

Herausgegeben von Carsten Suntrop

# Digitale Chemieindustrie

Anforderungen Chemie 4.0,  
Praxisbeispiele und Perspektiven



# Inhaltsverzeichnis

[Cover](#)

[Titelseite](#)

[Impressum](#)

[Geleitwort](#)

[Vorwort](#)

[Beitragsautoren](#)

[Teil I: Status quo und Entwicklung der digitalen Chemieindustrie](#)

[1 Chemie 4.0 – eine Standortbestimmung](#)

[1.1 Die digitale und zirkuläre Transformation in der Chemie- und Pharmaindustrie](#)

[1.2 Nachhaltigkeit im Fokus](#)

[1.3 Die digitale Transformation ist in vollem Gange](#)

[1.4 Stand der Digitalisierung](#)

[1.5 Digitalisierung für die Chemie von morgen](#)

[1.6 Ohne Changemanagement geht es nicht](#)

[1.7 Digitalisierung bringt zirkuläre Wirtschaft voran](#)

[1.8 Ausblick: noch mehr Datenanalyse und Konnektivität](#)

[1.9 Digitale Transformation erfordert politischen Rückenwind](#)

[Literaturverzeichnis](#)

[2 Die Digitalisierung – riesige Chance und große Herausforderung für die Chemieindustrie](#)

2.1 Bedeutung und Struktur der Chemieindustrie in Deutschland

2.2 Herausforderungen der Chemieindustrie

2.3 Besonderheiten der Chemieindustrie

2.4 Stand der Digitalisierung in der Chemieindustrie

2.5 Chancen der Digitalisierung in der Chemieindustrie

2.6 Digitale Chemie der Zukunft

2.7 Learnings aus eigenen Digitalisierungsprojekten und Schlussfolgerungen

Literaturverzeichnis

3 In der Digitalisierung ist die Größe für Chemieunternehmen nicht mehr entscheidend

3.1 Einleitung

3.2 Warum der Wandel unausweichlich ist

3.3 Drei künftige Arten von Geschäftsmodellen

3.4 Fallbeispiele für neue digitale Geschäftsmodelle

3.5 Fahrplan zur Disruption

3.6 Fazit

Literaturverzeichnis

4 Digitale Optimierungshebel in der Polyolefin-Industrie

4.1 Nachhaltiger und wirtschaftlicher – Anforderungen an die Petrochemie der Zukunft

4.2 Potenziale der Digitalisierung

4.3 Wirtschaftliche Quantifizierung des Anlagenbetriebs von Raffinerien und Crackern in Echtzeit

[4.4 Optimierung der Produktionsplanung in der Polymerindustrie](#)

[4.5 Erhöhung der Resilienz durch die Quantifizierung von S&OP-Szenarien](#)

[4.6 Advanced Analytics zur Optimierung der Preissetzung bei Polyolefinen](#)

[4.7 Ausblick](#)

[5 Digitalisierung im Mittelstand der Chemieindustrie](#)

[5.1 Der chemische Mittelstand](#)

[5.2 Stand der Dinge in der Digitalisierung mittelständischer Chemieunternehmen](#)

[5.3 Weg zum digitalen chemischen Mittelstand](#)

[5.4 Chancen und Risiken der Digitalisierung im chemischen Mittelstand](#)

[5.5 Erfolgsfaktoren der Digitalisierung des chemischen Mittelstandes](#)

[5.6 Ausblick und Fazit](#)

[Literaturverzeichnis](#)

[Teil II: Praxisbeispiele Chemie 4.0](#)

[6 Digitalisierung der Customer Journey in der Bauchemie – MAPEI](#)

[6.1 Bauchemie – Rahmenbedingungen und Anforderungen](#)

[6.2 Die Customer Journey in der Bauchemie](#)

[6.3 Herausforderung digitale Interaktion aus Sicht von Hersteller, Handel und Verarbeiter](#)

[6.4 Einsatz digitaler Medien und Tools in der Interaktion zwischen Hersteller, Handel und Verarbeiter](#)

[6.5 Einfluss der Digitalisierung auf die Customer Journey](#)

[6.6 Chancen und Risiken der Umsetzung](#)

[6.7 Zusammenfassung, Ausblick und Learnings](#)

[Literaturverzeichnis](#)

[7 Innovationsmotor Digitalisierung: Wie TECTRION digitale Lösungen für die Instandhaltung der Zukunft entwickelt](#)

[7.1 Einleitung](#)

[7.2 Digitale Innovationen bei TECTRION](#)

[7.3 Digital Maintenance bei TECTRION](#)

[7.4 Smarte Innovationslösungen dank dem Innovationsmotor Digitalisierung](#)

[Literaturverzeichnis](#)

[8 Digitale Transformation von Forschung und Entwicklung in der BASF](#)

[8.1 Einleitung](#)

[8.2 Das digitale Labor der Zukunft](#)

[8.3 Wirkstoffe aus dem Cyberspace?](#)

[8.4 Autonome Forschungsmaschinen](#)

[8.5 Wichtige Erkenntnisse der bisherigen digitalen Transformation](#)

[8.6 Abkürzungsverzeichnis](#)

[Literaturverzeichnis](#)

[9 Der interdisziplinäre Lösungsansatz sichert die Value Proposition: Erfahrungen des ersten digitalen Zwilling bei der YNCORIS](#)

[9.1 Einleitung](#)

[9.2 Modernisierung bestehender Anlagen](#)

[9.3 Der digitale Zwilling, eine Innovation?](#)

[9.4 Die unterschiedlichen digitalen Zwillinge](#)

[9.5 Der digitale Zwilling bei YNCORIS](#)

[„Kühlwassersystem im Chemiapark Hürth“](#)

[9.6 Implementierungsvorgehen](#)

[9.7 Zusammenfassung und Fazit](#)

[10 Praktische künstliche Intelligenz – Digital Operational Excellence bei COVESTRO](#)

[10.1 Grundlagen von KI](#)

[10.2 Anwendungsbereiche für KI](#)

[Literaturverzeichnis](#)

[11 Künstliche Intelligenz und datengetriebene Entscheidungsfindung im Chemiekonzern](#)

[11.1 Künstliche Intelligenz \(KI\) und ihre unternehmerische Relevanz](#)

[11.2 Die Relevanz von KI für das Chemieunternehmen](#)

[11.3 Von der Einzelanwendung zur konzernweiten Nutzung von Daten und KI](#)

[11.4 Zusammenfassung](#)

[11.5 Abkürzungsverzeichnis](#)

[Literaturverzeichnis](#)

[12 WACKER Digital – Transformation eines traditionellen Chemieunternehmens zu einem datenbasierten Konzern](#)

[12.1 Wacker Chemie AG: Partner, Impulsgeber und Innovator](#)

[12.2 Digitalisierung bei WACKER: das Programm WACKER Digital](#)

[12.3 WACKER Digital Frontend](#)

[12.4 Fallbeispiel digitales Kundenmanagement](#)



[12.5 WACKER Digital in Operations](#)

[12.6 Fallbeispiel Advanced Process Control \(APC\)](#)

[12.7 Fallbeispiel Logistik Control Tower \(LCT\): globale Logistikketten transparent machen](#)

[12.8 Fallbeispiel Digital Worker – weg vom Papier, hin zu mobilen Anwendungen](#)

[12.9 WACKER Digital Foundation](#)

[12.10 Fallbeispiel KI und Datenanalytik](#)

[12.11 Fallbeispiel Silicon Valley Challenge \(SVC\): ein Blick über den Tellerrand](#)

[12.12 Zusammenfassung und Fazit](#)

[Teil III: Digitale Transformation in der chemischen Industrie](#)

[13 Betriebliche Medienwerkstätten als Enabler der digitalen Transformation](#)

[13.1 Einleitung: Konzept der Medienwerkstatt als medienkompetenzsteigernde Maßnahme](#)

[13.2 Ziel und Ausgestaltung der Medienwerkstatt](#)

[13.3 Voraussetzungen und Erfolgsfaktoren zur Implementierung von Medienwerkstätten](#)

[13.4 Darstellung konkreter Use Cases aus vor- und nachgelagerten Industrien](#)

[13.5 Lessons Learned zur Implementierung und Nutzen von Medienwerkstätten](#)

[13.6 Ableitung von Empfehlungen und Transferpotenzialen für Unternehmen der chemischen Industrie](#)

[13.7 Fazit und Ausblick](#)

[Literaturverzeichnis](#)

## 14 Agile Teams als organisatorische Innovation beim Betrieb chemischer Anlagen

### 14.1 Der Wandel als Treiber der Innovation

### 14.2 Leitideen für Agiles Arbeiten in der Praxis

### 14.3 Die praktische Anwendung

### 14.4 Die Effekte des Agilen Arbeitens

### 14.5 Ausblick und Fazit

## 15 SAP SE – mit IT zum intelligenten Chemieunternehmen

### 15.1 Eine traditionelle Industrie wird digital

### 15.2 Die neuen technischen Möglichkeiten moderner betriebswirtschaftlicher Anwendungssoftware

### 15.3 Softwareanwendungsbeispiele für Industrie 4.0 in der chemischen Industrie

### 15.4 Digitalisierung als Schlüssel zum Erfolg für mehr Nachhaltigkeit in Chemieunternehmen

### 15.5 Mögliche Umsetzungsschritte

### Disclaimer

### Literaturverzeichnis

## 16 Digitalisierung ist kompliziert. Die Transformation dorthin aber hochkomplex

### 16.1 Einführung in die Systemtheorie

### 16.2 Besonderheiten der digitalen Transformation

### 16.3 Digitale Transformation der chemischen Industrie

### 16.4 Tipps zum Gelingen von Transformationsprozessen

### 16.5 Persönliche Standortbestimmung



## Literaturverzeichnis

### 17 Zusammenarbeit mit Start-ups als Innovationstreiber für die chemische Industrie

#### 17.1 Einleitung: Notwendigkeit externer Innovation

#### 17.2 Gründe für die Zusammenarbeit mit Start-ups

#### 17.3 Herausforderungen bei der Zusammenarbeit mit Start-ups

#### 17.4 Mögliche Formen zur Zusammenarbeit mit Start-ups

#### 17.5 Digitalisierung als Katalysator für die Zusammenarbeit mit Start-ups

#### 17.6 Besonderheiten mittelständischer Unternehmen

#### 17.7 Intermediäre zwischen Start-ups und etablierten Unternehmen

#### 17.8 Learnings und Handlungsempfehlungen

#### 17.9 Fazit und Ausblick

## Literaturverzeichnis

### 18 Erfolgreich durch digitale Netzwerk-Kompetenz: Praxis-Tipps für Aufbau und Pflege digitaler Netzwerke

#### 18.1 Netzwerken ist unsere neue Lebensversicherung

#### 18.2 Vorteile des digitalen Netzwerks

#### 18.3 Individuelle und organisatorische Kompetenzen

#### 18.4 Tipps zum persönlichen digitalen Netzwerken

#### 18.5 Neue Formate zur Zusammenarbeit

[18.6 Zukunftsperspektiven der digitalen Zusammenarbeit in Netzwerken](#)

[18.7 Hilfreiche Entscheidungsfragen für digitales Netzwerken](#)

[18.8 Netzwerke für die Digitalisierung](#)

[18.9 Customer Relationship Management \(CRM\) – digitale Organisation von Netzwerken](#)

[18.10 Fazit](#)

[Literaturverzeichnis](#)

[19 Fokus in der Umsetzung durch ein digitales Zielbild](#)

[19.1 Bedeutung und Struktur des digitalen Zielbilds](#)

[19.2 Voraussetzungen für das digitale Zielbild](#)

[19.3 Interne Ideen zur Digitalisierung](#)

[19.4 Digitaler Zweck](#)

[19.5 Entwicklung digitaler Ziele](#)

[19.6 Digitalisierungs-Roadmap](#)

[19.7 Digitalisierungs-Enabler](#)

[19.8 Digitale Organisation](#)

[19.9 Fazit: Zusammenfassung, Learnings und Ausblick](#)

[Literaturverzeichnis](#)

[Autorenverzeichnis](#)

[Stichwortverzeichnis](#)

[End User License Agreement](#)

## **Tabellenverzeichnis**

Kapitel 2

[Tab. 2.1 Indikatoren zur Bestimmung des digitalen Reifegrads.](#)

## Kapitel 7

[Tab. 7.1 Aufgabenübersicht über das 4-Rollen-Modell bei TECTRION. Quelle: eigene...](#)

# Abbildungsverzeichnis

## Kapitel 1

[Abb. 1.1 Ergebnisse des Digitalisierungsindex \[5\], Branchengruppe: Grundstoffe, ...](#)

## Kapitel 2

[Abb. 2.1 Differenzierung der Digitalisierung nach verschiedenen Marktanforderung...](#)

[Abb. 2.2 Erfolge und Defizite der Digitalisierung in der Chemieindustrie.](#)

[Abb. 2.3 Digitalisierungsindex 2020 nach Branchen \[19\], Abb. 04.01 \(S. 95\)/Feder...](#)

[Abb. 2.4 Verschiedene Perspektiven auf die Chancen der Digitalisierung in der Ch...](#)

[Abb. 2.5 Zusammenfassung der Learnings aus Digitalisierungsprojekten der CMC2 Gm...](#)

## Kapitel 3

[Abb. 3.1 Die Fabrik der Zukunft.](#)

[Abb. 3.2 Industrien und Ökosysteme.](#)

[Abb. 3.3 Ökosystem-Plattform und Interaktion der Akteure.](#)

[Abb. 3.4 Zeitverlauf der digitalen Transformation in der Chemieindustrie.](#)

## Kapitel 4

[Abb. 4.1 Der Informationsfluss ist häufig unterbrochen \(Pipeline and Hazardous M...](#)

[Abb. 4.2 Alle relevanten Daten werden visualisiert. PIMS Process Industry Modeli...](#)

[Abb. 4.3 Das statische Polymer Wheel entwickelt sich zu einer flexiblen Produkti...](#)

[Abb. 4.4 Immunität und Erholung in Lieferketten.](#)

[Abb. 4.5 Optionenraum zur Szenariobildung. SCM Supply-Chain-Management.](#)

[Abb. 4.6 Systematische Auswertung aller Variablen zur Steigerung der Preisprämie...](#)

[Abb. 4.7 Der Algorithmus ist in die Angebots- und Pricing-Software integriert, d...](#)

## Kapitel 5

[Abb. 5.1 Digitalisierung im chemischen Mittelstand - Charakteristik, Anforderung...](#)

[Abb. 5.2 Chancen, Risiken und Erfolgsfaktoren der Digitalisierung des chemischen...](#)

## Kapitel 6

[Abb. 6.1 Vertriebsstufen und Vertriebskanäle für bauchemische Produkte. DIY Do i...](#)

[Abb. 6.2 Kontaktphasen.](#)

[Abb. 6.3 Beschreibung Personas. ID Identifikationsnummer. Angelehnt an Cooper \[9...](#)

[Abb. 6.4 Tag Cloud KPIs. Angelehnt an Flanagan \[10\].](#)

[Abb. 6.5 Customer Journey Map. Angelehnt an Carlzon \[11\].](#)

[Abb. 6.6 The Change Wheel \(Angelehnt an Kanter und Messbacher, R. \(The Wheel of ...](#)

[Abb. 6.7 Digitalisierte Erstellung von Aufbauempfehlungen mittels MAPEI-App.](#)

## Kapitel 7

[Abb. 7.1 Prozessmodell zur Analyse und Bewertung von Innovationen bei TECTRION. ...](#)

[Abb. 7.2 Übersicht über das 4-Rollen-Modell bei TECTRION. Quelle: eigene Darstel...](#)

[Abb. 7.3 Einkaufsprozess eines Neukunden. Quelle: eigene Darstellung.](#)

[Abb. 7.4 Auszug aus dem Wireframe. \(a\) Startscreen; \(b\) Anlagenidentifikation du...](#)

[Abb. 7.5 Lebenszyklus gemäß DIN EN 13306.](#)

[Abb. 7.6 Informationszwillung und funktionaler Zwillung \(Tectrion\).](#)

[Abb. 7.7 Relevante Cluster für Herstellerinformationen.](#)

[Abb. 7.8 Umsetzungsbeispiel technische Dokumentation.](#)

[Abb. 7.9 Stammdatenerfassung.](#)

[Abb. 7.10 Datenanalyse im Rahmen der prädiktiven Instandhaltung.](#)

[Abb. 7.11 Datenquellen und technische Informationen für die Instandhaltung \(Quel...](#)

## Kapitel 8

[Abb. 8.1 Zentrale Stellung von Labordatenmanagementsystemen in der digitalen Lab...](#)

[Abb. 8.2 Funktionalitäten von ELJ und LIMS.](#)  
[Quelle: BASF SE.](#)

[Abb. 8.3 Arbeitsplatzautomatisierung für direkte Geräteinteraktion und flexible ...](#)

[Abb. 8.4 Erweiterte Systeminteraktion im Labor.](#)  
[Quelle: BASF SE.](#)

[Abb. 8.5 Schlüssel-Schloss-Prinzip der Wirkstoff-Targetprotein-Bindung.](#)

[Abb. 8.6 Targetprotein mit gebundenem Wirkstoff in der Bindestelle \(Pfeil\).](#)

[Abb. 8.7 Hypothesengetriebener Design-Make-TestAnalyse-Entwicklungszyklus \(DMTA-...](#)

[Abb. 8.8 Datengetriebene Produktentwicklung, bei der die digitalen Arbeitsschrit...](#)

[Abb. 8.9 Schrittweise Modellierung über Simulationen und statistischen Modellen ...](#)

[Abb. 8.10 Autonome Forschungsmaschinen bestehen aus technischen und digitalen Mo...](#)

## Kapitel 9

[Abb. 9.1 Digitalisierung zum Zweck der prädiktiven Instandhaltung \(Klekta Darya/...](#)

[Abb. 9.2 Der prozessuale digitale Zwilling \(Klekta Darya/Adobe Stock\).](#)

[Abb. 9.3 Ausprägungen des digitalen Zwillings.](#)

[Abb. 9.4 Der Produktions-Zwilling.](#)

[Abb. 9.5 Komplexität der Integration. IIoT Industrial Internet of Things.](#)

[Abb. 9.6 Minimum-Viable-Product-Ansatz \(MVP-Ansatz\).](#)

[Abb. 9.7 Prinzip-Skizze eines Kühlturms mit 4 Kühlzellen.](#)

[Abb. 9.8 Modellierung einer Kühlturmzelle.](#)

[Abb. 9.9 Kühlwasservorlauftemperatur als Ergebnis der Simulation.](#)

[Abb. 9.10 Systemübersicht. IoT Internet of Things.](#)

[Abb. 9.11 Beispielhaftes Reifegradmodell für einen digitalen Zwilling.](#)

[Abb. 9.12 Interdisziplinäres Projektteam.](#)

## Kapitel 10

[Abb. 10.1 Darstellung eines künstlichen Neurons als lineare Funktion.](#)

[Abb. 10.2 Schematische Darstellung eines neuronalen Netzwerkes mit zwei Layern. ...](#)

[Abb. 10.3 „Asset Monitoring“ bezieht sich auf die einzelnen Ausrüstungen, Maschi...](#)

[Abb. 10.4 Zeichnung eines Verdichters in vereinfachter Funktionsdarstellung, die...](#)

[Abb. 10.5 Das 2-D-Modell aus Abb. 10.4 ist durch einen weiteren Parameter \(die T...](#)

[Abb. 10.6 Konzeptuelle Darstellung von Clustern normaler Betriebsbedingungen für...](#)

[Abb. 10.7 Schema einer Verdichter-Stufe eines großen Stranges. Ein repräsentativ...](#)

[Abb. 10.8 Im Gegensatz zu konventionellen Überwachungsmodellen, die auf physikal...](#)

[Abb. 10.9 Messdaten für 3 Parameter \(aus 20-Parameter-Datensatz\) zur Beschreibun...](#)



[Abb. 10.10 Zusätzliche Zeitdaten von weiteren 3 Sensoren \(aus 20-Parameter-Daten...](#)

[Abb. 10.11 Integration von Betriebskurven des Herstellers in den Trainingsdatens...](#)

[Abb. 10.12 Schematische Beschreibung eines KI-Algorithmus, der die Betriebshisto...](#)

## Kapitel 11

[Abb. 11.1 acatech Industrie 4.0 Maturity Index \(adaptiert von Schuh et al. \[22, ...](#)

[Abb. 11.2 Arbeitsfelder einer KI-Strategie. KI künstliche Intelligenz \(Quelle: E...](#)

[Abb. 11.3 Die KI-Strategie befähigt und begleitet die individuelle Person auf ih...](#)

[Abb. 11.4 Unterstützung des gesamten Umsetzungsprozesses von Künstlicher-Intelli...](#)

## Kapitel 12

[Abb. 12.1 Programm-Slogan und Key Visual \(Quelle: sol/Unsplash\).](#)

[Abb. 12.2 Programmaufbau von WACKER Digital. IT Informationstechnologie, HR Huma...](#)

[Abb. 12.3 Produktportal auf der WACKER-Website.](#)

[Abb. 12.4 Beispiel APC an einem homogen-katalysierten chemischen Reaktor. F Durc...](#)

[Abb. 12.5 Temperaturverlauf am Reaktoraustritt vor und nach der Inbetriebnahme d...](#)

[Abb. 12.6 Zielbild des Logistik Control Towers bei WACKER.](#)

[Abb. 12.7 Datencockpit mit Informationen und Arbeitsabläufen. POD Proof of deliv...](#)

[Abb. 12.8 „Mobiler Arbeitsplatz im Shopfloor“.](#)

[Abb. 12.9 WACKER Digital After Work Event in einer virtuellen Umgebung.](#)

[Abb. 12.10 Ideensammlung im Rahmen der Silicon Valley Challenge \(SVC\).](#)

## Kapitel 13

[Abb. 13.1 Realitäts-Virtualitäts-Kontinuum \(basierend auf \[3\]\) \(Quelle: IMA\).](#)

[Abb. 13.2 Stationen der Medienwerkstatt entlang des Realitäts-Virtualitäts-Konti...](#)

[Abb. 13.3 Außenwand der Medienwerkstatt bei Garlock \(Quelle: Garlock GmbH\).](#)

[Abb. 13.4 Mediale Ausstattung der Medienwerkstatt bei Garlock \(Quelle: IMA\).](#)

## Kapitel 14

[Abb. 14.1 Anforderungen an die Chemie-Organisation 4.0 \(Quelle: eigene Abbildung...](#)

[Abb. 14.2 Faktoren erfolgreicher Digital-Organisationen \(Quelle: eigene Abbildun...](#)

[Abb. 14.3 Backlog \(Quelle: eigene Abbildung\).](#)

[Abb. 14.4 Feedback-Prozesse \(Quelle: eigene Abbildung\).](#)

[Abb. 14.5 Kundenbindung durch Product Owner \(Quelle: eigene Abbildung\).](#)

[Abb. 14.6 Sprint-Planung \(Quelle: eigene Abbildung\).](#)

[Abb. 14.7 Planning Poker. \(Quelle: eigene Abbildung\).](#)

[Abb. 14.8 Zusammensetzung eines Anlagenteams \(Quelle: eigene Abbildung\).](#)

[Abb. 14.9 SCRUM-Framework \(Quelle: eigene Abbildung\).](#)

[Abb. 14.10 Produktowner. IT Informationstechnologie \(Quelle: Gitter J.\).](#)

## Kapitel 15

[Abb. 15.1 Unterscheidungs- und Simulationsunterstützung für den Materialplaner a...](#)

[Abb. 15.2 Einsatz von künstlicher Intelligenz zur Expertenunterstützung im Chemi...](#)

[Abb. 15.3 Industrie 4.0 im Chemieunternehmen steht für die vertikale und horizon...](#)

[Abb. 15.4 Die Analyse von Sensordaten in der digitalen Anlage kann viele Zwecke ...](#)

[Abb. 15.5 Verfolgung des Standorts von Behältern \(hier ein Flüssigkeitscontainer...](#)

[Abb. 15.6 Die Ziele der drei Säulen der Nachhaltigkeit \(Quelle: SAP SE \[3, S. 7\]...](#)

[Abb. 15.7 CO2-Emissionen entlang der Wertschöpfungskette \(Quelle: SAP SE \[3, S. ...](#)

[Abb. 15.8 Die Transformation zum nachhaltigen und intelligenten Unternehmen \(Que...](#)

## Kapitel 16

[Abb. 16.1 Das OSTO-Systemmodell.](#)

[Abb. 16.2 Sich verändernde Kundenbedürfnisse führen zu einem veränderten Existen...](#)

[Abb. 16.3 Das Wellenmodell der Veränderung \(Quelle: Kordis und Lynch, 1992\).](#)

[Abb. 16.4 Die 4 Rubriken der Digitalisierung.](#)

[Abb. 16.5 Gründe für die Transformation.](#)

[Abb. 16.6 Für wirksamen Wandel gilt...](#)

[Abb. 16.7 Top-down vs. Bottom-up.](#)

[Abb. 16.8 Faktischer Wandel und Verhaltenswandel.](#)

[Abb. 16.9 Zeitversetzte Kurven des Changemanagements.](#)

[Abb. 16.10 Self-Assessment für Führungskräfte.](#)

## Kapitel 17

[Abb. 17.1 Übersicht Herausforderungen bei der Zusammenarbeit mit Start-ups. \(Que...](#)

[Abb. 17.2 Kooperationsformen von Corporates und Start-ups \(verändert nach \[11\], S...](#)

[Abb. 17.3 The Start-up-Lifecycle. MVP Minimum Viable Product \(verändert nach \[13...](#)

[Abb. 17.4 Fünf Schritte zur erfolgreichen Zusammenarbeit mit Start-ups \(Quelle: ...](#)

[Abb. 17.5 Digitalisierungshemmnisse \(Quelle: \[22\], Abb. 3 \(S. 36\)/Institut der d...](#)

## Kapitel 19

[Abb. 19.1 Das digitale Zielbild. HOT Human Organisation Technologie \(CMC2 GmbH, ...](#)

[Abb. 19.2 Auswahl Trendsegmente und Trends \(CMC2 GmbH, Consulting for managers i...](#)

[Abb. 19.3 Existierende Digitalisierungs-Lösungen. RFID Radio Frequency Identific...](#)

[Abb. 19.4 Überblick, Einblick und Bewertung externer digitaler Lösungsansätze. R...](#)

[Abb. 19.5 Beispiel eines Portfolios von Digitalisierungs-Lösungen.](#)

[Abb. 19.6 Workshop-Formate Kreativ-Techniken. VPC Value Proposition Canvas.](#)

[Abb. 19.7 Werkzeuge zur gemeinsamen Aufnahme und Analyse der Prozesse.](#)

[Abb. 19.8 Grundannahmen für die Möglichkeiten der Digitalisierung \(Quelle: verän...](#)

[Abb. 19.9 Digitalisierung der End-to-End-Supply-Chains. KPI Key Performance Indi...](#)

[Abb. 19.10 Digitale Ziele \(CMC2 GmbH, Consulting for managers in Chemical Indust...](#)

[Abb. 19.11 Beispielhafte Matrix digitaler Ziele. HR Human Resource, KPI Key Perf...](#)

[Abb. 19.12 Digitalisierungs-Roadmap \(Auszug\).](#)

[Abb. 19.13 Digitale Roadmap am Beispiel SCM 4.0. HOT Human Organisation Technolo...](#)

[Abb. 19.14 Beispiel einer analog entwickelten Digital-Roadmap.](#)

[Abb. 19.15 Attraktive Arbeitsumgebung für die Projektarbeit \(Quelle: EVENTBUTLER...](#)

[Abb. 19.16 Bewertung der Digitalisierungs-Enabler.](#)

[Abb. 19.17 Digitale Organisation. F&E Forschung und Entwicklung, SCM Supply-Chai...](#)

# **Digitale Chemieindustrie**

## **Anforderungen Chemie 4.0, Praxisbeispiele und Perspektiven**

*Herausgegeben von Carsten Suntrop*



## **Herausgegeben von**

***Prof. Dr. Carsten Suntrop***

CMC<sup>2</sup> GmbH  
Consulting, Project Management  
Grimmelshausenstraße 14  
50996 Köln  
Deutschland

## **Gendergerechte Sprache:**

Der Herausgeber veröffentlicht die Kapitel in der von den Autorinnen und Autoren gewählten Genderform. In Texten, in denen zur besseren Lesbarkeit nur eine Form der Geschlechter verwendet wird, nämlich die männliche, sind stets alle geschlechtlichen Identitäten mitgemeint.

## **Titelbild**

© Fit Ztudio/Shutterstock

Alle Bücher von WILEY-VCH werden sorgfältig erarbeitet. Dennoch übernehmen Autoren, Herausgeber und Verlag in keinem Fall, einschließlich des vorliegenden Werkes, für die Richtigkeit von Angaben, Hinweisen und Ratschlägen sowie für eventuelle Druckfehler irgendeine Haftung.

## **Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek**

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

© 2022 Ernst & Sohn GmbH, Rotherstraße 21, 10245 Berlin, Germany

Alle Rechte, insbesondere die der Übersetzung in andere Sprachen, vorbehalten. Kein Teil dieses Buches darf ohne schriftliche Genehmigung des Verlages in irgendeiner Form – durch Photokopie, Mikroverfilmung oder irgendein anderes Verfahren – reproduziert oder in eine von Maschinen, insbesondere von Datenverarbeitungsmaschinen, verwendbare Sprache übertragen oder übersetzt werden. Die Wiedergabe von Warenbezeichnungen, Handelsnamen oder sonstigen Kennzeichen in diesem Buch berechtigt nicht zu der Annahme, dass diese von jedermann frei benutzt werden dürfen. Vielmehr kann es sich auch dann um eingetragene Warenzeichen oder sonstige gesetzlich geschützte Kennzeichen handeln, wenn sie nicht eigens als solche markiert sind.

**Satz** le-tex publishing services GmbH, Leipzig

## **Druck und Bindung**

**Print ISBN** 978-3-527-34971-5

**ePDF ISBN** 978-3-527-83571-3

**ePub ISBN** 978-3-527-83572-0

Gedruckt auf säurefreiem Papier.



# Geleitwort

Die chemische Industrie ist erfahren darin, aus Veränderungen neue Chancen und Erfolge zu destillieren: In ihrer mehr als 150-jährigen Geschichte hat sich die Branche immer wieder erfolgreich gewandelt und modernisiert. Die chemische Industrie hat kontinuierlich neue Technologien entwickelt oder adaptiert. So konnte sie stets innovative Produktlösungen für nahezu sämtliche Wirtschaftszweige liefern, wie etwa die Autoindustrie, den Maschinenbau oder die Elektroindustrie. Die Fähigkeit zu ständiger, proaktiver Weiterentwicklung ist eine Stärke der Chemiebranche, die ihr jetzt bei der Digitalisierung einmal mehr zugutekommt. Denn die Digitalisierung ist keineswegs ein einziger großer Schritt, sondern ein fortlaufender Veränderungsprozess, der ständig neue Möglichkeiten für Fortschritt hervorbringt – auch im Lichte der Nachhaltigkeit.

Die europäische Politik versucht, Antworten auf den digitalen Wandel zu finden. Doch dabei werfen umfassende Ex-ante-Regulierungen, beispielsweise zum Einsatz von künstlicher Intelligenz, Fragen der Verhältnismäßigkeit auf. Chancenorientierung statt übertriebener Risikominimierung muss hier die Devise lauten. Wir dürfen uns die Möglichkeiten neuer Technologie nicht verbauen, bevor wir sie überhaupt kennengelernt und erprobt haben.

Digitalisierung ist eine umfassende unternehmerische Gestaltungsaufgabe, die weit über die Aufgaben der IT hinausgeht. Große Unternehmen mit historisch gewachsenen Strukturen müssen dafür häufig andere Transformationswege gehen als Mittelständler oder junge Start-ups. Jeder Unternehmer muss sich aber bewusst sein, dass neben den großen Chancen, die zum Beispiel neue

digitale Services, Plattformen und Absatzkanäle bieten, auch neue Herausforderungen entstehen, die zum Verlust von Marktanteilen führen oder sich gar zur Existenzbedrohung entwickeln können. Die Digitalisierung selbst ist kein Garantieschein für Erfolg!

Mehr denn je ist die Branche heute dennoch gefordert, sich mit den in immer kürzeren Entwicklungszyklen entstehenden digitalen Technologien auseinanderzusetzen. Hierfür werden digitale Netzwerke und Plattformen wichtiger, um Know-how zu teilen und so gemeinsam intelligente Lösungen zu erarbeiten. Nicht jedes Chemieunternehmen muss alle möglichen digitalen Geschäftsmodelle selbst entwickeln. Jedes Unternehmen muss sich aber rechtzeitig fragen, welche Rolle es in der digitalisierten Geschäftswelt von morgen einnehmen und ausgestalten will.

Die Autoren dieses Buchs zeigen anschaulich, dass die Branche in Deutschland mit zahlreichen Aktivitäten bei der Digitalisierung bereits auf einem guten Weg ist. Die Beiträge beschreiben, wie Chemie- und Pharmaunternehmen wachsenden Kostendruck, höhere Anforderungen an die Produktivität und den Wunsch nach mehr Produktalternativen mit cleveren digitalen Produkt- und Service-Innovationen beantworten.

Angenehme Lektüre!

Frankfurt am Main, April 2022

*Christian Kullmann, Präsident des VCI*

# Vorwort

Die Digitalisierung der Chemieindustrie ist in vollem Gange. (Fast) kein Unternehmen kommt in der chemischen Industrie im Jahr 2022 ohne digitale Initiativen aus, wobei die Spannbreite der digitalen Aktivitäten unglaublich groß ist. Der Nutzen digitaler Lösungen überzeugt die Vorstands- und Geschäftsführungsetagen der großen, aber auch mittelständischen Chemieunternehmen.

Oft ist es aber auch der spürbar größere Druck auf die Kosten, Produktivität oder Austauschbarkeit der Produkte, der Digitalisierung zu einem Selbstverständnis in der Chemie werden lässt. Hier werden über die Digitalisierung Antworten erwartet, welches digitale Geschäftsmodell sich im Markt an die Schnittstelle zwischen Produzenten und Kunden drängen könnte, welche zusätzlichen digitalen Services den Kunden in Zukunft begeistern oder welcher Prozess-Standard die nachteilige Kostenposition aufheben kann. Zusätzlich sind es die einfacheren technischen Möglichkeiten, die viel schnelleren Implementierungszeiten digitaler Lösungen und die geringeren Kosten für höhere IT-Leistungsfähigkeit, die der Digitalisierung in der Chemie derzeit einen so hohen Stellenwert einräumen lässt. Anders ist es nicht zu erklären, denn die digitalen Ideen waren zu Beginn 2000 im Rahmen der E-Business-Revolution auch schon für die chemische Industrie geboren – die durchgängige digitale Transformation findet in der Chemie aber erst jetzt statt.

In der Diskussion mit Digital- und Geschäftsverantwortlichen hat die Chemie derzeit einen digitalen Reifegrad von Chemie 1.7 anstatt Chemie 4.0 erzielt. Es gibt immer noch unzählige händische Prozesse, die auf Basis von Microsoft-Excel-Lösungen oder anderen

wenig oder gar nicht integrierten Software-Modulen funktionieren – weit weg von Realtime, fehlerfrei und standardisiert. Allerdings darf bei der Einschätzung des Digitalisierungsgrades nicht vergessen werden, dass die Produktionen in der Chemie immer schon hoch automatisiert waren, denn die Anlagen laufen häufig 24/365 ausschließlich durch Messwerten kontrolliert. Hier sind sicherlich Digitalisierungsgrade von 3.2 und besser festzustellen und neue Predictive-Maintenance-Modelle und digitale Zwillinge der Produktionsanlagen erhöhen die Optimierung der Anlagen massiv. Vielen Chemieunternehmen fehlt es noch an der Klarheit, wohin sie die Digitalisierung führen wird (digitales Zielbild). Es fehlt an den erfolgskritischen Ressourcen zur Digitalisierung (insbesondere im chemischen Mittelstand) und es mangelt an der durchgängigen Konsequenz, ein digitales Chemieunternehmen werden zu wollen. Das digitale Minimum ist die No-Touch-Order vom digitalen Produktkatalog mit dynamischer kundenspezifischer Pricing- Funktion über die digitale Kundenschnittstelle zur digitalen Einplanung im Bestands-/Produktions-/Logistik-Management bis zum digitalen Versand der Rechnung und zur Kundenzufriedenheitsabfrage.

Die Autoren dieses Buches erläutern sehr eindrücklich, welche Möglichkeiten sich für die chemische Industrie mit der Digitalisierung ergeben. Oft sind es eigene konkrete Digitalisierungsprogramme, -projekte oder bereits umgesetzte digitale Produkt- und Serviceinnovationen, manchmal Ansätze, Ideen oder Visionen, aber immer sind es übertragbare Learnings für die Digitalisierung des eigenen Chemieunternehmens. Das Autoren-Team hofft, damit einen kleinen Baustein zur erfolgreichen Digitalisierung dieser hoch attraktiven und spannenden Branche leisten zu können. Es wünscht dem Leser zahlreiche neue Digitalisierungsideen, eine Bestätigung für

die eigenen Digitalisierungsvorhaben und weiterhin sehr viel Kraft, den eingeschlagenen Digitalisierungsweg weiterzugehen. Für den offenen und kritischen Dialog zur Digitalisierung der Chemieindustrie steht das Autoren-Team jederzeit zur Verfügung und freut sich über Rückmeldungen und digitale wie analoge Kontaktaufnahmen.

Köln, 01.03.22

*Prof. Dr. Carsten Suntrop*

# Beitragsautoren

Beteiligte Unternehmen sind:

- BASF Digital Solutions GmbH
- BASF SE
- BCNP Consultants GmbH
- Boston Consulting Group
- CMC<sup>2</sup> GmbH
- CONTRACT GmbH
- Covestro Deutschland AG
- Digital Hub Rhein-Neckar GmbH, TZL
- Ernst & Young GmbH WPG
- Evonik Digital GmbH
- Garlock GmbH
- Kraul & Wilkening u. Stelling GmbH
- MAPEI GmbH
- Philippine GmbH & Co. Dämmstoffsysteme KG
- Robert Kraemer GmbH & Co. KG
- RWTH Aachen University
- SAP SE
- TECTRION GmbH
- Umlaut Transformation GmbH
- Verband der Chemischen Industrie e. V.
- WACKER Chemie AG

- YNCORIS GmbH & Co. KG

Beitragsautoren sind:

1. Baumgartl Nadine, WACKER Chemie AG
2. Bengs Dr. Holger, BCNP Consultants GmbH
3. Boos Christian, SAP SE
4. Bünger Christian, Verband der Chemischen Industrie e. V.
5. Büttgen Sascha, TECTRION GmbH
6. Dreher Dr. Stefan, BASF SE
7. Funke Dr. Frank, Digital Hub Rhein-Neckar GmbH, TZL
8. Gruber Dr. Uwe, MAPEI GmbH
9. 9. Gstettner Dr. Stefan, Boston Consulting Group
10. Hamann Holger, Garlock GmbH
11. Hattingh Anke, MAPEI GmbH
12. Hees Dr. Frank, RWTH Aachen University
13. Hiemer Clara, CMC<sup>2</sup> GmbH
14. Hoffmann Alexander, TECTRION GmbH
15. Hoffmann Christian, Boston Consulting Group
16. Isenhardt Prof. Dr. Ingrid, RWTH Aachen University
17. Jenner Dr.-Ing. Frank, Ernst & Young GmbH WPG
18. Kirchhoff Tobias, BCNP Consultants GmbH
19. Kohl Stefan, Digital Hub Rhein-Neckar GmbH, TZL
20. Krey Jörg, WACKER Chemie AG
21. Kullmann Gerhard, CONTRACT GmbH
22. Lange Dr. Marko, SAP SE



23. Lemke Dr. Rainer, BASF Digital Solutions GmbH
24. Lesker Bernd, MAPEI GmbH
25. Majer Marco R., Digital Hub Rhein-Neckar GmbH, TZL
26. Meinecke Michael, Umlaut Transformation GmbH
27. Mengel Holger, YNCORIS GmbH & Co. KG
28. Michel Dr. Christoph, Boston Consulting Group
29. Ramhorst Dirk, WACKER Chemie AG
30. Rechel Andreas, Umlaut Transformation GmbH
31. Roos Marcel, TECTRION GmbH
32. Schäfer Dr. Martin, Philippine GmbH & Co.  
Dämmstoffsysteme KG
33. Schiffeler Dr. Nina, RWTH Aachen University
34. Schleifer Prof. Klaus-Juergen, BASF SE
35. Schöggel Frank, YNCORIS GmbH & Co. KG
36. Schultze Dr. Hergen, BASF SE
37. Sielfeld Philipp, Boston Consulting Group
38. Stommel Dr. Yves Gorat, Evonik Digital GmbH
39. Strack Michael, YNCORIS GmbH & Co. KG
40. Suntrop Prof. Dr. Carsten, CMC<sup>2</sup> GmbH
41. Uhrich Dr. Fabian, Boston Consulting Group
42. Valsecchi Dr.-Ing. Pietro, Covestro Deutschland AG
43. Wagner Dr. Thomas, CMC<sup>2</sup> GmbH
44. Watzke Dr. Martin, Robert Kraemer GmbH & Co. KG
45. Wilkening Ludz, Kraul & Wilkening u. Stelling GmbH
46. Wintersehl Dirk, TECTRION GmbH