

Ordnungsrahmen für Anwendungen der Künstlichen Intelligenz im Industrie-4.0-Kontext

Dirk Schmalzried, Marco Hurst, Jonas Zander und Marcel Wentzien, Ernst-Abbe-Hochschule Jena

Regulatory Framework for Artificial Intelligence Applications in the Industry 4.0 Context

Artificial Intelligence methods can be structured according to different aspects. Applications within Industrie 4.0 can also be classified into levels and process groups using the RAMI framework or the ISA95 standard. However, a taxonomy is lacking that relates the classification of the application areas to the processes improved by machine learning methods while at the same time locating and evaluating them. Such a framework helps to classify new processes and solutions and supports finding suitable machine learning methods for concrete problems in the Industry 4.0 context.

Keywords:

industry 4.0, artificial intelligence, AI methods, machine learning, framework

Dr. Dirk Schmalzried ist Professor für Wirtschaftsinformatik, insbesondere E-Business, im Fachbereich Wirtschaftsingenieurwesen an der Ernst-Abbe-Hochschule Jena.

Marco Hurst ist wissenschaftlicher Mitarbeiter im Fachbereich Wirtschaftsingenieurwesen an der Ernst-Abbe-Hochschule Jena.

Jonas Zander studiert Wirtschaftsingenieurwesen (Digitale Wirtschaft) im Fachbereich Wirtschaftsingenieurwesen an der Ernst-Abbe-Hochschule Jena.

Marcel Wentzien ist wissenschaftlicher Mitarbeiter im Fachbereich Wirtschaftsingenieurwesen an der Ernst-Abbe-Hochschule Jena.

dirk.schmalzried@eah-jena.de

Wegen der immer stärker fortschreitenden Durchdringung von KI in Unternehmen [1] scheint ein Ordnungsrahmen für Begrifflichkeiten und Betrachtungsaspekte der Anwendung von Künstlicher Intelligenz im Industrie 4.0-Kontext wünschenswert. Methoden der Künstlichen Intelligenz lassen sich nach verschiedenen Aspekten strukturieren. Auch Anwendungen innerhalb von Industrie 4.0 können mithilfe des RAMI-Frameworks oder mithilfe des ISA95-Standards in Ebenen und Prozessgruppen eingeordnet werden. Allerdings fehlt eine Taxonomie, welche die Klassifikation der Anwendungsbereiche mit den durch Machine-Learning-Methoden verbesserten Prozessen in Beziehung setzt, sie verortet und bewertet. Ein solcher Ordnungsrahmen hilft, neue Prozesse und Lösungen einzuordnen und unterstützt im Finden passender Machine-Learning-Verfahren für konkrete Problemstellungen im Industrie 4.0-Kontext.

KI-Methoden werden nicht nur im Bereich Industrie 4.0 eingesetzt, sondern auch auf Ebene der Unternehmensführung und in vielen fachspezifischen Domänen außerhalb des industriellen Kontextes sowie außerhalb der Fertigung. Jene Anwendungsbereiche werden jedoch nicht in diesem Beitrag thematisiert.

Zentraler Einstieg in die Betrachtung ist das Konzept der Informationssysteme nach [10] wie in Bild 1 dargestellt. Hier werden die Dimensionen Mensch, Technik und Aufgaben unterschieden. Für Technik gibt es in anderen Definitionen auch das Synonym maschinelle Elemente. Aufgaben werden andernorts als Prozesse bezeichnet.

Künstliche Intelligenz bezeichnet solche Methoden, die es einem Computer ermöglichen, jene Aufgaben zu lösen, die typischerweise zu ihrer Lösung menschliche Intelligenz erfordern.

Der Blick auf die Analogie zur menschlichen Intelligenzleistung (Bild 2) ist für einen Ordnungsrahmen hilfreich, weil auch im Industrie-4.0-Kontext eine Prozessabfolge aus Wahrnehmung (Sensor), Verarbeitung (Mustererkennung), Verallgemeinerung und Neuschöpfung (implizites Modellwissen für

künftige Warnungen/ Steuerungen), Kommunikation (Mensch-Maschine-Interaktion) und Handeln/ Aktion (Fertigungssteuerung, Roboter, Verfahrenstechnik) existiert.

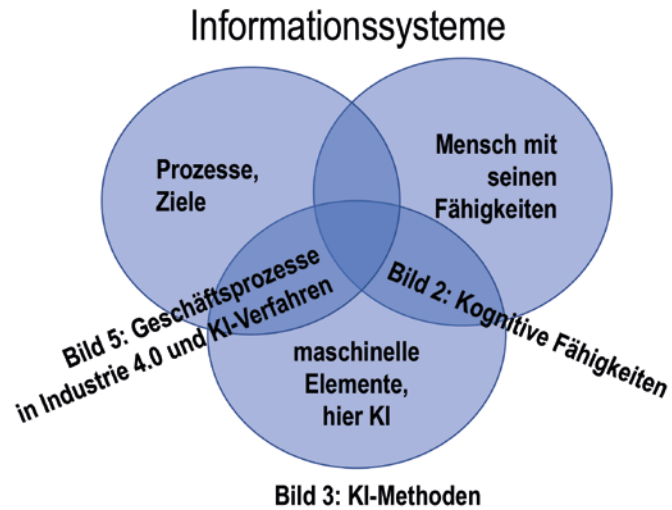
Das zweite Element für einen Ordnungsrahmen bilden die Methoden der Künstlichen Intelligenz. Insbesondere die deutsche Normungsroadmap KI [5] liefert hier einen wichtigen Input für die hierarchische Klassifikation der KI-Methoden. Unter Berücksichtigung von [8] und [9] schlagen die Autoren eine hierarchische Taxonomie wie in Bild 3 vor.

Dabei weichen sie vom Begriff „klassische Methoden der KI“ ab, weil die Benennung als klassisch sehr zeitabhängig erscheint. Es wird stattdessen eine Einteilung in die zwei Bereiche ohne Fähigkeit aus neuen Daten zu lernen und mit der Fähigkeit, aus neuen Daten (dazu) zu lernen vorgeschlagen, die wiederum in symbolische KI und mathematische Verfahren einerseits und Maschinelles Lernen / sub-symbolische KI andererseits unterschieden werden. Unterhalb des maschinellen Lernens gibt es Unterkategorien wie überwacht Lernen, unüberwacht Lernen und bestärkendes Lernen.

Eine solche hierarchische Systematik hilft perspektivisch dabei, zu jedem Anwendungsgebiet die jeweils am besten bewährte Methode zuzuordnen. So können z. B. interessierte Unternehmen schnell diejenigen Lösungen für ihre Probleme finden, die am besten zur Problemstellung passen. Seit April 2023 unterstützt das Zentrum für angewandte Künstliche Intelligenz an der Ernst-Abbe-Hochschule in Jena bei diesem aktuell sehr relevanten Prozess.

Die Aufgaben und Prozesse innerhalb der Industrie 4.0 werden mit den jeweils am besten geeigneten KI-Methoden in Beziehung gesetzt, welche wiederum häufig mit einer oder mehreren menschlichen Intelligenzleistungen korreliert sind. Bild 4 veranschaulicht diese Beziehung des Ordnungsrahmens.

Die Schnittmenge zwischen Prozessen oder Prozessschritten im Industrie-4.0-Kontext einerseits und den zugehörigen KI-Methoden andererseits wird durch Bild 5 repräsentiert. In dieser Tabelle findet man jene Prozesse, die heute durch



KI-Methoden sehr gut verbessert oder automatisiert werden können. Die Prozesse und Aktivitäten sind in Bild 5 den Verantwortungsbereichen von Industrie 4.0 nach VDI 5600 zugeordnet und auf einem Hierarchielevel nach IEC 62264 verortet. Diese Prozesse und Teilprozesse kann man zudem nach ihrem Ziel in die Bereiche Wissens-

Bild 1: Wie KI-Methoden, menschliche Fähigkeiten und Prozesse bzw. Ziele miteinander verbunden sind.

Menschliche Fähigkeiten					
	bloßes Wahrnehmen/ Perzeption	Verstehen, Verarbeiten, Mustererkennung	schöpferisches Denken, Weiter- entwicklung	Kommunikation	zielgerichtetes, geplantes Handeln
	Sensor-Ebene, Input	Verarbeitungsebene	Verall- gemeinerung und Neuschöpfung	Ausgabeebene, Output	Aktor-Ebene, Beeinflussen der Umwelt
Sehen	Optische Perzeption	Optische Texterkennung Objekterkennung dynamische Szenenerkennung Auflösungsverbesserung Gestenerkennung			
Hören	Akustische Perzeption	Spracherkennung Audioerkennung			
	Elektromagn. Perzeption	Radar, elektrische Signale etc			
Riechen	Chemische Detektion	chemische Anomalie-Erkennung			
Schmecken					
Fühlen	Temperatur	thermische Anomalie-Erkennung			
	Druck	physische Anomalie-Erkennung			
Eigenwahrnehmung	eigene Bewegung Körperpositionen				
Gleichgewicht					
zielgerichtete Aufmerksamkeit					
vorausschauende Planung					
Logisches Schließen					
Modellbildung					
Lernen aus Erfahrungen					
Kreativität					
Verallgemeinerung von Wissen					
Kommunikation					
Handeln					

Bild 2: KI bildet typisch menschliche Intelligenzleistungen ab, die auch im Industrie-4.0-Kontext zu finden sind.