

Kurt Matyas

Praxisreihe
Qualität



Instandhaltungs- logistik

Qualität und Produktivität steigern

8., aktualisierte Auflage

HANSER



Blieben Sie auf dem Laufenden!

Hanser Newsletter informieren Sie regelmäßig über neue Bücher und Termine aus den verschiedenen Bereichen der Technik. Profitieren Sie auch von Gewinnspielen und exklusiven Leseproben. Gleich anmelden unter www.hanser-fachbuch.de/newsletter

Herausgeber der Praxisreihe Qualität (vormals Praxisreihe Qualitätswissen):
von 1991 (Gründungsjahr) bis 2016 Franz J. Brunner; seit 2016 Kurt Matyas.

In der Praxisreihe Qualität sind bereits erschienen:

Uwe Arens

Sicherheit in der Logistik

Ein Praxisleitfaden für Führungskräfte
ISBN 978-3-446-46189-5

Jörg Brenner

Lean Production

Praktische Umsetzung zur Erhöhung der Wertschöpfung
3., überarbeitete Auflage
ISBN 978-3-446-45664-8

Jörg Brenner

Lean Administration

Verschwendung erkennen, analysieren, beseitigen
ISBN 978-3-446-45472-9

Franz J. Brunner

Japanische Erfolgskonzepte

Kaizen, KVP, Lean Production Management, Total Productive Maintenance, Shopfloor Management, Toyota Production Management, GD3 – Lean Development
4., überarbeitete Auflage
ISBN 978-3-446-45428-6

Franz J. Brunner, Karl W. Wagner,
Mitarbeit: Peter H. Osanna, Kurt Matyas, Peter Kuhlang

Qualitätsmanagement

Leitfaden für Studium und Praxis
6., überarbeitete Auflage
ISBN 978-3-446-44712-7

Werner Friedrichs

Das Fitnessprogramm für KMU

Methoden für mehr Effizienz im Automobil-, Anlagen-
und Sondermaschinenbau
ISBN 978-3-446-45341-8

Werner Friedrichs

Ressourcenmanagement in KMU

ISBN 978-3-446-45766-9

Menderes Güneş, Marwan Hamdan, Mirko Klug

Gewährleistungsmanagement

ISBN 978-3-446-44795-0

Marco Einhaus, Florian Lugauer, Christina Häußinger

Arbeitsschutz und Sicherheitstechnik

Der Schnelleinstieg für (angehende) Führungskräfte:
Basiswissen, Haftung, Gefährdungen, Rechtslage
2., aktualisierte und erweiterte Auflage
ISBN 978-3-446-47185-6

Wilhelm Kleppmann

Versuchsplanung

Produkte und Prozesse optimieren
9., überarbeitete Auflage
ISBN 978-3-446-44716-5

Karl Koltze, Valeri Souchkov

Systematische Innovation

TRIZ-Anwendung in der Produkt- und Prozessentwicklung
2., überarbeitete Auflage
ISBN 978-3-446-45127-8

Friedrich Peschke, Carsten Eckardt

Flexible Produktion durch Digitalisierung

Entwicklung von UseCases
ISBN 978-3-446-45746-1

Markus Schneider

Lean und Industrie 4.0

Eine Digitalisierungsstrategie mit der Wertstrom-
methode und Information Flow Design
ISBN: 978-3-446-45917-5

Wilfried Sihn, Alexander Sunk, Tanja Nemeth, Peter
Kuhlang, Kurt Matyas

Produktion und Qualität

Organisation, Management, Prozesse
ISBN 978-3-446-44735-6

Konrad Wälder, Olga Wälder

Statistische Methoden der Qualitätssicherung

Praktische Anwendung mit MINITAB und JMP
ISBN 978-3-446-43217-8

Johann Wappis, Berndt Jung

Null-Fehler-Management

Umsetzung von Six Sigma
6., aktualisierte Auflage
ISBN 978-3-446-45875-8

Kurt Matyas

Instandhaltungslogistik

Qualität und Produktivität steigern

8., aktualisierte Auflage

Praxisreihe Qualitätswissen

Herausgegeben von Kurt Matyas

HANSER

Der Autor:

Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr. Kurt Matyas, Vizerektor für Studium und Lehre, TU Wien
Seit 2006 Vizepräsident des österreichischen Verbandes der Wirtschaftsingenieure

Alle in diesem Buch enthaltenen Informationen wurden nach bestem Wissen zusammengestellt und mit Sorgfalt getestet. Dennoch sind Fehler nicht ganz auszuschließen. Aus diesem Grund sind die im vorliegenden Buch enthaltenen Informationen mit keiner Verpflichtung oder Garantie irgendeiner Art verbunden. Autoren 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, auch nicht für die Verletzung von Patentrechten, die daraus resultieren können.

Ebenso wenig übernehmen Autor 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 benützt werden dürften.

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 Buches, oder Teilen daraus, vorbehalten. Kein Teil des Werkes darf ohne schriftliche Genehmigung des Verlages in irgendeiner Form (Fotokopie, Mikrofilm oder ein anderes Verfahren), auch nicht für Zwecke der Unterrichtsgestaltung, reproduziert oder unter Verwendung elektronischer Systeme verarbeitet, vervielfältigt oder verbreitet werden.

© 2022 Carl Hanser Verlag München

www.hanser-fachbuch.de

Lektorat: Dipl.-Ing. Volker Herzberg

Herstellung: Melanie Zinsler

Titelmotiv: © istockphoto.com/zssp

Coverrealisation: Max Kostopoulos

Satz: Eberl & Koesel Studio, Altusried-Krugzell

Druck und Bindung: CPI books GmbH, Leck

Printed in Germany

Print-ISBN: 978-3-446-46932-7

E-Book-ISBN: 978-3-446-47009-5

Inhalt

Vorwort zur 8. Auflage	1
1 Logistik	3
1.1 Begriffsabgrenzung, Geschichte	3
1.2 Logistik, heute	4
1.3 Funktionsbereiche der Logistik	5
1.4 Logistik und Instandhaltung	7
1.5 Logistikkosten	11
1.5.1 Gesamtkostendenken in der Logistik	11
1.5.2 Zielkonflikt	12
1.6 Supply Chain Management	13
1.6.1 Traditionelle Supply Chain	14
1.6.2 Integrierte Supply Chain	14
1.6.2.1 Partnerschaftliche, unternehmensübergreifende Kooperation	16
1.6.2.2 Re-Design der Kernprozesse	17
1.6.2.3 IT-System	17
1.6.3 Supply Chain vs. Supply Network	17
1.6.4 Logistik-Prozessentwicklung anhand von Referenzmodellen am Beispiel des SCOR-Modells	18
1.6.4.1 Aufbau des SCOR-Modells	18
1.6.4.2 Prozesstypen im SCOR-Modell	19
1.6.4.3 Prozessebenen	20
1.7 Der Beitrag der Logistik zur Erreichung der Unternehmensziele	23
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	53
2.6.5	Ermittlung der Eigeninstandhaltungskosten mit Hilfe der Prozesskostenrechnung	55
2.6.5.1	Grundlagen der Prozesskostenrechnung	55
2.6.5.2	Vorteile der Prozesskostenrechnung	57
2.6.6	Ermittlung und Darstellung der Instandhaltungsprozesse	58
2.6.6.1	Grundgedanken zur Prozessorientierung	58
2.6.6.2	Merkmale eines Prozesses	58
2.6.6.3	Darstellungsformen von Prozessen	59
2.6.6.4	Vorgangsweise bei der Prozessdefinition	60
2.6.6.5	Ermittlung der Prozesszeiten	61
2.6.6.6	Prozesskosten als Basis für Verbesserungen oder Outsourcingentscheidungen	62
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	66
3.1.1.3	Matrix-Organisation	66
3.1.1.4	Kombination der Organisationsformen	67
3.1.2	Prozessorientiertes Instandhaltungsmanagement	68
3.1.2.1	Prozessorientierung und Prozessmanagement	68
3.1.2.2	Prozessorientiertes Anlagen- und Instandhaltungs- management	71
3.1.3	Ablauforganisation	71

3.2	Die Organisation der Instandhaltung im Wandel	74
3.3	Zentrale/Dezentrale Instandhaltung	76
3.4	Outsourcing oder Re-Insourcing?	77
3.4.1	Outsourcing in der Instandhaltung	77
3.4.2	Gründe für das Outsourcing von Instandhaltungstätigkeiten	79
3.4.3	Voraussetzungen im eigenen Unternehmen	80
3.4.4	Mögliche Risiken durch das Outsourcing	81
3.4.5	Kriterien für die Auswahl von Dienstleistungsunternehmen	81
3.4.6	Durchführung eines Instandhaltungs-Outsourcingprojekts	83
3.5	Make-or-Buy? Ermittlung der Kerneigenleistungstiefe der Instandhaltung	83
3.5.1	Konzentration auf Kernkompetenzen	83
3.5.2	Verfahrensbeschreibung	85
3.5.2.1	Verfahrensziel	85
3.5.2.2	Erster Schritt: Erfassung der Rahmenbedingungen	86
3.5.2.3	Zweiter Schritt: Erfassung eines unternehmens- spezifischen Anforderungsprofils	86
3.5.2.4	Darstellung möglicher Leistungsklassen und Bestimmung der sicheren Fremdleistung	87
3.5.2.5	Dritter Schritt: Bestimmung des Leistungsindex	88
3.5.2.6	Vierter Schritt: Bestimmung des Anlagenindex	90
3.5.2.7	Fünfter Schritt: Bestimmung der Kerneigenleistungstiefe: Einordnung der Einzelleistungen je Anlage und Visualisierung im Portfolio	91
3.5.3	Zusammenfassung und Ausblick	93
3.6	Zusammenarbeit mit Dienstleistern – Instandhaltungsnetzwerke	94
4	Kennzahlen und Controlling in der Instandhaltung	97
4.1	Kennzahlen in der Instandhaltung	97
4.1.1	Nutzen und Gefahren der Kennzahlenanwendung	97
4.1.2	Von Kennzahlen zu Kennzahlensystemen	98
4.1.3	Kategorien von Kennzahlen in der Instandhaltung	99
4.2	Die Balanced Scorecard in der Instandhaltung	103
4.3	Instandhaltungs-Controlling	105
4.3.1	Instandhaltungs-Controlling-System	105
4.3.2	Fehlerquellen	106
4.3.3	Erstellung von Instandhaltungsbudgets	107
4.4	Benchmarking in der Instandhaltung	108
4.4.1	Was ist Benchmarking?	108

4.4.2	Benchmarking-Definitionen	109
4.4.3	Arten des Benchmarking	110
4.4.4	Allgemeine Vorgangsweise beim Benchmarking	112
4.4.5	Benchmarkingprojekt in der Instandhaltung	115
5	Instandhaltungsstrategien	119
5.1	Instandhaltung als „Verteidigungssystem gegen Schäden“	119
5.2	Arten von Instandhaltungsstrategien	120
5.3	Ausfallbehebung	121
5.4	Zeitgesteuerte periodische Instandhaltung	122
5.4.1	Mittlere Zeit zwischen zwei Schäden (Mean Time Between Failures – MTBF)	123
5.4.2	Streuung der Nutzungsdauer	123
5.4.3	Schadensdokumentation	123
5.4.4	Unzureichende statistische Erfahrung	124
5.5	Zustandsorientierte Instandhaltung	124
5.5.1	Condition Monitoring (Zustandsüberwachung)	128
5.5.1.1	Zustandsüberwachung durch den Menschen	128
5.5.1.2	Condition Monitoring mit Sensoren	128
5.5.1.3	Online- und Offline-Überwachung	129
5.5.1.4	Einflussgrößen auf den Anlagenzustand	130
5.5.2	Einführung eines Condition Monitoring-Systems	131
5.5.3	Techniken für die Zustandsüberwachung	132
5.5.3.1	Dynamische Effekte	133
5.5.3.2	Temperatureffekte	133
5.5.3.3	Chemische Effekte	133
5.5.3.4	Physikalische Effekte	133
5.5.3.5	Elektrische Effekte	134
5.5.3.6	Partikeleffekte	134
5.5.4	Ferndiagnose von Werkzeugmaschinen	134
5.5.4.1	Ferndiagnose und Ferninstandhaltung	134
5.5.4.2	Videodiagnose in der Instandhaltung	135
5.6	Vorausschauende Instandhaltung	136
5.7	Instandhaltung 4.0 – „Smart Maintenance“	138
5.7.1	Industrie 4.0	138
5.7.2	Mit „Smart Maintenance“ zur antizipativen Qualitäts- und Instandhaltungsplanung	139
5.7.3	Unterstützung durch Data-Mining	143
5.7.4	Nutzen der „Smart Maintenance“	143

5.8	Welche Strategie ist die Richtige? – Methode der risikoorientierten Strategieauswahl	144
5.8.1	Rahmenbedingungen	144
5.8.2	5-Schritte-Analyse der Anlagen	145
5.8.3	Schritt 1: Vergleich der Anforderungen an die Anlage mit den möglichen Leistungen	147
5.8.4	Schritt 2: Klassifizierung kritischer Anlagen durch Bewertung der Ausfallwirkungen (Wertstromfokus)	148
5.8.5	Schritt 3: Erfassung der Schadensmöglichkeiten an den kritischen Anlagen	150
5.8.6	Schritt 4: Risikobewertung der kritischen Anlagen – Quantifizierung der Ausfallwirkungen durch Berechnung des Risikos mittels der SMEA	151
5.8.6.1	Definition des Begriffs Risiko	152
5.8.6.2	Abschätzung der Eintrittswahrscheinlichkeit	152
5.8.6.3	Systematisches Durchführen einer Risikoanalyse	153
5.8.6.4	SMEA (Schadensmöglichkeits- und Einflussanalyse) zur risikobasierten Strategieauswahl	156
5.8.7	Schritt 5: Systematische Verringerung des Risikos durch richtige Strategieauswahl	157
5.8.8	Ausblick	158
6	Instandhaltungslogistik	159
6.1	Verknüpfung der Logistik- und Instandhaltungsprozesse	159
6.2	Aufgaben und Ziele der Instandhaltungslogistik	161
6.3	Ersatzteilbewirtschaftung zur Verfügbarkeitssicherung	163
6.3.1	Ersatzteilorganisation als Querschnittsfunktion zwischen Logistik und Instandhaltung	163
6.3.2	Aufgaben und Ziele der Ersatzteilbewirtschaftung	164
6.3.3	Ersatzteil-Management	165
6.3.4	Definition des Ersatzteils	166
6.3.5	Ersatzteilauswahl	166
6.3.6	Vorgangswise für eine effiziente Ersatzteilbewirtschaftung beim Abnehmer	168
6.3.7	Unternehmensmodelle der Ersatzteillogistik	169
6.3.8	Arten der Ersatzteilbevorratung	169
6.4	Dimensionierung der Ersatzteillager	172
6.4.1	Ersatzteilbedarfsermittlung	172
6.4.2	Instrumente zur Bestandsführung	172
6.4.2.1	ABC-Analyse	173

6.4.2.2	XYZ-Analyse	174
6.4.2.3	Kombination von XYZ-Analyse und ABC-Analyse	175
6.4.3	Komponenten des Lagerbestandes	175
6.4.4	Lagerkennzahlen und -begriffe	177
6.4.5	Lagerdurchlaufdiagramm	177
6.4.6	Gesamtkosten der Lagerhaltung	178
6.4.6.1	Beschaffungskosten	179
6.4.6.2	Lagerkosten	179
6.4.6.3	Fehlmengenkosten	180
6.4.7	Stochastisches Modell – Lagerhaltungsstrategien	180
6.4.7.1	Strategien mit Bestellbestand	181
6.4.7.2	Strategien mit Bestellzyklus	181
7	Lean Maintenance	183
7.1	„Lean Production“ als Zustand	183
7.1.1	Grundlagen	183
7.1.2	Vermeidung von Verschwendung	184
7.2	Wie wird meine Instandhaltung „lean“?	185
7.3	Verschwendung in der Instandhaltung	186
7.3.1	Interpretation der 7 Arten der Verschwendung im Instandhaltungsbereich	187
7.3.1.1	Überproduktion und Blindleistung	187
7.3.1.2	Wartezeiten	187
7.3.1.3	Unnötiger Transport	187
7.3.1.4	Nicht sachgerechter Technologieeinsatz oder nicht sachgerechter Arbeitsprozess	187
7.3.1.5	Bestände	188
7.3.1.6	Unnötige Bewegung	188
7.3.1.7	Mängel	188
7.3.2	„Lean Thinking“ im Instandhaltungsbereich	188
7.4	Standardisierung von Instandhaltungsprozessen	189
7.4.1	Instandhaltung in 8 Schritten	189
7.4.1.1	Auslöser	191
7.4.1.2	AV-Planung	191
7.4.1.3	AV-Durchführung	191
7.4.1.4	Manuelle Durchführung	191
7.4.1.5	Wiederinbetriebnahme	192
7.4.1.6	Funktionscheck	192
7.4.1.7	Freigabe	192
7.4.1.8	Abschluss	192
7.4.2	Vorteile der Standardisierung	194

7.5	Optimierung der Instandhaltungsprozesse durch Wertstromdesign . . .	194
7.5.1	Auswahl des Wertstroms	195
7.5.2	Zeichnung des Ist-Zustandes	196
7.5.3	Vorgehensweise bei der Zeichnung des Soll-Zustandes	202
7.5.4	Umsetzungsprojekte	203
7.6	Vorteile des Wertstromdesigns für Instandhaltungsprozesse	203
8	Total Productive Management (TPM)	205
8.1	Von Total Productive Maintenance zu Total Productive Management . .	205
8.1.1	Definition und Kennzeichen	205
8.1.2	Geschichte von TPM	206
8.1.3	Der TPM-Award	207
8.2	Erhöhung der Gesamtanlageneffizienz (OEE-Analyse)	208
8.2.1	Die 6 großen Verluste	208
8.2.2	Erkennen von Verlusten – Grafische Aufbereitung der OEE	210
8.2.3	Wie beeinflusst man die OEE positiv?	213
8.3	Säulen und Leitlinien von TPM	216
8.3.1	Säule 1: Beseitigung von Schwerpunktproblemen – Anlagenmanagement	217
8.3.2	Säule 2: Autonome Instandhaltung	218
8.3.3	Säule 3: Geplantes Instandhaltungsprogramm	220
8.3.4	Säule 4: Instandhaltungsprävention	221
8.3.5	Säule 5: Schulung und Training	221
8.4	Einführung und Organisation von TPM	222
8.4.1	Die 4 Phasen der TPM-Einführung	222
8.4.2	TPM auf der Managementseite	224
8.4.3	TPM auf der Maschinenarbeiterseite – die 6 Schritte zu TPM . . .	227
8.4.4	TPM auf der Anlagenseite	232
8.5	Auswirkungen von TPM	234
9	Weitere Methoden zur Erhöhung von Produktivität und Anlagenverfügbarkeit	235
9.1	Erhöhung der Anlagenverfügbarkeit durch Rüstzeit-Minimierung	235
9.1.1	Grundsätzliche Vorgangsweise beim Rüsten	235
9.1.2	Was ist SMED?	236
9.1.3	Einführung von SMED	237
9.2	Konstruktion und Instandhaltung	241
9.2.1	Die Bedeutung der Konstruktion für die Instandhaltung	241
9.2.2	Instandhaltungsarme Konstruktion	241

9.2.3	Instandhaltungsgerechte Konstruktion	242
9.2.4	Berücksichtigung der Lebenszykluskosten	243
9.2.5	Simultaneous Engineering	246
10	Qualitäts- und Prozessmanagement	247
10.1	Qualitätsmanagement und Instandhaltung	247
10.2	Die prozessorientierte Sichtweise	249
10.3	Der Begriff „Qualität“	250
10.4	Qualitätsmanagement	252
10.4.1	Der prozessorientierte Ansatz	252
10.4.2	Das Prozessmodell der ISO 9001:2015	253
10.5	Bedeutung der IATF 16949:2016 für die Instandhaltung	254
10.6	Prozessmanagement	256
10.6.1	Prozessmanagement-System	256
10.6.2	Prozess-Lifecycle – Lebensweg eines Prozesses	257
10.6.2.1	Prozessaufnahme in die Prozesslandschaft	257
10.6.2.2	Prozessdefinition	258
10.6.2.3	Prozessausführung/-regelung	258
10.6.2.4	Prozessmonitoring	258
10.6.2.5	Prozesse außer Betrieb nehmen	259
10.7	Total Quality Management – TQM	259
10.8	Excellence	262
10.8.1	Begriffsbestimmungen	262
10.8.2	Das EFQM-Modell für Excellence	263
10.8.3	RADAR-Logik	264
10.9	Der Unternehmerische Regelkreis	265
10.10	Resümee	267
11	Abnahme und Qualifikation von Fertigungseinrichtungen	269
11.1	Einleitung	269
11.2	Geometrische Prüfverfahren	270
11.2.1	Geradheit	271
11.2.2	Ebenheit	271
11.2.3	Parallelität und Rechtwinkligkeit von Führungen und Achsen ..	272
11.2.4	Rundlauf	272
11.2.5	Spezialprüfungen	272
11.3	Prüfverfahren mit Musterwerkstücken	273

11.4	Fähigkeitsuntersuchungen	274
11.4.1	Was bedeuten Maschinenfähigkeit und Prozessfähigkeit?	274
11.4.1.1	Maschinenfähigkeit	275
11.4.1.2	Prozessfähigkeit	275
11.4.1.3	Fähigkeitsindizes	276
11.4.1.4	Vorgangsweise für Fähigkeitsuntersuchungen	277
11.4.2	Gültigkeit und Einflussgrößen der Fähigkeitsuntersuchungen ..	279
11.4.2.1	Gültigkeit der Untersuchungen	279
11.4.2.2	Randbedingungen	279
11.4.2.3	Messmittelfähigkeit	279
11.4.2.4	Einheitliche Richtlinien	280
11.5	Maßnahmen zur Erhöhung der Maschinenfähigkeit und der Prozessfähigkeit	280
11.6	Zusammenfassung	281
12	Digitale Transformation in der Instandhaltung	283
12.1	Innovative Trends und Technologien im Bereich Instandhaltungs- planung	283
12.1.1	Überblick zu aktuellen Trends in der Instandhaltung	283
12.1.2	Internet of Things (IoT)	286
12.1.3	Mixed & Virtual Augmented Reality	289
12.1.4	Digital Twin in der Instandhaltung	294
12.1.5	Datengetriebene Instandhaltungsplanung	297
12.1.6	Digitale Geschäftsmodelle und Innovative Servicekonzepte	302
12.2	Knowledge-based Maintenance	305
12.2.1	Charakteristik der Problemlösung in der Instandhaltung: Der Rubik's Würfel der Instandhaltung	305
12.2.2	Wissensgenerierung aus Big Data: Sind Daten das Öl der Zukunft?	308
12.2.3	Instandhaltung vor dem Hintergrund der Industrie 4.0: Ist die Öl-Gewinnung ausreichend?	311
12.2.4	Wissensbasierte Instandhaltung: Anforderungen an die Instandhaltung der Zukunft	313
12.2.5	Präskriptives Instandhaltungs-Model (PRIMA)	318
12.2.6	Text Mining in der wissensbasierten Instandhaltung	321
12.2.7	Anwendungsbeispiel für Knowledge-based Maintenance in der industriellen Praxis	325
12.2.7.1	Problemstellung und Methodisches Vorgehen	325
12.2.7.2	Anforderungsspezifikation und Definition des Prognoseproblems	326

12.2.7.3	Bereitstellung und Harmonisierung der Daten	327
12.2.7.4	Explorative Daten- und Korrelationsanalyse	328
12.2.7.5	Modellierung und Evaluierung des Prognosemodells . . .	329
12.2.7.6	Überführen der Prognoseergebnisse in die Instandhaltungsplanung	331
12.2.7.7	Tools und Werkzeuge zur Anwendung von maschinellen Lernalgorithmen im Bereich Instandhaltung	332
12.2.8	Zukünftige Herausforderungen der Wissensbasierten Instandhaltung	333
13	Verzeichnisse	335
13.1	Glossar	335
13.2	Abbildungsverzeichnis	336
13.3	Tabellen	342
13.4	Checklisten	342
13.5	Leitfäden	343
13.6	Literaturverzeichnis	344
13.7	Stichwortverzeichnis	351
13.8	Autor	354

Vorwort zur 8. Auflage

Ich freue mich über die seit der Erstauflage im Jahr 1999 unvermindert hohe Nachfrage nach dem Buch „Instandhaltungslogistik“. Das zeigt mir, dass die Themen und das Leitbild des Buches – Qualität und Produktivität steigern – in den letzten 20 Jahren sogar noch an Relevanz gewonnen haben.

Die Ereignisse der letzten zweieinhalb Jahre haben auch die Industrie erheblich beeinflusst. Die COVID-19-Pandemie, in der wir uns bei Redaktionsschluss dieses Buches noch befinden und der Krieg in der Ukraine haben – neben der Verursachung von menschlichem Leid – auch einige Wirtschaftszweige sehr in Mitleidenschaft gezogen. Vor allem Ressourcenknappheit und steigende Preise bei verschiedenen Rohstoffen und Energie stellen die Unternehmen und Lieferketten vor besondere Herausforderungen.

In dieser bereits 8. Auflage werden nach der umfassenden Erweiterung in der letzten Auflage durch das Kapitel „Digitale Transformation in der Instandhaltung“ mit den neuesten Erkenntnissen der Forschung der innovativen Trends und Technologien im Bereich Instandhaltungsplanung und der wissensbasierten Instandhaltung jetzt weitere Ergänzungen und Aktualisierungen vorgenommen. Sowohl die digitalen Geschäftsmodelle und innovativen Servicekonzepte als auch neue Methoden und Chancen durch Künstliche Intelligenz und Text-Mining, die in dieser Auflage neben einigen kleineren Aktualisierungen und Bereinigungen vorgestellt werden, sind keine Science-Fiction mehr, sondern Konzepte und Technologien, die auch schon in der Praxis eingesetzt werden können.

Die technischen Möglichkeiten und die rasante Entwicklung in der Digitalisierung, vor allem der künstlichen Intelligenz und die Möglichkeit, große Datenmengen zu verarbeiten, eröffnen vollkommen neue Perspektiven im Hinblick auf die Vorhersagegenauigkeit von Fehlern und den damit verbundenen neuen Strategien, die auf dem dabei generierten Wissen basieren. Die „richtige“ Instandhaltungsstrategie bewirkt nicht nur eine Effizienzsteigerung der Anlagen mit einer Wirtschaftlichkeitsverbesserung und Sicherung der Produktqualität, sondern erhöht auch die Nachhaltigkeit durch Ressourcenschonung bei Material und Energie.

Zielgruppen dieses Buches sind auf der einen Seite Instandhaltungsleiter_innen, die seit Jahrzehnten im Spannungsfeld „Kosteneinsparung versus Verfügbarkeits-sicherung“ stehen und die Leistung der Instandhaltung intern „verkaufen“ müssen. Die in diesem Buch vorgestellten Methoden, Anleitungen und Checklisten sollen Instandhaltungsmitarbeiter_innen und Führungskräfte dabei unterstützen.

Außerdem vermittelt dieses Buch ein umfassendes Wissen über die Zusammenhänge und Hintergründe des Instandhaltungsmanagements sowie der zugehörigen Methoden und neueste Erkenntnisse aus der Forschung in diesem Bereich. Damit richtet es sich auch an Studierende des Maschinenbaus und des Wirtschaftsingenieurwesens bzw. ähnlicher technischer Universitäts- und Fachhochschulstudienrichtungen.

Ich danke meinen Kolleginnen und Kollegen, die mich bei der Erstellung des Buches durch ihre Arbeit im Forschungsteam massiv unterstützt haben und das Thema Instandhaltung zu einem wichtigen Eckpfeiler unseres Forschungsbereichs gemacht haben. In dieser Auflage hat dieses Team bestehend aus Fazel Ansari, Robert Glawar, Tanja Nemeth, Klaudia Kovacs und Theresa Madreiter als Autor_innen der oben erwähnten neuen Beiträge die Ergebnisse unserer Forschungsprojekte einerseits und der Kooperationsprojekte mit unseren Industriepartnern andererseits beschrieben und den Nutzen für die industrielle Anwendung aufgezeigt. Vor allem aber danke ich den wichtigsten Menschen in meinem Leben, meiner Frau Sabina, die schon seit vielen Jahren mein Rückhalt und meine Inspiration ist und mich in allen Lebenslagen verständnisvoll unterstützt und meinen Töchtern Nina und Marie.

Wien, im Juni 2022

Kurt Matyas

1

Logistik

■ 1.1 Begriffsabgrenzung, Geschichte

Im Gegensatz zur mathematischen Logistik, deren Begriff sich aus dem griechischen Wort „Logistika“ herleitet, was so viel wie „praktische Rechenkunst“ bedeutet, kommt der Begriff der betrieblichen Logistik vom französischen Verb „loger“ – was so viel wie hineinbringen, unterbringen, unterstützen, versorgen, bzw. bereitstellen bedeutet.

Der Begriff Logistik stammt ursprünglich aus dem militärischen Bereich wo er im 19. Jhd. erstmals verwendet wurde. Damals beinhaltete Logistik die systematische Versorgung der Armee. Auch für einen modernen Produktionsbetrieb ist die Versorgung mit Material von entscheidender Bedeutung für den Erfolg.

Der Begriff „Business Logistics“ wurde in den 50er Jahren in den USA geprägt und bezeichnete damals die „Transport-, Lager- und Umschlagstätigkeiten im Realgüterbereich“. Der Begriff wird seit ca. 1970 auch im deutschsprachigen Raum verwendet und hat seither eine große Verbreitung sowie schnell wachsende Bedeutung gefunden. Heute umfasst die Logistik nicht nur die klassischen Transport-, Umschlags- und Lageraufgaben, sondern sie beinhaltet auch eine entsprechende Ausrichtung des gesamten Unternehmens.

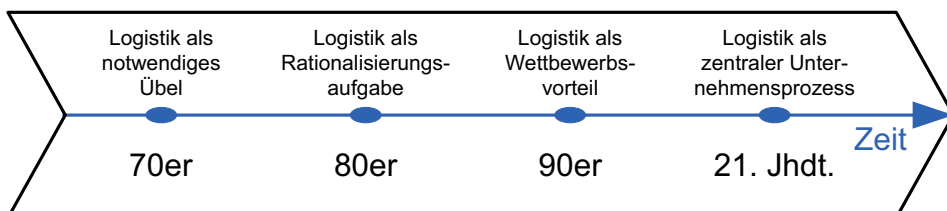


Bild 1.1 Schwerpunkte der europäischen Logistikentwicklung [53]

In den Anfängen ist die Logistik unter geringer Beachtung als zwangsläufig notwendiges Mittel zum Zweck des Warenverkaufs angesehen worden. Der im Laufe der Zeit steigende Rationalisierungsdruck hat in den 80er Jahren ein hohes Optimierungspotential im Logistikbereich zum Vorschein gebracht, wobei dieses häufig relativ leicht umzusetzen gewesen ist, wie beispielsweise eine Bestandssenkung. Der steigende Wettbewerb am Markt sowie steigende Kundenanforderungen haben die Suche nach Differenzierungsmöglichkeiten von den Konkurrenten mit sich gebracht. So ist es in den 90er Jahren unter anderem zur Entwicklung von innovativen Logistiksystemen gekommen [28] [53].

■ 1.2 Logistik, heute

In der heutigen Zeit wird die wirtschaftliche Entwicklung zunehmend rascher und unvorhersehbarer. Das erfordert immer schnellere Reaktionen auf geänderte Marktanforderungen in immer kürzeren Zeitabständen. Außerdem werden die internationale Konkurrenz und die internationale Zusammenarbeit immer intensiver. Der Markt wird von den Käufern dominiert, d.h. diese haben immer mehr Sonderwünsche, fragen in immer kürzeren Intervallen nach neuen Produkten, wollen eine rasche Belieferung und stellen immer höhere Qualitätsansprüche. Weiters verschärft sich auch die Preissituation ständig, woraus der Kostendruck auf fast alle Unternehmensbereiche ansteigt.

Um diesen Anforderungen gerecht zu werden, erfordert das von den Unternehmen eine große Flexibilität, starke Reaktionsbereitschaft, ständige Innovationsbereitschaft sowie eine sehr gute Organisation [27] [28]. Es erfolgt eine Ausrichtung des Unternehmens nach dem Flussprinzip. Das gilt einerseits für die Materialien und Waren, wobei deren Weg durch das Unternehmen so gestaltet sein muss, dass er möglichst wirtschaftlich erfolgt, wie beispielsweise ohne unnötigen Wartezeiten sowie einer optimalen Anordnung der einzelnen Stationen.

Andererseits erfolgt auch beim Führungssystem ein Übergang von einem Denken in Funktionen zu einem Denken in Prozessen, um bei den Waren- und Materialflüssen einen reibungsloseren Ablauf zu gewährleisten, weil beispielsweise Abstimmungsprobleme an den Abteilungsgrenzen entfallen bzw. reduziert werden sollen. Aufgrund dieser Ziele wird die Logistik als Querschnittsfunktion und somit prozessbegleitend in das Unternehmen eingegliedert. Dies wirkt sich auch auf verbesserte Reaktionsmöglichkeiten aus [27].

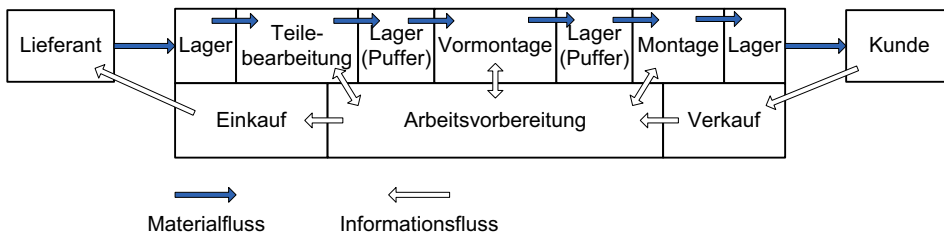


Bild 1.2 Wertschöpfungskette [58]

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 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 so genannten „**Informationsfluss**“ – erweitert worden.

Zusammenfassend kann der Begriff Logistik wie folgt definiert werden:



LOGISTIK

ist die Gestaltung des Material- und Informationsflusses aus ganzheitlicher Sicht in Richtung eines wirtschaftlichen Optimums.

■ 1.3 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).

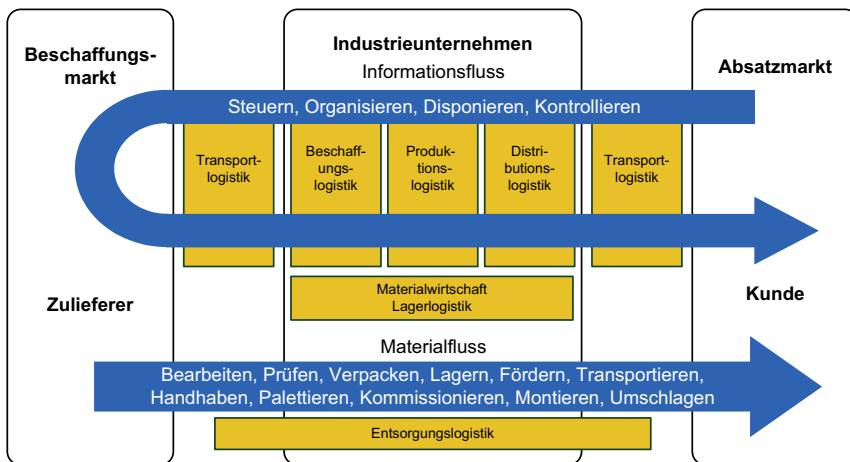


Bild 1.3 Funktionsbereiche der Logistik [82]

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-, innerbetrieblichen Transport-, Umschlags- und Zwischenlagerungsprozesse einschließlich der dazu erforderlichen Informationsprozesse mit dem Ziel

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

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 Aufwandes 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 rechten Ort zu geringsten Kosten bereitzustellen.

■ 1.4 Logistik und Instandhaltung

Die Logistik kann als bereichsübergreifende Strategie zur Optimierung der Produkterstellung 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, Information, Personal, Betriebsmittel und Energie geplant, gesteuert und kontrolliert werden.

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.

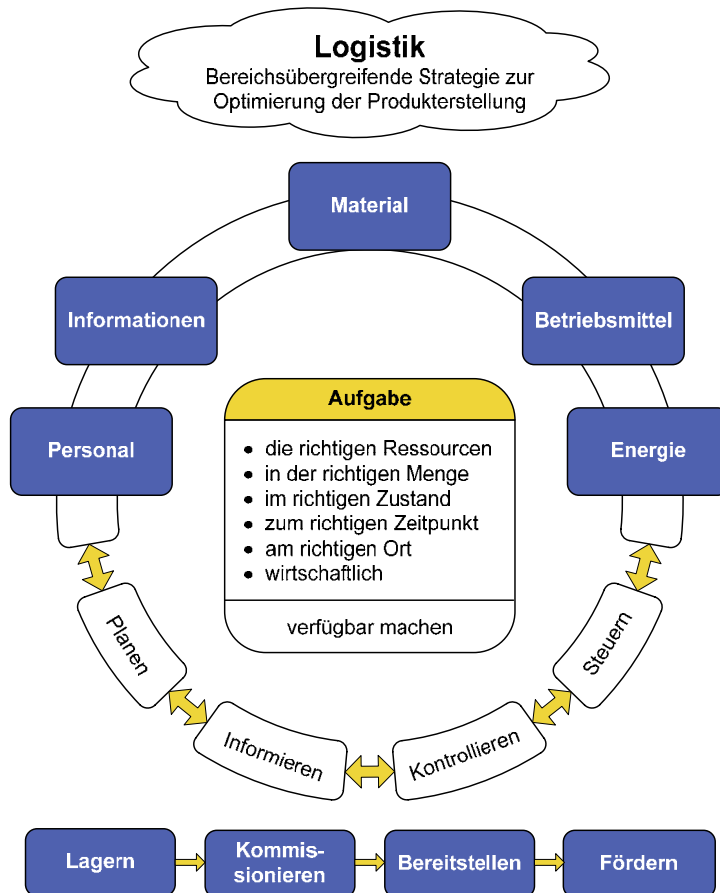


Bild 1.4 Logistik als bereichsübergreifende Strategie [40]

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, Ersatzteilbereitstellung, 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.

Infolge des Querschnittcharakters der Logistik sind logistische Betrachtungsweisen weniger an einzelnen **Funktionen**, sondern 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 Qualitätsmanagement-Norm ISO 9000:2000 in vielen Unternehmen zum Standard.

Unter der integrierenden Betrachtungsweise ist im Falle der Logistik die

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

zu verstehen.

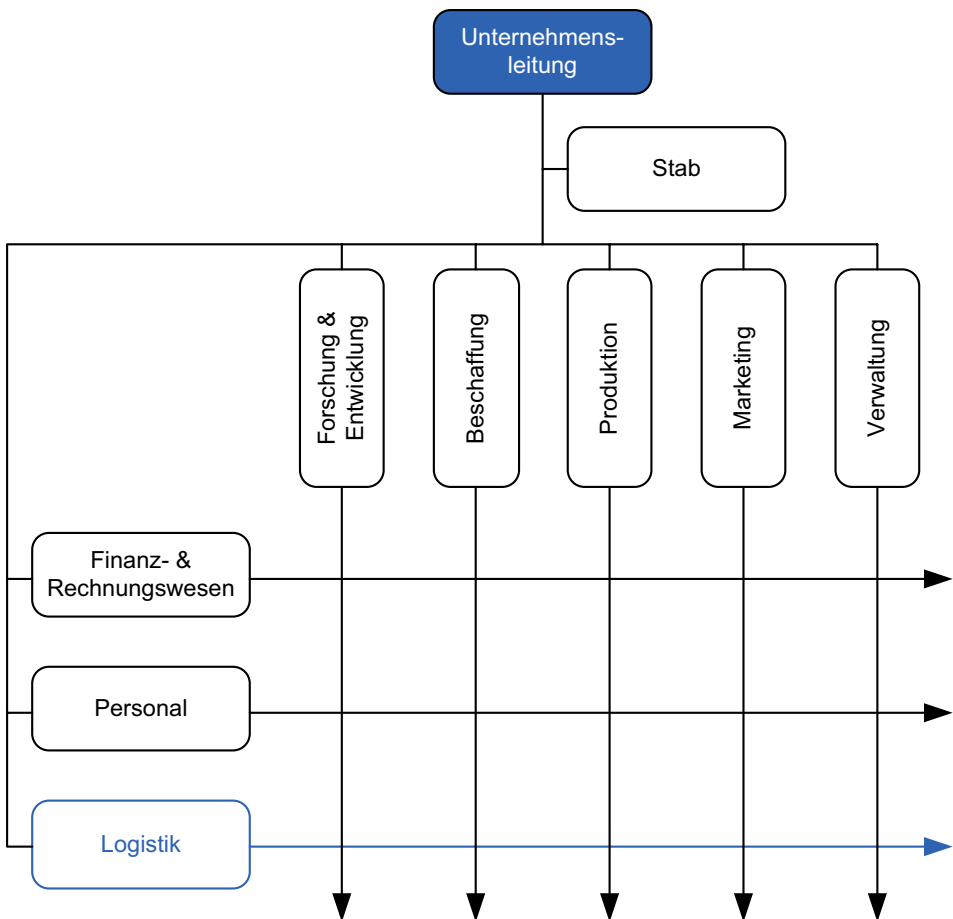


Bild 1.5 Logistik als Querschnittsfunktion [27]

■ 1.5 Logistikkosten

1.5.1 Gesamtkostendenken in der Logistik

Die zwischen den Elementen eines Logistiksystems bestehenden Interdependenzen sind auch bei den Kosten vorhanden, die durch diese Elemente verursacht werden [78]. 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 Logistikentscheidung relevanten Logistikkosten. Bild 1.6 gibt einen Überblick über die Logistikgesamtkosten.

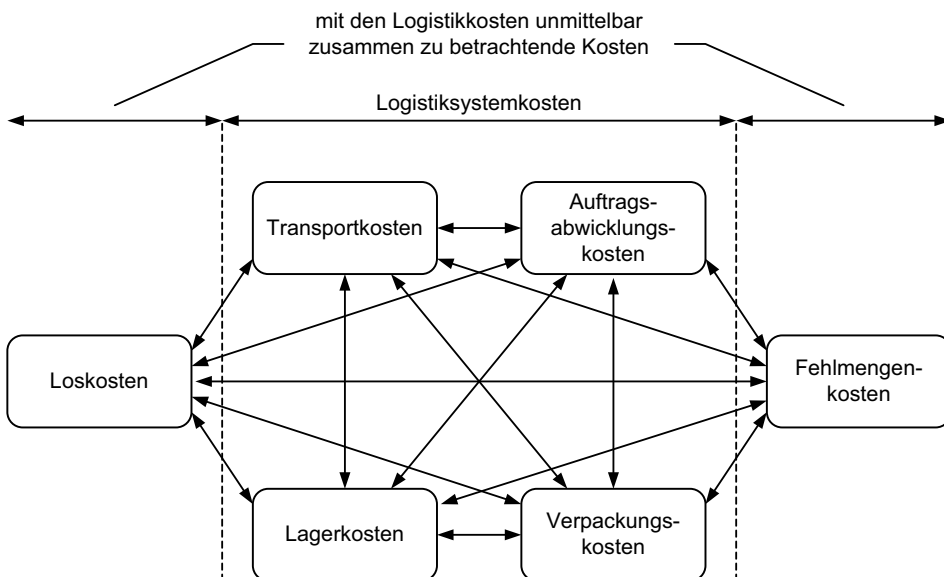


Bild 1.6 Gesamtkosten [49]

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

Unter **Fehlmengenkosten** werden Kosten verstanden, die durch einen zu geringen Servicegrad entstehen. Das können entgangene Deckungsbeiträge für nicht ver-

kaufte 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.

1.5.2 Zielkonflikt

Das Gesamtkostendenken ist gerade 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 1.1 angegeben:

Tabelle 1.1 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.

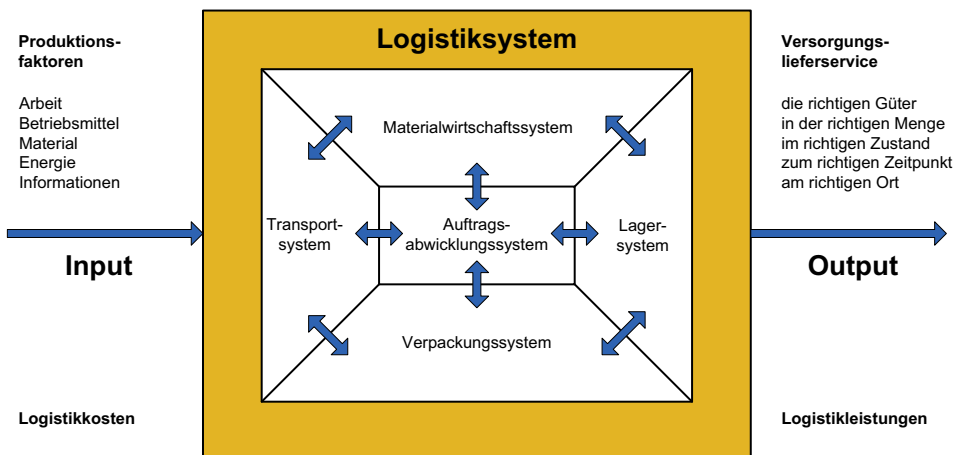


Bild 1.7 Funktionelle Abgrenzung von Logistiksystemen [67]

■ 1.6 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 Produktes 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 befriedigen. Dabei werden hauptsächlich die unternehmensübergreifenden Vorgänge betrachtet und die häufig auftretenden Probleme an den Unternehmensschnittstellen optimiert [27] [28] [53].

Diese Entwicklung erfordert nun die Neuausrichtung 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 bedarfsgerechte Produktion sowie der Verkürzung der Lieferzeiten.

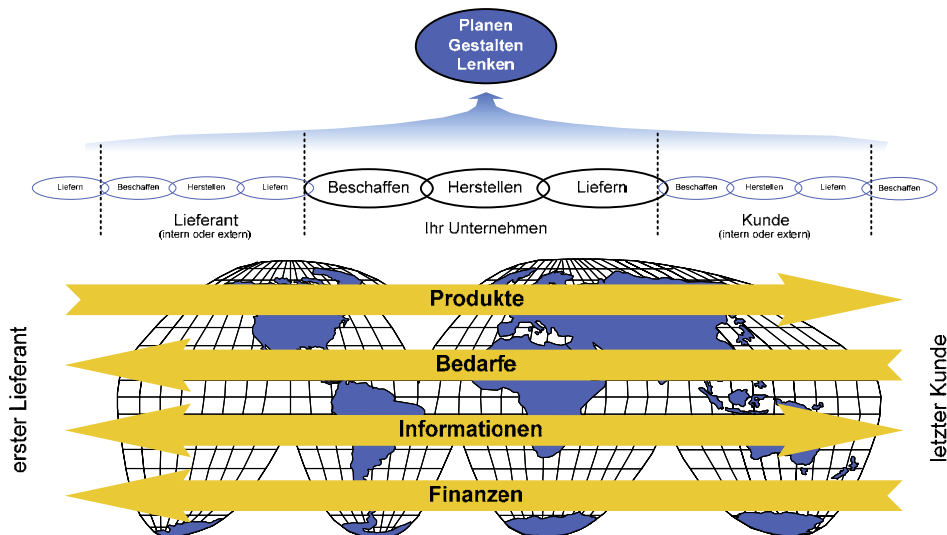


Bild 1.8 Supply Chain Management [82]

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 Managements sind viele voneinander abhängige, so genannte vernetzte Entscheidungen zu treffen die auch konkurrierend sein können.

1.6.1 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 als möglich preisgegeben, was zur Folge hat, dass durch dieses „Silodenken“ hohe Sicherheitsbestände und lange Reaktions- u. Lieferzeiten (time-to-market, time-to-consumer) entstehen (Bild 1.9).

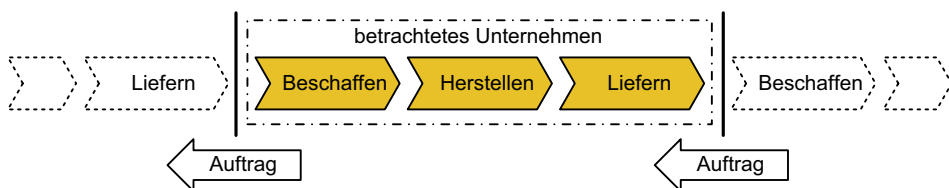


Bild 1.9 Traditionelle Supply Chain

1.6.2 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 Kun-

den bis hin zum ersten Zulieferer der Kette vor. In Bild 1.10 wird die Erweiterung des Blickwinkels über die Unternehmensgrenzen hinaus dargestellt.

Im Zentrum des Supply Chain Managements 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

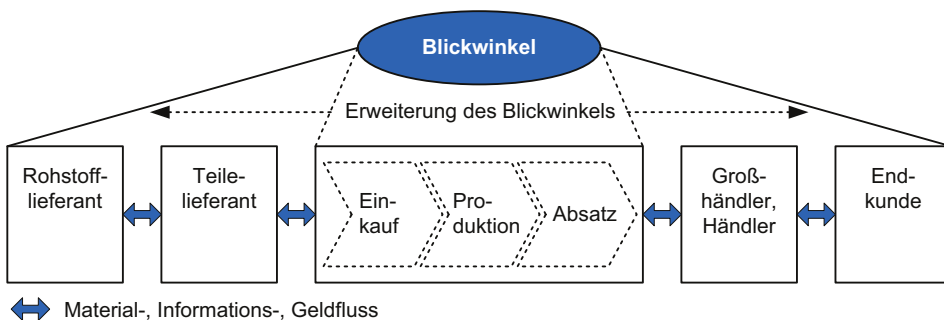


Bild 1.10 Erweiterung des Blickwinkels

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, so dass 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, benötigt es einer übergreifenden Prozessgestaltung. Unternehmen, deren Organisation in getrennte Funktionsbereiche (z.B. Einkauf, Konstruktion, Montage, Logistik usw.) 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

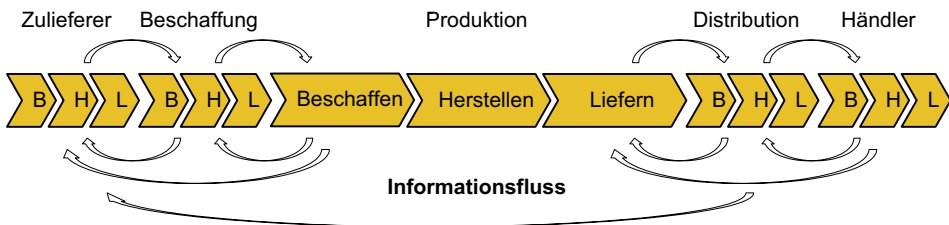


Bild 1.11 Integrierte Supply Chain

Kernkomponenten einer integrierten Supply Chain sind [52]:

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

1.6.2.1 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.

1.6.2.2 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.

1.6.2.3 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.

1.6.3 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).

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 abzurufen. 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.

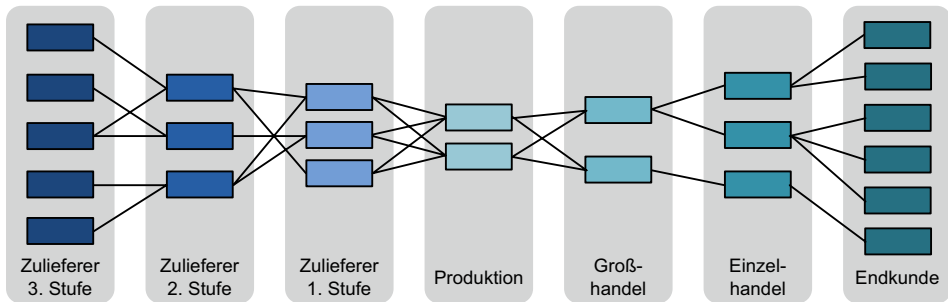


Bild 1.12 Mehrstufiges „Supply Network“

1.6.4 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].

Referenzmodelle – im konkreten logistischen Fokus das SCOR-Modell (Supply Chain Operations Reference Model) – 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.

1.6.4.1 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 – logistische Prozesse anhand des Modells abbilden.

Wesentlich dabei ist, dass Unternehmen verschiedener Industriezweige so ihre Logistikprozesse beschreiben können.

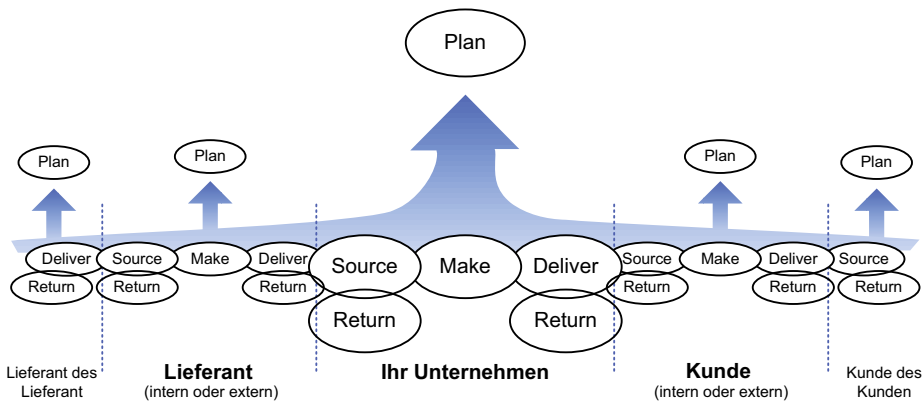


Bild 1.13 Die 5 Hauptprozesse des SCOR-Modells [86]

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.

1.6.4.2 Prozesstypen im SCOR-Modell

Im SCOR-Modell werden grundsätzlich drei verschiedene Prozesstypen unterschieden:

Planungs-Prozesse (*Planning*)

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

Ausführungs-Prozesse (*Execution*)

Ausführungs-Prozesse werden durch geplante oder tatsächliche Nachfrage ausgelöst. Hierzu zählen alle Aktivitäten die mit der Veränderung des Zustandes des Materials oder der Waren zu tun haben. Dies umfasst den 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 Ausführungs-Prozesse erforderlich sind.

Grundsätzlich ist das SCOR-Modell 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).

1.6.4.3 Prozessebenen**Ebene 1 – Höchste Ebene**

In Ebene 1 wird der Umfang bzw. der Inhalt des SCOR-Modells anhand der 5 Hauptprozesse Planen, Beschaffen, Produzieren, Liefern und Retournieren festgelegt.

Auf dieser Ebene werden Wettbewerbsziele für die gesamte Wertschöpfungskette bzw. für das eigene Unternehmen definiert:

Planen (Plan P)

Planungsprozesse gleichen die verfügbaren Ressourcen mit dem aktuellen aggregierten Bedarf ab und eröffnen so die Möglichkeit Beschaffungs-, Produktions- und Lieferungsanforderungen zu erfüllen.

Beschaffen (Source S)

Alle Prozesse die sich mit der Beschaffung von Gütern und Dienstleistungen zur Erfüllung des geplanten oder tatsächlichen Bedarfs befassen.

Produzieren (Make M)

Alle Prozesse, welche Produkte oder Dienstleistungen in ihren Endzustand transformieren, um den geplanten oder tatsächlichen Bedarf zu erfüllen.

Liefern (Deliver D)

Alle Prozesse die fertige Produkte oder Dienstleistungen zur Verfügung stellen um den geplanten oder tatsächlichen Bedarf zu erfüllen. Sie enthalten Auftragsabwicklung, Transportabwicklung und Vertriebsmanagement.

Zurückliefern (Return R)

Alle Prozesse welche in Zusammenhang mit der Retournierung und dem Empfang retournierter Produkte stehen. Auch die Kundenbetreuung nach dem Kauf wird durch diese Prozesse abgedeckt.

Ebene 2 – Konfigurationsebene

In dieser Ebene werden die Hauptprozesse in Prozesskategorien detailliert um es Unternehmen zu ermöglichen „ihre“ Logistikaktivitäten im Modell exakter zuzuordnen zu können. Bild 1.15 zeigt eine Übersicht aller Prozesskategorien innerhalb der 5 Hauptprozesse.

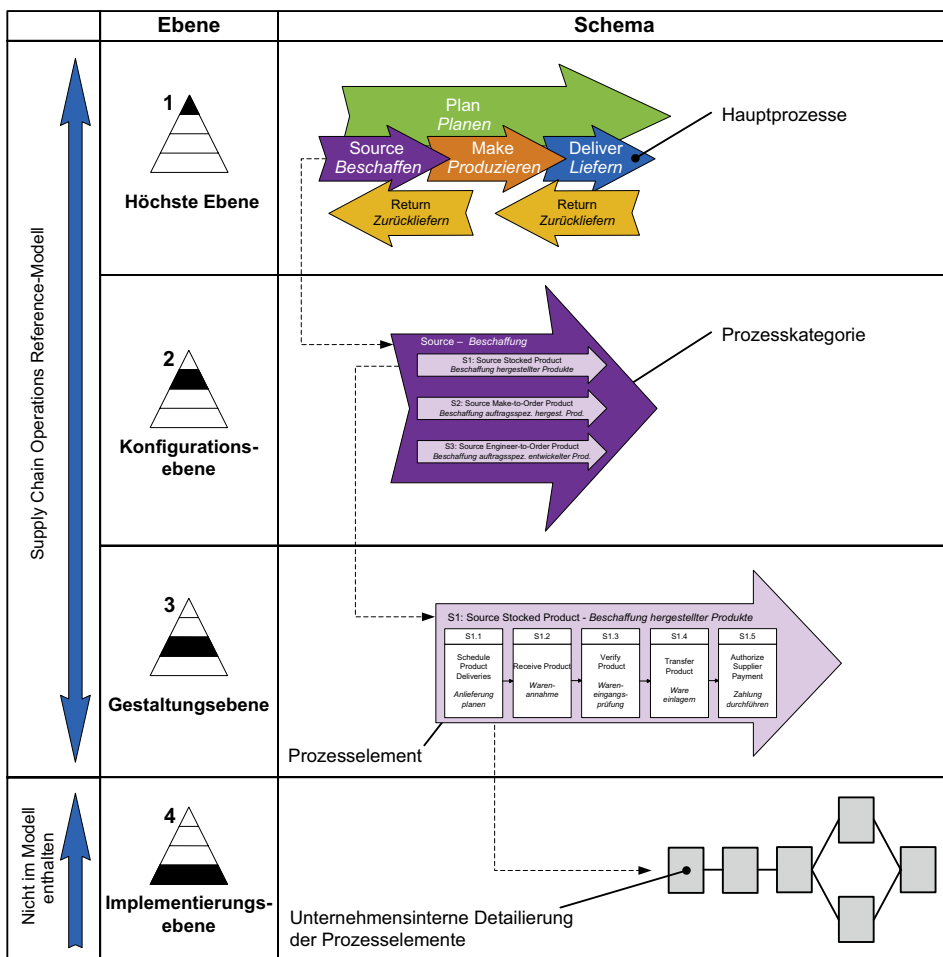


Bild 1.14 Die vier Ebenen des SCOR-Modells [86]