MRK deutlich eingeschränkt, da bereits durchgeführte Sicherheitsbetrachtungen mit Änderungen des Anwendungsszenarios ungültig werden. Daher sind neben den bereits verfügbaren inhärent sicheren Leichtbaurobotern universelle Absicherungsmöglichkeiten für unterschiedliche Werkzeuge notwendig, um die industrielle Verbreitung von flexiblen MRK-Lösungen voranzutreiben. Idealerweise ist der Absicherungsprozess einer umzusetzenden MRK-Applikation bereits simulativ, z. B. durch die Analyse von Kollisions-

In diesem Beitrag lesen Sie:

- ✓ Welche aktuellen Problemstellungen und Herausforderungen in den Bereichen des Sicherheitsengineering, der Mitarbeiterakzeptanz und der Umsetzung von kollaborativen Arbeitsplätzen vorherrschen,
- ✓ welcher Bedarf hinsichtlich digitaler Gestaltungs- und Simulationswerkzeuge für MRK-Arbeitsplätze besteht,
- ✓ wie Simulationstechnik im Betrieb unterstützen kann und
- ✓ wie Mitarbeiter in den Gestaltungsprozess integriert werden.

Kai Lemmerz, M. Sc. ist wissenschaftlicher Mitarbeiter und Leiter der Arbeitsgruppe Industrielle Robotik am Lehrstuhl für Produktionssysteme (LPS) der Ruhr-Universität Bochum.

Paul Glogowski, M. Sc. ist wissenschaftlicher Mitarbeiter in der Arbeitsgruppe Industrielle Robotik am LPS der Ruhr-Universität Bochum.

Dr.-Ing. Henry Arenbeck ist Prokurist der Boll Automation GmbH in Kleinfeldstadt und dort aktuell Projektleiter des Forschungsprojekts KOMPI.

Dipl.-Wirt.-Ing. André Barthelmey ist am Institut für Produktionssysteme (IPS) der TU Dortmund in der Fachgruppe digitale Fabrik tätig.

Dipl.-Logist. Lena Strothotte ist wissenschaftliche Mitarbeiterin am IPS der TU Dortmund in der Fachgruppe Arbeitssystemgestaltung.

Dr.-Ing. Alfred Hypki ist Oberingenieur am LPS der Ruhr-Universität Bochum.

Prof. Dr.-Ing. Bernd Kuhlenkötter leitet seit April 2015 den LPS an der Ruhr-Universität Bochum.

Prof. Dr.-Ing. Jochen Deuse leitet das Institut für Produktionssysteme an der TU Dortmund. Er promoviert am WZL der RWTH Aachen.

www.lps.rub.de

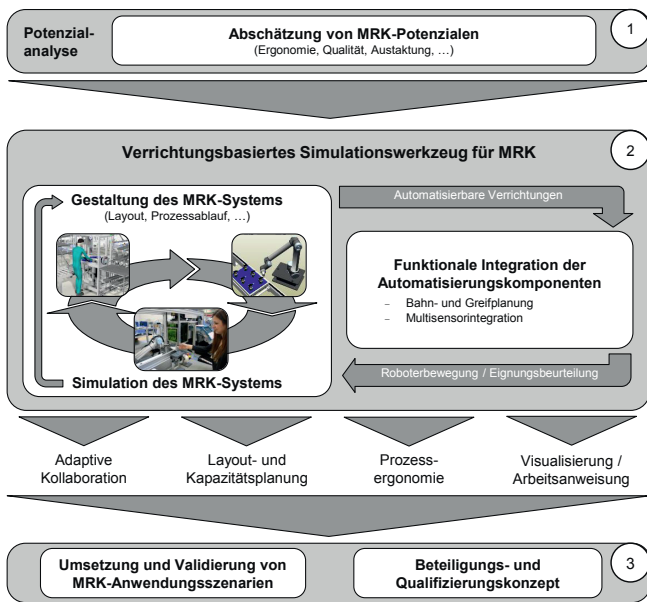


Bild 1: Geplante Vorgehensweise zur Umsetzung von MRK-Systemen in drei Schritten

Fehlende Simulationstechnik

Im Bereich der aktuellen Simulationstechnik sind wesentliche Punkte einer MRK-Applikation nur schwer zu erfassen bzw. abzubilden. Hierdurch bleiben i.d.R. signifikante Risiken bei der Entwicklung einer MRK-Lösung bis zum Zeitpunkt des Aufbaus und der Inbetriebnahme der entsprechenden Anlage verdeckt. Als Beispiele seien Aspekte der Taktzeit- und Kollisionskraftsimulation zu nennen. Taktzeiten sind insbesondere bei sensitiven Roboteroperationen nur schwer vorhersehbar, da hier eine hochkomplexe Interaktionsdynamik zwischen Roboter und Umgebung auftreten kann. Idealerweise sollten eine realistische Simulation der Dynamik der beteiligten Werkstücke sowie eine exakte Abbildung der (sensitiven) Steuerungsfunktionen des Roboters ermöglicht werden. Für die Analyse von Kollisionsszenarien innerhalb eines kollaborativen Produktionsbetriebs gibt es Näherungsformeln mit denen Kräfte und Flächenpressungen im Fall einer Kollision abgeschätzt werden können [4]. Allerdings werden die genauen Werte meist erst bei realen Kollisionsversuchen an der fertigen Anlage aufgenommen. Auch hier besteht eine hohe Abhängigkeit von den Eigenschaften des Roboters, die somit hochgenau in der Simulation abgebildet werden müssen.

Ansatz

Vor dem Hintergrund der genannten Problemfelder bestehen verschiedene Handlungsbedarfe im Bereich der Entwicklung und Umsetzung von kollaborativen Montagesystemen. Dabei sollen im Forschungsprojekt KoMPI zwei zentrale Aspekte gelöst werden: Die Planung und Umsetzung von MRK-Systemen soll durch ein zu entwickelndes

szenarien oder durch die genaue Abbildung des gemeinsamen Arbeitsraums und des entsprechenden Arbeitsvorgangs, zu unterstützen, um die in den Normen verankerten Grenzwerte und Anforderungen für eine zulässige direkte Mensch-Roboter-Kollaboration einzuhalten [4, 5].

Gestaltungs- und Simulationswerkzeug vereinfacht werden. Parallel soll ein integriertes Beteiligungs- und Qualifizierungskonzept erarbeitet werden, das sowohl den Planungingenieur als auch den operativen Mitarbeiter im Umgang mit MRK-Systemen unterstützt, um bestehende technische und soziale Hemmnisse abzubauen. Durch die industriennahe Umsetzung branchenübergreifender Anwendungsszenarien werden sowohl das Simulationswerkzeug als auch das Beteiligungs- und Qualifizierungskonzept validiert und hinsichtlich einer wirtschaftlichen Anschlussfähigkeit nach Projektabschluss optimiert.

Ein neues Konzept für die zukünftige Planung und Realisierung von MRK-Systemen ist in Bild 1 dargestellt. Demnach wird bei diesem Ansatz ein Umgestaltungsprozess von manuellen Montagearbeitsplätzen hin zu umgesetzten MRK-Lösungen betrachtet. Das Vorgehen gliedert sich dabei in insgesamt drei Phasen:

Schritt 1 – Potenzialanalyse

Im ersten Schritt wird das Potenzial eines MRK-Einsatzes für definierte Arbeitsinhalte von bestehenden manuellen Montageprozessen in Form einer Bewertungs- und Auswahlmethodik (Quick-Check) identifiziert. Basierend auf dem jeweiligen Szenario sind beispielsweise die Anzahl der Produkte und Varianten, die Produkteigenschaften der zu handhabenden Bauteile sowie die Zu- und Abführung maßgebende Größen für die Beurteilung. Als Ergebnis der Quick-Check-Auswertung geht ein Ranking der Arbeitsplätze nach ihrem jeweiligen MRK-Potenzial hervor. Die erste Phase schließt dahingehend mit einer Auswahl von manuellen Arbeitsplätzen ab, welche jeweils ein besonders hohes MRK-Potenzial aufweisen.

Schritt 2 – Simulationsgestützte Gestaltung und Absicherung

Im zweiten Schritt erfolgt die detaillierte Modellierung der ausgewählten manuellen Arbeitsplätze mit den dort vorliegenden Montage- und Handhabungsprozessen. Darauf aufbauend kann das modellierte manuelle Szenario mit Unterstützung eines neuen Simulationswerkzeugs für MRK-Anwendungen analysiert und zu einem kollaborativen Arbeitsplatz umgestaltet werden. Die wesentlichen Hauptkomponenten dieses Softwaretools sind dabei: eine offline-basierende Simulationsumgebung für MRK-fähige Roboter- und Peripheriekomponenten mit integrierter Roboter- und Peripheriebibliothek, eine offline-basierende Humansimulation zur realitätsgetreuen Abbildung des menschlichen Bewegungsverhaltens im kollaborativen Montageprozess sowie eine übergreifende Logik zur Verteilung

Literatur

- [1] Lotter, E.: Hybride Montagesysteme. In: Montage in der industriellen Produktion. Springer 2012, S. 167–193
- [2] Spillner, R.: Einsatz und Planung von Roboterassistenz zur Berücksichtigung von Leistungswandlungen in der Produktion, Technische Universität München, Dissertation. München 2014
- [3] Thomas, C., Matthias, B. u. Kuhlenkötter, B.: Human-Robot-Collaboration - New Applications in Industrial Robotics, Department of Industrial Engineering Stellenbosch University 2016
- [4] Norm ISO/TS 15066; 2016. Robots and robotic devices - collaborative robots