

Inhaltsverzeichnis

Geleitwort *XV*

Vorwort *XVII*

Beitragsautoren *XIX*

Teil I Status quo und Entwicklung der digitalen Chemieindustrie *1*

1 Chemie 4.0 – eine Standortbestimmung *3*

Christian Bünger

- 1.1 Die digitale und zirkuläre Transformation in der Chemie- und Pharmaindustrie *3*
- 1.2 Nachhaltigkeit im Fokus *4*
- 1.3 Die digitale Transformation ist in vollem Gange *5*
- 1.4 Stand der Digitalisierung *6*
- 1.5 Digitalisierung für die Chemie von morgen *8*
 - 1.5.1 Künstliche Intelligenz (KI) *9*
 - 1.5.2 Plattformökonomie und Direktvertrieb *9*
 - 1.5.3 3-D-Druck – Additive Fertigung *10*
 - 1.5.4 Datengetriebene und datenbasierte Geschäftsmodelle *10*
 - 1.5.5 Smart Contracts/programmierbares Geld *11*
 - 1.5.6 Digitale Technologien im Gesundheitswesen (E-Health) *11*
- 1.6 Ohne Changemanagement geht es nicht *12*
- 1.7 Digitalisierung bringt zirkuläre Wirtschaft voran *13*
- 1.8 Ausblick: noch mehr Datenanalyse und Konnektivität *14*
- 1.9 Digitale Transformation erfordert politischen Rückenwind *14*
 - Literaturverzeichnis *15*

2 Die Digitalisierung – riesige Chance und große Herausforderung für die Chemieindustrie *19*

Clara Hiemer, Prof. Dr. Carsten Suntrop und Dr. Thomas Wagner

- 2.1 Bedeutung und Struktur der Chemieindustrie in Deutschland *19*
- 2.2 Herausforderungen der Chemieindustrie *21*

VI | Inhaltsverzeichnis

- 2.3 Besonderheiten der Chemieindustrie 24
- 2.4 Stand der Digitalisierung in der Chemieindustrie 25
- 2.5 Chancen der Digitalisierung in der Chemieindustrie 29
 - 2.5.1 Ziel-Perspektive 31
 - 2.5.2 Funktionale Perspektive 31
 - 2.5.3 Prozessuale Perspektive 32
- 2.6 Digitale Chemie der Zukunft 33
- 2.7 Learnings aus eigenen Digitalisierungsprojekten und Schlussfolgerungen 37
 - Literaturverzeichnis 40

- 3 In der Digitalisierung ist die Größe für Chemieunternehmen nicht mehr entscheidend 45**
Dr.-Ing. Frank Jenner
 - 3.1 Einleitung 45
 - 3.2 Warum der Wandel unausweichlich ist 46
 - 3.2.1 Wie Wirtschaftsökosysteme funktionieren 47
 - 3.2.2 Die Schrift an der Wand: Vorboten der Veränderung 49
 - 3.2.3 Nahrungsergänzungsmittel als mögliches Beispiel für ein smartes Ökosystem 49
 - 3.3 Drei künftige Arten von Geschäftsmodellen 50
 - 3.3.1 Basisanbieter 51
 - 3.3.2 Plattformanbieter 52
 - 3.3.3 Partner im Ökosystem 55
 - 3.4 Fallbeispiele für neue digitale Geschäftsmodelle 56
 - 3.4.1 Repairfix (BASF Coatings) 57
 - 3.4.2 trinamiX (BASF) 57
 - 3.4.3 Connected Factory (Holcim) 58
 - 3.5 Fahrplan zur Disruption 60
 - 3.6 Fazit 61
 - Literaturverzeichnis 62

- 4 Digitale Optimierungshebel in der Polyolefin-Industrie 63**
Dr. Stefan Gstettner, Christian Hoffmann, Dr. Christoph Michel, Philipp Sielfeld und Dr. Fabian Uhrich
 - 4.1 Nachhaltiger und wirtschaftlicher – Anforderungen an die Petrochemie der Zukunft 63
 - 4.2 Potenziale der Digitalisierung 64
 - 4.3 Wirtschaftliche Quantifizierung des Anlagenbetriebs von Raffinerien und Crackern in Echtzeit 65
 - 4.3.1 Die Kernfrage lautet: Wie kann der Betrieb in Echtzeit wirtschaftlich optimiert werden? 66
 - 4.3.2 Eine digitale Lösung zur wirtschaftlichen Optimierung in Echtzeit 66
 - 4.3.3 Neue Aufgaben und Verantwortlichkeiten 67
 - 4.3.4 Implementierung einer digitalen Lösung 68
 - 4.3.5 Voraussetzungen für eine erfolgreiche Implementierung 68
 - 4.3.6 Nachhaltigkeit unterstützen 69

4.4	Optimierung der Produktionsplanung in der Polymerindustrie	70
4.4.1	Wie Polymerhersteller den Produktionsplanungsprozess innerhalb der Supply-Chain-Optimierung weiter verbessern können	70
4.4.2	Voraussetzungen für eine erfolgreiche Implementierung	72
4.5	Erhöhung der Resilienz durch die Quantifizierung von S&OP-Szenarien	73
4.5.1	Die analytische szenariobasierte Synchronisation von Nachfrage und Angebot in der petrochemischen Industrie	73
4.6	Advanced Analytics zur Optimierung der Preissetzung bei Polyolefinen	76
4.6.1	Advanced Analytics zur Optimierung der Preissetzung	77
4.6.2	Grenzen eines datengetriebenen Preisfindungsverfahrens	78
4.6.3	Einbettung des Algorithmus in den Pricing-Prozess	79
4.7	Ausblick	79
5	Digitalisierung im Mittelstand der Chemieindustrie	81
	<i>Dr. Martin Schäfer, Prof. Dr. Carsten Suntrop, Dr. Martin Watzke und Ludz Wilkening</i>	
5.1	Der chemische Mittelstand	81
5.1.1	Wirtschaftskraft und Bedeutung	81
5.1.2	Charakter, Besonderheiten und Herausforderungen	82
5.1.3	Digitalisierung im chemischen Mittelstand	83
5.2	Stand der Dinge in der Digitalisierung mittelständischer Chemieunternehmen	83
5.2.1	Pragmatischer Mittelstand	83
5.2.2	Digitalisierungsgrad	85
5.3	Weg zum digitalen chemischen Mittelstand	87
5.3.1	Zielbilder des chemischen Mittelstandes	88
5.3.2	Maßnahmen und Digital-Programme	89
5.4	Chancen und Risiken der Digitalisierung im chemischen Mittelstand	91
5.4.1	Wissensmanagement und digitale Prozesse als Chancen	91
5.4.2	Sicherheit der Daten und Mitarbeiter-Überforderung als Risiken	93
5.5	Erfolgsfaktoren der Digitalisierung des chemischen Mittelstandes	95
5.5.1	Investition und Akzeptanz	95
5.5.2	Schnelligkeit und Umsetzungsqualität	96
5.5.3	Geschäftsführer – eine entscheidende Rolle	97
5.6	Ausblick und Fazit	97
	Literaturverzeichnis	99
	Teil II Praxisbeispiele Chemie 4.0	101
6	Digitalisierung der Customer Journey in der Bauchemie – MAPEI	103
	<i>Dr. Uwe Gruber, Anke Hattingh und Bernd Lesker</i>	
6.1	Bauchemie – Rahmenbedingungen und Anforderungen	103
6.2	Die Customer Journey in der Bauchemie	104
6.2.1	Der typische Kunde	105
6.2.2	Bedürfnisse von Kunden	106

VIII | Inhaltsverzeichnis

- 6.2.3 Kontaktpunkte von Kunden 108
- 6.3 Herausforderung digitale Interaktion aus Sicht von Hersteller, Handel und Verarbeiter 110
- 6.3.1 Definition von Personas für die digitale Ansprache 110
- 6.3.2 Bedürfnisse realitätsnah erkennen 110
- 6.3.3 Entwicklung, Einführung und Pflege digitaler Medien und Tools 111
- 6.3.4 Beispiel Beschreibung Persona 112
- 6.4 Einsatz digitaler Medien und Tools in der Interaktion zwischen Hersteller, Handel und Verarbeiter 112
- 6.4.1 Kundenorientierte Ansprache 112
- 6.4.2 Verzahnung digitaler und physischer Touchpoints 113
- 6.4.3 Beispiel Hersteller-Produktlaunch 113
- 6.5 Einfluss der Digitalisierung auf die Customer Journey 115
- 6.5.1 Kaufverhalten, Dialog und Informationsflut 115
- 6.5.2 Herausforderungen und typische Fragestellungen 115
- 6.5.3 Die Customer Journey Map als Antwort auf viele Fragen 117
- 6.5.4 Customer-Journey-Strategie – intern und extern 118
- 6.6 Chancen und Risiken der Umsetzung 118
- 6.6.1 Veränderungen meistern 118
- 6.6.2 Crossmediale Kommunikation 119
- 6.6.3 Social-Media-Kanäle – das Risiko als Chance 120
- 6.6.4 Die Bedeutung von Statistiken digitaler Maßnahmen 121
- 6.6.5 Digitaler Ausbildungsstand und Know-how der Mitarbeiter 121
- 6.6.6 Digitale Unternehmensausrichtung und der Geschäftserfolg 122
- 6.7 Zusammenfassung, Ausblick und Learnings 122
- Literaturverzeichnis 123

- 7 Innovationsmotor Digitalisierung: Wie TECTRION digitale Lösungen für die Instandhaltung der Zukunft entwickelt 125**
Sascha Büttgen, Alexander Hoffmann, Marcel Roos und Dirk Wintersehl
- 7.1 Einleitung 125
- 7.2 Digitale Innovationen bei TECTRION 127
- 7.3 Digital Maintenance bei TECTRION 130
- 7.4 Smarte Innovationslösungen dank dem Innovationsmotor Digitalisierung 135
- Literaturverzeichnis 141

- 8 Digitale Transformation von Forschung und Entwicklung in der BASF 143**
Dr. Stefan Dreher, Dr. Rainer Lemke, Prof. Klaus-Juergen Schleifer und Dr. Hergen Schultze
- 8.1 Einleitung 143
- 8.1.1 Möglichkeiten der Digitalisierung in Forschung und Entwicklung (FuE) 143
- 8.1.2 FuE der BASF in digitaler Transformation 144
- 8.2 Das digitale Labor der Zukunft 145
- 8.2.1 Effizientes und integriertes Labordatenmanagement 146
- 8.2.2 Automatisierte Laborarbeitsabläufe und Geräteanbindung 147
- 8.2.3 Erweiterte Mensch-Maschine-Interaktion im Labor 148

- 8.3 Wirkstoffe aus dem Cyberspace? 149
 - 8.3.1 Eigenschaften von Wirkstoffen 149
 - 8.3.2 Modellbasierte Berechnung der Bioverfügbarkeit 150
 - 8.3.3 Modellbasierte Berechnung der Wirksamkeit 151
 - 8.3.4 Modellbasierte Berechnung der unerwünschten Wirkungen 152
 - 8.3.5 Wirtschaftliche Relevanz der digitalen Wirkstoffentwicklung 152
- 8.4 Autonome Forschungsmaschinen 153
 - 8.4.1 Herausforderungen in der industriellen Materialentwicklung 154
 - 8.4.2 Aktuelles Paradigma: die Probe 154
 - 8.4.3 Treibende Kräfte: die Daten 154
 - 8.4.4 Digitale Herangehensweisen: Simulationen und Statistik 156
 - 8.4.5 Vision: künstliche Intelligenz ändert alles 157
 - 8.4.6 Herausforderungen in der digitalen Materialentwicklung 157
- 8.5 Wichtige Erkenntnisse der bisherigen digitalen Transformation 158
- 8.6 Abkürzungsverzeichnis 159
 - Literaturverzeichnis 159

- 9 Der interdisziplinäre Lösungsansatz sichert die Value Proposition: Erfahrungen des ersten digitalen Zwilling bei der YNCORIS 161**
Holger Mengel, Frank Schöggel und Michael Strack
 - 9.1 Einleitung 161
 - 9.2 Modernisierung bestehender Anlagen 163
 - 9.3 Der digitale Zwilling, eine Innovation? 164
 - 9.4 Die unterschiedlichen digitalen Zwillinge 165
 - 9.4.1 Der Anlagen-Zwilling 165
 - 9.4.2 Der Asset-Zwilling 165
 - 9.4.3 Der Performance-Zwilling 166
 - 9.4.4 Der Produktions-Zwilling 166
 - 9.4.5 Kosten und Nutzen des digitalen Zwilling 167
 - 9.5 Der digitale Zwilling bei YNCORIS „Kühlwassersystem im Chemiepark Hürth“ 168
 - 9.6 Implementierungsvorgehen 171
 - 9.6.1 Reifegradmodell als Rahmenwerk 171
 - 9.6.2 Komplexität in Bezug auf Digital-Projekte 172
 - 9.6.3 Mit Agilität und den richtigen Kompetenzen zum Ziel 172
 - 9.7 Zusammenfassung und Fazit 174

- 10 Praktische künstliche Intelligenz – Digital Operational Excellence bei COVESTRO 177**
Dr.-Ing. Pietro Valsecchi
 - 10.1 Grundlagen von KI 177
 - 10.1.1 Die innere Funktionsweise eines neuronalen Netzwerks und wie es lernt 178
 - 10.1.2 Maschinelles Lernen und Deep Learning 179
 - 10.2 Anwendungsbereiche für KI 180
 - 10.2.1 KI-Methoden für APM und Predictive Maintenance 180
 - 10.2.2 KI-Methoden für rotierende Maschinen 182

x | *Inhaltsverzeichnis*

10.2.3	Komplexe Modelle in großen Parameterräumen	182
10.2.4	Supervised Algorithmen für einen Kompressor	184
10.2.5	Die versteckten Herausforderungen des Trainingsdatensatzes	186
10.2.6	Änderungen in der Konfiguration und Auslöser des erneuten Trainings	189
10.2.7	Das Blackbox-Problem	190
10.2.8	Das Vorhersagen von Fehlermodi	190
10.2.9	Schwingungsüberwachung und aggregierte Fehlerdatenbanken	191
10.2.10	Die Anwendung digitaler Zwillinge für das Training von KI	193
	Literaturverzeichnis	194
11	Künstliche Intelligenz und datengetriebene Entscheidungsfindung im Chemiekonzern	195
	<i>Dr. Yves Gorat Stommel</i>	
11.1	Künstliche Intelligenz (KI) und ihre unternehmerische Relevanz	195
11.2	Die Relevanz von KI für das Chemieunternehmen	197
11.2.1	KI als Teil eines Arbeitsprozesses	198
11.2.2	Praxis-Beispiel 1: Neuproduktentwicklung im Formmassen-Bereich	198
11.2.3	KI als Teil oder Befähiger eines Produktes	199
11.2.4	Praxis-Beispiel 2: Digitaler Assistent für die Farb- und Lackindustrie	199
11.2.5	KI als Befähiger eines Geschäftsmodells	200
11.2.6	Praxis-Beispiel 3: Precision Livestock Farming (PLF)	200
11.2.7	Inkrementelle und disruptive Auswirkungen der KI	201
11.3	Von der Einzelanwendung zur konzernweiten Nutzung von Daten und KI	201
11.3.1	KI als Breitentechnologie und -kompetenz	201
11.3.2	Erfassung des momentanen Entwicklungsstandes und des Zielbildes	202
11.3.3	Eine konzernübergreifende Strategie für Datennutzung inklusive KI	203
11.3.4	KI für die Belegschaft, am Beispiel von Angeboten bei Evonik	205
11.4	Zusammenfassung	208
11.5	Abkürzungsverzeichnis	209
	Literaturverzeichnis	209
12	WACKER Digital – Transformation eines traditionellen Chemieunternehmens zu einem datenbasierten Konzern	213
	<i>Nadine Baumgartl, Jörg Krey und Dirk Ramhorst</i>	
12.1	Wacker Chemie AG: Partner, Impulsgeber und Innovator	213
12.2	Digitalisierung bei WACKER: das Programm WACKER Digital	214
12.2.1	Ein Programm als Katalysator	214
12.2.2	Digitalisierung als Chance und Herausforderung	214
12.2.3	Aufbau von WACKER Digital	215
12.2.4	Roadmaps, Ideengenerierung und Leuchtturmprojekte	216
12.2.5	Für innovative Ansätze begeistern: Agilität und Business Model Innovation (BMI)	216
12.3	WACKER Digital Frontend	217
12.3.1	Neues Portal für Kundenmarketing: Digital Market Communication	217
12.3.2	Am Puls der Kunden: Digital Commerce	218

12.4	Fallbeispiel digitales Kundenmanagement	218
12.4.1	Hohe Anforderungen: die Wahl des richtigen Systems	218
12.4.2	Einführung im Big Bang	219
12.4.3	Schnelle Angebotserstellung und digitales Preismanagement	219
12.4.4	Optimaler Kundenservice	219
12.5	WACKER Digital in Operations	220
12.5.1	Spezifische Themencluster entlang der Wertschöpfungskette	220
12.5.2	Fokus Produktivitätsmanagement	221
12.6	Fallbeispiel Advanced Process Control (APC)	221
12.6.1	APC – Prinzip und Vorteile	221
12.6.2	APC in der Anwendung	222
12.7	Fallbeispiel Logistik Control Tower (LCT): globale Logistikketten transparent machen	224
12.7.1	Projektstart und erste Ergebnisse	224
12.7.2	Klare Zielvorgabe und Ausbau des LCT	225
12.7.3	Was hat WACKER durch die Einführung des LCT erreicht?	225
12.8	Fallbeispiel Digital Worker – weg vom Papier, hin zu mobilen Anwendungen	226
12.8.1	Auf dem Weg zum papierlosen Unternehmen	227
12.8.2	Ziel: Produktivität, Sicherheit und Wissenstransfer optimieren	227
12.8.3	Mehrstufiger Projektaufbau	227
12.8.4	Die IT-Grundlagen schaffen	228
12.8.5	Überzeugungsarbeit leisten	228
12.9	WACKER Digital Foundation	229
12.9.1	Den digitalen Wandel begleiten: Transformation und Communication	229
12.9.2	Neue Formen der Zusammenarbeit: Digital Workplace	231
12.9.3	Die Basis muss stimmen: Prerequisites und Enabler	231
12.10	Fallbeispiel KI und Datenanalytik	232
12.10.1	Der Mensch muss die Vorarbeit leisten	232
12.10.2	KI in der Chemie: ausgezeichnete digitale Grundlagen	232
12.11	Fallbeispiel Silicon Valley Challenge (SVC): ein Blick über den Tellerrand	233
12.11.1	Hohe Resonanz und Kreativität	233
12.11.2	Vielversprechende Ideen	234
12.11.3	Neue Impulse im Unternehmen	234
12.12	Zusammenfassung und Fazit	235
12.12.1	Erfolgsfaktoren	235
12.12.2	Hürden, Herausforderungen, Lessons Learned	236
12.12.3	Sichtbare Erfolge: digital denken, erfolgreich bleiben	236

XII | Inhaltsverzeichnis**Teil III Digitale Transformation in der chemischen Industrie 239**

- 13 Betriebliche Medienwerkstätten als Enabler der digitalen Transformation 241**
Holger Hamann, Dr. Frank Hees, Prof. Dr. Ingrid Isenhardt und Dr. Nina Schiffeler
- 13.1 Einleitung: Konzept der Medienwerkstatt als medienkompetenzsteigernde Maßnahme 241
- 13.2 Ziel und Ausgestaltung der Medienwerkstatt 242
- 13.2.1 Station 1: Peer Learning Space 244
- 13.2.2 Station 2: (Online-)Wissensmanagement 244
- 13.2.3 Station 3: AR-Kollaboration 245
- 13.2.4 Station 4: AR-Instruktion 245
- 13.2.5 Station 5: VR-Umgebung 246
- 13.3 Voraussetzungen und Erfolgsfaktoren zur Implementierung von Medienwerkstätten 247
- 13.4 Darstellung konkreter Use Cases aus vor- und nachgelagerten Industrien 249
- 13.5 Lessons Learned zur Implementierung und Nutzen von Medienwerkstätten 251
- 13.6 Ableitung von Empfehlungen und Transferpotenzialen für Unternehmen der chemischen Industrie 254
- 13.7 Fazit und Ausblick 255
Literaturverzeichnis 256
- 14 Agile Teams als organisatorische Innovation beim Betrieb chemischer Anlagen 257**
Gerhard Kullmann
- 14.1 Der Wandel als Treiber der Innovation 257
- 14.2 Leitideen für Agiles Arbeiten in der Praxis 259
- 14.2.1 Transparenz 260
- 14.2.2 Zeitnahes Feedback 261
- 14.2.3 Selbstorganisation 262
- 14.2.4 Kundenverbindung 262
- 14.2.5 Sprint Goals 264
- 14.2.6 Commitment 264
- 14.2.7 Fokussierung 265
- 14.3 Die praktische Anwendung 266
- 14.3.1 Ausgangssituation 266
- 14.3.2 Die agilen Anlagenteams – das Konzept 267
- 14.3.3 Regelkommunikation in den agilen Teams 268
- 14.3.4 Agil arbeiten wird agil eingeführt 269
- 14.4 Die Effekte des Agilen Arbeitens 270
- 14.5 Ausblick und Fazit 271
- 15 SAP SE – mit IT zum intelligenten Chemieunternehmen 273**
Christian Boos und Dr. Marko Lange
- 15.1 Eine traditionelle Industrie wird digital 273

- 15.2 Die neuen technischen Möglichkeiten moderner betriebswirtschaftlicher Anwendungssoftware 275
- 15.3 Softwareanwendungsbeispiele für Industrie 4.0 in der chemischen Industrie 277
 - 15.3.1 IT-Bausteine für das digitale Chemieunternehmen 277
 - 15.3.2 Das intelligente Labor 279
 - 15.3.3 Die digitale Fabrik 279
 - 15.3.4 Adaptive Logistik 280
 - 15.3.5 Moderne Kundeninteraktion 280
 - 15.3.6 Integration von Front- und Backoffice 281
- 15.4 Digitalisierung als Schlüssel zum Erfolg für mehr Nachhaltigkeit in Chemieunternehmen 282
 - 15.4.1 Transparenz erzeugen 284
 - 15.4.2 Potenziale erkennen und bewerten 286
 - 15.4.3 Optimierung durchführen 286
 - 15.4.4 Mit Blockchain die Nachhaltigkeit von Rohmaterialien transparent machen 287
 - 15.4.5 Geschäftsanalytik und maschinelles Lernen als Treiber der innerbetrieblichen Nachhaltigkeit 287
 - 15.4.6 Nachhaltiges Finanzmanagement 288
 - 15.4.7 QuartaVista – ein datengetriebener Ansatz, um Anreize für ein nachhaltiges Handeln zu schaffen und zu belohnen 288
- 15.5 Mögliche Umsetzungsschritte 289
 - Literaturverzeichnis 290

- 16 Digitalisierung ist kompliziert. Die Transformation dorthin aber hochkomplex 293**
Michael Meinecke und Andreas Rechel
 - 16.1 Einführung in die Systemtheorie 293
 - 16.2 Besonderheiten der digitalen Transformation 296
 - 16.3 Digitale Transformation der chemischen Industrie 298
 - 16.4 Tipps zum Gelingen von Transformationsprozessen 300
 - 16.5 Persönliche Standortbestimmung 305
 - Literaturverzeichnis 306

- 17 Zusammenarbeit mit Start-ups als Innovationstreiber für die chemische Industrie 307**
Dr. Frank Funke, Stefan Kohl und Marco R. Majer
 - 17.1 Einleitung: Notwendigkeit externer Innovation 307
 - 17.2 Gründe für die Zusammenarbeit mit Start-ups 309
 - 17.3 Herausforderungen bei der Zusammenarbeit mit Start-ups 309
 - 17.4 Mögliche Formen zur Zusammenarbeit mit Start-ups 311
 - 17.5 Digitalisierung als Katalysator für die Zusammenarbeit mit Start-ups 314
 - 17.6 Besonderheiten mittelständischer Unternehmen 316
 - 17.7 Intermediäre zwischen Start-ups und etablierten Unternehmen 317
 - 17.8 Learnings und Handlungsempfehlungen 318
 - 17.9 Fazit und Ausblick 320
 - Literaturverzeichnis 321

XIV | Inhaltsverzeichnis

- 18 Erfolgreich durch digitale Netzwerk-Kompetenz: Praxis-Tipps für Aufbau und Pflege digitaler Netzwerke 323**
Dr. Holger Bengs und Tobias Kirchhoff
- 18.1 Netzwerken ist unsere neue Lebensversicherung 323
 - 18.1.1 Fallstudie 1: informelles digitales Netzwerken 325
 - 18.2 Vorteile des digitalen Netzwerkers 325
 - 18.3 Individuelle und organisatorische Kompetenzen 326
 - 18.4 Tipps zum persönlichen digitalen Netzwerken 327
 - 18.4.1 Fallstudie 2: disziplinenübergreifende Fachdiskussionen 328
 - 18.5 Neue Formate zur Zusammenarbeit 329
 - 18.5.1 Fallstudie 3: kooperative Wertschöpfung 330
 - 18.6 Zukunftsperspektiven der digitalen Zusammenarbeit in Netzwerken 331
 - 18.7 Hilfreiche Entscheidungsfragen für digitales Netzwerken 333
 - 18.8 Netzwerke für die Digitalisierung 334
 - 18.9 Customer Relationship Management (CRM) – digitale Organisation von Netzwerken 336
 - 18.10 Fazit 336
Literaturverzeichnis 337
- 19 Fokus in der Umsetzung durch ein digitales Zielbild 339**
Clara Hiemer, Prof. Dr. Carsten Suntrop und Dr. Thomas Wagner
- 19.1 Bedeutung und Struktur des digitalen Zielbilds 339
 - 19.2 Voraussetzungen für das digitale Zielbild 343
 - 19.2.1 Trends in der Chemie und Digitalisierung 343
 - 19.2.2 Externe Lösungen der Digitalisierung 343
 - 19.3 Interne Ideen zur Digitalisierung 348
 - 19.4 Digitaler Zweck 350
 - 19.5 Entwicklung digitaler Ziele 354
 - 19.6 Digitalisierungs-Roadmap 357
 - 19.7 Digitalisierungs-Enabler 360
 - 19.8 Digitale Organisation 366
 - 19.9 Fazit: Zusammenfassung, Learnings und Ausblick 372
Literaturverzeichnis 373
- Autorenverzeichnis 375**
- Stichwortverzeichnis 391**