

Kurt Matyas

Instandhaltungs- logistik

Qualität und Produktivität steigern

9., aktualisierte Auflage

HANSER

Matyas
Instandhaltungslogistik



Ihr Plus – digitale Zusatzinhalte!

Auf plus.hanser-fachbuch.de gibt es kostenloses Zusatzmaterial zu diesem Buch. Den Zugangscode finden Sie am Ende des Werkes.

Kurt Matyas

Instandhaltungslogistik

Qualität und Produktivität steigern

9., aktualisierte Auflage

HANSER



Print-ISBN: 978-3-446-48403-0

E-Book-ISBN: 978-3-446-48458-0

Die allgemein verwendeten Personenbezeichnungen gelten gleichermaßen für alle Geschlechter.

Alle in diesem Werk enthaltenen Informationen, Verfahren und Darstellungen wurden zum Zeitpunkt der Veröffentlichung nach bestem Wissen zusammengestellt. Dennoch sind Fehler nicht ganz auszuschließen. Aus diesem Grund sind die im vorliegenden Werk enthaltenen Informationen für Autor:innen, Herausgeber:innen und Verlag mit keiner Verpflichtung oder Garantie irgendeiner Art verbunden. Autor:innen, Herausgeber:innen und Verlag übernehmen infolgedessen keine Verantwortung und werden keine daraus folgende oder sonstige Haftung übernehmen, die auf irgendeine Weise aus der Benutzung dieser Informationen – oder Teilen davon – entsteht. Ebenso wenig übernehmen Autor:innen, Herausgeber:innen und Verlag die Gewähr dafür, dass die beschriebenen Verfahren usw. frei von Schutzrechten Dritter sind. Die Wiedergabe von Gebrauchsnamen, Handelsnamen, Warenbezeichnungen usw. in diesem Werk berechtigt also auch ohne besondere Kennzeichnung nicht zu der Annahme, dass solche Namen im Sinne der Warenzeichen- und Markenschutz-Gesetzgebung als frei zu betrachten wären und daher von jedermann benutzt werden dürften.

Die endgültige Entscheidung über die Eignung der Informationen für die vorgesehene Verwendung in einer bestimmten Anwendung liegt in der alleinigen Verantwortung des Nutzers.

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek:

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

Dieses Werk ist urheberrechtlich geschützt.

Alle Rechte, auch die der Übersetzung, des Nachdruckes und der Vervielfältigung des Werkes, oder Teilen daraus, vorbehalten. Kein Teil des Werkes darf ohne schriftliche Einwilligung des Verlages in irgendeiner Form (Fotokopie, Mikrofilm oder einem anderen Verfahren), auch nicht für Zwecke der Unterrichtsgestaltung – mit Ausnahme der in den §§ 53, 54 UrhG genannten Sonderfälle –, reproduziert oder unter Verwendung elektronischer Systeme verarbeitet, vervielfältigt oder verbreitet werden.

Wir behalten uns auch eine Nutzung des Werks für Zwecke des Text und Data Mining nach § 44b UrhG ausdrücklich vor.

© 2026 Carl Hanser Verlag GmbH & Co. KG, München
Vilshofener Straße 10 | 81679 München | info@hanser.de
www.hanser-fachbuch.de
Herstellung: Liese Richter
Covergestaltung: Thomas West
Titelmotiv: © istockphoto.com/zssp
Satz: Eberl & Koesel Studio, Kempten
Druck: CPI Books GmbH, Leck
Printed in Germany

Inhalt

Vorwort zur 9. Auflage	VII
1 Logistik	1
1.1 Begriffsabgrenzung und Geschichte.	1
1.2 Logistik als interdisziplinäre Querschnittsfunktion und Schlüsselfaktor für nachhaltige Entwicklung	2
1.3 Kreislaufwirtschaft im Zusammenspiel von Logistik und Instandhaltung	4
1.4 Funktionsbereiche der Logistik.	5
1.5 Logistik und Instandhaltung	7
1.6 Logistikkosten	11
1.6.1 Gesamtkostendenken in der Logistik.	11
1.6.2 Zielkonflikt	12
1.7 Supply Chain Management.	13
1.7.1 Traditionelle Supply Chain	14
1.7.2 Integrierte Supply Chain	14
1.7.2.1 Partnerschaftliche, unternehmensübergreifende Kooperation	16
1.7.2.2 Re-Design der Kernprozesse.	16
1.7.2.3 IT-System.	17
1.7.3 Supply Chain vs. Supply Network	17
1.7.4 Logistik-Prozessentwicklung anhand von Referenzmodellen am Beispiel des SCOR-Modells	18
1.7.4.1 Aufbau des SCOR-Modells	19

1.7.4.2	Prozesstypen im SCOR-Modell	20
1.7.4.3	Prozessebenen	22
1.7.4.4	Fazit	24
1.8	Der Weg zu nachhaltigen Supply Chains durch das „Physical Internet“ ..	25
2	Instandhaltung	27
2.1	Kosten und Nutzen der Instandhaltung	27
2.2	Instandhaltung im Wandel	29
2.3	Ziele der Instandhaltung	32
2.4	Begriffe der Instandhaltung	33
2.4.1	Inspektion	35
2.4.2	Wartung	38
2.4.3	Instandsetzung	39
2.4.4	Verbesserung	40
2.5	Ausfallrate	42
2.5.1	Badewannenkurve	42
2.5.2	Ausfallrate bei komplexen Anlagen	43
2.5.3	Ausfallursachen	45
2.6	Kostenminimierung durch Instandhaltung	48
2.6.1	Bestimmung der optimalen Instandhaltungsintensität	49
2.6.2	Berücksichtigung der Instandhaltungskosten beim Anlagenkauf	49
2.6.3	Ermittlung und Budgetierung des Instandhaltungsaufwands	50
2.6.4	Produktionsausfallkosten	52
2.6.5	Ermittlung der Eigeninstandhaltungskosten mithilfe der Prozesskostenrechnung	54
2.6.5.1	Grundlagen der Prozesskostenrechnung	54
2.6.5.2	Vorteile der Prozesskostenrechnung	56
2.6.6	Ermittlung und Darstellung der Instandhaltungsprozesse	57
2.6.6.1	Grundgedanken zur Prozessorientierung	57
2.6.6.2	Merkmale eines Prozesses	57
2.6.6.3	Darstellungsformen von Prozessen	58
2.6.6.4	Vorgangsweise bei der Prozessdefinition	59
2.6.6.5	Ermittlung der Prozesszeiten	60
2.6.6.6	Prozesskosten als Basis für Verbesserungen oder Outsourcing-Entscheidungen	61

3	Instandhaltungsmanagement	63
3.1	Organisation der Instandhaltung	63
3.1.1	Aufbauorganisation der Instandhaltung	64
3.1.1.1	Linienorganisation	65
3.1.1.2	Stab-Linienorganisation	65
3.1.1.3	Matrix-Organisation	66
3.1.1.4	Kombination der Organisationsformen	67
3.1.2	Prozessorientiertes Instandhaltungsmanagement	67
3.1.2.1	Prozessorientierung und Prozessmanagement	67
3.1.2.2	Prozessorientiertes Anlagen- und Instandhaltungsmanagement	70
3.1.3	Ablauforganisation	71
3.2	Die Organisation der Instandhaltung im Wandel	73
3.3	Zentrale/Dezentrale Instandhaltung	75
3.4	Outsourcing oder Re-Insourcing?	76
3.4.1	Outsourcing in der Instandhaltung	76
3.4.2	Gründe für das Outsourcing von Instandhaltungstätigkeiten	78
3.4.3	Voraussetzungen im eigenen Unternehmen	79
3.4.4	Mögliche Risiken durch das Outsourcing	79
3.4.5	Kriterien für die Auswahl von Dienstleistungsunternehmen	80
3.4.6	Durchführung eines Instandhaltungs-Outsourcingprojekts	81
3.5	Make-or-Buy? Ermittlung der Kerneigenleistungstiefe der Instandhaltung	81
3.5.1	Konzentration auf Kernkompetenzen	81
3.5.2	Verfahrensbeschreibung	83
3.5.2.1	Verfahrensziel	83
3.5.2.2	Erster Schritt: Erfassung der Rahmenbedingungen	84
3.5.2.3	Zweiter Schritt: Erfassung eines unternehmensspezifischen Anforderungsprofils	84
3.5.2.4	Darstellung möglicher Leistungsklassen und Bestimmung der sicheren Fremdleistung	85
3.5.2.5	Dritter Schritt: Bestimmung des Leistungsindex	86
3.5.2.6	Vierter Schritt: Bestimmung des Anlagenindex	88

3.5.2.7	Fünfter Schritt: Bestimmung der Kerneigenleistungstiefe: Einordnung der Einzelleistungen je Anlage und Visualisierung im Portfolio.....	89
3.5.3	Zusammenfassung und Ausblick	91
3.6	Zusammenarbeit mit Dienstleistern – Instandhaltungsnetzwerke.....	92
4	Kennzahlen und Controlling in der Instandhaltung	95
4.1	Kennzahlen in der Instandhaltung.....	95
4.1.1	Nutzen und Gefahren der Kennzahlenanwendung.....	95
4.1.2	Von Kennzahlen zu Kennzahlensystemen	96
4.1.3	Kategorien von Kennzahlen in der Instandhaltung.....	97
4.2	Die Balanced Scorecard in der Instandhaltung.....	101
4.3	Instandhaltungs-Controlling	103
4.3.1	Instandhaltungs-Controlling-System	103
4.3.2	Fehlerquellen.....	104
4.3.3	Erstellung von Instandhaltungsbudgets	104
4.4	Benchmarking in der Instandhaltung.....	106
4.4.1	Was ist Benchmarking?.....	106
4.4.2	Benchmarking-Definitionen.....	107
4.4.3	Arten des Benchmarking.....	108
4.4.4	Allgemeine Vorgangsweise beim Benchmarking	109
4.4.5	Benchmarking-Projekt in der Instandhaltung.....	112
5	Instandhaltungsstrategien	117
5.1	Instandhaltung als „Verteidigungssystem gegen Schäden“.....	117
5.2	Arten von Instandhaltungsstrategien	118
5.3	Ausfallbehebung.....	119
5.4	Zeitgesteuerte periodische Instandhaltung	120
5.4.1	Mittlere Zeit zwischen zwei Schäden (Mean Time Between Failures – MTBF)	121
5.4.2	Streuung der Nutzungsdauer.....	122
5.4.3	Schadensdokumentation.....	122
5.4.4	Unzureichende statistische Erfahrung	122
5.5	Zustandsorientierte Instandhaltung	123
5.5.1	Condition Monitoring (Zustandsüberwachung)	126
5.5.1.1	Zustandsüberwachung durch den Menschen	126

5.5.1.2	Condition Monitoring mit Sensoren.....	127
5.5.1.3	Online- und Offline-Überwachung	128
5.5.1.4	Einflussgrößen auf den Anlagenzustand	128
5.5.2	Einführung eines Condition-Monitoring-Systems.....	129
5.5.3	Techniken für die Zustandsüberwachung	131
5.5.4	Ferndiagnose von Werkzeugmaschinen.....	133
5.5.4.1	Ferndiagnose und Ferninstandhaltung	133
5.5.4.2	Videodiagnose in der Instandhaltung	134
5.6	Vorausschauende Instandhaltung	135
5.7	Instandhaltung 4.0 – „Smart Maintenance“	136
5.7.1	Industrie 4.0	136
5.7.2	Mit „Smart Maintenance“ zur antizipativen Qualitäts- und Instandhaltungsplanung.....	138
5.7.3	Unterstützung durch Data Mining	141
5.7.4	Nutzen der „Smart Maintenance“.....	141
5.8	Welche Strategie ist die richtige? – Methode der risikoorientierten Strategieauswahl.....	142
5.8.1	Rahmenbedingungen.....	142
5.8.2	5-Schritte-Analyse der Anlagen.....	143
5.8.3	Schritt 1: Vergleich der Anforderungen an die Anlage mit den möglichen Leistungen	145
5.8.4	Schritt 2: Klassifizierung kritischer Anlagen durch Bewertung der Ausfallwirkungen (Wertstromfokus)	146
5.8.5	Schritt 3: Erfassung der Schadensmöglichkeiten an den kritischen Anlagen	148
5.8.6	Schritt 4: Risikobewertung der kritischen Anlagen – Quantifizierung der Ausfallwirkungen durch Berechnung des Risikos mittels der SMEA.....	149
5.8.6.1	Definition des Begriffs Risiko	149
5.8.6.2	Abschätzung der Eintrittswahrscheinlichkeit	150
5.8.6.3	Systematisches Durchführen einer Risikoanalyse	150
5.8.6.4	SMEA (Schadensmöglichkeits- und Einflussanalyse) zur risikobasierten Strategieauswahl	153
5.8.7	Schritt 5: Systematische Verringerung des Risikos durch richtige Strategieauswahl.....	154
5.8.8	Ausblick.....	155

6	Instandhaltungslogistik	157
6.1	Verknüpfung der Logistik- und Instandhaltungsprozesse	157
6.2	Aufgaben und Ziele der Instandhaltungslogistik	159
6.3	Ersatzteilbewirtschaftung zur Verfügbarkeitssicherung	161
6.3.1	Ersatzteilorganisation als Querschnittsfunktion zwischen Logistik und Instandhaltung	161
6.3.2	Aufgaben und Ziele der Ersatzteilbewirtschaftung	162
6.3.3	Ersatzteilmanagement	163
6.3.4	Definitionen	164
6.3.5	Ersatzteilauswahl	164
6.3.6	Vorgangsweise für eine effiziente Ersatzteilbewirtschaftung beim Abnehmer	166
6.3.7	Unternehmensmodelle der Ersatzteillogistik	167
6.3.8	Arten der Ersatzteilbevorratung	167
6.4	Dimensionierung der Ersatzteillager	170
6.4.1	Ersatzteilbedarfsermittlung	170
6.4.2	Instrumente zur Bestandsführung	170
6.4.2.1	ABC-Analyse	171
6.4.2.2	XYZ-Analyse	172
6.4.2.3	Kombination von XYZ-Analyse und ABC-Analyse	172
6.4.3	Komponenten des Lagerbestands	173
6.4.4	Lagerkennzahlen und -begriffe	174
6.4.5	Lagerdurchlaufdiagramm.	175
6.4.6	Gesamtkosten der Lagerhaltung	177
6.4.6.1	Beschaffungskosten	177
6.4.6.2	Lagerkosten	177
6.4.6.3	Fehlmengenkosten	178
6.4.7	Stochastisches Modell – Lagerhaltungsstrategien	179
6.4.7.1	Strategien mit Bestellbestand.	179
6.4.7.2	Strategien mit Bestellzyklus	180
7	Lean Maintenance	181
7.1	„Lean Production“ als Zustand	181
7.1.1	Grundlagen	181
7.1.2	Vermeidung von Verschwendung	182
7.2	Wie wird meine Instandhaltung „lean“?.	183

7.3	Verschwendung in der Instandhaltung.....	184
7.3.1	Interpretation der sieben Arten der Verschwendung im Instandhaltungsbereich	185
7.3.2	„Lean Thinking“ im Instandhaltungsbereich.....	187
7.4	Standardisierung von Instandhaltungsprozessen	188
7.4.1	Instandhaltung in acht Schritten.....	188
7.4.2	Vorteile der Standardisierung	192
7.5	Optimierung der Instandhaltungsprozesse durch Wertstromdesign	192
7.5.1	Auswahl des Wertstroms.....	193
7.5.2	Zeichnung des Ist-Zustands	194
7.5.3	Vorgehensweise bei der Zeichnung des Soll-Zustands.....	200
7.5.4	Umsetzungsprojekte.....	201
7.6	Vorteile des Wertstromdesigns für Instandhaltungsprozesse	201
8	Total Productive Management (TPM).....	203
8.1	Von Total Productive Maintenance zu Total Productive Management	203
8.1.1	Definition und Kennzeichen.....	203
8.1.2	Geschichte von TPM.....	204
8.1.3	Der TPM-Award.....	205
8.2	Erhöhung der Gesamtanlageneffizienz (OEE-Analyse)	206
8.2.1	Die sechs großen Verluste.....	206
8.2.2	Erkennen von Verlusten – grafische Aufbereitung der OEE.....	207
8.2.3	Wie beeinflusst man die OEE positiv?	211
8.3	Säulen und Leitlinien von TPM.....	213
8.3.1	Säule 1: Beseitigung von Schwerpunktproblemen – Anlagenmanagement.....	214
8.3.2	Säule 2: Autonome Instandhaltung.....	215
8.3.3	Säule 3: Geplantes Instandhaltungsprogramm	217
8.3.4	Säule 4: Instandhaltungsprävention	218
8.3.5	Säule 5: Schulung und Training.....	218
8.4	Einführung und Organisation von TPM	219
8.4.1	Die vier Phasen der TPM-Einführung	219
8.4.2	TPM auf der Managementseite	221
8.4.3	TPM auf der Maschinenarbeitsseite – die sechs Schritte zu TPM	224
8.4.4	TPM auf der Anlagenseite.....	230
8.5	Auswirkungen von TPM	231

9 Weitere Methoden zur Erhöhung von Produktivität und Anlagenverfügbarkeit. 233

9.1 Erhöhung der Anlagenverfügbarkeit durch Rüstzeitminimierung 233

9.1.1 Grundsätzliche Vorgangsweise beim Rüsten 233

9.1.2 Was ist SMED? 234

9.1.3 Einführung von SMED 235

9.2 Konstruktion und Instandhaltung 239

9.2.1 Die Bedeutung der Konstruktion für die Instandhaltung 239

9.2.2 Instandhaltungsarme Konstruktion 239

9.2.3 Instandhaltungsgerechte Konstruktion 241

9.2.4 Berücksichtigung der Lebenszykluskosten 242

9.2.5 Simultaneous Engineering 244

10 Qualitäts- und Prozessmanagement – der Weg zur Excellence 247

10.1 Qualitätsmanagement und Instandhaltung 247

10.2 Der Begriff „Qualität“ 249

10.3 Qualitätsmanagement 250

10.4 Aufbau und Weiterentwicklung eines QM-Systems – die ISO-9000-Normreihe 251

10.4.1 Entwicklung der ISO 9000 ff. 252

10.4.2 High-Level-Structure (HLS)/Harmonized Structure (HS) 253

10.5 Die DIN EN ISO 9001 253

10.5.1 Grundprinzipien und Aufbau der Norm 253

10.5.2 Prozessorientierter Ansatz 254

10.5.3 PDCA-Zyklus 254

10.5.4 Das QM-System und seine Prozesse 256

10.5.5 Kontext der Organisation im QM-System (Normabschnitt 4) 256

10.5.6 Führung und Planung (Normabschnitte 5 und 6) 257

10.5.7 Unterstützung (Normabschnitt 7) 257

10.5.8 Dokumentierte Information 258

10.5.9 Betrieb (Normabschnitt 8) 258

10.5.10 Bewertung der Leistung und Verbesserung (Normabschnitte 9 und 10) 258

10.6 Geplante Revision der ISO 9001:2015 259

10.7	Bedeutung der IATF 16949:2016 für die Instandhaltung.....	260
10.8	Prozessmanagement	261
10.8.1	Was ist ein Prozess?	261
10.8.2	Prozessmanagementsystem	262
10.8.3	Prozess-Lifecycle – Lebensweg eines Prozesses	263
10.9	Total Quality Management – TQM.....	265
10.10	Excellence: Das EFQM-Modell	267
10.10.1	Begriffsbestimmungen.....	267
10.10.2	Entstehung und Entwicklung des EFQM-Modells.....	268
10.10.3	Grundprinzipien und Philosophie	268
10.10.4	Struktur des EFQM-Modells	268
10.10.5	Schwerpunkte im EFQM-Modell	270
10.10.6	Die RADAR-Logik des EFQM-Modells.....	271
10.10.7	Vergleich des EFQM-Modells mit der ISO 9000 ff.	275
10.10.8	Zusammenfassung	276
11	Abnahme und Qualifikation von Fertigungseinrichtungen ...	277
11.1	Einleitung	277
11.2	Geometrische Prüfverfahren	278
11.2.1	Geradheit.....	279
11.2.2	Ebenheit	279
11.2.3	Parallelität und Rechtwinkligkeit von Führungen und Achsen....	280
11.2.4	Rundlauf	280
11.2.5	Spezialprüfungen	280
11.3	Prüfverfahren mit Musterwerkstücken	281
11.4	Fähigkeitsuntersuchungen.....	282
11.4.1	Was bedeuten Maschinenfähigkeit und Prozessfähigkeit?.....	282
11.4.1.1	Maschinenfähigkeit	283
11.4.1.2	Prozessfähigkeit.....	283
11.4.1.3	Fähigkeitsindizes.....	284
11.4.1.4	Vorgangsweise für Fähigkeitsuntersuchungen	285
11.4.2	Gültigkeit und Einflussgrößen der Fähigkeitsuntersuchungen....	287
11.5	Maßnahmen zur Erhöhung der Maschinenfähigkeit und der Prozessfähigkeit	288
11.6	Zusammenfassung	289

- 12 Digitale und nachhaltige Transformation in der Instandhaltung 291**
 - 12.1 Innovative Trends und Technologien 291
 - 12.1.1 Überblick zu aktuellen Trends in der Instandhaltung..... 291
 - 12.1.2 Industrial Internet of Things (IoT) 294
 - 12.1.3 Mixed & Virtual Augmented Reality 297
 - 12.1.4 Digital Twin in der Instandhaltung 309
 - 12.1.5 Datengetriebene Instandhaltungsplanung..... 312
 - 12.1.6 Digitale Geschäftsmodelle und Innovative Servicekonzepte 316
 - 12.2 Knowledge-based Maintenance..... 319
 - 12.2.1 Charakteristik der Problemlösung in der Instandhaltung:
 Der Rubik’s Würfel der Instandhaltung 320
 - 12.2.2 Wissensgenerierung aus Big Data: Sind Daten das Öl der Zukunft? 322
 - 12.2.3 Instandhaltung vor dem Hintergrund der Industrie 4.0:
 Ist die Öl-Gewinnung ausreichend? 325
 - 12.2.4 Wissensbasierte Instandhaltung: Anforderungen an die
 Instandhaltung der Zukunft..... 328
 - 12.2.5 Präskriptives Instandhaltungsmodell (PriMa)..... 332
 - 12.2.6 Text Mining in der wissensbasierten Instandhaltung 335
 - 12.2.7 Anwendungsbeispiel für Knowledge-based Maintenance in der
 industriellen Praxis 339
 - 12.2.7.1 Problemstellung und Methodisches Vorgehen 339
 - 12.2.7.2 Anforderungsspezifikation und Definition des
 Prognoseproblems 340
 - 12.2.7.3 Bereitstellung und Harmonisierung der Daten..... 341
 - 12.2.7.4 Explorative Daten- und Korrelationsanalyse 342
 - 12.2.7.5 Modellierung und Evaluierung des Prognosemodells 343
 - 12.2.7.6 Überführen der Prognoseergebnisse in die
 Instandhaltungsplanung..... 345
 - 12.2.7.7 Tools und Werkzeuge zur Anwendung von maschinellen
 Lernalgorithmen im Bereich Instandhaltung 346
 - 12.2.7.8 Wissensbasierte Instandhaltung von U-Bahnen 346
 - 12.2.8 Zukünftige Herausforderungen der wissensbasierten
 Instandhaltung 353

12.3 Nachhaltige Instandhaltung: Strategie und Technologien 354

12.3.1 Nachhaltige Instandhaltung: Definition und Abgrenzung 354

12.3.2 Technologietreiber für eine nachhaltige Instandhaltung..... 355

12.3.3 Nachhaltigkeitskennzahlen für die Instandhaltung..... 357

13 Verzeichnisse 363

13.1 Glossar 363

13.2 Literaturverzeichnis..... 364

14 Autor 373

Index..... 377

Vorwort zur 9. Auflage

Die 9. Auflage zeigt, die Nachfrage nach dem Buch „Instandhaltungslogistik“ ist auch mehr als 25 Jahre nach der Erstauflage von 1999 ungebrochen hoch. Und die Leitgedanken – Qualität steigern, Produktivität sichern und Innovation vorantreiben – sind heute aktueller denn je.

Die letzten Jahre haben erneut verdeutlicht, wie stark geopolitische und gesellschaftliche Entwicklungen die Industrie beeinflussen. Nach der COVID-19-Pandemie prägen weiterhin Lieferkettenkrisen, geopolitische Spannungen – insbesondere durch den Krieg in der Ukraine – sowie die Folgen der Energie- und Klimakrise die wirtschaftliche Realität. Gleichzeitig wächst der Druck auf Unternehmen, Wettbewerbsfähigkeit und Resilienz mit den Zielen der Nachhaltigkeit und den Sustainable Development Goals (SDGs) in Einklang zu bringen.

Vor diesem Hintergrund wurden in dieser 9. Auflage zentrale inhaltliche Schwerpunkte erweitert und aktualisiert:

- neue wissenschaftliche Erkenntnisse in den Bereichen Industrial Data Science und Künstliche Intelligenz (KI), die heute praxistaugliche Werkzeuge für Prognose, Optimierung und Entscheidungsunterstützung in der Instandhaltung darstellen
- die Integration des Konzepts des Physical Internet in die Logistik, das Effizienzsteigerung und Ressourcenschonung verbindet und somit nicht nur ökonomische, sondern auch ökologische Vorteile bietet
- die Darstellung der aktuellen Normen im Qualitäts- und Instandhaltungsmanagement, einschließlich der neuesten Fassungen der ISO-9000-Reihe sowie des EFQM-Modells

Damit trägt dieses Buch dem Umstand Rechnung, dass moderne Instandhaltungslogistik nicht nur Kosten reduziert und Verfügbarkeit erhöht, sondern auch einen Bei-

trag zur Dekarbonisierung, zur Kreislaufwirtschaft und zur nachhaltigen Transformation der Industrie leisten muss.

Zielgruppen sind wie bisher Instandhaltungsleiter und -leiterinnen, Fach- und Führungskräfte in der Industrie sowie Studierende technischer und wirtschaftsnaher Studienrichtungen. Ihnen soll dieses Buch sowohl konkrete Methoden, Werkzeuge und Checklisten als auch einen wissenschaftlich fundierten Überblick über die Zusammenhänge von Instandhaltung, Logistik und Qualitätsmanagement vermitteln.

Mein besonderer Dank gilt meinen Kolleginnen und Kollegen im Forschungsteam, die mit ihren Projekten und Kooperationen mit der Industrie wesentliche Beiträge zu dieser Auflage geleistet haben. Hervorheben möchte ich insbesondere Prof. Fazel Ansari, Theresa Madreiter, Robert Glawar und Andreas Steiner, die ihre neuesten Forschungsergebnisse und Praxiserfahrungen in die Kapitel eingebracht haben.

Und wie in allen bisherigen Auflagen danke ich den wichtigsten Menschen in meinem Leben, meiner Frau Sabina, die mir seit vielen Jahren Halt und Inspiration gibt und mich in jeder Lebenslage unterstützt, sowie meinen Töchtern Nina und Marie.

Wien, Januar 2026

Kurt Matyas

1

Logistik

1.1 Begriffsabgrenzung und Geschichte

Der Begriff Logistik hat seinen Ursprung im Französischen (loger, „unterbringen“, „beherbergen“) und wurde ab etwa 1830 zunächst im militärischen Kontext verwendet, um die Planung und Umsetzung von Nachschub-, Transport- und Versorgungsvorgängen zu beschreiben [165]. Bereits im 18. und 19. Jahrhundert entwickelte sich daraus im Militär die Praxis, Truppen effizient mit Ressourcen zu versorgen [67]. Diese historische Funktion bildet den Kern dessen, was Logistik auch heute ausmacht: die sichere, wirtschaftliche und zeitgerechte Bereitstellung von Ressourcen.

Mit der Industrialisierung und insbesondere im 20. Jahrhundert verlagerte sich der Fokus der Logistik auf die Versorgung industrieller Produktionsprozesse. Der Begriff Business Logistics wurde in den 1950er-Jahren in den USA geprägt und bezog sich anfangs auf Transport-, Lager- und Umschlagstätigkeiten. Seit den 1970er-Jahren findet er auch im deutschsprachigen Raum Anwendung [165]. In den darauffolgenden Jahrzehnten entwickelte sich die Logistik zunehmend zu einem strategischen Wettbewerbsfaktor mit umfassender Steuerungsfunktion entlang der gesamten Wertschöpfungskette – einschließlich der Instandhaltungsprozesse, die entscheidend zur Verfügbarkeit und Effizienz technischer Systeme beitragen [77].

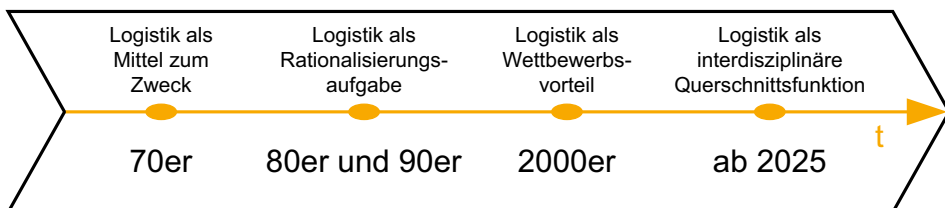


Bild 1.1 Schwerpunkte der europäischen Logistikentwicklung (nach [53])

In Bild 1.1 ist die zeitliche Entwicklung der Schwerpunkte der europäischen Logistik dargestellt. Noch in den 70er-Jahren wurde die Logistik unter geringer Beachtung als notwendiges Mittel zum Zweck des Warenverkaufs angesehen. Der im Laufe der Zeit steigende Rationalisierungsdruck hat in den 80er- und 90er-Jahren ein hohes Optimierungspotenzial im Logistikbereich zum Vorschein gebracht, wobei dieses häufig relativ leicht umzusetzen gewesen ist, wie beispielsweise eine Bestandssenkung. Auch der Trend zum Outsourcing von Transport- und Lageraktivitäten hat in dieser Zeit begonnen und ist heute State of the Art. Der wachsende Wettbewerb am Markt sowie steigende Kundenanforderungen haben die Suche nach Differenzierungsmöglichkeiten vom Wettbewerb mit sich gebracht. So ist es in den 2000er-Jahren unter anderem zur Entwicklung von innovativen Logistiksystemen gekommen [28].

1.2 Logistik als interdisziplinäre Querschnittsfunktion und Schlüsselfaktor für nachhaltige Entwicklung

Heute ist Logistik eine interdisziplinäre Querschnittsfunktion, die Material- und Informationsflüsse integriert, koordiniert und optimiert – vom Rohstoff bis zur Rückführung ausgedienter Komponenten im Sinne einer nachhaltigen Kreislaufwirtschaft. Ihr Beitrag zur Unternehmensleistung reicht weit über die operative Ebene hinaus und umfasst zunehmend auch digitale, ökologische und netzwerkbasierte Aspekte [163]. Besonders im Zusammenspiel mit der Instandhaltung wird deutlich, welches Potenzial in einer ganzheitlich integrierten Logistik liegt.

Die wirtschaftliche Entwicklung ist heute durch hohe Dynamik, Unsicherheit und zunehmende Komplexität gekennzeichnet. Globale Wertschöpfungsnetzwerke führen zu intensiviertem Wettbewerb, aber auch zu neuen Formen internationaler Kooperation. Unternehmen sehen sich mit verkürzten Innovationszyklen, steigenden Qualitätsanforderungen und einer wachsenden Nachfrage nach individueller, schneller und zugleich nachhaltiger Leistungserbringung konfrontiert. Hinzu kommen volatile Märkte und zunehmender Kostendruck, die nahezu alle Unternehmensbereiche betreffen.

Unter diesen Rahmenbedingungen gewinnen organisatorische Exzellenz, Flexibilität und kontinuierliche Innovationsfähigkeit entscheidende Bedeutung. Unternehmen orientieren sich zunehmend am Prinzip durchgängiger Flüsse, die nicht allein Material- und Warenströme umfassen, sondern auch Informations-, Finanz- und Energieflüsse sowie deren ökologische und soziale Implikationen. Das Ziel ist die Gestaltung effizienter, transparenter und ressourcenschonender Abläufe, die unnötige Reibungsverluste vermeiden und eine nachhaltige Wertschöpfung ermöglichen.

Damit einher geht ein Paradigmenwechsel von einem funktionsorientierten zu einem prozessorientierten Führungs- und Organisationsverständnis. Logistik wird nicht

mehr als rein operative Unterstützungsfunktion verstanden, sondern als interdisziplinäre Querschnittsfunktion, die Wertschöpfungsprozesse end-to-end integriert. Durch die Überwindung von Abteilungsgrenzen trägt sie zur Synchronisation von Prozessen, zur Erhöhung der Reaktionsfähigkeit sowie zur Stärkung der Innovations- und Transformationskraft von Unternehmen bei.

In dieser Rolle wird Logistik zu einem Schlüsselfaktor für nachhaltige Entwicklung: Sie verbindet Effizienzsteigerung mit ökologischer Verantwortung, schafft Transparenz für Konsumentinnen und Gesellschaft und bildet eine wesentliche Grundlage für resiliente, zukunftsfähige Wertschöpfungs-systeme. Damit trägt sie nicht nur zur Wettbewerbsfähigkeit einzelner Unternehmen bei, sondern leistet zugleich einen systemischen Beitrag zur Transformation hin zu einer gerechten und nachhaltigen Wirtschaft.

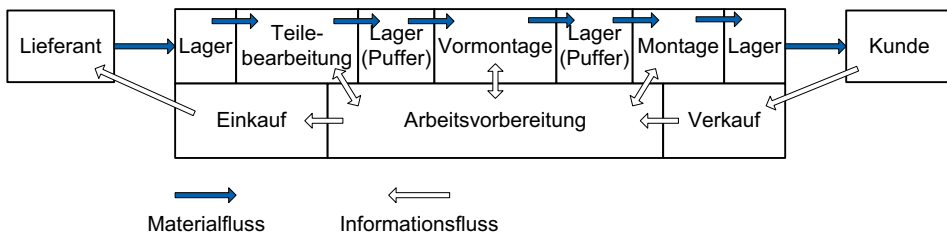


Bild 1.2 Wertschöpfungskette [58]

Bild 1.2 zeigt die prinzipiellen Verläufe des Material- und Informationsflusses durch einen Produktionsbetrieb. Als Wertschöpfungsprozess oder Wertschöpfungskette wird die betriebliche Leistungserstellung mit allen Funktionen vom Einkauf über die Entwicklung, Arbeitsvorbereitung und Produktion bis hin zum Verkauf verstanden.

In einem integrierten und kontrollierten Fluss-System sollen die Transport-, Handhabungs-, Produktions-, Montage-, Prüf-, Lagerungs- und Umschlagsvorgänge aller Materialien und Waren vom ersten Lieferanten durch den Betrieb und zwischen den Betrieben bis zum letzten Kunden gesteuert und koordiniert werden.

Vom Begriff her ist damit die seinerzeitige Bezeichnung „**Materialfluss**“ (VDI 3300: „... Verkettung aller Vorgänge beim Gewinnen, Be- und Verarbeiten sowie bei der Verteilung von stofflichen Gütern innerhalb festgelegter Bereiche.“) um seine Steuerung – den sogenannten „**Informationsfluss**“ – erweitert worden.



Definition Logistik

„Logistik ist die Gestaltung des Flusses von Objekten und Informationen aus ganzheitlicher Sicht in Richtung eines wirtschaftlichen Optimums innerhalb von logistischen Systemen. Logistik ist interdisziplinär und primär eine planende Tätigkeit.“

In den letzten Jahren hat sich die Logistik auch zunehmend als Schlüsselfaktor für nachhaltige Entwicklung etabliert. Angesichts globaler Ressourcenengpässe, wachsender ökologischer Anforderungen und gesellschaftlicher Erwartungen nimmt die Logistikfunktion eine zentrale Rolle in der Umsetzung von Kreislaufwirtschaftskonzepten ein. Dies betrifft nicht nur die Rückführung von Produkten am Ende ihres Lebenszyklus, sondern auch die Optimierung der Ressourcennutzung entlang der gesamten Supply Chain – durch intelligente Bedarfsplanung, emissionsarme Transportkonzepte, sowie die Integration von Reparatur-, Wiederverwendungs- und Recyclingprozessen.

1.3 Kreislaufwirtschaft im Zusammenspiel von Logistik und Instandhaltung

Die Kreislaufwirtschaft zielt darauf ab, Ressourcen möglichst lange im Wirtschaftskreislauf zu halten und deren Wert zu erhalten. Logistik und Instandhaltung spielen hierbei eine zentrale Rolle: Während die Logistik für die Steuerung der Material-, Informations- und Rückführungsflüsse verantwortlich ist, sorgt die Instandhaltung dafür, dass Produkte und Anlagen durch Wartung, Reparatur und Ersatzteilversorgung länger genutzt werden können.

Durch diese enge Verzahnung lassen sich nicht nur Kosten senken und Ressourcen schonen, sondern auch ökologische und gesellschaftliche Anforderungen erfüllen. Logistik ermöglicht die effiziente Rückführung gebrauchter Produkte und Materialien, während Instandhaltung deren Wiederverwendung unterstützt und so die Grundlage für Recycling- und Remanufacturing-Prozesse schafft. Gemeinsam tragen beide Funktionen entscheidend zur Transformation hin zu nachhaltigen, resilienten und zukunftsfähigen Wertschöpfungssystemen bei.

Wie Tabelle 1.1 zeigt, hat sich die Logistik in den letzten Jahren von einer rein operativen, auf Kosten- und Zeiteffizienz fokussierten Funktion zu einer interdisziplinären Schlüsseldisziplin entwickelt, die digitale Technologien integriert und einen aktiven Beitrag zur nachhaltigen Transformation leistet [vgl. 163].

Tabelle 1.1 Kernaufgaben der Logistik – klassisch vs. nachhaltig-digital erweitert

Dimension	Klassische Logistik	Nachhaltig-digitale Logistik
Zielsetzung	Kosten- und Zeiteffizienz, Sicherstellung der Verfügbarkeit	Nachhaltige Wertschöpfung, Resilienz, Transparenz und Wettbewerbsfähigkeit
Flussorientierung	Material- und Warenflüsse	Integrierte Material-, Informations-, Energie- und Finanzflüsse
Planung & Steuerung	Funktional ausgerichtet, meist abteilungsbezogen	End-to-end prozessorientiert, vernetzt und kollaborativ
Technologien	IT-Systeme zur Bestands- und Transportsteuerung	Digital Twins, KI-gestützte Prognosen, IoT, Physical Internet
Nachhaltigkeit	Nachrangig, meist als Kostentreiber betrachtet	Kernanforderung: Kreislaufwirtschaft, Ressourceneffizienz, CO ₂ -Reduktion
Rolle im Unternehmen	Operative Unterstützungsfunktion	Interdisziplinäre Querschnitts- und Gestaltungsfunktion
Wertbeitrag	Effizienzsteigerung und Kostenreduktion	Systemischer Beitrag zu Transformation, Innovation und nachhaltiger Entwicklung

Tabelle 1.1 illustriert, wie sich die Logistik von einer klassischen Unterstützungsfunktion zu einer strategischen Gestaltungsdisziplin wandelt, die nicht nur Effizienz, sondern auch Nachhaltigkeit, Resilienz und Wettbewerbsfähigkeit im globalen Maßstab ermöglicht.

Besonders im Zusammenspiel mit der Instandhaltung entstehen neue Synergien: Durch vorausschauende Instandhaltung und optimierte Ersatzteilversorgung kann die Nutzungsdauer von Maschinen verlängert, Ressourcen geschont und die Umweltbelastung reduziert werden.

1.4 Funktionsbereiche der Logistik

Logistik sollte nicht nur als interne Dienstleistungs- oder Servicefunktion verstanden werden, sondern als eine Grundfunktion der Unternehmensorganisation mit Regelaufgaben:

- Logistik ist ein Instrumentarium zur Gewährleistung, Steuerung und Kontrolle der vom Markt geforderten Flexibilität der Unternehmensproduktivität.

- Logistik umfasst die optimale Planung, Steuerung und Kontrolle aller Lager- und Transportvorgänge und beinhaltet damit die optimale Gestaltung aller Wertflüsse (Material-, Information-, Energie-, Hilfsmittelflüsse) zum, im und vom Unternehmen.

Die Logistik wird im Wesentlichen in die **Funktions-/Aufgabenbereiche**

- Beschaffungslogistik,
- Produktionslogistik,
- Distributionslogistik,
- Entsorgungslogistik und
- Transportlogistik

untergliedert.

Unterstützend sind die **Lagerlogistik** und die **Materialwirtschaft** weitere wesentliche Funktionen in der Logistik (Bild 1.3).

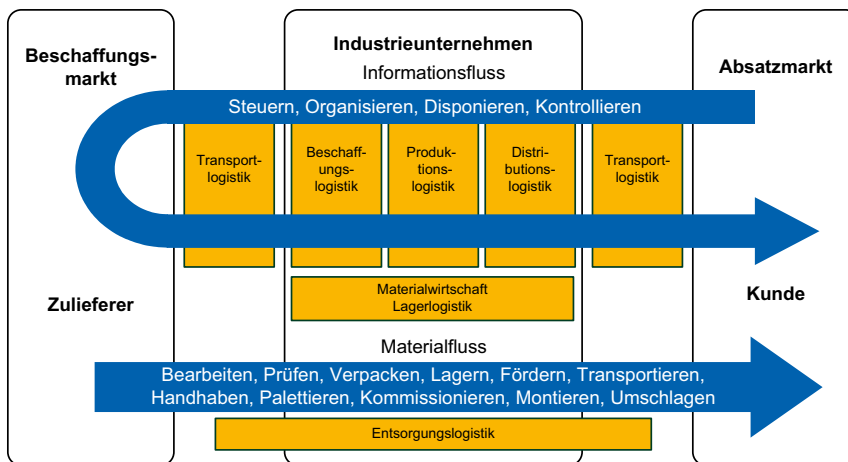


Bild 1.3 Funktionsbereiche der Logistik [82]

- Die **Beschaffungslogistik** umfasst die komplexe Planung, Steuerung und physische Behandlung des Material- und Kaufteilflusses von den Lieferanten bis zur Bereitstellung für die Produktion einschließlich der dazu erforderlichen Informationsflüsse mit dem Ziel der Beschleunigung der Flüsse und der Minimierung der Aufwendungen für den gesamten Beschaffungsprozess.
- Die **Produktionslogistik** umfasst die komplexe Planung und Steuerung der Produktions-¹⁾, innerbetrieblichen Transport-, Umschlags- und Zwischenlagerungs-

¹⁾ Die Begriffe „Produktion“ und „Fertigung“ werden synonym verwendet.

prozesse einschließlich der dazu erforderlichen Informationsprozesse mit dem Ziel der Beschleunigung der Flüsse und der Minimierung der Aufwendungen für den Produktionsprozess.

- Die **Distributionslogistik** umfasst die komplexe Planung, Steuerung und physische Behandlung des Fertigwaren-/Erzeugnisflusses von der Warenübernahme aus der Produktion bis hin zum Abnehmer einschließlich der dazu erforderlichen Informationsflüsse mit dem Ziel der Beschleunigung der Flüsse und Minimierung der Aufwendungen für den gesamten Absatzprozess.
- Die **Entsorgungslogistik** umfasst die komplexe Planung, Steuerung und physische Behandlung des Flusses der Produktionsabfälle und Altprodukte vom Ort des Aufkommens bis hin zur umweltgerechten Deponie und zum Recycling einschließlich der dazu erforderlichen Informationsflüsse mit dem Ziel der Beschleunigung der Flüsse und Minimierung der Aufwendungen für den gesamten Entsorgungsprozess.
- Die **Transportlogistik** umfasst die komplexe Planung, Steuerung und Durchführung der Material-, Teile-, Erzeugnis-, Ver- und Entsorgungstransporte einschließlich der dazu erforderlichen Informationsflüsse unter Einbeziehung aller Verkehrsträger mit dem Ziel der Minimierung des Aufwands für die Gesamtheit der Transportprozesse und der Beschleunigung der materiellen Flüsse.
- Die **Lagerlogistik** umfasst die komplexe Planung, Steuerung und das Handling von Gütern in einem Lager einschließlich der erforderlichen Informationsflüsse mit dem Ziel der optimierten Gestaltung der Gesamtheit und des Zusammenwirkens der Lager-, Kommissionier- und Transportsysteme.
- Die **Materialwirtschaft** umfasst die komplexe Planung und Steuerung der Ermittlung der Bedarfe und des Führens von Beständen einschließlich der erforderlichen Informationsflüsse mit dem Ziel, die für die Leistungserstellung notwendigen Materialien in richtiger Qualität und Menge zum richtigen Zeitpunkt am richtigen Ort zu geringsten Kosten bereitzustellen.

1.5 Logistik und Instandhaltung

Die Logistik kann als bereichsübergreifende Strategie zur Optimierung der Produkt-erstellung bezeichnet werden (Bild 1.4). Um die Ziele der Logistik zu erreichen, und zwar die richtigen Produkte und Informationen in den richtigen Mengen, im richtigen Zustand, zum richtigen Zeitpunkt auf möglichst wirtschaftliche Weise am richtigen Ort verfügbar zu machen, muss der Einsatz von Material, Informationen, Personal, Betriebsmittel und Energie geplant, gesteuert und kontrolliert werden.

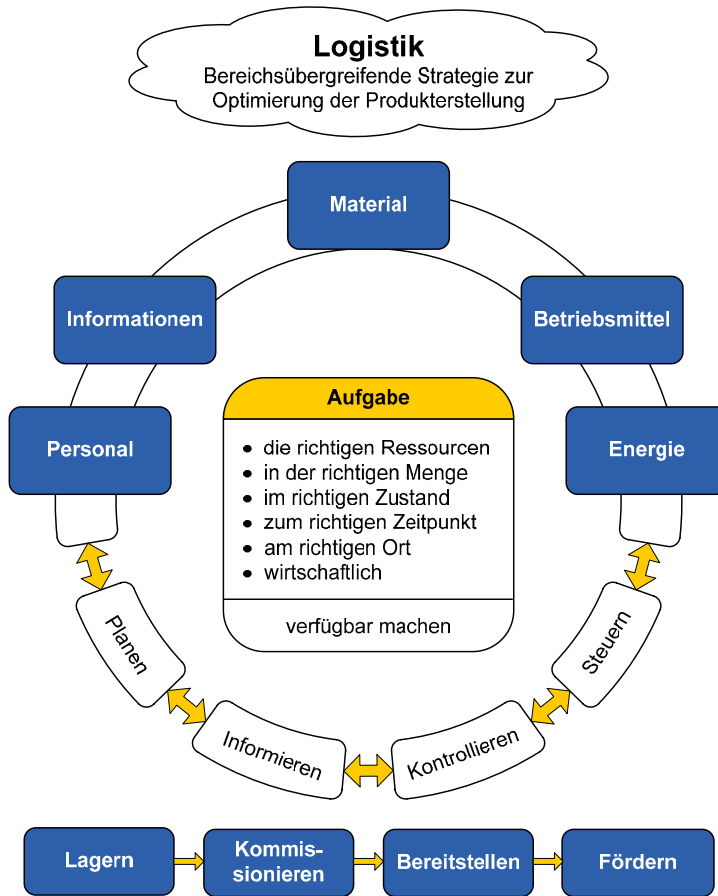


Bild 1.4 Logistik als bereichsübergreifende Strategie [40]

Die in Bild 1.4 dargestellten Lagersysteme, Kommissioniersysteme, Bereitstellungssysteme, Informationssysteme, Planungs- und Steuerungssysteme sind Logistikelemente, die einzeln betrachtet und auch optimiert werden können. Allerdings reicht die Optimierung einzelner Logistikelemente für eine ganzheitliche Betrachtungsweise nicht aus, da auch die Beziehungen zwischen den Elementen berücksichtigt werden müssen.

Das heißt, sämtliche Unternehmensbereiche sind von der bereichsübergreifenden Logistikstrategie betroffen. Teilbereiche der Logistik, wie Beschaffungslogistik, Distributionslogistik, Entsorgungslogistik, Transportlogistik, Informationslogistik, Anlagenlogistik und Instandhaltungslogistik ermöglichen es, die erwähnten Ziele zu erreichen.

Die **Verfügbarkeit** ist somit das zentrale Anliegen der Logistik, aus dem sich wiederum der **Zusammenhang mit der Instandhaltung** ergibt.

Eine große Bedeutung in der Instandhaltung haben die folgenden Logistikaufgaben:

- Gewährleistung der Verfügbarkeit von Anlagen
- Gewährleistung der Verfügbarkeit von Personal zur Durchführung der Instandhaltungsaufgaben
- Gewährleistung der Verfügbarkeit von Information (Störungsmeldungen, Ersatzteilbestellungen, Ferndiagnose)
- Gewährleistung der Verfügbarkeit von Material (Ersatzteilbeschaffung, Ersatzteilerstellung, Ersatzteiltransport zur Maschine)
- Gewährleistung der instandhaltungsgerechten Anordnung von Maschinen und Anlagen (Betriebsstättenplanung unter Berücksichtigung der Erfordernisse der Instandhaltung)

Eine integrierte Betrachtung von Aufgaben aus Logistik und Instandhaltung ist jedoch nur möglich, wenn in beiden Bereichen einheitliche Datenkonzepte vorliegen, die über definierte Schnittstellen miteinander verbunden werden.

Diese Beziehungen entstehen beim Informations- und Materialfluss

- zu den Lieferanten,
- zur Beschaffung,
- zur Produktion,
- zum Absatz,
- zur Entsorgung,
- zu logistischen Dienstleistern (z. B. Speditionen),
- zu den Kunden.

Darüber hinaus existieren weitere Schnittstellen zum Finanz- und Rechnungswesen sowie zum Personalwesen eines Unternehmens.

Die Logistik ist eine typische Querschnittsfunktion (Bild 1.5) im Unternehmen, ähnlich wie das Personalwesen und das Finanzwesen. Das Problem aller Querschnittsfunktionen besteht darin, dass eine Vielzahl von Schnittstellen existieren, an denen, falls eine Optimierung versäumt wird, Reibungen entstehen. Schnittstellen entstehen beim Informations- und Güterfluss der Logistik zu den Lieferanten, zur Beschaffung, zur Produktion beim Industrieunternehmen, zum Absatz, zur Entsorgung, zu logistischen Dienstleistern (z. B. Speditionen) und zu den Kunden. Darüber hinaus existieren weitere Schnittstellen zum Finanz- und Rechnungswesen sowie zum Personalwesen eines Unternehmens.

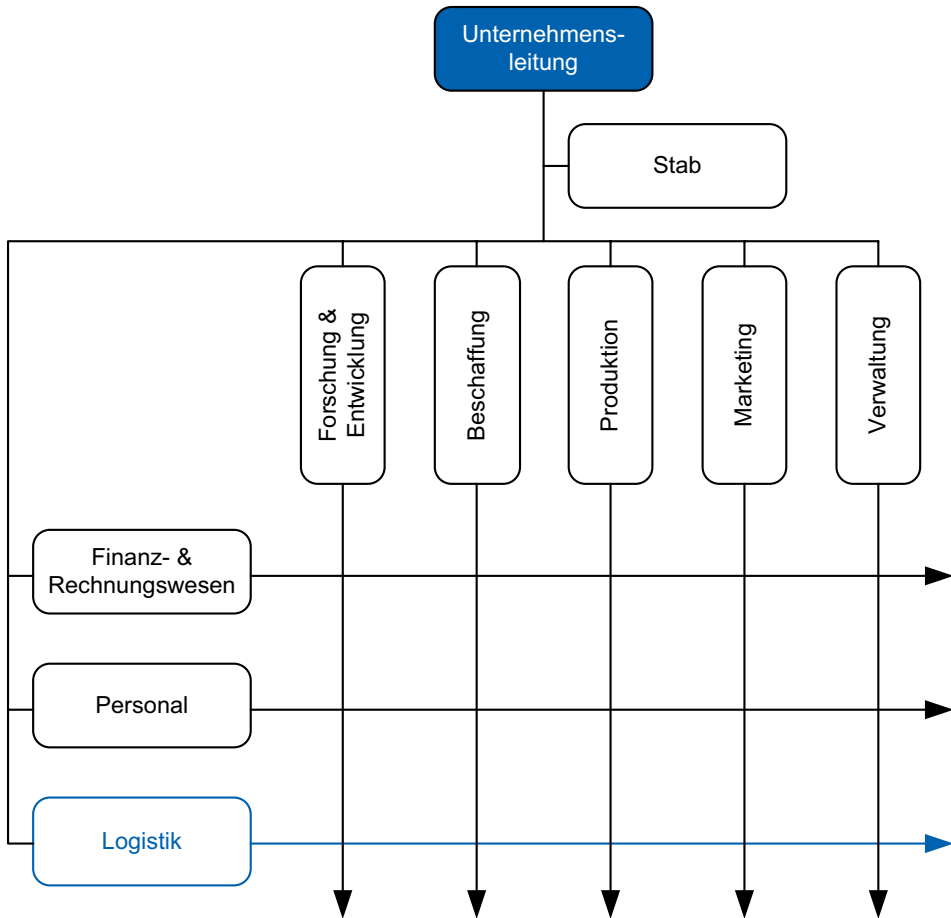


Bild 1.5 Logistik als Querschnittsfunktion [27]

Infolge des Querschnittscharakters der Logistik sind logistische Betrachtungsweisen weniger an einzelnen **Funktionen**, sondern mehr am **Gesamtprozess** orientiert. Die ganzheitliche, prozessorientierte Sichtweise begann sich Mitte der 80er-Jahre, ausgehend von der Thematik der Qualitätsbetrachtungen, durchzusetzen und wurde in den letzten Jahren im Zuge der Umsetzung der Qualitätsmanagementnorm ISO 9001:2015 in vielen Unternehmen zum Standard.

Unter der integrierenden Betrachtungsweise ist im Fall der Logistik die

durchgängige Gestaltung der gesamten Informations- und Materialflüsse über die gesamte Logistikkette, also vom ersten Lieferanten bis zum letzten Kunden zu verstehen.

1.6 Logistikkosten

1.6.1 Gesamtkostendenken in der Logistik

Die zwischen den Elementen eines Logistiksystems bestehenden Interdependenzen betreffen auch die Kosten, die durch diese Elemente verursacht werden. Die Senkung der Kosten in einem logistischen Teilsystem kann zu einem Ansteigen der Kosten in anderen Teilsystemen und – wenn die Kostensenkung geringer ist als die Kostensteigerungen – zu einem Kostenanstieg für das gesamte Logistiksystem führen.

So könnte eine Transportkostensenkung ohne Berücksichtigung einer damit möglicherweise verbundenen Kostensteigerung bei der Verpackung oder Lagerhaltung ein Ansteigen der Auslieferungskosten zur Folge haben. Das Gesamtkostendenken fordert deshalb die Erfassung aller für eine Logistikkentscheidung relevanten Logistikkosten. Bild 1.6 gibt einen Überblick über die Logistikgesamtkosten.

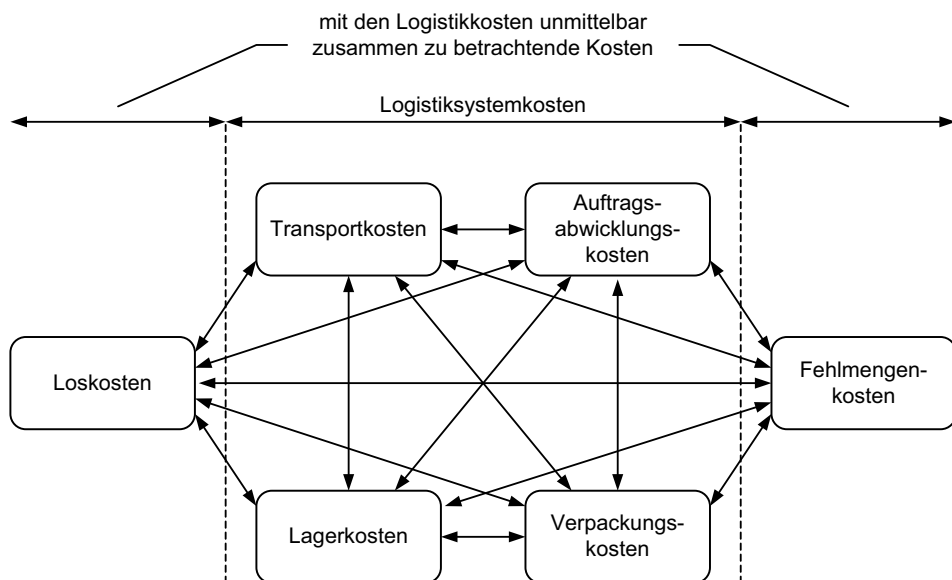


Bild 1.6 Gesamtkosten [49]

Sie setzen sich zusammen aus den **Auftragsabwicklungskosten**, den **Transportkosten**, den **Versandkosten**, den **Lagerkosten**, den **Verpackungskosten** sowie den **Fehlmengekosten** und den **Loskosten**.

Unter **Fehlmengekosten** werden Kosten verstanden, die durch einen zu geringen Servicegrad entstehen. Das können entgangene Deckungsbeiträge für nicht verkaufte Produkte und verlorene Kunden sein, aber auch Kosten für Betriebsunterbrechungen oder außerplanmäßiges Umrüsten.

Unter **Loskosten** werden entweder die Rüstkosten (bei Produktionslosen) oder die stückzahlunabhängigen Bestellkosten (bei Bestelllosen) verstanden.

1.6.2 Zielkonflikt

Das Gesamtkostendenken ist bei den Logistikkosten von großer Bedeutung, da es gerade hier eine Vielzahl von Kostenkonflikten gibt, deren Kenntnis Voraussetzung für logistisches Denken ist. Beispiele hierfür sind in Tabelle 1.2 angegeben.

Tabelle 1.2 Kostenkonflikte in der Logistik [67]

Kostensenkungen im Bereich	bewirken	Kostensteigerungen im Bereich
Transportwesen	↔	Lagerstände
Verpackung	↔	Transportschäden
Auftragsabwicklung	↔	Transport
Lagerhaltung	↔	Produktion

Die Logistikkosten können durch den bewerteten Einsatz der Produktionsfaktoren im Logistiksystem dargestellt werden. Kosten sind als Systeminput aus betriebswirtschaftlicher Sicht immer nur dann gerechtfertigt, wenn ihnen entsprechende Leistungen als Systemoutput gegenüberstehen. Wie aus Bild 1.7 hervorgeht, ist logistisches Denken nicht nur Kosten-, sondern auch Leistungsdenken. Das bedeutet, dass bei hohen Logistikkosten auch eine entsprechende Logistikleistung gefordert wird.

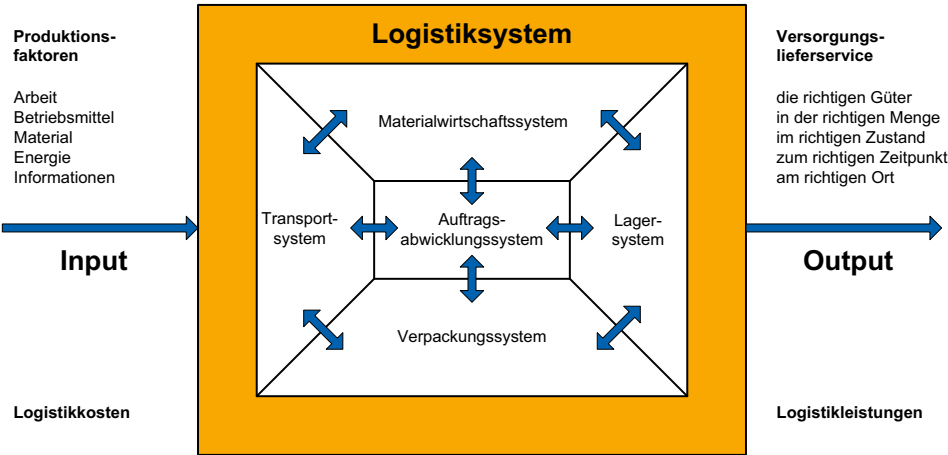


Bild 1.7 Funktionelle Abgrenzung von Logistiksystemen [67]

1.7 Supply Chain Management

Aus der immer geringeren Fertigungstiefe und der zunehmenden Flussorientierung der Unternehmen hat sich das Supply Chain Management (SCM) entwickelt, welches nicht nur ein einzelnes Unternehmen, sondern die gesamte Wertschöpfungskette eines Produkts als Ganzes behandelt. Das SCM erfordert eine Kooperation der einzelnen Unternehmen mit dem Ziel, durch Koordination und Integration von Lieferanten, Produzenten und Handel den Markt bzw. den Kunden effizient zu beliefern. Dabei werden hauptsächlich die unternehmensübergreifenden Vorgänge betrachtet und die häufig auftretenden Probleme an den Unternehmensschnittstellen optimiert [27] [28] [53].

Diese Entwicklung erfordert eine Anpassung der Informationsstrukturen und Informationsverarbeitung im Sinne der Dezentralisierung. Logistikketten bzw. Versorgungsketten (Supply Chains) stellen Wertschöpfungsverbunde mit verschiedenen Partnern dar. Aus Sicht des Unternehmens, das Güter für den Markt erstellt, können diese Partner Lieferanten, logistische Dienstleister oder Endkunden sein (Bild 1.8).

Der Ansatz von Supply Chain Management dient der Verbesserung der Kundenorientierung, der Synchronisation des Bedarfs mit der Versorgung, dem Abbau von Beständen entlang der Wertschöpfungskette, der Flexibilisierung und bedarfsgerechten Produktion sowie der Verkürzung der Lieferzeiten.

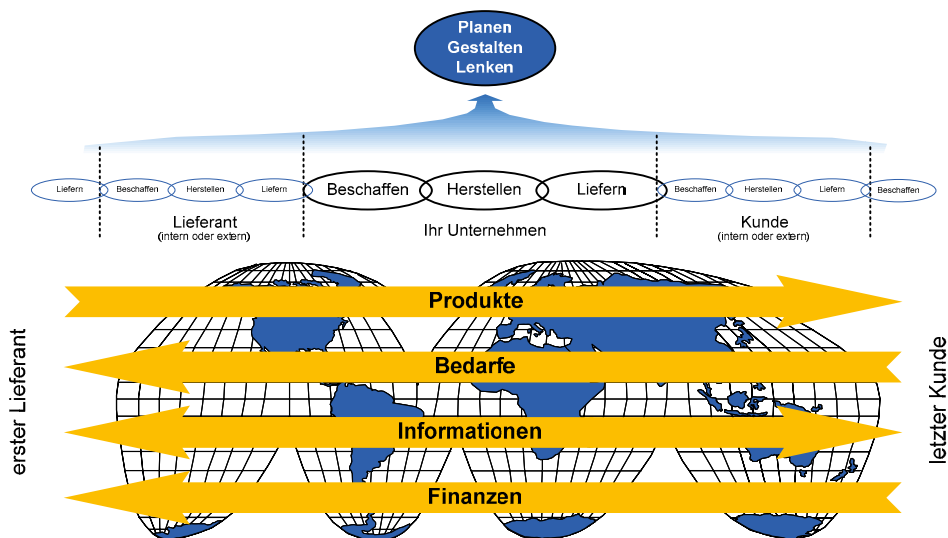


Bild 1.8 Supply Chain Management [82]

Die Supply Chain beschreibt alle Aktivitäten, die erforderlich sind, um ein Produkt zu produzieren und zu liefern, vom ersten Lieferanten bis hin zum letzten Kunden. Im Rahmen des Supply Chain Management sind viele voneinander abhängige, sogenannte vernetzte Entscheidungen zu treffen, die auch konkurrierend sein können.

1.7.1 Traditionelle Supply Chain

Die klassische Behandlung der traditionellen Supply Chain entsprechend der vier grundlegenden Bestandteile (Planen, Beschaffen, Herstellen, Liefern) hat das Ziel der Optimierung des Material- und Informationsflusses durch

- niedrige Bestände,
- optimierte Prozesse und niedrige Kosten,
- hohen Kundenservice,
- abteilungs- und unternehmensübergreifende Zusammenarbeit und Kommunikation,
- reduzierte Anzahl der Lieferanten.

Trotz dieser Ziele kommt es nach wie vor zu einer hochgradigen Fragmentierung der Supply Chain. Jedes Unternehmen versucht, trotz Unsicherheit aufgrund der asymmetrischen Informationsverteilung, sich selbst durch rationale Entscheidungen Vorteile gegenüber den Lieferanten bzw. Kunden zu verschaffen. Es wird so wenig Information wie möglich preisgegeben, was zur Folge hat, dass durch dieses „Silodenken“ hohe Sicherheitsbestände und lange Reaktions- und Lieferzeiten (time-to-market, time-to-consumer) entstehen (Bild 1.9).

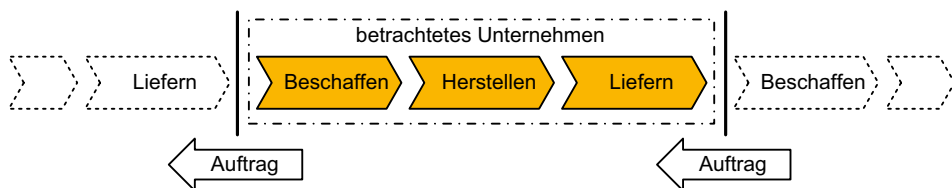


Bild 1.9 Traditionelle Supply Chain

1.7.2 Integrierte Supply Chain

Supply Chain Management ist derzeit die in Industrie und Forschung am häufigsten diskutierte Form des Produktionsmanagements und sieht eine konsequent prozessorientierte und integrierte Betrachtung der Wertschöpfungskette vom Kunden bis hin zum ersten Zulieferer der Kette vor. In Bild 1.10 wird die Erweiterung des Blickwinkels über die Unternehmensgrenzen hinaus dargestellt.

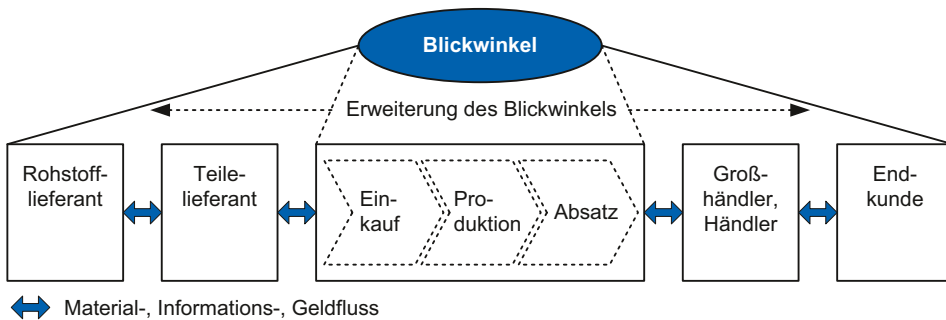


Bild 1.10 Erweiterung des Blickwinkels

Im Zentrum des Supply Chain Management stehen die gezielte und kundenorientierte Gestaltung sowie der Betrieb der Wertschöpfungs- bzw. Logistikkette. Es wird ein Gesamtoptimum angestrebt, an dem alle Teilnehmer der Supply Chain partizipieren. Planen, Beschaffen, Herstellen und Liefern sind die vier grundlegenden Bestandteile der Supply Chain, die sich über alle Bereiche des Herstellungs- und Lieferprozesses erstrecken. Es wird ein Gesamtoptimum angestrebt, an dem alle Teilnehmer der Supply Chain partizipieren sollen. Die Supply Chain beinhaltet:

- Steuerung und Abgleich der Produktversorgung mit dem Bedarf
- Beschaffung der Rohstoffe und Bauteile
- Fertigung und Montage
- Lagerung und Bestandskontrolle
- Auftragseingabe und Auftragsabwicklung
- Versand und Lieferung an den Kunden

In der Vergangenheit waren die produzierenden Unternehmen die treibende Kraft im Supply Chain Management. Sie bestimmten die Geschwindigkeit, mit der die Produkte produziert und vertrieben wurden. Heutzutage sind es die Kunden, sodass die Hersteller der Produkte sich bemühen, Kundenanforderungen in Bezug auf Varianten und Funktionalität, schnelle Auftragsabwicklung und kurze Lieferzeiten zu erfüllen.

Um der Anforderung, Produkte und Prozesse permanent zu verändern bzw. zu verbessern, gerecht zu werden, bedarf es einer übergreifenden Prozessgestaltung. Unternehmen, deren Organisation in getrennte Funktionsbereiche (z. B. Einkauf, Konstruktion, Montage, Logistik) gegliedert ist, kämpfen in den meisten Fällen mit **Schnittstellenproblemen**, wie z. B. Kommunikationsschwierigkeiten und Fachbereichsdenken, unklare Auftragsverantwortlichkeit, Informationsverluste sowie Redundanzen, Ausschuss und Nacharbeit.

Folgende Ziele sollen durch eine unternehmensübergreifende, prozessorientierte Betrachtung der Logistik erreicht werden (Bild 1.11):

- Optimierung der gesamten Versorgungskette vom Rohstofflieferanten bis zum Endkunden
- Synchronisation sämtlicher Prozessschritte zur Glättung von Schnittstellen
- Einsatz von umfassenden IT-Systemen zur Erhöhung von Geschwindigkeit und Vermeidung von Fehlern
- Permanente Versorgungssicherheit nach Kundenbedarf
- Konsequente Kundenorientierung

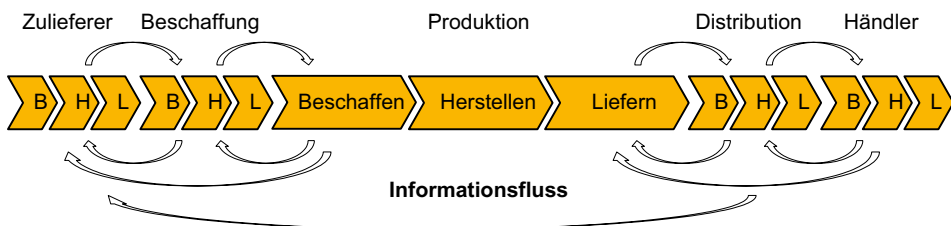


Bild 1.11 Integrierte Supply Chain

Kernkomponenten einer integrierten Supply Chain sind [52]:

- Partnerschaftliche, unternehmensübergreifende Kooperation
- Re-Design der Kernprozesse
- IT-System

1.7.2.1 Partnerschaftliche, unternehmensübergreifende Kooperation

Dafür ist es notwendig, ein gemeinsames langfristiges Zielsystem zu entwickeln (wo will man sich positionieren; Masse oder Nische?), gegenseitiges Vertrauen aufzubauen und Informationen wie Vorhersagedaten, Lagerstände oder Absatzdaten zur Verfügung zu stellen. Dabei können Misstrauen und Missbrauchsgefahr entstehen (man wird „gläsern“).

In jedem Fall ist es sinnvoll, Regeln aufzustellen (Vertrag oder Absichtserklärung), wer wofür zuständig ist, wie Entscheidungen getroffen werden und wie Vorteile durch Kostensenkungen aufgeteilt werden.

1.7.2.2 Re-Design der Kernprozesse

Um die bereits beschriebenen Synergien zu erreichen, sollten redundante bzw. nicht wertschöpfende Prozesse eliminiert (z. B. Qualitätskontrolle beim Ausgang des Lieferanten und Eingang des Kunden) und die Geschäftsprozesse kundenorientiert gestaltet werden.

In einer funktionierenden Supply Chain ist es möglich, sich auf Kernprozesse zu konzentrieren und Prozesse, die ein anderes Unternehmen effizienter bewerkstelligen könnte, auszulagern. Ziel ist es, einen Wettbewerbsvorsprung durch innovative, änderungsflexible, aber trotzdem robuste Unternehmensprozesse zu erreichen.

1.7.2.3 IT-System

Das IT-System soll die Geschäftsprozesse abbilden und als „Enabler“ wirken. Die Koordination der Wertschöpfungsprozesse und die Kommunikation zwischen den Unternehmen soll durch einen einheitlichen Informationsaustausch an den Schnittstellen ermöglicht werden (Electronic Data Interchange – EDI).

Beispielsweise werden Bestellmengen automatisch vom Einzelhändler an alle Vorstufen gesendet. Diese können früher reagieren, wodurch Sicherheitslagerbestände reduziert werden sollen. Dadurch wird das Ziel des beschleunigten Materialflusses und der verringerten Lagerkosten erreicht.

1.7.3 Supply Chain vs. Supply Network

Im Fall mehrerer Zulieferer bzw. Kunden entstehen konvergente und divergente Verbindungen, man spricht dann auch vom „Wertschöpfungsnetz“, vgl. z. B. mit dem Automobilsektor mit seinem mehrstufigen, komplexen „Supply Network“ (Bild 1.12).

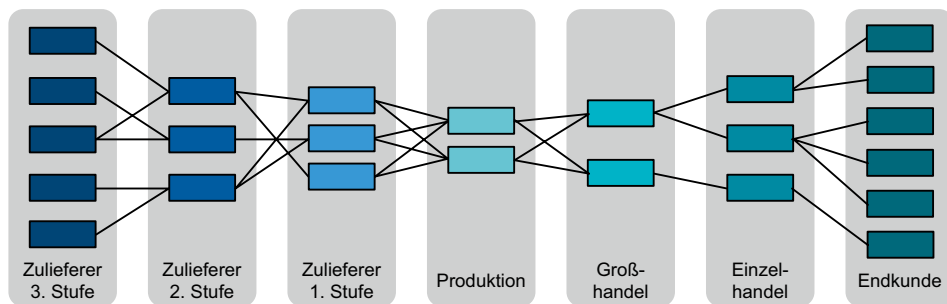


Bild 1.12 Mehrstufiges „Supply Network“

In Zukunft werden nicht einzelne Unternehmen miteinander im Wettbewerb stehen, sondern ganze Logistikketten oder Logistiknetzwerke. Bisher beschränkten sich die Effizienzbemühungen der beteiligten Unternehmen der Supply Chain darauf, sich gegenseitig möglichst hohe Leistungsanforderungen abzuringen. Das Ergebnis dieser Verhandlungen hing im Wesentlichen von der Einkaufsmacht des Händlers und von der Markenattraktivität des Lieferanten ab.

Die Prozessentwicklung und -optimierung in der logistischen Kette ist genauso wichtig wie die Prozessentwicklung und -optimierung in der Produktion selbst.

1.7.4 Logistik-Prozessentwicklung anhand von Referenzmodellen am Beispiel des SCOR-Modells

Ein Referenzmodell ist im hier vorliegenden Zusammenhang ein für eine Branche oder einen gesamten Wirtschaftszweig erstelltes Modell, welches allgemeingültigen Charakter haben soll. Es dient als Grundlage zur Entwicklung unternehmensspezifischer Modelle [47].

Das Modell Supply Chain Operations Reference (SCOR) wird von der Association for Supply Chain Management (ASCM) (früher Supply Chain Council/APICS) gepflegt. Es ist ein Referenzmodell für Unternehmen aller Branchen und dient als „gemeinsame Sprache“ für den strukturierten Entwurf, die Analyse und das Benchmarking von Lieferkettenprozessen. Das Modell unterstützt Planung, Steuerung und Verbesserung logistischer Abläufe und hilft, Leistungsunterschiede anhand standardisierter Kennzahlen zu identifizieren [86].

Die aktuelle Version des klassischen SCOR Framework ist Version 12.0 aus dem Jahr 2017 [166]. Die aktualisierte Version umfasst laut ASCM weitere neue Faktoren für den Erfolg der Lieferkette, darunter Omnichannel, Metadaten und Blockchain. Das Rahmenwerk wurde modernisiert, damit Best Practices besser auf **digitale Strategien** abgestimmt sind, einschließlich neuer Schulungsinformationen und **integrierter Nachhaltigkeitsstandards** unter Verwendung der Global Reporting Initiative (GRI). Das Digital Capabilities Model (DCM) und der digitale Standard SCOR (SCOR DS) wurden ebenfalls 2019 veröffentlicht, um dem wachsenden Bedarf an Digitalisierung im SCOR-Modell gerecht zu werden.

Referenzmodelle – im konkreten logistischen Fokus das SCOR-Modell – bieten für die Entwicklung, die Konzeption, die Planung und die Bewertung von logistischen Aufgaben sowie die Verbesserung logistischer Abläufe eine praktikable und sinnvolle Grundlage.

Ziel des SCOR-Modells ist es, die Geschäftsprozesse innerhalb von Wertschöpfungsketten zu standardisieren und somit vergleichbar sowie bewertbar zu machen. Betrachtet man das SCOR-Modell mit Fokus auf die Logistik, bietet es ein Rahmenwerk zur Konzeption und detaillierten Planung von Logistikprozessen – sowohl für unternehmensinterne als auch für unternehmensübergreifende Logistikaufgaben. Durch die Anwendung des Modells können bestehende Prozesse hinsichtlich ihrer Schwachstellen geprüft und Verbesserungspotenziale aufgezeigt werden. Des Weiteren unterstützt das Modell die Analyse bzw. Optimierung der Beziehungen zwischen den Prozessen sowie der Schnittstellen zu Kunden und Lieferanten.

1.7.4.1 Aufbau des SCOR-Modells

Logistische Ketten bzw. Wertschöpfungsketten in und zwischen Unternehmen werden im SCOR-Modell durch Aneinanderreihung der fünf grundlegenden Hauptprozesse Plan, Source, Make, Deliver und Return dargestellt (Bild 1.13).

Unter Verwendung dieser fünf definierten Hauptprozesse lassen sich alle – einfache wie auch hoch komplexe – logistischen Prozesse anhand des Modells abbilden. Wesentlich ist, dass Unternehmen verschiedenster Industriezweige so ihre Logistikprozesse beschreiben können.

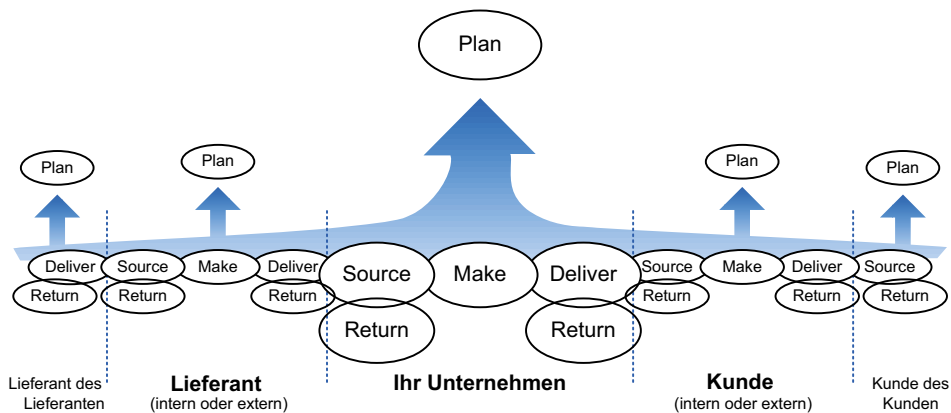


Bild 1.13 Die fünf Hauptprozesse des SCOR-Modells [86]

Dadurch wird es möglich, unterschiedliche Unternehmen unabhängig von ihrem Industriezweig miteinander zu verbinden und in weiterer Folge sowohl die Breite als auch die Tiefe jeder Supply Chain darzustellen.

Folgende Geschäftsfälle sind mit dem SCOR-Modell beschreibbar:

- alle Interaktionen mit Kunden vom Auftragseingang bis hin zum Zahlungseingang
- alle Transaktionen physischer Produkte und Serviceleistungen vom Lieferanten des Lieferanten bis zum Kunden des Kunden, einschließlich Maschinen, Material, Ersatzteile, Software usw.
- alle Wechselwirkungen mit dem Markt, vom Erfassen des Bedarfs bis zur Erfüllung aller Aufträge

Nicht erfasst werden Bereiche wie Marketing und Vertrieb, Forschung, Technologieentwicklung und Kundenservices.

1.7.4.2 Prozesstypen im SCOR-Modell

Im SCOR-Modell werden drei verschiedene Prozesstypen unterschieden:

Planungsprozesse (*Planning*)

Die Planungsprozesse umfassen alle Elemente und Aktivitäten, welche die erwarteten Ressourcen mit der erwarteten Nachfrage abgleichen. Durch sie werden Schwankungen in der Nachfrage innerhalb eines bestimmten Planungshorizonts ausgeglichen. Planungsprozesse werden meist in regelmäßigen Intervallen durchgeführt und tragen maßgeblich zur Steuerung von Logistikketten bei.

Ausführungsprozesse (*Execution*)

Ausführungsprozesse werden durch geplante oder tatsächliche Nachfrage ausgelöst. Hierzu zählen alle Aktivitäten, die mit der Veränderung des Zustands des Materials oder der Waren zu tun haben. Dies umfasst die Ablauf- und die Feinplanung der Produktion, die Transformation von Rohstoffen bzw. Ausgangsprodukten zu Endprodukten oder Dienstleistungen sowie den dazu nötigen Transport. Die Hauptprozesse Source, Make, Deliver und Return zählen zu diesem Prozesstyp.

Unterstützende Prozesse (*Enable*)

Unterstützende Prozesse beschreiben die Vorbereitung, Aktualisierung und das Management von Informationen oder Beziehungen, welche für die Planungs- und Ausführungsprozesse erforderlich sind.

Das SCOR-Modell ist nicht als starrer Rahmen zu verstehen, sondern vielmehr als Baukasten, aus welchem sich Unternehmen die zur Darstellung der eigenen Prozesse notwendigen „Prozessbausteine“ herauspicken können. So können die Abläufe jedes beliebigen Unternehmens dargestellt werden (Bild 1.14).