

Industrie 5.0

Die Europäische Kommission auf den Spuren der nächsten industriellen Revolution?

David Bendig, Kevin Lau, Julian Schulte, Westfälische Wilhelms-Universität Münster und Stefan Endriß, Rheinisch-Westfälische Technische Hochschule Aachen

Industry 5.0 – The European Commission on the Trail of the Next Industrial Revolution?

Managers are still facing significant challenges in implementing Industry 4.0 technologies and many companies have not gone beyond their initial Industry 4.0 lighthouse project to date. In the midst of this ongoing transformation, the European Commission published a white paper in January 2021 dealing with the "Industry 5.0 concept". This paper investigates the term "Industry 5.0" with regard to the contribution of the European Commission and illustrates the connection with current Industry 4.0 initiatives.

Keywords:

industry 5.0, human-centricity, resilience, sustainability, industry 4.0

Prof. Dr. David Bendig leitet das Institut für Entrepreneurship an der Westfälischen Wilhelms-Universität (WWU) Münster.

Kevin Lau, M. Sc. ist wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Entrepreneurship der WWU Münster, Fachgebiet Industrie 4.0 und Digitale Transformation.

Dr. Julian Schulte ist wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Entrepreneurship der WWU Münster, Fachgebiet Digitale Transformation und Produktrückrufe.

Dr. Stefan Endriß promovierte am Lehrstuhl Wirtschaftswissenschaften für Ingenieure und Naturwissenschaftler an der Rheinisch-Westfälischen Technischen Hochschule Aachen.

ent@wiwi.uni-muenster.de
www.wiwi.uni-muenster.de/ent/de

Obgleich die Umsetzungsgeschwindigkeit und das Wissen zu Industrie 4.0 in den vergangenen Jahren merklich zugenommen haben, stehen viele Entscheidungsträger weiterhin vor wesentlichen Herausforderungen bei der Implementierung von Industrie 4.0-Technologien. Hohe Investitionen stehen unklaren Performance-Steigerungen gegenüber, es gibt noch immer kein allgemeingültiges Verständnis des Begriffs Industrie 4.0 und in vielen Fällen ist die Umsetzung nicht über ein initiales „Industrie 4.0-Leuchtturmprojekt“ in dem jeweiligen Unternehmen hinausgegangen [1]. Inmitten dieser Transformation veröffentlichte die Europäische Kommission im Januar 2021 ein Whitepaper mit dem Titel „Industry 5.0 - Towards a sustainable, human-centric and resilient European industry“ [2]. Kündigt sich hier somit bereits die nächste industrielle Revolution an? Dieser Beitrag erläutert den Begriff „Industrie 5.0“ in Bezug auf den Beitrag der Europäischen Kommission, die Verbindung mit aktuellen Industrie 4.0-Initiativen und zeigt dadurch Optionen für die Zukunft der industriellen Produktion auf.

Bis dato hat unsere Welt vier industrielle Revolutionen gesehen, die jeweils durch den Einzug einer oder mehrerer neuer Technologien in die Produktion ausgelöst wurden. Diese industriellen Revolutionen haben zu tiefgreifenden Änderungen und wesentlichen Produktivitätssprüngen in Produktionsabläufen geführt. Sie sind somit Grundlage unseres heutigen Wohlstands und gesellschaftlichen Lebens. Nach Mechanisierung (Ende des 18. Jahrhunderts), Elektrifizierung (Beginn des 20. Jahrhunderts) und Informatisierung (Beginn der 1970er Jahre) befindet sich die Welt momentan auf dem Weg zum vierten industriellen Zeitalter (Industrie 4.0): Der industriellen Produktion auf Grundlage digitaler Technologien wie dem Internet der Dinge, Cyber-Physischer Systeme und Cloud Computing [3].

Das im Januar 2021 veröffentlichte Whitepaper „Industry 5.0 - Towards a sustainable, human-centric and resilient European industry“ der Europäischen Kommission lässt nun den fünften Paradigmenwechsel in der industriellen Produktion vermuten. Die Europäische Kommission veröffentlicht regelmäßig politische Positionspapiere wie dieses zu bedeutsamen, die politische Agenda der EU betreffenden, Themen (z. B. Klimawandel, Geschlechtergleichheit, Zukunft des Bildungswesens, etc.). Die Beantwortung dieser oft

existenziellen Fragen begleitet die EU durch intensive Forschungsförderung über die Mitgliedstaaten hinweg. Die EU hat sich hierbei oft als Ideengeber für relevante gesellschaftliche Transformationen gezeigt. Hierzu zählt ebenso die Digitalisierung der Industrie, die bereits im Jahr 2016 mit Investitionen in Höhe von 50 Mrd. Euro vorangetrieben wurde [4].

Aus unserem initialen Austausch zu dem Thema Industrie 5.0 mit Managern aus Großkonzernen sowie mittelständischen Unternehmen wissen wir, dass der vermeintliche Ausruf der nächsten industriellen Revolution vor dem Hintergrund anhaltender Umsetzungs Herausforderungen für Industrie 4.0 Fragen aufwirft. Wir haben unsere Untersuchung daher entlang der folgenden Fragen strukturiert:

- Wie ist der Begriff „Industrie 5.0“ definiert, insbesondere aus Sicht der Europäischen Kommission? [2]
- Handelt es sich hierbei tatsächlich um die nächste Revolution in der industriellen Produktion? [3]
- Was bedeutet dieses neue Phänomen für laufende Industrie 4.0-Initiativen? [3]

Kernelemente von Industrie 5.0

Zur Herleitung eines konsistenten Begriffsverständnisses erfolgte im ersten Schritt eine umfassende Analyse einschlägiger Veröffent-

lichungen. Diese Recherche offenbarte, dass erste Beiträge zum Thema Industrie 5.0 bereits aus dem Jahr 2016 stammen [5]. Im Einklang mit dem Begriffsverständnis der Europäischen Kommission lassen sich dabei wiederholt drei Kernelemente identifizieren, die den Gegenstand von Industrie 5.0 beschreiben: Menschzentrierung, Nachhaltigkeit sowie Resilienz in der industriellen Produktion [2] (Bild 1).

Der Begriff der Menschzentrierung ist hierbei das im Zusammenhang mit Industrie 5.0 am häufigsten genannte Kernelement [2, 5-7]. Hierunter ist zu verstehen, dass Produktionstechnologien um die Produktionsmitarbeiter herum eingesetzt und auf diese abgestimmt werden. Während der Einzug von Industrie 4.0 in die Fabriken der Welt in Teilen die Rolle von Menschen in der Fertigung in Frage stellt [8], beschreibt diese Sichtweise somit ein grundsätzlich anderes Paradigma. Nicht (nur) der Mensch ist es, der sich durch Weiterbildungsmaßnahmen den neuen Technologien (z. B. Künstliche Intelligenz, Augmented Reality) anpassen muss, vielmehr werden neuartige Technologien derart eingesetzt, dass sie die Arbeit des Menschen ideal ergänzen [2]. Diese vollendete Form einer Mensch-Maschine-Kollaboration verspricht neben Produktivitätssteigerungen auf dem Shopfloor auch die Wahrung sozialer Kenngrößen (z. B. Arbeitssicherheit, ergonomische Arbeitsbedingungen, abwechslungsreiche und kognitiv anspruchsvolle Tätigkeiten) – insbesondere vor dem Hintergrund einer alternden Bevölkerung.

Nachhaltigkeit in der industriellen Fertigung ist das zweite Kernelement von Industrie 5.0 [2]. Hierbei geht es im Sinne derzeitiger Nachhaltigkeitsinitiativen um das Streben nach Energie- und Ressourceneffizienz und die generelle Vermeidung jeglicher Abfälle und Verschwendungen in Produktionsprozessen [2, 9, 10]. Dies kann auf dem Weg zu einer Kreislaufwirtschaft die Notwendigkeit zu signifikanten Anpassungen bestehender Geschäftsmodelle nach sich

ziehen. Der Einsatz additiver Fertigungsverfahren etwa stellt eine Schlüsseltechnologie für die Erreichung höherer Ressourceneffizienz dar. Die Dimension der Nachhaltigkeit erscheint auch in Anbetracht steigender Regularien der EU besonders relevant. Durch den EU Green Deal soll bis 2050 Klimaneutralität in der EU erreicht werden, wobei bereits ab 2030 verstärkte regulatorische Anforderungen greifen. Ein weiteres Beispiel ist die EU Corporate Social Responsibility Richtlinie, die vergleichbar zum deutschen Lieferkettengesetz ist. Das Lieferkettengesetz verpflichtet Unternehmen ab einer Größe von 3.000 Mitarbeitern ab 2023 dazu, sicherzustellen, dass entlang ihrer gesamten Wertschöpfungskette Menschenrechte eingehalten werden.

Als drittes zielt Industrie 5.0 auf eine erhöhte Resilienz von Lieferketten ab [2]. Die aktuelle Corona-Pandemie etwa hat die Verwundbarkeit globaler Lieferketten offengelegt. Der Einsatz digitaler Technologien kann jedoch dabei unterstützen, Lieferketten und die Betriebsfähigkeit einzelner Unternehmen im Falle signifikanter Disruptionen aufrecht zu erhalten, z. B. durch die Weiterentwicklung von Datenerhebung und -auswertung in Unternehmen, Transparenzschaffung entlang globaler Lieferketten sowie die Echtzeitbewertung möglicher Risiken im Unternehmensumfeld [2, 11].

Industrie 5.0 oder Industrie 4.1?

Basierend auf diesem Begriffsverständnis ist auch eine Beurteilung der weiteren zu untersuchenden Fragestellung möglich: Befinden wir und bereits auf dem Weg zur nächsten industriellen Revolution? Aus unserer Sicht lautet die Antwort: Nein. Hierfür gibt es zwei wesentliche Gründe.

Erstens bricht Industrie 5.0 insofern mit vorangegangenen industriellen Revolutionen, als dass diese jeweils durch die Einführung einer oder mehrerer neuartiger Technologien in die

Literatur

- [1] McKinsey & Company: COVID-19: An inflection point for Industry 4.0. URL: www.mckinsey.com/business-functions/operations/our-insights/covid-19-an-inflection-point-for-industry-40, Abrufdatum 16.06.2021.
- [2] European Commission: Industry 5.0 - Towards a sustainable, human-centric and resilient European industry. URL: <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/468a892a-5097-11eb-b59f-01aa75ed71a1/>, Abrufdatum 16.06.2021.
- [3] Kagermann, H.; Wahlster, W.; Helbig, J.: Umsetzungsempfehlungen für das Zukunftsprojekt Industrie 4.0 - Abschlussbericht des Arbeitskreises Industrie 4.0. URL: <https://www.acatech.de/publikation/umsetzungsempfehlungen-fuer-das-zukunftsprojekt-industrie-4-0-abschlussbericht-des-arbeitskreises-industrie-4-0/>, Abrufdatum 03.10.2021.
- [4] Europäische Kommission: Die Kommission ebnet den Weg für die Digitalisierung der europäischen Industrie. URL: https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/de/IP_16_1407, Abrufdatum: 03.10.2021.
- [5] Gottfredsen, S.: Bringing back the human touch: Industry 5.0 concept creating factories of the future. In: *Manufacturers' Monthly* (2016), S. 34-35.
- [6] Østergaard, E.: Welcome to Industry 5.0: The "human touch" revolution is now underway. In: *Quality* 58 (2019) 5, S. 36-39.
- [7] Chakraborty, P.: Industry 5.0 already on the horizon. In: *Dataquest* 38 (2020) 8, S. 42-44.
- [8] Rampersad, G.: Robot will take your job: Innovation for an era of artificial intelligence. In: *Journal of Business Research* (2020) 116, S. 68-74.
- [9] Nahavandi, S.: Industry 5.0 – A Human-Centric Solution. In: *Sustainability* 1 (2019) 16, S. 4371.
- [10] Demir, K. A.; Döven, G.; Sezen, B.: Industry 5.0 and Human-Robot Co-working. In: *Procedia Computer Science* (2019) 158, S. 688-695.
- [11] Javaid, M.; Haleem, A.; Sing, R. P.; Haq, M. I. U.; Raina, A.; Suman, R.: Industry 5.0: Potential applications in COVID-19. In: *Journal of Industrial Integration and Management* 5 (2020) 4, S. 507-530.
- [12] Lasi, H.; Kemper, H.-G.; Fette, P.; Feld, T.; Hoffmann, M.: Industry 4.0. In: *Business & Information Systems Engineering* (2014) 6, S. 239-242.
- [13] Richter, A.; Heinrich, P.; Stocker, A.; Schwabe, G.: Digital Work Design – The interplay of human and computer in future work practices as an interdisciplinary (grand) challenge. In: *Business & Information Systems Engineering* 60 (2018) 3, S. 259-264.

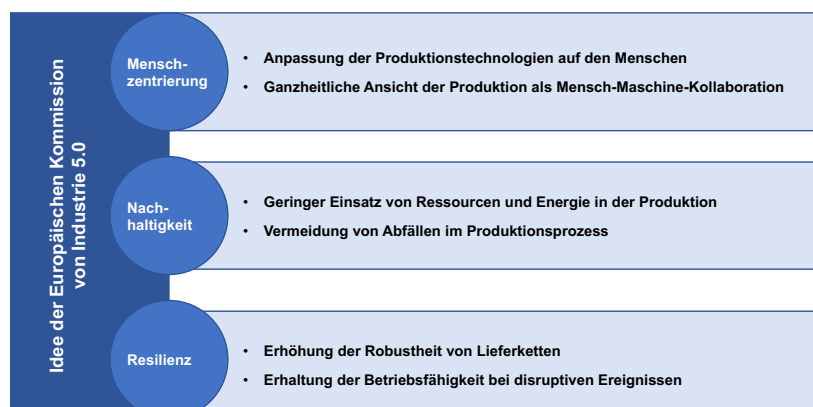


Bild 1: Kernelemente von Industrie 5.0 [2].

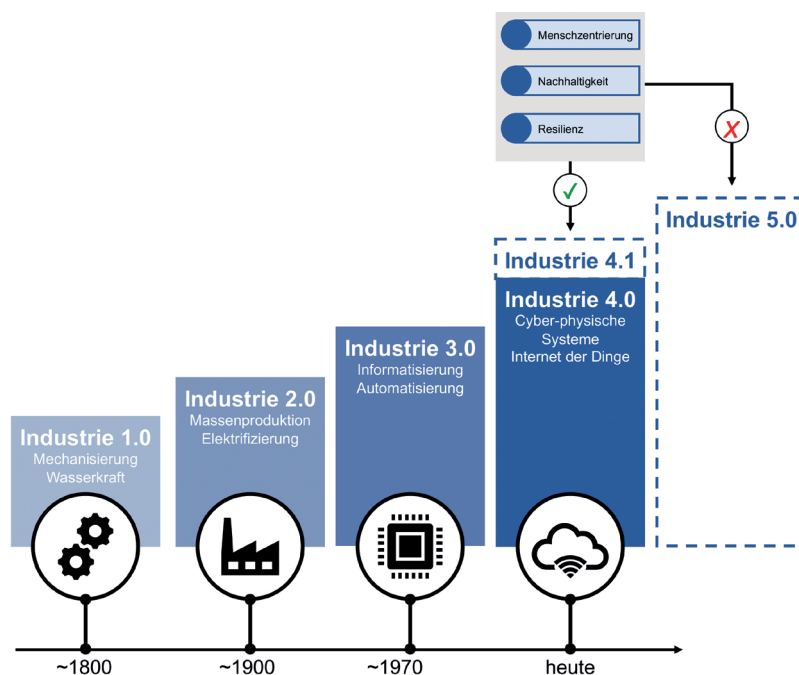


Bild 2: Industrie 5.0 vs. 4.1 (in Anlehnung an [19]).

[14] Ardanza, A.; Moreno, A.; Segura, A.; de la Cruz, M.; Aguinaga, D.: Sustainable and flexible industrial human machine interfaces to support adaptable applications in the Industry 4.0 paradigm. In: International Journal of Production Research 57 (2019) 12, S. 4045-4059.

[15] Lopes De Sousa Jabbour, A. B.; Jabbour, C. J. C.; Godinho Filho, M.; Roubaud, D.: Industry 4.0 and the circular economy: a proposed research agenda and original roadmap for sustainable operations. In: Annals of Operations Research (2018) 270, S. 273-286.

[16] Machado, C. G.; Winroth, M. G.; Ribeiro da Silva, E. H. D.: Sustainable manufacturing in Industry 4.0: an emerging research agenda. In: International Journal of Production Research 58 (2019) 5, S. 1462-1484.

[17] Ralston, P.; Blackhurst, J.: Industry 4.0 and resilience in the supply chain: a driver of capability enhancement or capability loss?. In: International Journal of Production Research 58 (2020) 16, S. 5006-5019.

[18] Ivanov, D.; Dolgui, A.; Sokolov, B.: The impact of digital technology and Industry 4.0 on the ripple effect and supply chain risk analytics. In: International Journal of Production Research 57 (2018) 3, S. 829-846.

[19] Döring, S.; Wimmer, B.: explainIT: Industrie 4.0 erklärt: URL: <https://muenchen.digital/blog/explainit-industrie-4-0-erklart>, Abrufdatum: 16.06.2021.

[20] Kiel, D.; Müller, J.; Arnold, C.; Voigt, K. I.: Sustainable Industrial Value Creation: Benefits and Challenges of Industry 4.0. In: International Journal of Innovation Management 21 (2017) 8, 1740015 (34 Seiten).

Fabriken dieser Welt ausgelöst wurden. Diese Technologien haben jeweils einen radikalen Paradigmenwechsel in der industriellen Produktion hervorgerufen [12]. Die beschriebenen Elemente von Industrie 5.0 hingegen bauen im derzeitigen Begriffsverständnis auf den gleichen Kerntechnologien wie Industrie 4.0 auf (z. B. Internet der Dinge, Additive Fertigung, Künstliche Intelligenz). Ein durch neue Technologien hervorgerufener Paradigmenwechsel ist somit nicht erkennbar, weshalb eine Einreihung in die Chronologie der industriellen Revolutionen nicht sinnvoll erscheint. Dies entspricht auch der inhaltlichen Einschätzung der Europäischen Kommission, die beschreibt, dass Industrie 5.0 als komplementär zu Industrie 4.0 zu verstehendes Konzept gesehen werden soll [2].

Zweitens werden die beschriebenen Kernelemente von Industrie 5.0 derzeit auch intensiv in Industrie 4.0-Beiträgen international renommierter Fachzeitschriften diskutiert (für Menschzentrierung siehe z. B. [13, 14], für Nachhaltigkeit siehe z. B. [15, 16], für Resilienz siehe z. B. [17, 18]). Die beschriebenen Elemente stellen somit keine gänzliche inhaltliche Neuerung dar, sondern umreißen vielmehr derzeitige Trends der Industrie 4.0-Forschung. Unserer Einschätzung nach handelt es sich hierbei also vielmehr um die nächste Evolutionsstufe bestehender Industrie 4.0-Forschung, also gewissermaßen einer „Industrie 4.1“ (Bild 2). Der Begriff Industrie 5.0 beschreibt inhaltlich relevante Entwicklungen für die industrielle Produktion, bedarf aber auch aufgrund seiner emotionalen Behaftung und den anhaltenden

Herausforderungen im Rahmen von Industrie 4.0 weiterer Detaillierung.

Bedeutung für laufende Industrie 4.0-Initiativen

Was bedeutet diese Entwicklung nun für bereits laufende Industrie 4.0-Initiativen? Nach unserer Einschätzung werden sie weiter an Relevanz gewinnen. Die weitreichenden Auswirkungen der Industrie 4.0-Technologien versprechen ökonomische, ökologische und soziale Zielgrößen gleichermaßen zu adressieren [20]. Da die Rolle des Menschen, das Ziel einer nachhaltigen Industrielandschaft sowie die Ambition widerstandsfähiger Lieferketten derzeit an Bedeutung gewinnen, versprechen laufende Digitalisierungsinitiativen einen umso höheren Erfolg. Daher zählt es für fertigende Unternehmen mehr denn je ihren individuellen Weg in Richtung Industrie 4.0 zu beschreiten. Die im White Paper der Europäischen Kommission benannten Entwicklungen sind somit zeitgemäß und werden durch bereits laufende Initiativen der EU (z. B. Projekte innerhalb des Förderprogramms „Horizon 2020“) [2] aber auch durch andere Digitalisierungsprojekte im europäischen Kontext (z.B. GAIA-X) adressiert.

Dieser Beitrag entstand im Rahmen der Förderung des „Jackstädt Fellowships“ durch die Dr. Werner Jackstädt-Stiftung.

Schlüsselwörter: Industrie 5.0, Menschzentrierung, Resilienz, Nachhaltigkeit, Industrie 4.0