

05

**KI im Manu-
facturing:
Daten – der Stoff,
aus dem Produkte
sind**

*Stefan Hussmann
Martin Peters
David Märte
Markus Merder*

Was Menschen täglich umgibt, das prägt sie. Das Gleiche gilt für Unternehmen und Branchen. Die Metapher von der »DNA eines Unternehmens« trifft zu: Ganz im Kern gibt es ein Set an Werten, Denkweisen und Prozessen, die Denken und Handeln bestimmen. Ingenieure in der produzierenden Industrie machen sich tagtäglich Gedanken darüber, wie sie bessere Maschinen bauen können. Diese Fachleute bilden das Fundament ihrer Unternehmen. Ihre Ausbildung, ihre Expertise, ihre Art, Dinge anzupacken, prägen alle Abläufe. Das »Anpacken« ist dabei wörtlich gemeint. Ob Maschinen, Komponenten oder Endprodukte – die Unternehmen bauen etwas. Dieses Physische der Arbeit ist ein wichtiger Faktor für ihr Selbstverständnis und ihre Prozesse. Und ein Unterscheidungsmerkmal im Vergleich zu anderen Branchen. Banker sind es gewöhnt, mit Daten zu hantieren: Kontobewegungen, Zahlungsströme oder Devisentransaktionen sind rein virtuelle Abläufe. Natürlich gibt es Anknüpfungen an die reale Welt, beispielsweise bei der Bewertung eines Unternehmens. Aber im Innersten geht es um Daten.

Anders in der Industrie. Im Innersten geht es um reale Objekte, die in der realen Welt stehen. Mit all der Komplexität, die die Realität mit sich

bringt. Von plötzlichen Unterbrechungen in der Lieferkette bis zum Ausfall einer Maschine. Aber das Digitale spielt auch in dieser Branche eine immer bedeutendere Rolle. Der Begriff »Industrie 4.0« ist schlagwortgewordener Ausdruck dieser Entwicklung. Politik und Wirtschaft treiben das Vernetzen von Prozessen in und zwischen Unternehmen in den letzten Jahren mit großem Nachdruck voran. Unternehmen können sich diesem Trend nicht entziehen. Zu groß ist das Potenzial für effizientere Prozesse und bessere Produkte, das die Digitalisierung eröffnet. So beschäftigen sich Firmen, die von Haus aus Maschinen bauen, mit Themen wie Cloud-Infrastrukturen, Big-Data-Anwendungen oder Internet-of-Things-Lösungen.

In dieser Gemengelage aus Selbstverständnis, Technologien und Fachwissen ist KI ein weiterer, noch relativ neuer Aspekt. Verfahren und Anwendungen auf KI-Basis haben das Potenzial, die ganze Wertschöpfungskette von der ersten Produktidee bis hin zur Wartung zu beeinflussen. Denn die Voraussetzungen für den Einsatz von KI-Lösungen sind im produzierenden Gewerbe gut. Zwar gibt es in Unternehmen trotz der oben beschriebenen Initiativen noch ein gewisses Fremdeln im Umgang mit Daten. Aber die

Daten an sich sind vorhanden oder können leicht verfügbar gemacht werden.

Diese Datenmengen sind die Grundlage für den Einsatz von KI-Anwendungen (siehe Kapitel 2). Die folgenden Ausführungen beschäftigen sich damit, welche Rolle KI in der Fertigungsindustrie spielt, vor welchen Herausforderungen Unternehmen stehen und was sie mitbringen sollten, um vom Einsatz dieser Technologien zu profitieren. Den Großteil des Kapitels nehmen die Beschreibungen von Anwendungsfällen ein. Anhand exemplarischer Aufgabenstellungen wird erläutert, wie Daten und KI-Verfahren die Abläufe in zentralen Fachabteilungen verbessern. Zunächst aber geht es darum, welche Themen im IT- und KI-Kontext die Entscheider bewegen. Denn diese Themen sind entscheidend für die Geschwindigkeit, mit der die Unternehmen auf den KI-Zug aufspringen. Und den Erfolg, den sie damit haben.

5.1 Keine Branche wie jede andere

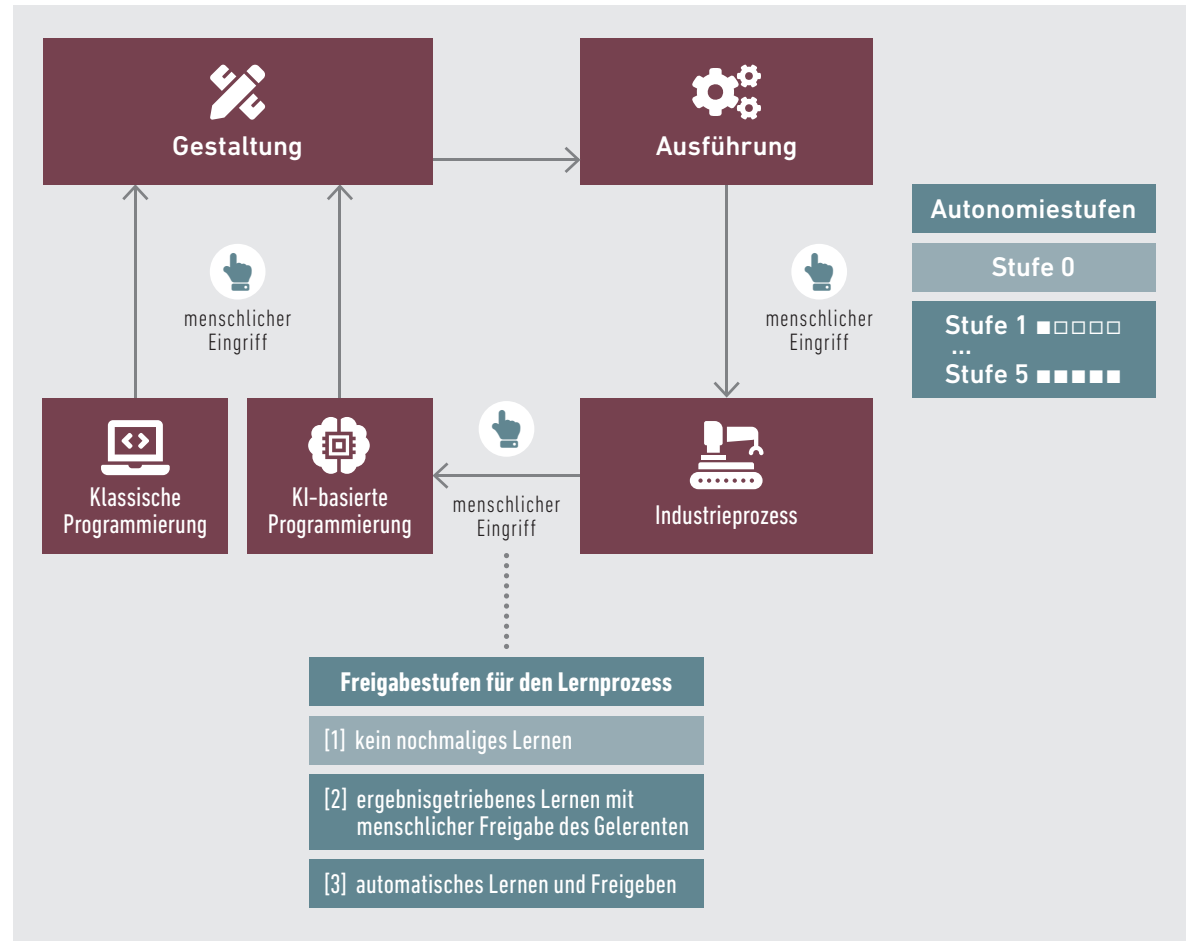
Die eingangs erwähnte Ingenieursdenke prägt alle Aspekte des unternehmerischen Handelns. Tugenden wie Planbarkeit und Verlässlichkeit bestimmen die Anforderungen. Innovation hat in der Regel wenig mit digitalen Themen oder mit Daten zu tun. Häufig geht es um das Optimieren von Prozessen oder Leistungsparametern in Maschinen und Komponenten. Mit der zunehmenden Bedeutung digitaler Themen hält eine andere Perspektive Einzug. Natürlich gibt es weiterhin klassische IT-Projekte, die die Verantwortlichen nach der sogenannten Wasserfallmethode organisieren: Auf das detaillierte Erfassen von Anforderungen folgt das exakte Definieren von Spezifikationen und schließlich das langfristig geplante Abarbeiten. Ein Umfeld, in dem sich viele Ingenieure wohlfühlen dürften.

Im Gegensatz dazu ist das Entwickeln von KI-Anwendungen häufig ein Entdeckungsprozess. Zu Beginn ist den Beteiligten noch nicht klar, ob vorhandene Daten überhaupt ausreichen, um das gewünschte Ziel einer Anwendung

zu erreichen. Oder ob das gewählte Verfahren das richtige ist. Die Entwickler denken in kurzen Entwicklungszyklen und arbeiten mit sogenannten Minimum Viable Products (MVP). Hinter MVPs verbirgt sich die Idee, schnell erste funktionstüchtige Versionen eines Produktes oder Services auf den Markt zu bringen. Diese verbessert das Projektteam dann schrittweise auf der Basis von Rückmeldungen durch die Anwender. Ein Vorgehen, das nicht so recht zu den bekannten, klassischen Ansätzen passen will.

Digitale Themen wie das Entwickeln von KI-Anwendungen erfordern die Zusammenarbeit über Abteilungsgrenzen hinweg. Konstruktion, Produktion, Qualitätssicherung, Logistik, Vertrieb, Service und IT müssen an einen Tisch. Nur gemeinsam werden die Experten erarbeiten können, welche Daten wo anfallen und welche davon, beispielsweise für das Entwickeln eines neuen Serviceangebotes, relevant sind. Hier ist die Kommunikation zwischen Abteilungen gefordert, die bisher wenig bis gar nichts miteinander zu tun hatten. Wenn es um KI geht, prallen in Industrieunternehmen jahrzehntelang erlernte, erprobte und gelebte Abläufe und Strukturen auf ein agiles Projektverständnis.

Nicht nur durch ihre ingenieurlastige Arbeitsweise, auch durch die wirtschaftliche Struktur unterscheidet sich der Bereich Manufacturing von anderen Branchen. Dominieren beispielsweise in der Finanz- oder Versicherungsindustrie einige wenige große Unternehmen die Szene, ist der Maschinenbau für seine mittelständische Aufstellung bekannt. Selbst die Namen von Weltmarktführern sind teils nur Branchenkennern bekannt. Firmenhauptsitze gibt es überall in der Republik, nicht nur in Ballungszentren. Vielen Unternehmen der Branche fehlen im umkämpften Fachkräftemarkt die Strahlkraft und/oder die attraktive Lage, um mit Global Playern auf der einen und Start-ups auf der anderen Seite mithalten zu können. Dies betrifft insbesondere IT- oder KI-nahe Qualifikationen wie Data Scientists oder Machine-Learning-Experten. KI-Anwendungen können Unternehmen dabei helfen, die angespannte Personalsituation zu entschärfen. Denn ein typischer Anwendungsfall – mehr dazu im Folgenden – ist das Automatisieren von Prozessen, in denen aufgrund ihrer Komplexität oder des Variantenreichtums bisher manuelle Arbeit dominierte. So helfen die Lösungen dabei, den Bedarf an Arbeitskräften an das verfügbare Angebot anzugleichen.

**Bild 5.1**

Regelkreis für eine klassische und KI-basierte Ausführung eines Industrieprozesses (Quelle: BMWi)

Auf dem Arbeitsmarkt, aber auch auf ihren Absatzmärkten bewegen sich die Unternehmen in einem wettbewerbsintensiven Umfeld. Der Druck auf die Preise, ausgelöst unter anderem durch Wettbewerber aus dem Ausland, ist spürbar. Gleichzeitig fällt es Anbietern schwer, mit wirtschaftlich vertretbarem Aufwand weitere Optimierungspotenziale in etablierten Prozessen zu finden. Das klassische Geschäftsmodell des Bauens und Verkaufens einer Maschine, des Wartens in regelmäßigen Intervallen und des Reparierens im Bedarfsfall gerät immer häufiger unter Druck. So verlangen Kunden Verfügbarkeitsgarantien für Maschinen, wie sie beispielsweise in der Online-Welt für Server bekannt sind. Eine maximale Ausfallzeit von 0,1 Prozent kann aber nur der Anbieter garantieren, der den Zustand seiner Maschine jederzeit im Blick hat und kritische Entwicklungen mit hoher Wahrscheinlichkeit prognostizieren kann – ein typisches Einsatzgebiet für KI-Anwendungen.

Mögen die Möglichkeiten, die KI den Unternehmen aus der Fertigung eröffnet, fast unbegrenzt sein, die Mittel, um sich des Themas anzunehmen, sind es nicht. IT-Abteilungen sind häufig auf ihre Rolle des Leistungserbringers beschränkt. Um hier auszurechnen und sich als

strategischer Sparringspartner des Managements für Zukunftsthemen zu platzieren, fehlt es an Fachwissen und Ausstattung.

Unter diesen Rahmenbedingungen schaffen die Unternehmen der verarbeitenden Industrie die Grundvoraussetzungen für KI-Anwendungen.

5.2 Vom Realen und Digitalen und der KI dazwischen

Das Kapitel 20 »Glossar« definiert Künstliche Intelligenz als ein Teilgebiet der Informatik, das das Ziel hat, Maschinen dazu zu befähigen, Aufgaben »intelligent« auszuführen und somit einen Ausschnitt menschlicher Intelligenz nachzuahmen. Statt einem Programm genau zu sagen, was es tun soll, bekommt das KI-System eine Aufgabe gestellt, die es selbstständig löst. Für die folgenden Ausführungen soll diese Definition um einen Aspekt ergänzt werden, der insbesondere für Manufacturing relevant ist: das Wahr-

nehmen der Umwelt. Wie oben beschrieben, ist der Maschinenbau eng mit der »realen Welt« verknüpft. KI-Anwendungen bringen deshalb so ein großes Potenzial für diese Branche mit, weil sie eine Möglichkeit eröffnen, dass Maschinen und Geräte die Umwelt wahrnehmen. »Technologien der Künstlichen Intelligenz sind aus Sicht der Industrie als Methoden und Verfahren zu verstehen, die es technischen Systemen ermöglichen, ihre Umwelt wahrzunehmen, das Wahrgenommene zu verarbeiten, selbständig Probleme zu lösen, neue Lösungswege zu finden, Entscheidungen zu treffen, insbesondere aus Erfahrung zu lernen, dadurch bei Aufgaben besser zu werden und zu handeln.«(BMW, 2019).

Erst diese KI-Lösungen erlauben es Unternehmen, mit den oben beschriebenen Datenmengen zu arbeiten und auf dieser Basis neue Prozesse, Produkte und Services aufzusetzen. Durch das Aufbereiten und Analysieren, durch das Erkennen von Mustern, ergeben sich Gelegenheiten. Gelegenheiten, die Menschen aufgrund des schiereren Umfangs oder der Komplexität der Zusammenhänge nicht erkennen. Hier spielen Verfahren wie Anomalieerkennung, Klassifikation, Clustering oder Reinforcement Learning eine Rolle (siehe Kapitel 20 »Glossar«). KI-Anwendun-

gen spielen ihre Stärken beispielsweise in der Bilderkennung oder beim Identifizieren von Zielgruppen mit ähnlichen Merkmalen aus.

KI-Technologien erlauben unter anderem einen bisher ungekannten Grad an Autonomie und Flexibilität in Bereichen, in denen die Automatisierung in statischen Abläufen oder Handarbeit dominierten.

Das Thema Autonomie ist für das Verstehen von KI-Einsatzszenarien im Industrieumfeld entscheidend. In Anlehnung an das Arbeitspapier »Technologieszenario ›Künstliche Intelligenz in der Industrie 4.0« des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie (BMWi) können unterschiedliche Autonomiestufen unterschieden werden. Von Stufe zu Stufe nehmen die Selbständigkeit und damit das Automatisierungspotenzial zu.

- Assistenz:

Menschen tragen die Verantwortung für einen kompletten Prozess. Sie greifen in die Abläufe ein und treffen alle Entscheidungen. KI-Anwendungen dienen zur Unterstützung dieser Aufgaben. Sie bereiten Informationen auf und stellen sie bereit, sie treffen Prognosen und zeigen Handlungsmöglichkeiten auf.

- Abgegrenzte Autonomie in (größeren) Teilbereichen:

Die KI-Anwendungen überwachen Systeme, warnen bei Abweichungen und erarbeiten Lösungsvorschläge. Mitarbeiter müssen diese Vorschläge bestätigen beziehungsweise freigeben, bevor das System sie einsetzt. Der Mensch muss darüber hinaus als letzte Instanz zur Verfügung stehen. Kommt es zu Problemen, für die die KI keine Lösungen entwickeln kann – beispielsweise, weil auf das Szenario nicht trainiert wurde –, greift er in den Prozess ein.

- Autonomer Betrieb in allen Bereichen:

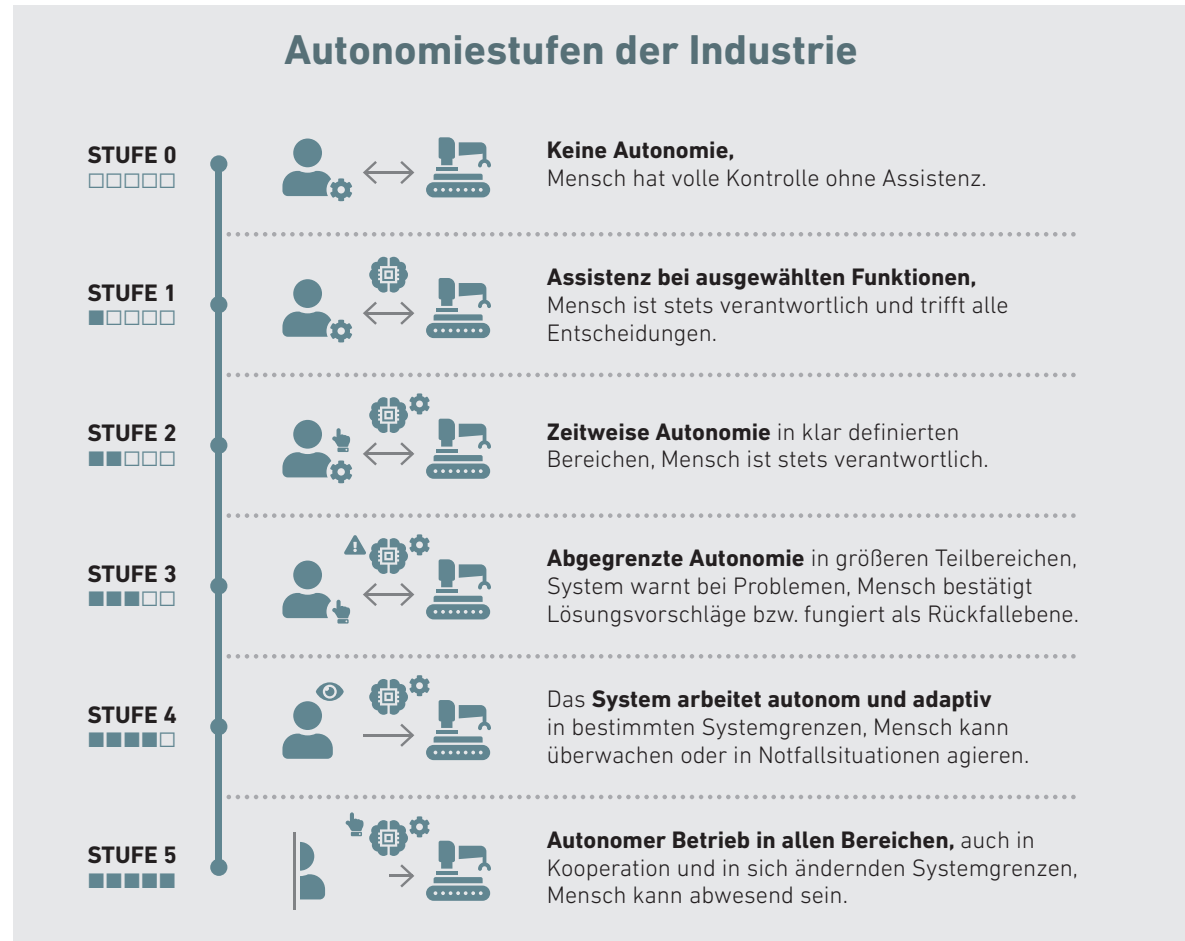
KI-gestützte Systeme arbeiten eigenständig. Dies betrifft sowohl die Arbeit innerhalb eines Prozesses als auch die Kooperation zwischen Systemen. Die Anwesenheit eines Menschen ist in dieser Phase nicht erforderlich.

Zur Illustration dieser Abstufungen bietet sich der Blick auf die Entwicklungen im PKW-Bereich an. Autos waren noch Anfang des Jahrzehnts Kombinationen aus Blech und Motoren, die ein Mensch steuerte. Nach und nach kamen Assistenzsysteme hinzu, beispielsweise Abstandswarner. Inzwischen sind Fahrzeuge verfügbar, die in bestimmten Umgebungen, beispielsweise Auto-

bahnen, selbständig fahren können. Der Fahrer ist aber jederzeit verfügbar, um einzugreifen. Zahlreiche Unternehmen arbeiten an Konzepten des vollständig autonomen Fahrzeugs, bei dem der Fahrer nicht mehr hinter dem Steuer sitzen muss; bei denen es eventuell nicht einmal mehr ein Steuer gibt. Ähnlich wie im Straßenverkehr werden auch in Unternehmen unterschiedliche Autonomiegrade nebeneinander existieren.

Unternehmen setzen zu Beginn vielfach erst einmal auf KI-Anwendungen mit geringer Autonomie. Lerneffekte, bessere Technologien und ein besseres Verständnis für Daten sorgen dafür, dass zunehmend mehr Prozesse dafür in Frage kommen. Schritt für Schritt erhöht sich die Selbständigkeit der Anwendungen. Unternehmen überführen immer größere Teile der Wertschöpfungskette in teil- oder vollautonome Abläufe.

Von grundlegender Bedeutung für das Entwickeln dieser Anwendung ist der richtige Umgang mit Daten, eine Aufgabe, bei der viele Unternehmen noch Grundlagenarbeit leisten müssen.

**Bild 5.2**

Die sechs Autonomiestufen der Industrie bei Künstlicher Intelligenz (Quelle: BMWi)

5.3 An Daten hängt, zu Daten drängt doch alles

Es mangelt Unternehmen aus dem verarbeitenden Gewerbe nicht an Daten. Sie sind vorhanden, und zwar in Hülle und Fülle. So erzeugt eine Flugzeugturbine Daten in der Größenordnung von 20 Terabyte – pro Betriebsstunde. Alleine die allorts verbauten Sensoren sorgen für einen permanenten Datenstrom im Unternehmen, zwischen Unternehmen und beim Kunden. Ein Strom, der ständig anschwillt. Den Experten ist es nicht immer möglich, in der Praxis alles auszulesen, was in der Theorie denkbar ist. So mangelt es an Schnittstellen, die Übertragungsinfrastruktur vor Ort reicht nicht aus oder es sind keine standardisierten Datenformate vorhanden, die den Austausch regeln. Teils bewerten Entscheider das Risiko der Vernetzung für zu hoch. Ein Maschinenpark, der zwecks Wartung an einer Cloud-Plattform hängt, ist von außen potenziell angreifbar, so die Befürchtung. Aber je wertvoller die Beschäftigung mit den Daten wird, desto größer wird auch die Bereit-

schaft, diese Mängel abzustellen beziehungsweise für sichere Infrastrukturen zu sorgen. Dies betrifft häufig Bedenken bezüglich des Standortes von Cloud-Servern und den damit eventuell verknüpften Zugriffsmöglichkeiten durch ausländische Regierungen und Wettbewerber.

Entscheidend für den erfolgreichen Einsatz von KI-Anwendungen sind das Aufbrechen von Datensilos und das Schaffen eines durchgängigen Datenstroms. Dieser sollte die ganze Wertschöpfungskette digital abbilden. Datenverfügbarkeit, -qualität, -höhe, -zugang und rechtliche Aspekte sind hier die relevanten Themen (siehe Kapitel 4 »Auf dem Weg zum datengetriebenen Unternehmen«). Erst wenn die Verantwortlichen die Vorgänge innerhalb des Unternehmens nahtlos mit den Abläufen im Feld, also der Realität, verknüpfen, stehen den Experten die nötigen Daten zur Verfügung, um KI-Anwendungen zu entwickeln und zu trainieren.

Dieses Auseinandersetzen mit Daten, diese strategische Bedeutung von vermeintlichen IT-Themen für den Gesamterfolg eines Unternehmens, dieses Schaffen von passenden Prozessen sind Aufgaben, die für die Beteiligten ungewohnt sind. Dass der Datenfluss durch das

Anteil der befragten Anbieter und Anwender, die für den Einsatz von KI die jeweiligen Systemvoraussetzungen als bedeutend bis sehr bedeutend einschätzen.

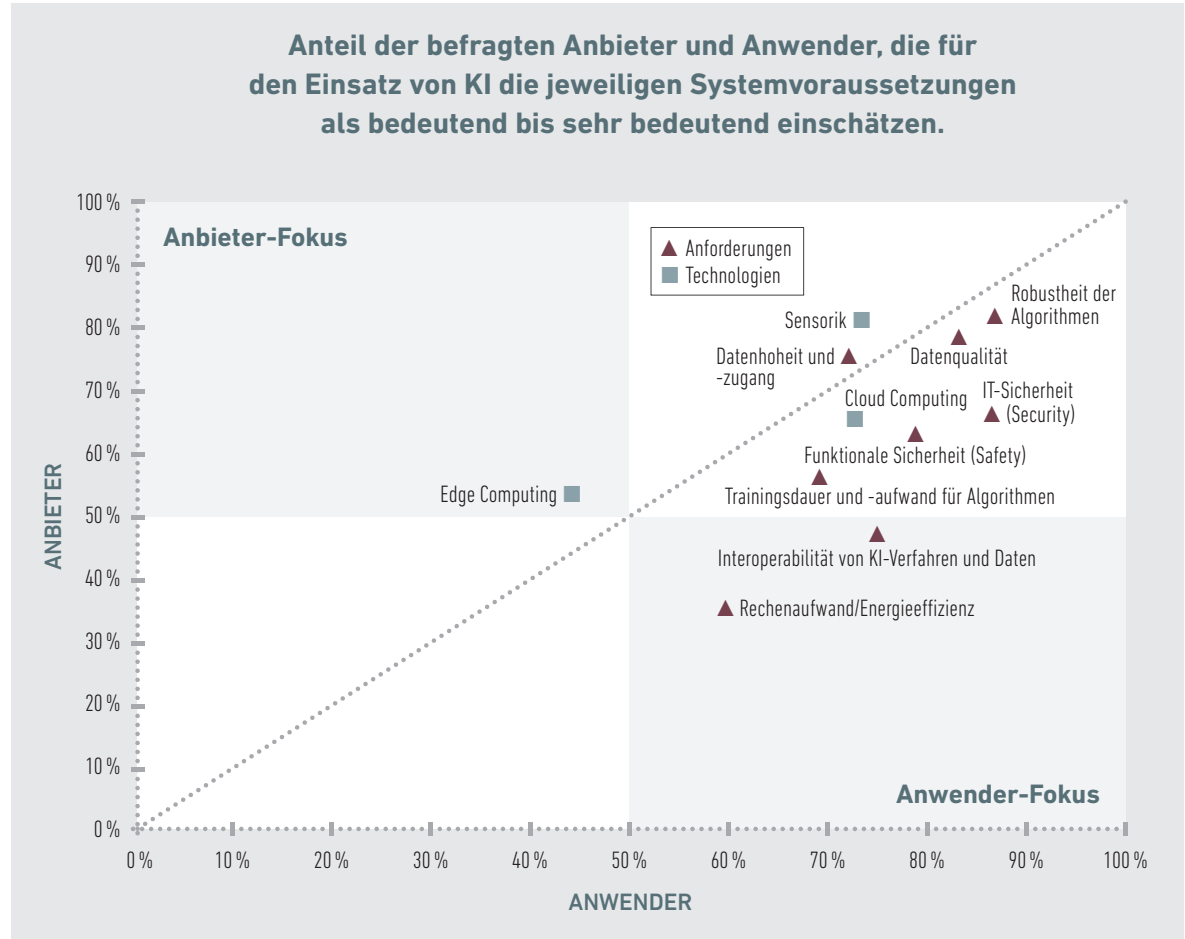


Bild 5.3

Anteil der befragten Anbieter und Anwender, die für den Einsatz von KI die jeweiligen Systemvoraussetzungen als bedeutend bis sehr bedeutend einschätzen (Quelle: iit)

Unternehmen genauso wichtig sein kann wie der Materialfluss durch die Produktion, ist eine Tatsache, die viele erst lernen mussten – beziehungsweise noch lernen müssen.

Hinzu kommt, dass KI-Anwendungen für viele Entscheider eine noch weitgehend unbekannt große Größe sind. Erfahrungen mit Technologien und Projekten sind kaum vorhanden, es fehlt an Standards, Zertifikaten oder Richtlinien, die den Umgang regeln. Welche Auswirkungen beispielsweise der Einsatz von KI-basierten Lösungen auf das Gestalten der Arbeitssicherheit und des Arbeitsschutzes hat, ist weitgehend ungeklärt. Ein Aspekt, der mit der zunehmend engeren Zusammenarbeit zwischen Menschen und KI-System in gemeinsamen Prozessen an Bedeutung gewinnt. Die Fragen reichen von der Haftung für fehlerhaft arbeitende selbstlernende Anwendungen bis hin zu ethischen Aspekten beim Vermeiden möglicher Unfälle.

Diese offenen Punkte müssen vom Tisch, wollen Unternehmen KI-Anwendungen in der Breite erfolgreich einsetzen. Für die folgenden Betrachtungen werden sie ausgeklammert. Denn jetzt geht es darum, KI-Einsatzfelder in der Industrie zu identifizieren.

5.4 Grau ist alle Theorie

Von Auftragsbearbeitung bis Zuschnitt gibt es potenzielle Einsatzmöglichkeiten für KI-Technologien in der Industrie. Eine Systematisierung erlaubt die Unterscheidung anhand möglicher Anwendungsfelder.

KI aus dem Produkt beziehungsweise KI im Produkt

In der Welt der Produktion wirken KI-Technologien wie eine digitale Schicht, die über die Realität gezogen wird. An der Schnittstelle zwischen dem Digitalen und Realen entstehen neue Prozesse und Geschäftsmodelle. Im Zentrum steht dabei das hergestellte Produkt. Ob Maschine, Bauteil oder Fahrzeug: KI-Anwendungen ermöglichen das Einbinden in digitale Abläufe – der Ansatzpunkt für viele Verbesserungen.

KI-Anwendungen und Produkte können auf unterschiedliche Arten miteinander verknüpft sein. Die erste Möglichkeit ist, dass das Produkt neue, KI-gestützte Geschäftsmodelle ermöglicht. Beispielsweise sammeln Sensoren Daten über die Auslastung einer Maschine. Ein trainierter Algorithmus prognostiziert auf dieser Basis den

optimalen Zeitpunkt für den Nachkauf der Maschine. KI-Anwendungen verändern nicht das Produkt an sich, sondern die Services und Prozesse drum herum. Entsprechend kommen die KI-Anwendungen auch nicht im Produkt zum Einsatz, sondern beispielsweise in den bereits erwähnten IoT-Plattformen.

Die zweite Möglichkeit ist, dass KI-Anwendungen das Produkt erst ermöglichen. Ein selbstfahrender LKW, der sich als Teil eines autonomen Liefernetzwerkes eigenständig den optimalen Weg über das Firmengelände sucht, ist ohne den Einsatz von KI undenkbar. Die Technologie ist hier kein Beiwerk: Die Daten und Algorithmen sind für das Bauen des Produktes genauso wichtig wie Rohstoffe oder Maschinen.

KI im Produktionsprozess

Von der vorausschauenden Wartung auf Basis von Echtzeitdaten über Auslastung und Zustand von Maschinen bis hin zum Einsatz von autonom arbeitenden Robotern: Abläufe in der Produktion, dem Herzstück der Unternehmen, bieten zahlreiche Ansätze für den Einsatz von KI-Anwendungen.

KI in der Prozessoptimierung

Darüber hinaus optimieren KI-Systeme interne Prozesse und Abläufe zwischen Unternehmen. Von der Fertigungs- und Kapazitätsplanung über die frühzeitige Anomalieerkennung in der Qualitätskontrolle bis zum Management der Lieferkette inklusive Intralogistik ergeben sich hier Ansätze.

KI im Kundenkontakt

Auch auf Fachabteilungen, die nicht unmittelbar mit der Produktion verknüpft sind, haben KI-Technologien Auswirkungen. So helfen sie Marketing- und Vertriebsabteilungen dabei, (potenzielle) Kunden besser zu identifizieren und zu erreichen (siehe Kapitel 12 »KI & Kunde«). Im Service und Kundendienst sorgen sie für besser informierte Mitarbeiter, die Kunden schneller helfen.

Losgröße 1

Diese Kategorie fällt aus der bisherigen Systematik heraus, da sich hinter der Idee der Losgröße 1 ein ganzes Bündel an Prozessen, Maßnahmen und Technologien verbirgt. Sie kann aber aufgrund der Bedeutung des Konzeptes und der Rolle, die KI-Technologien in diesem Zusammen-

hang spielen, nicht unerwähnt bleiben. Das Individualisieren und Flexibilisieren gehören zu den großen Trends für Hersteller. Hier ist eine Entwicklung zu erkennen, die sich in ähnlicher Form auch in vielen B2C-Märkten wiederfindet (siehe Kapitel 14 »KI & Personalisierung«): Statt große Zielgruppen mit einem standardisierten Angebot zu erreichen, sind persönliche Anforderungen einzelner Kunden immer häufiger die Basis für Produkte. Die gesamte Prozesskette auf Varianten- oder sogar Einzelfertigung umzustellen und dabei auch noch wirtschaftlich produzieren zu können, erfordert ein Neudenken vieler Prozesse. KI-Anwendungen bringen die dafür nötige Flexibilität in Prozesse. Beispielsweise, indem sie die Konfiguration unterstützen oder die Ressourcen- und Materialbedarfsplanung automatisieren und beschleunigen.

Im Kontext industrieller KI-Anwendungen können drei mögliche Technologie-Ebenen für die digitale Infrastruktur unterschieden werden: das Gerät, die IoT-Plattform und die eigentliche KI-Anwendungsebene. Geräte sind beispielsweise Sensoren oder speicherprogrammierbare Steuerungen (SPS), die PLCs sammeln, Abläufe in einer Fertigungsanlage mit Maschinen oder Robotern regeln und steuern und da-

bei Informationen erzeugen. Eine IoT-Plattform vernetzt die Geräte miteinander. Über standardisierte Schnittstellen fließen die Daten aus den unterschiedlichen Geräten hier zusammen. Auf diesen Daten arbeitet die KI-Anwendungsebene. In ihr finden die eigentlichen Analysen und Berechnungen statt, im besten Fall angereichert um domänenspezifisches Know-how. Hier arbeiten maschinelle Lernverfahren, hier werden Muster erkannt. In dieser Schicht werden etwa durch Dashboards auch die Ergebnisse und Erkenntnisse visualisiert und bedarfsweise über die IoT-Plattform Steuersignale zurück an die Geräte gegeben.

Die bisherigen Ausführungen zeigen: Wer im Maschinenbau KI-Anwendungen entwickelt, hat es mit einer ganzen Reihe wirtschaftlicher, organisatorischer, kultureller und technischer Herausforderungen zu tun. Aber das Beschäftigten mit den Technologien und ihren Möglichkeiten lohnt sich. Denn in den Daten der Unternehmen stecken Business Cases, die das einzelne Unternehmen und die ganze Branche verändern können, wie die folgenden Beispiele zeigen.