

Becker, Marco; Daube, Carl Heinz; Reinking, Ernst

Working Paper
Industrie 5.0

IUCF Working Paper, No. 4/2023

Suggested Citation: Becker, Marco; Daube, Carl Heinz; Reinking, Ernst (2023) : Industrie 5.0, IUCF Working Paper, No. 4/2023, ZBW - Leibniz Information Centre for Economics, Kiel, Hamburg

This Version is available at:

<https://hdl.handle.net/10419/270296>

Standard-Nutzungsbedingungen:

Die Dokumente auf EconStor dürfen zu eigenen wissenschaftlichen Zwecken und zum Privatgebrauch gespeichert und kopiert werden.

Sie dürfen die Dokumente nicht für öffentliche oder kommerzielle Zwecke vervielfältigen, öffentlich ausstellen, öffentlich zugänglich machen, vertreiben oder anderweitig nutzen.

Sofern die Verfasser die Dokumente unter Open-Content-Lizenzen (insbesondere CC-Lizenzen) zur Verfügung gestellt haben sollten, gelten abweichend von diesen Nutzungsbedingungen die in der dort genannten Lizenz gewährten Nutzungsrechte.

Terms of use:

Documents in EconStor may be saved and copied for your personal and scholarly purposes.

You are not to copy documents for public or commercial purposes, to exhibit the documents publicly, to make them publicly available on the internet, or to distribute or otherwise use the documents in public.

If the documents have been made available under an Open Content Licence (especially Creative Commons Licences), you may exercise further usage rights as specified in the indicated licence.

Marco Becker, Carl Heinz Daube, Ernst Reinking¹

Industrie 5.0

Zusammenfassung

Spätestens seit der Etablierung von ChatGPT als eine für die breite Masse sowohl der Unternehmen als auch der Bevölkerung gleichermaßen interessante Anwendung der Künstlichen Intelligenz im November 2022 neigt sich die Epoche der Industrie 4.0 dem Ende entgegen. In diesem Working Paper werden die Grenzen der Industrie 4.0 aufgezeigt und die Potenziale der Industrie 5.0 analysiert.

Abstract

At the latest since the establishment of ChatGPT as an application of artificial intelligence of interest to the broad masses of both companies and the general public in November 2022, the era of Industry 4.0 is drawing to a close. In this working paper, the limits of Industry 4.0 are highlighted and the potentials of Industry 5.0 are analysed.

¹ **Prof. Dr. Marco Becker** lehrt und forscht zu den Themen Controlling und Finanzmanagement an der NBS Northern Business School – University of Applied Science in Hamburg und ist stellvertretender Leiter des Instituts für Unternehmensrechnung, Controlling und Finanzmanagement (IUCF). Darüber hinaus ist er Gründer und Partner der Marco Becker Management Consultants.

Prof. Dr. Carl Heinz Daube lehrt und forscht am IUCF Institut für Unternehmensrechnung, Controlling und Finanzmanagement, er ist Professor für Finanzierung und ProRektor Forschung an der NBS Northern Business School - University of Applied Sciences. Er ist außerdem Partner bei MGRP Management Group Dr. Röser & Partner.

Dipl.-Ing. Ernst Reinking lehrt und forscht als Research Fellow an der NBS Northern Business School – University of Applied Science in Hamburg zu Themenbereichen Wirtschaftsinformatik und digitale Ökonomie.

Historie: Industrie 1.0 bis 4.0

Industrie 1.0

Als »Industrielle Revolution« wird der tiefgreifende und dauerhafte Wandel der wirtschaftlichen und sozialen Verhältnisse, der Arbeitsbedingungen und Lebensumstände bezeichnet, die in der zweiten Hälfte des 18. Jahrhunderts begann. Auslöser waren Erfindungen wie die Dampfmaschine, die in vielen Bereichen erstmals mechanische Produktionsanlagen möglich machte.²

Industrie 2.0

Nur knapp 100 Jahre später war die Technik so weit entwickelt worden, dass erste elektrisch betriebenen Anlagen für die Massenproduktion im Einsatz waren. Damit war der Weg für eine arbeitsteilige Produktion bereitet. Die Steuerung der Produktion erfolgte gleichwohl weiterhin durch den Menschen.³

Industrie 3.0

Noch einmal rd. 100 Jahre später erfolgte die Automatisierung der Produktion durch IT und Computer. Seit den 1970er Jahren war es möglich, Elektronik-Komponenten in der industriellen Umgebung einzusetzen. Die Produktion wurde durch die Automatisierung mit Elektronik, IT und Speicher programmierbaren Steuerungen weiter vorangetrieben. Die Abläufe von Maschinen konnten effizienter gesteuert werden, die Eingriffe des Menschen in die Produktionsabläufe wurde auf ein Minimum reduziert.⁴

Industrie 4.0

Um den Jahrtausendwechsel begann die intelligente Vernetzung von Maschinen und Abläufen in der Industrie mit Hilfe von Informations- und Kommunikationstechnologien. Nicht mehr der Computer war die zentrale Technologie, sondern das Internet. Mit der weltweiten Vernetzung über Unternehmens- oder Ländergrenzen hinweg gewann die Digitalisierung der Produktion eine neue Qualität: Das Internet der Dinge, Maschine-zu-Maschine-Kommunikation und Produktionsstätten, die immer intelligenter wurden.⁵

Die Entwicklung von Industrie 1.0 bis hin zu Industrie 4.0 sind in der nachstehenden Graphik zusammengefasst.

² Vgl. industrie-wegweiser.de (2023).

³ Vgl. Globalisierung Fakten (2022).

⁴ Vgl. Jänicke/Jacob (2008).

⁵ Vgl. Bundesministerium für Bildung und Forschung (2016).

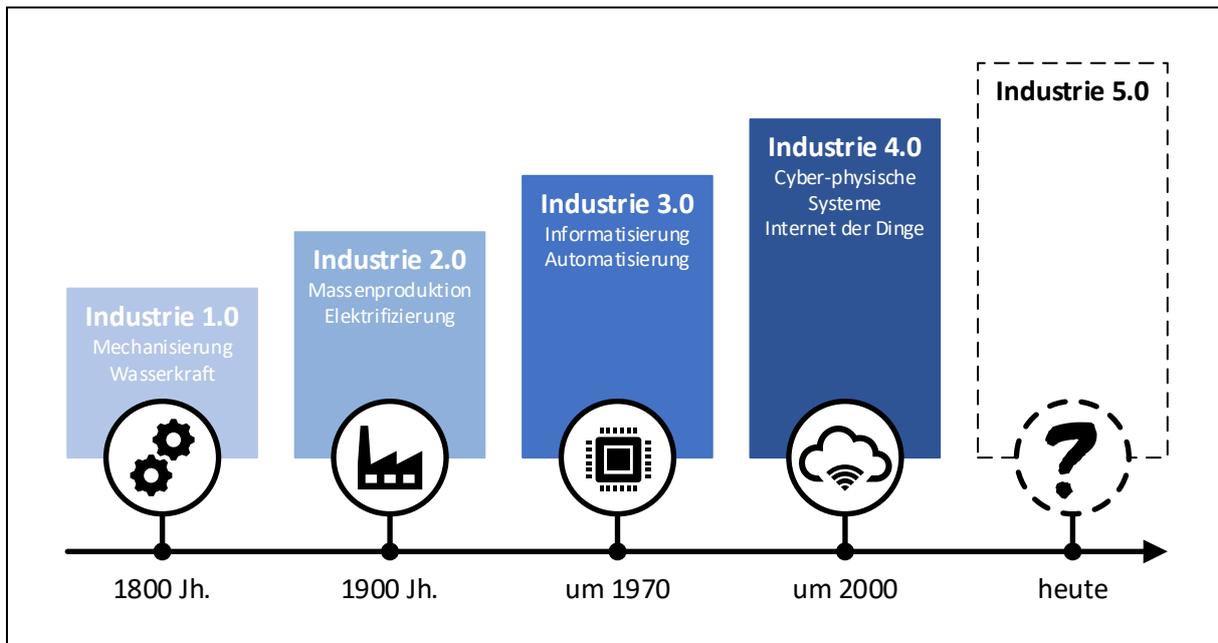


Abbildung 1: Industrie 1.0 bis 5.0⁶

⁶ Eigene Darstellung in Anlehnung an: Bendig (2021).

Industrie 4.0 und ihre Grenzen

Die vierte industrielle Revolution stand im Zeichen der Digitalen Transformation, also der Digitalisierung von Geschäftsprozessen, Produkten, Dienstleistungen und Arbeitsweise.

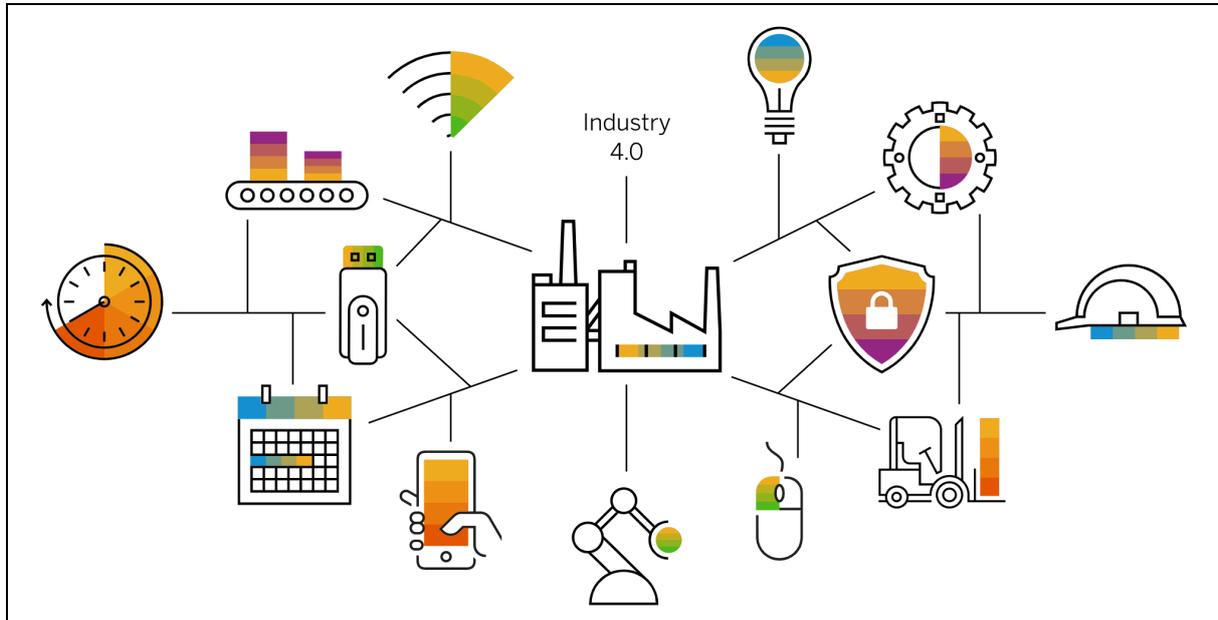


Abbildung 2: Schematische Darstellung aller Komponenten der Industrie 4.0⁷

Zur Umsetzung der Digitalen Transformation wurden im Zeitalter der Industrie 4.0 folgende Schlüsseltechnologien herangezogen:⁸

1. Big Data und KI-Analyse
2. Horizontale und vertikale Integration
3. Cloud-Computing
4. Augmented Reality
5. Industrielles Internet der Dinge (IIOT)
6. Additive Fertigung/3D-Druck
7. Autonome Roboter
8. Simulation/digitale Zwillinge
9. Cybersicherheit

Somit wurde auch eine Zeitenwende im Verhältnis zwischen Mensch und Maschine eingeläutet:

Erstmals ist die Maschine in den Fokus der Betrachtung gerückt.

Auch wenn der Einsatz von Künstlicher Intelligenz zunächst auf die Auswertung von Daten (insbesondere im Umgang mit Big Data) beschränkt war, hat sie sich im Laufe der Jahre zunächst langsam, im Jahr 2022 jedoch sprunghaft weiterentwickelt. Die Möglichkeit zum kommerziellen Einsatz

⁷ SAP (2023).

⁸ Vgl. SAP (2023).

von Künstlicher Intelligenz über reine Analysen hinaus markiert zugleich die Zeitenwende zur fünften industriellen Revolution.

Was sind die Grenzen der Industrie 4.0?

Industrie 4.0 bezieht sich auf die vierte industrielle Revolution, die durch die Verwendung von fortschrittlichen Technologien wie künstlicher Intelligenz, Big Data-Analyse, Cloud-Computing, Internet of Things (IoT) und Robotik gekennzeichnet ist. Obwohl die Industrie 4.0 eine Fülle von Vorteilen für Unternehmen und die Gesellschaft bietet, gibt es auch einige Grenzen und Herausforderungen, die berücksichtigt werden müssen. Hier sind einige davon:

1. **Komplexität:** Die Implementierung von Industrie 4.0 erfordert komplexe Technologien und Systeme, die eine umfassende Planung und Integration erfordern. Dies kann eine Herausforderung für kleine und mittlere Unternehmen sein, die nicht über die erforderlichen Ressourcen verfügen.
2. **Datensicherheit:** Die zunehmende Vernetzung und der Austausch von Daten zwischen verschiedenen Geräten und Systemen erhöhen das Risiko von Datenverletzungen und Cyberangriffen. Unternehmen müssen daher sicherstellen, dass ihre Systeme und Daten gegen Bedrohungen geschützt sind.
3. **Arbeitsplatzverluste:** Die Automatisierung und der Einsatz von Robotik können zu einem Abbau von Arbeitsplätzen führen, insbesondere in traditionellen Fertigungsunternehmen. Es ist wichtig, dass Unternehmen sich auf eine gerechte Verteilung der Vorteile der Industrie 4.0 konzentrieren, um die soziale Akzeptanz zu gewährleisten.
4. **Abhängigkeit von Technologie:** Die Industrie 4.0 erfordert eine hohe Abhängigkeit von Technologie und digitale Infrastruktur. Störungen oder Ausfälle können daher zu erheblichen Problemen in der Produktion und Lieferung führen.
5. **Investitionskosten:** Die Implementierung von Industrie 4.0 erfordert in der Regel erhebliche Investitionen in Technologie und Infrastruktur. Dies kann für kleine und mittlere Unternehmen eine finanzielle Herausforderung darstellen.
6. **Datenqualität:** Die Genauigkeit und Qualität der Daten, die für die Analyse und Entscheidungsfindung in der Industrie 4.0 verwendet werden, sind entscheidend. Unternehmen müssen sicherstellen, dass sie über eine angemessene Datenqualität verfügen, um die Genauigkeit ihrer Analyseergebnisse zu gewährleisten.
7. **Bildung und Schulung:** Die Einführung von Industrie 4.0 erfordert spezifische Fähigkeiten und Kenntnisse, die nicht immer in den Arbeitskräfte vorhanden sind. Unternehmen müssen daher in die Schulung und Weiterbildung ihrer Mitarbeiter investieren, um sicherzustellen, dass sie über die erforderlichen Fähigkeiten verfügen, um mit den neuen Technologien umzugehen.

Abbildung 3: Beispiel für die Anwendung von ChatGPT⁹

⁹ Eigene Darstellung unter Anwendung von OpenAI – ChatGPT.

Vision der Industrie 5.0

Industrie 4.0 konzentriert sich im Wesentlichen auf die Digitalisierung, Automatisierung von Prozessen und die digitale Transformation von Unternehmen, um die Effizienz und Flexibilität der Produktion zu steigern.

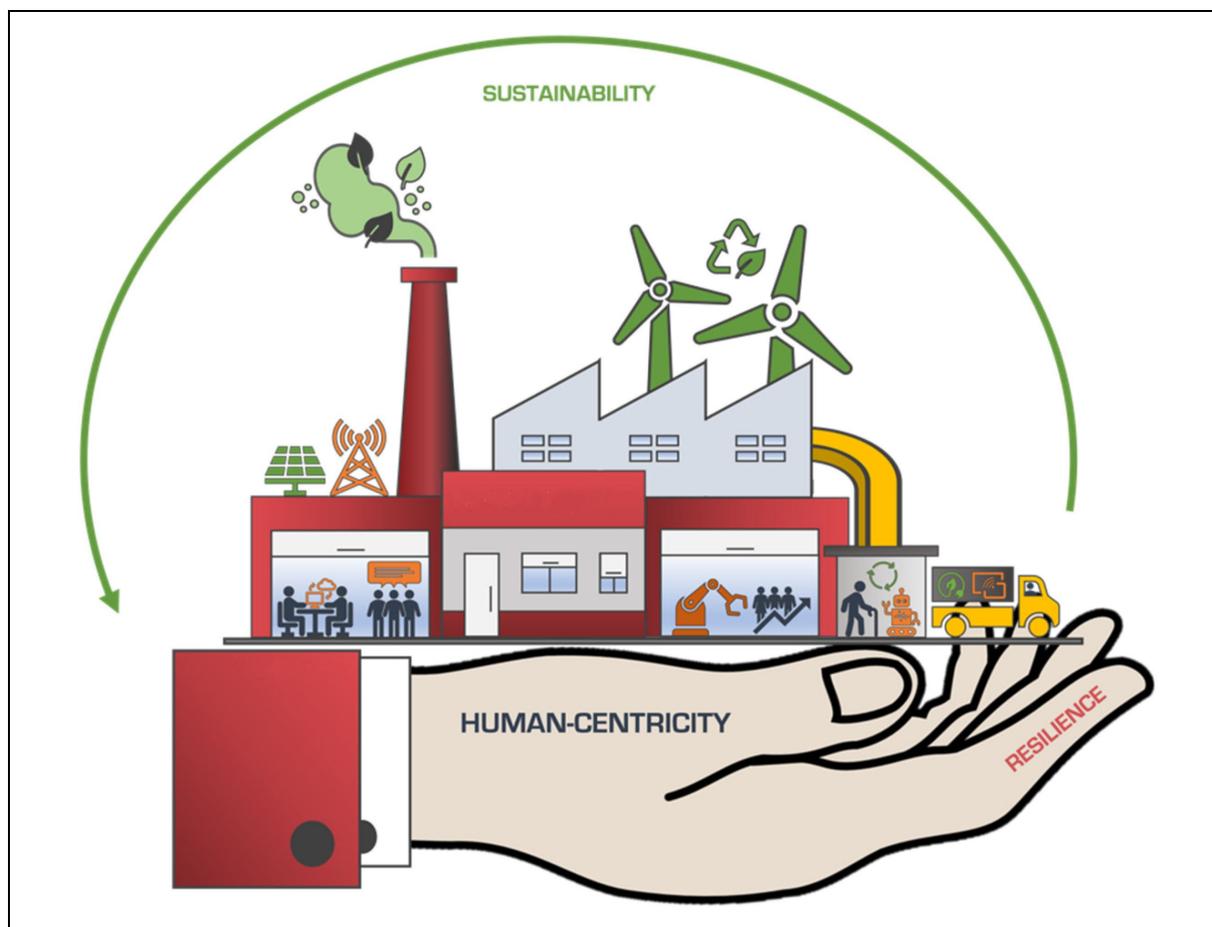


Abbildung 4: Industrie 5.0¹⁰

Unter dem Begriff Industrie 5.0 wird die Einführung und Nutzung der Industrie 4.0-Technologien zwar fortgeführt und optimiert, jedoch werden neue, bisher vernachlässigte Schwerpunkte gesetzt. Es wird versucht, die wirtschaftliche und technologische Entwicklung mit der Lösung gesellschaftlicher und ökologischer Probleme in Einklang zu bringen.

Fokus:	Mensch in den Mittelpunkt stellen Nachhaltigkeit
Schlüsseltechnologie:	Künstliche Intelligenz
Erfolgsfaktor	Resilienz

Abbildung 5: Charakteristika der Industrie 5.0¹¹

¹⁰ Eigene Darstellung in Anlehnung an: Alves et al. (2023).

¹¹ Eigene Darstellung.

Mensch-Maschine-Kollaboration

In der Industrie 5.0 arbeiten Mensch und Maschine eng zusammen, um die Produktivität zu steigern und die Qualität der Produktion zu verbessern. Roboter und Automatisierungssysteme werden so konzipiert, dass sie mit menschlichen Arbeitern interagieren und gemeinsam an Aufgaben arbeiten können.

Die Arbeitnehmer erhalten mehr Einfluss und damit mehr Verantwortung bei der Gestaltung des Produktionsprozesses. Dies ermöglicht es, die zunehmende Automatisierung mit menschlichem Know-how zu verbinden und so den menschenzentrierten Ansatz zu stärken.¹²

Nachhaltigkeit

Industrie 5.0 zielt auch darauf ab, die Produktion nachhaltiger zu gestalten. Dazu gehört die Reduzierung des Energie- und Materialverbrauchs sowie der Einsatz erneuerbarer Energien.



Abbildung 6: 17 Nachhaltigkeitsziele der Vereinten Nationen¹³

Hierunter ist eine Optimierung der Energie- und Ressourceneffizienz sowie die generelle Vermeidung von Abfällen und Verschwendung in Produktionsprozessen zu verstehen. Es kann durchaus bedeuten, dass bestehende Geschäftsmodelle erheblich angepasst werden müssen.

¹² Vgl. Rampersad (2020).

¹³ Die Bundesregierung (2023).

E	Environment (Umwelt)	Produkte und Dienstleistungen	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Öko-Effizienz/Energieverbrauch ▪ CO2-Ausstoß ▪ Recyclingfähigkeit ▪ Gefahrenstoffe
		Betriebsökonomie	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Strategie bezüglich Umwelt/Klimawandel ▪ Umweltmanagement-Systeme ▪ Umweltberichterstattung ▪ Umweltperformance und Indikatoren ▪ Öko-Effizienz (Ökobilanz)
S	Social (Soziales)	Mitarbeiter	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Arbeitsplatzsicherheit ▪ Gesundheit und Sicherheit ▪ Chancengleichheit/Gleichberechtigung ▪ Versammlungsfreiheit/Mitbestimmung ▪ Work Life Balance ▪ Aus- und Weiterbildung
		Gesellschaft	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Gesellschaftliches Engagement ▪ Beachtung der Menschenrechte ▪ Nachhaltigkeitsberichterstattung ▪ Dialog mit Stakeholdern
		Produktverantwortung	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Umgang gegenüber Kunden ▪ Verantwortungsvolle Geschäftsmethoden ▪ Zulieferstandards
G	Governance (Unternehmensführung)	Corporate Governance	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Transparenz der Anteilseigner ▪ Unabhängigkeit und Effizienz des Aufsichtsrats ▪ Entlohnung des Vorstands und des Aufsichtsrats
		Wirtschaftsethik	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Verhaltenskodex ▪ Korruption/Bestechung ▪ Kartellverstöße ▪ Kontroversen/Strafen/Verfahren

Abbildung 7: ESG-Kriterien¹⁴

Die Dimension der Nachhaltigkeit ist auch vor dem Hintergrund zunehmender Regulierung von besonderer Relevanz.¹⁵

¹⁴ Eigene Darstellung in Anlehnung an: Barthruff (2014): S. 14.

¹⁵ Vgl. Machado et al. (2019).



Abbildung 8: Drei Dimensionen der Nachhaltigkeit¹⁶

Künstliche Intelligenz (KI)

In der Industrie 5.0 spielt Künstliche Intelligenz eine wichtige Rolle, da sie die automatisierte Verarbeitung und Analyse großer Datenmengen ermöglicht. In der Produktion können KI-Systeme helfen, Prozesse zu optimieren, den Materialverbrauch zu senken und Fehlerquellen zu minimieren. Durch den Einsatz von KI können auch neue Produkte und Dienstleistungen entwickelt werden, die den Bedürfnissen der Kunden entsprechen.¹⁷

So können KI-gestützte Chatbots und ähnliche Tools eine wichtige Rolle bei der Mensch-Maschine-Kooperation spielen. Sie können beispielsweise als intelligente Assistenten in der Produktion eingesetzt werden, um menschliche Arbeiter zu unterstützen und ihnen Anweisungen zu geben. Sie können als Schnittstelle zwischen Mensch und Maschine dienen und so die Zusammenarbeit verbessern.¹⁸

Resilienz

Unternehmen müssen sich auf mögliche Krisen und Störungen vorbereiten und sicherstellen, dass ihre Geschäftstätigkeit auch in solchen Situationen fortgeführt werden kann.

Ein geeignetes Mittel dazu ist das »Business Continuity Model (BCM)«, eine systematische und strukturierte Methode zur Identifizierung und Bewertung potenzieller Risiken, die das Unternehmen betreffen könnten, sowie zur Festlegung geeigneter Gegenmaßnahmen.

Dies kann bedeuten, dass bestimmte Geschäftsprozesse oder sogar Geschäftsmodelle überdacht und angepasst werden müssen, um sie widerstandsfähiger gegen Störungen zu machen. (z. B. Diversifizierung der Lieferketten, um das Risiko von Lieferengpässen zu minimieren, oder Verbesserung der IT-Systeme, um gegen Cyber-Angriffe gewappnet zu sein).

¹⁶ Utopia.de (2023).

¹⁷ Vgl. Aichele/Herrmann (2021): S. 153 ff.

¹⁸ Vgl. Aichele/Herrmann (2021): S. 245 ff.

Fazit

Insgesamt zielt Industrie 5.0 darauf ab, die Produktion noch stärker auf die Bedürfnisse der Kunden auszurichten, die Zusammenarbeit von Mensch und Maschine zu fördern und die Produktion nachhaltiger und effizienter zu gestalten.



Abbildung 9: Industrie 5.0¹⁹

Die aktuelle Entwicklung erfolgt mit einer extrem hohen Geschwindigkeit. Eine solch rasante Veränderungsgeschwindigkeit stellt eine große wirtschaftliche, aber auch gesellschaftspolitische Herausforderung dar. Von daher spricht vieles dafür, unverzüglich Wissen über KI und deren Anwendung in Schulen sowie Hochschulen und Universitäten aufzunehmen.

¹⁹ Bendig et al. (2021).

Literaturverzeichnis

Aichele, C.; Herrmann, J. (2021): *Betriebswirtschaftliche KI-Anwendungen: Digitale Geschäftsmodelle auf Basis Künstlicher Intelligenz*, Berlin.

Alves, J.; T. M. Lima; P. D. Gaspar. Is Industry 5.0 a Human-Centred Approach? A Systematic Review. : *Processes* Nr. 11, 193 (2023): 1 - 15.

Barthruff, Christian (2014): *Nachhaltigkeitsinduzierte Kreditrisiken - Empirische Untersuchung der Wirkungszusammenhänge zwischen Nachhaltigkeits- und Kreditrisiken unter besonderer Berücksichtigung des Klimawandels*, Wiesbaden.

Bendig, D.; K. Lau; J. Schulte; S. Endriß. Industrie 5.0 - Die Europäische Kommission auf den Spuren der nächsten industriellen Revolution?. : *Industrie 4.0 Management* 6, Nr. (2021): 20-22.

Bitkom Servicegesellschaft mbH (2022): *Schaubild ESG-Kriterien*, https://bitkom-akademie.de/sites/default/files/220202_Bitkom-Akademie_Schaubild_ESG-Kriterien.jpg, letzter Zugriff am: 28. 02 2023.

Bundesministerium für Bildung und Forschung (2016): *Industrie 4.0*, <https://www.bmbf.de/bmbf/de/forschung/digitale-wirtschaft-und-gesellschaft/industrie-4-0/industrie-4-0.html>, letzter Zugriff am: 28. 02 2023.

Die Bundesregierung (2023): *Die UN-Nachhaltigkeitsziele*, <https://www.bundesregierung.de/breg-de/themen/nachhaltigkeitspolitik/die-un-nachhaltigkeitsziele-1553514>, letzter Zugriff am: 28. 02 2023.

Globalisierung Fakten (2022): *Zweite Industrielle Revolution*, <https://www.globalisierung-fakten.de/industrialisierung/zweite-industrielle-revolution/>, letzter Zugriff am: 28. 02 2023.

industrie-wegweiser.de (2023): *Industrie 1.0 bis 4.0 – Industrie im Wandel der Zeit*, <https://industrie-wegweiser.de/von-industrie-1-0-bis-4-0-industrie-im-wandel-der-zeit/>, letzter Zugriff am: 28. 02 2023.

Jänicke, M.; Jacob, K. (2008): *Die dritte industrielle Revolution*, <https://internationalepolitik.de/de/die-dritte-industrielle-revolution>, letzter Zugriff am: 28. 02 2023.

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

OpenAI (2023): *ChatGPT*, <https://chat.openai.com/chat>, letzter Zugriff am: 28. 02 2023.

Rampersad, G. (2020): *Robot will take your job: Innovation for an era of artificial intelligence*.

SAP (2023): *Was ist Industrie 4.0?*, <https://www.sap.com/germany/insights/what-is-industry-4-0.html#:~:text=Industrie%204.0%20wird%20durch%20das,Maschinen%2C%20Roboter%20und%20Fahrzeuge%20nutzen.>, letzter Zugriff am: 28. 02 2023.

Utopia.de (2023): *Die drei Säulen der Nachhaltigkeit: Ökologie, Wirtschaft und Soziales*, <https://utopia.de/ratgeber/drei-saeulen-der-nachhaltigkeit-modell/>, letzter Zugriff am: 28. 02 2023.