

IWW-Studienprogramm

Aufbaustudium

**Modul IX**  
**Digitale Transformation und Digital Business**

von

Univ.-Prof. Dr. Hermann Gehring

# Inhaltsübersicht

<b>Inhaltsübersicht.....</b>	<b>3</b>
<b>Abbildungen.....</b>	<b>5</b>
<b>Der Autor des Kurses.....</b>	<b>9</b>
<b>Einleitung.....</b>	<b>11</b>
<b>Lernziele.....</b>	<b>13</b>
<b>Literaturhinweise.....</b>	<b>15</b>
<b>1 Digitalisierung und Digital Business.....</b>	<b>17</b>
1.1 Digitale Transformation.....	17
1.2 Entwicklung des Digital Business.....	21
1.2.1 Electronic Business.....	22
1.2.2 Mobile Business.....	28
1.2.3 Social Media Business.....	29
Verständnisfragen.....	35
Übungsaufgaben.....	36
<b>2 Digitalisierung und Analytics.....</b>	<b>37</b>
2.1 Business-Intelligence-Systeme.....	38
2.1.1 Data-Warehouse-Systeme.....	39
2.1.2 OLAP-Systeme.....	41
2.1.3 Reporting-Systeme.....	45
2.2 Fortgeschrittene Analysesysteme.....	49
2.2.1 Data Mining.....	50
2.2.2 Text Mining.....	53
2.2.3 Web Mining.....	57
2.2.4 Künstliche Neuronale Netze.....	59
2.2.5 Generative Künstliche Intelligenz.....	61
2.3 Big Data und Analytics.....	63
Verständnisfragen.....	65
Übungsaufgaben.....	66

---

<b>3 Digitalisierung und Wertschöpfungsnetze.....</b>	<b>67</b>
3.1 Beschaffung und Lieferketten.....	68
3.1.1 E-Procurement-Systeme.....	68
3.1.2 Supply Chain Management.....	71
3.1.3 Intelligente Lieferketten.....	77
3.2 Produktion und Industrie 4.0.....	82
3.2.1 Klassische Produktionssysteme.....	82
3.2.2 Industrie 4.0 und Cyberphysische Produktionssysteme.....	86
3.3 Marketing und Kundenbeziehungen.....	96
3.3.1 Online-Marketing.....	96
3.3.2 Customer Relationship Management.....	98
Verständnisfragen.....	105
Übungsaufgaben.....	106
<b>Lösungen zu den Verständnisfragen.....</b>	<b>107</b>
Lösungen zu den Verständnisfragen aus Kapitel 1.....	107
Lösungen zu den Verständnisfragen aus Kapitel 2.....	108
Lösungen zu den Verständnisfragen aus Kapitel 3.....	109
<b>Lösungen zu den Übungsaufgaben.....</b>	<b>110</b>
<b>Literaturverzeichnis.....</b>	<b>117</b>

## Einleitung

Die Digitalisierung und die darauf fußenden und stetig weiter entwickelten Informations- und Kommunikations-Technologien haben zu einem anhaltenden, starken Veränderungsprozess in Wirtschaft, Staat und Gesellschaft geführt. Er erstreckt sich in Unternehmen auf Unternehmensprozesse, Produkte/Dienstleistungen, Geschäftsmodelle, Kundenerwartungen und auf die Unternehmenskultur. Ein allgegenwärtiges Phänomen, das als **digitale Transformation** bezeichnet wird. Wegen der schnellen, tiefgreifenden Veränderungen ist die Rede auch von digitaler Revolution (vgl. MÜLLER-BREHM 2020).

Digitale  
Transformation

Für Unternehmen stellen technologischer Fortschritt und digitale Transformation einerseits eine Herausforderung dar. So besteht ein gewisser Zwang zum Mitvollziehen des Wandels, um im internationalen Wettbewerb zu bestehen. Andererseits eröffnen innovative Technologien neue Verwertungspotentiale und Wachstumschancen. Aufgrund des stetigen technologischen Fortschritts bedarf es allerdings beständiger Anstrengungen, um erzielte Wettbewerbsvorteile langfristig zu sichern.

Im **Digital Business**, also den weltweit mit digitalen Technologien abgewickelten Geschäftsbeziehungen, beruht die digitale Transformation auf mehreren „Enablern“. Sie erst ermöglichen es Unternehmen, die digitale Transformation anzugehen und erfolgreich zu bewältigen. Zu den Enablern zählen: Technologische Infrastruktur, innovative Anwendungen, neue Verwertungspotentiale und technologische Kompetenzen. Aus der hier relevanten Anwendungssicht stehen innovative Anwendungen im Vordergrund. Als besonders bedeutsam erweisen sich zwei zentrale Treiber der digitalen Transformation in Unternehmen, die die beiden Hauptkapitel des vorliegenden Lehrtextes bilden, und zwar die Anwendungsbereiche:

Digital Business

- Analytics (vgl. Kap. 2) und
- Wertschöpfungsnetze (vgl. Kap. 3).

**Analytics** bezeichnet hier die Ableitung neuer Erkenntnisse aus den sehr großen Datenmengen, die im Zuge der Digitalisierung anfallen, zwecks ihrer Nutzung zur Optimierung geschäftlicher Aktivitäten. So sind analytische Vorgehensweisen und Methoden z.B. geeignet, Mängel/Fehler im Geschäftsbetrieb aufzuzeigen sowie Hinweise auf Verbesserungen und neue Verwertungspotentiale zu liefern.

Analytics  
in Kapitel 2

**Wertschöpfungsnetze** steht für die Ablösung herkömmlicher Lieferketten, in die Lieferanten, Produzenten und Kunden in linearer Abfolge eingebunden sind, durch effizientere netzwerkartige Wertschöpfungsstrukturen. Diese sind ein Ergebnis der digitalen Transformation und zeichnen sich durch die Einbeziehung von Konzepten wie „intelligente“ Lieferketten, Cyberphysische Systeme und fortgeschrittenes Customer Relationship Management aus.

Vor der Behandlung von Analytics und Wertschöpfungsnetzen befasst sich jedoch das einleitende Kapitel 1 mit Begriff und Wesen der digitalen Transformation sowie mit Begriff und Entwicklung des Digital Business.

## Lernziele

Der vorliegende Lehrtext soll Studierende mit der digitalen Transformation und dem Digital Business unter Berücksichtigung der aus Anwendungssicht besonders bedeutsamen Bereiche Analytics und Wertschöpfungsnetze soweit vertraut machen, dass sie in der Lage sind,

- Begriff und Wesen der digitalen Transformation zu erläutern, sowie wesentliche Enabler der digitalen Transformation zu benennen und zu charakterisieren,
- die geschäftlichen Aktivitätsbereiche des Electronic, Mobile und Social Media Business als Entwicklungsphasen hin zum fortgeschrittenen Digital Business zu verstehen und in Bezug auf Austauschbeziehungen, Geschäftsmodelle, Anwendungen und Nutzerverhalten zu erläutern,
- die Bereiche der Descriptive, Predictive und Prescriptive Analytics gegeneinander abzugrenzen und die Nutzenpotenziale der in diesen Bereichen angestrebten Analysen zu erörtern,
- die unter dem Begriff Business Intelligence zusammengefassten Analyse-systeme zu benennen und hinsichtlich ihres Verwendungszwecks zu charakterisieren,
- die verschiedenen Arten von fortgeschrittenen Analysesystemen zu benennen und in Bezug auf ihre Einsatzbereiche und Nutzenpotenziale zu erläutern,
- die Charakteristika von Big Data und die Nutzenpotenziale von Big Data Analytics zu erörtern,
- die im Wertschöpfungsbereich Beschaffung eingesetzten E-Procurement-Systeme, SCM-Systeme sowie aktuell propagierten dynamischen Wertschöpfungsnetze vergleichend zu diskutieren,
- die im Wertschöpfungsbereich Produktion eingesetzten klassischen Produktionssysteme zu charakterisieren, in die Automatisierungspyramide einzuordnen und das auf dieser Pyramide beruhende Automatisierungskonzept zu bewerten,
- das Zukunftsprojekt Industrie 4.0 zu erläutern, sowie die Umsetzung dieses Projekts mittels Cyberphysischen Systemen und unter Einbeziehung von Architekturmodellen zu erörtern,
- die im Wertschöpfungsbereich Vertrieb/Marketing praktizierte Bannerwerbung als exemplarischen Vertreter des Online-Marketing zu charakterisieren,

Listung von  
Lernzielen

in

Kapitel 1

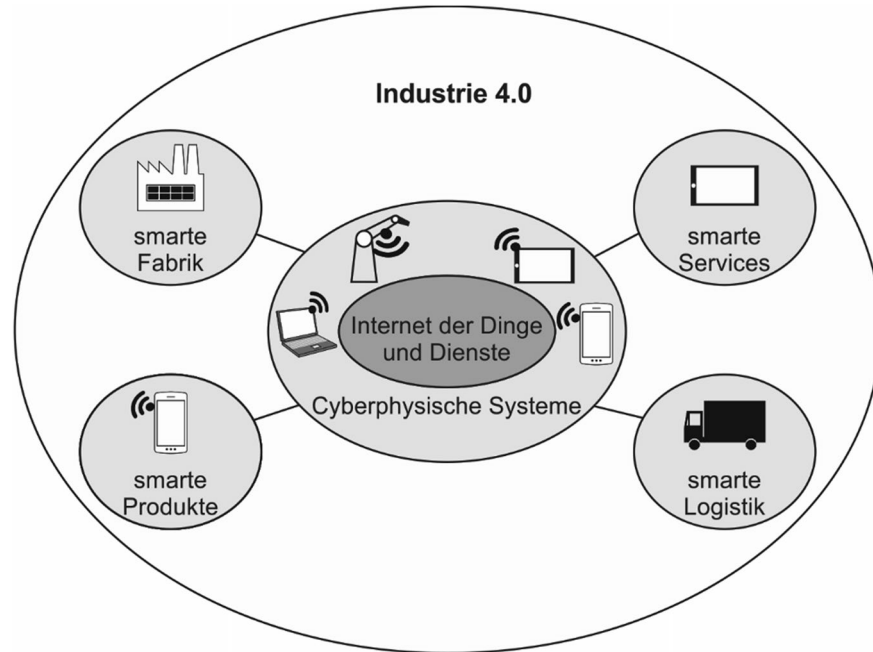
Kapitel 2

Kapitel 3

- die Komponenten der im Kundenbeziehungsmanagement eingesetzten CRM-Systeme zu benennen und erläutern sowie die Instrumente des Kundenbeziehungsmanagements zu kategorisieren und ihren Nutzen anhand von Beispielen darzulegen.

# Leseprobe

- 
- 
- 



Übersicht  
Industrie 4.0

Abb. 3.11 Industrie 4.0 als geschichtete Strukturierung in Anwendungsgebiete, CPS und Internet der Dinge und Dienste (in Anlehnung an STEVEN/GRANDJEAN 2018, S. 275).

Die Einordnung der CPS-Einsatzgebiete in eine geschichtete symbolhafte Strukturierung des Konzepts Industrie 4.0 zeigt die Abb. 3.11. In den Anwendungsgebieten der äußeren Schicht werden die in der mittleren Schicht nur symbolisch angedeuteten CPS eingesetzt. Diese CPS kommunizieren und interagieren unter Nutzung des im Inneren der Abbildung dargestellten Internets der Dinge und Dienste.

Die **Vision Industrie 4.0** ist nach CORSTEN/GÖTTINGER (2016, S. 614) ein sich selbst organisierendes Netzwerk der Subsysteme eines Produktionssystems. Dies bedeutet etwa, dass ein intelligentes Produkt (CPS) in der Lage ist, einen Fertigungsauftrag eigenständig durchzuführen, indem es die zu durchlaufenden Arbeitsstationen selbst ansteuert sowie die erforderlichen Teile, logistischen Leistungen und Internet-Dienste selbst anfordert. Wie ein CPS grundsätzlich aufgebaut ist, um diesem Anspruch zu genügen, wird nachfolgend erörtert.

Vision Industrie 4.0

## Cyberphysische Systeme (CPS)

Ein **Cyberphysisches System (CPS)** umfasst ein physisches Objekt, das mit einem eingebetteten System gekoppelt ist. Es ist in der Lage, eine bestimmte Leistung zu erbringen, hierbei mit der Umwelt zu kommunizieren und interagieren sowie erforderliche Entscheidungen weitgehend selbst zu treffen.

Cyberphysisches System (CPS)

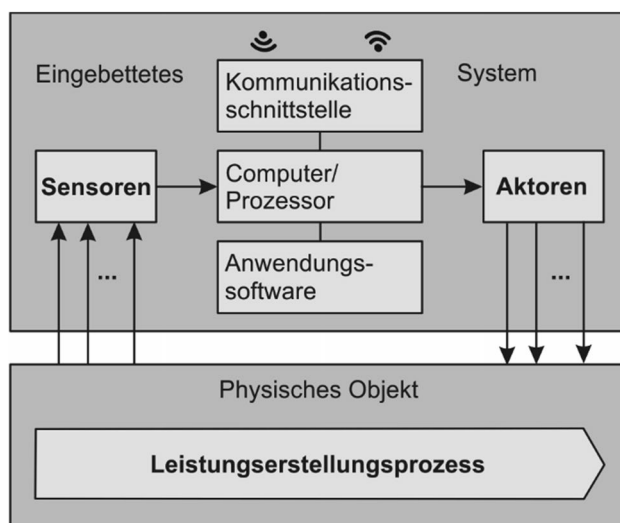
Der umfassende Anwendungsbereich von CPS erstreckt sich z.B. auf Verkehrssteuerungssysteme, medizintechnische Überwachungssysteme, Assistenzsysteme, Geräte der Unterhaltungselektronik und insbesondere den Produktionsbereich. Physische Objekte im Produktionsbereich sind z.B. Produkte, Werkzeuge, Maschinen, Transportmittel, Behälter und Fertigungsanlagen. „Intelligenz“ verleiht einem smarten Objekt bzw. CPS das mit dem physischen Objekt gekoppelte eingebettete System.

CPS-Anwendungsbereiche

Ein **eingebettetes System** (engl. **embedded system**) besteht aus einem Computer/Prozessor, auf ein physisches Objekt zugeschnittener Anwendungssoftware sowie mit dem physischen Objekt per Vernetzung gekoppelten Sensoren und Aktoren (Einbettung). Es dient der Steuerung, Überwachung und Rückmeldung des mit dem physischen Objekt ausgeführten Leistungserstellungsprozesses.

eingebettetes System/  
embedded system

Abb.3.12 zeigt eine schematische Darstellung eines Cyberphysischen Systems mit dem auf einem physischen Objekt aufsetzenden eingebetteten System.



CPS-Aufbau

Abb. 3.12 Schematische Darstellung eines Cyberphysischen Systems (vgl. GEHRING/GLUCHOWSKI 2025, S. 134).

Das eingebettete System eines CPS wirkt mit Aktoren auf den Leistungserstellungsprozess ein und erfasst per Sensoren den Prozesszustand.

## Sensor

Ein **Sensor** ist ein Gerät, das der Messung physikalischer Eigenschaften (Druck, Temperatur, Feuchtigkeit, Drehzahl usw.), chemischer Eigenschaften (Säuregrad, Ionenkonzentration usw.) und inhaltlicher Bestandteile (Gase, Rauch usw.) von Körpern, Flüssigkeiten, Gasen sowie der Umwandlung von Messwerten in digitale Signale zwecks Weiterverarbeitung dient.

Mit Sensoren ermittelte Messwerte beschreiben den Zustand des jeweiligen Prozesses. Die Weiterverarbeitung mit dem CPS-Anwendungssystem besteht in der Berechnung von Steuersignalen, die an Aktoren übermittelt werden. Nach Maßgabe der Werte der Steuersignale wirken die Aktoren derart auf den Prozess ein, dass sich ein erwünschter Prozesszustand einstellt.

## Aktor

Ein **Aktor** ist ein Gerät, das übermittelte Steuersignale in eine Einwirkung auf ein Objekt/einen Prozess umsetzt, um einen erwünschten Objekt- oder Prozesszustand herzustellen. Die Einwirkung kann auf hydraulischem (z.B. Druckerzeugung), elektromechanischem (z.B. Motorantrieb), thermischen (z.B. Erwärmung) oder piezoelektrischen (Verformung von Verbundwerkstoffen) Wege geschehen.

Das **Zeitverhalten** des eingebetteten Systems hängt von dem gekoppelten Objekt/Prozess ab. Oftmals ist Echtzeitverhalten gefordert. Bei mechatronischen Systemen ist das häufig unabdingbar (z.B. sofortiger Motorantrieb). Bei trägen chemischen Prozessen genügen dagegen Signalmessungen und Einwirkungen in größeren Zeitabständen.

### Cyberphysische Produktionssysteme (CPPS)

Cyberphysische Produktionssysteme stellen einen Kernbestandteil des visionären Zukunftsprojekts Industrie 4.0 dar. Sie lassen sich etwa wie folgt abgrenzen.

Cyberphysisches  
Produktionssystem  
(CPPS)

Ein **Cyberphysisches Produktionssystem (CPPS)** verbindet die betriebswirtschaftliche Planung und Steuerung der Produktion mit der realen physischen Fertigung in einem Netzwerk, in dem physische Komponenten, eingebettete Software und Anwendungssysteme miteinander kommunizieren und interagieren, um in Echtzeit Fertigungsprozesse zu steuern und zu überwachen, Prozessdaten zu sammeln sowie mittels „intelligenter“ Software autonom Entscheidungen zu treffen.

Als **Zieldimensionen** dieser Fertigungsorganisation gelten vor allem Transparenz, Resilienz, Flexibilität und Effizienz (vgl. hierzu auch GRONAU 2015; LEUPOLD/PIRRON 2018).

**Transparenz** bedeutet Bereitstellung von Echtzeit-Daten über den Zustand von Fertigungsprozessen, um eine zeitgenaue Prozesssteuerung per MES (Manufacturing Execution System) überhaupt erst zu ermöglichen.

**Resilienz** bezeichnet die Widerstandsfähigkeit gegenüber Störungen, die durch kompensierende Entscheidungen von intelligenten CPPS-Komponenten im Netzwerk erzielt wird (z.B. Verhinderung des Total-Ausfalls).

CPPS-Zieldimensionen

**Flexibilität** betrifft die schnelle Anpassung an z.B. Marktveränderungen und wechselnde Kundenanforderungen durch Reaktionen von autonom handelnden CPPS-Komponenten.

**Effizienz** wird erreicht, indem sich auf der Ertragsseite bietende Vorteile wie etwa neue Marktchancen schnell genutzt werden, und auf der Aufwandsseite drohende Verluste aufgrund von z.B. Störungen/Maschinenausfällen durch schnelles Ergreifen von Gegenmaßnahmen begrenzt werden.

Der Übergang von einem noch nicht vollständig automatisierten konventionellen Produktionssystem, wie es noch in vielen mittelständischen Unternehmen (KMU) zu finden ist, zu einem CPS-Produktionssystem (CPPS) veranschaulicht die Abb. 3.1.3. In dem übergeordneten betriebswirtschaftlichen Aufgabenbereich schließt die ERP-Ebene ein PPS-System ein.

Bei herkömmlichen Produktionssystemen wirken Menschen auf den Produktionsprozess ein, indem sie die Fertigungsaufträge aus den per MES erstellten Fertigungsprogrammen in die Maschinen der Fertigungsstraße einlasten (Feinplanung). Zudem übernehmen Menschen die Behebung von Störungen. In entgegengesetzter Richtung melden Menschen die Fertigstellung von Aufträgen an die übergeordneten Systeme (insbesondere MES). Sie stoßen zudem Logistikfunktionen an (z.B. Materialbereitstellung) und übernehmen Aufgaben der Qualitätssicherung.

Die Planung, Steuerung und Überwachung ist bei den CPS-Produktionssystemen dagegen weitgehend automatisiert. Lediglich die Behebung von außergewöhnlichen Störungen und Wartungsarbeiten werden von Menschen durchgeführt. Dies entspricht einem ersten wesentlichen Schritt in Richtung der Vision Industrie 4.0.

Herkömmliches  
Produktionssystem

versus

CPS-Produktions-  
system

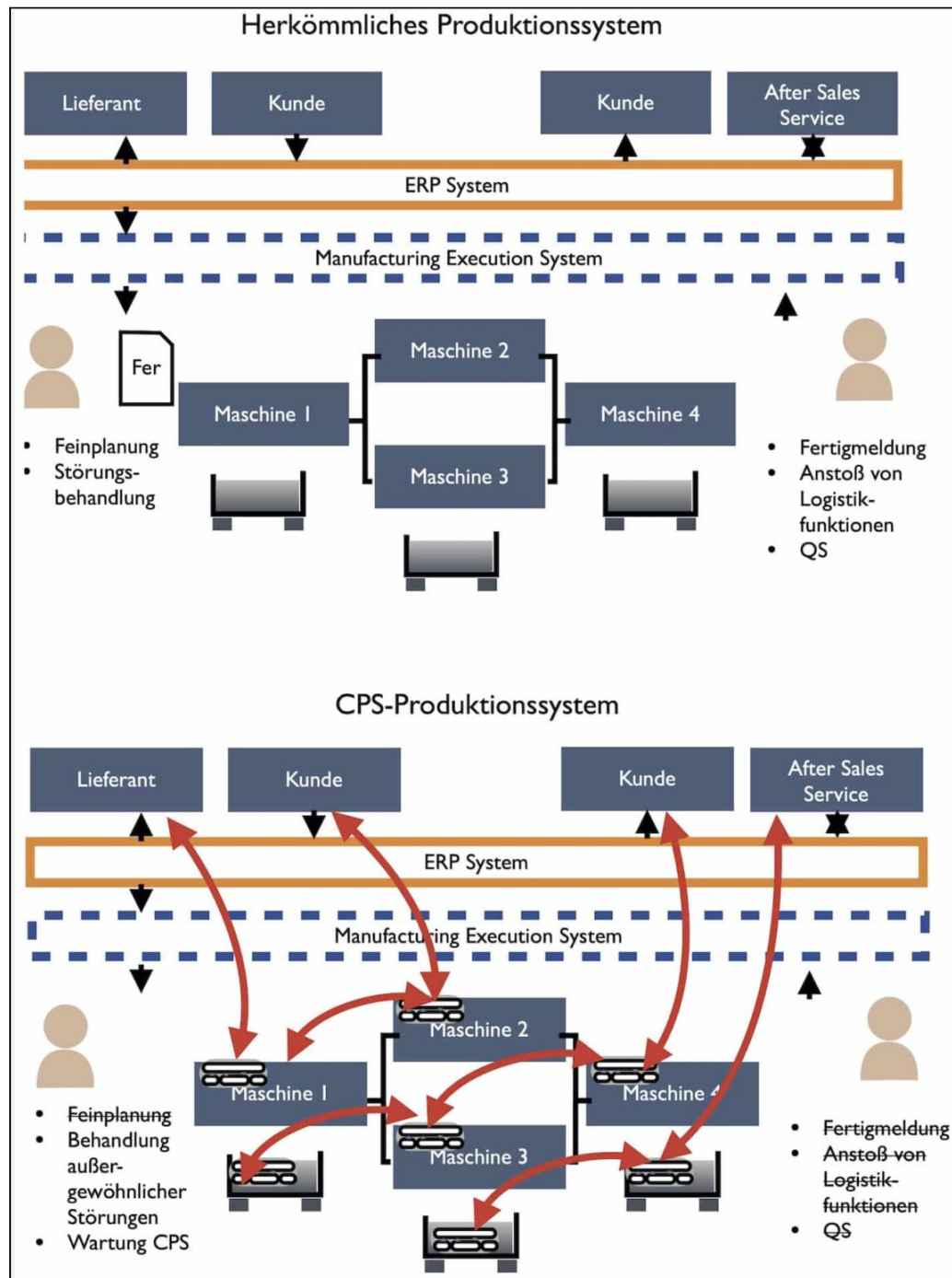


Abb. 3.13 Gegenüberstellung eines herkömmlichen Produktionssystems mit einem CPS-Produktionssystem (vgl. GRONAU 2015).

Als Beispiel für einen weitergehenden Schritt, der auch konkrete Software-Lösungen einschließt, sei das **Architekturmodell Smart Factory Hive** genannt (vgl. Abb. 3.14). Es soll die Automatisierungspyramide ablösen und zielt auf „Wettbewerbsvorteile durch verbesserte Kommunikation und eine engere Vernetzung der einzelnen Anwender, Prozesse und Software-Module ab“ (vgl. FRISCH 2025).

Architekturmodell  
Smart Factory Hive

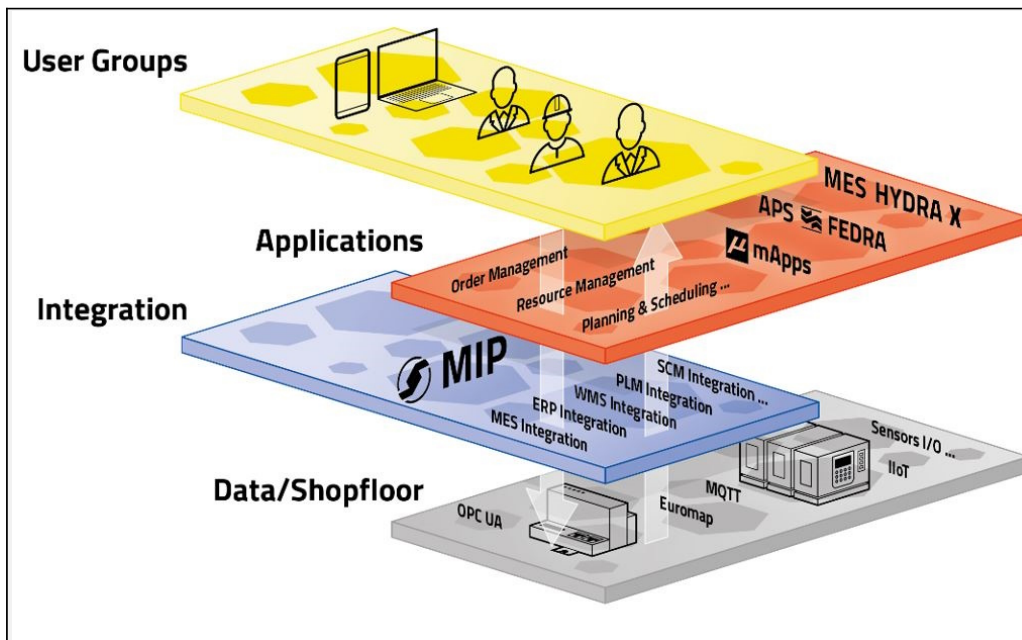
Ebenen von  
Smart Factory Hive

Abb. 3.14 Das Architekturmodell Smart Factory Hive (vgl. Frisch 2025).

Dieses Architekturmodell umfasst vier Schichten:

Die **erste Schicht** User Groups repräsentiert die Menge der Nutzer.

User Groups

Die darunter liegende **zweite Schicht** Applications enthält einerseits die betriebswirtschaftlich orientierten Anwendungspakete ERP (Enterprise Resource Planning), WMS (Workflow Management System), PLM (Product Lifecycle Management) und SCM (Supply Chain Management), die für die Unterstützung der Aufgabenkomplexe Order Management, Ressource Management sowie Planning & Scheduling zuständig sind. Andererseits wird dieser Schicht auch der Bereich Manufacturing Execution (MES und verwandte Systeme) zugeordnet. Die Applications-Schicht entspricht somit etwa einer Zusammenfassung der beiden obersten Schichten (Unternehmens- und Betriebsebene) der Automatisierungspyramide.

Applications

Die folgende **dritte Schicht** MIP (Manufacturing Integration Platform) ist eine Integrationsplattform, die die Anwendungssysteme der Schicht Applications mit den Systemen der untersten Schicht (Shopfloor) verbindet. Damit entsteht ein Kommunikationsnetz, das es den Systemen der beiden verbundenen Schichten gestattet, Daten in Echtzeit auszutauschen und zu interagieren.

Integrationsplattform

Die unterste und **vierte Schicht** enthält die Systeme des Shopfloors, die einerseits über Aktoren den realen Fertigungsprozess steuern und per Sensoren Zustandsdaten der Fertigung ermitteln und für Auswertungen bereitstellen. Diese Schicht enthält etwa die für die drei untersten Schichten der Automatisierungspyramide typischen Systeme.

Shopfloor-Systeme