

Fachwissenschaftliche Projektarbeit

Thema: Systematische Untersuchung von Kennzahlensystemen in Supply Chains

Verfasser:

Dominik Löns (Matrikelnr. 135805),
Fabian Förster (Matrikelnr. 135665)

Betreuer:

Univ.-Prof. Dr.-Ing. Markus Rabe,
Dipl.-Inf. Anne Antonia Scheidler

Dortmund, den 14.06.2013

Inhaltsverzeichnis

1 Einleitung	1
2 Kennzahlen im Supply Chain Management	1
2.1 Vom Netzwerk zum Supply Chain Management	1
2.1.1 Der Netzwerkbegriff	2
2.1.2 Supply Chain.....	3
2.1.3 Supply Chain Management	6
2.2 Kennzahlen	8
2.3 KPIs und Kennzahlensysteme	12
3 Methoden auf Kennzahlenbasis in der Praxis	13
3.1 Das Kennzahlensystem der AMF AG & Co.	14
3.2 Das Kennzahlensystem der Koenig & Bauer AG	16
3.3 SCOR-Modell.....	16
3.3.1 Ziele des SCOR-Modells	17
3.3.2 Struktur und Kennzahlen im SCOR-Modell.....	18
3.3.3 Evolution des SCOR-Modells.....	23
3.3.4 Fazit.....	23
3.3.5 Einordnung der Methodik in die Supply Chain	25
3.4 Six Sigma Methode	26
3.4.1 Define.....	27
3.4.2 Measure	31
3.4.3 Analyze	35
3.4.4 Improve	37
3.4.5 Control	37
3.4.6 Einordnung der Methodik in die Supply Chain	38
3.4.7 Weitere Methoden auf Six Sigma Basis	39
3.4.7.1 Lean Six Sigma	39
3.4.7.2 Design for Six Sigma	40
4 Beispielhafte Illustration	40
4.1 Anwendung des SCOR-Modells	41
4.2 Anwendung der Six Sigma Methode.....	43

4.2.1 Ist-Situation.....	44
4.2.2 Korrelationskoeffizient von Bravais-Pearson	45
4.2.3 Neue Ist-Situation	46
4.2.4 Monitoring	47
5 Fazit	48
6 Anhang	49
7 Literaturverzeichnis.....	51

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: A-, B- und C-Kennzahlen	9
Abbildung 2: Zielbeziehungen.....	10
Abbildung 3: Wirtschaftlichkeit in der Logistik.....	10
Abbildung 4: Prozesskette eines Moduls	12
Abbildung 5: Gegenüberstellung ausgeählter Kennzahlensysteme	14
Abbildung 6: Das Kennzahlensystem der AMF AG & Co.....	15
Abbildung 7: Operations Reference-Model.....	19
Abbildung 8: Strategische Kennzahlen im SCOR-Modell	21
Abbildung 9: Die Gestaltungsebene	22
Abbildung 10: Einordnung des SCOR-Modells	25
Abbildung 11: Six Sigma Instrumente.....	26
Abbildung 12: Beispiel einer Konstant-Summen-Skala	28
Abbildung 13: Das Kano-Modell.....	29
Abbildung 14: Kano-Zuordnungstabelle	30
Abbildung 15: Auswertung mit Zufriedenheitskoeffizienten	31
Abbildung 16: Beispiel für einen CTQ-Tree	32
Abbildung 17: Standardnormalverteilung.....	34
Abbildung 18: Ausschnitt aus der Sigma-Tabelle	34
Abbildung 19: Vorher-Nachher-Vergleich in einem Control Chart.....	37
Abbildung 20: Beispiel für ein Control Chart.....	38
Abbildung 21: Modellierter Prozess der Zieher GmbH.....	42
Abbildung 22: Berechnung der Reaktionsfähigkeit.....	43
Abbildung 23: Zugehöriger CTQ-Tree der Zieher GmbH	44
Abbildung 24: Normalverteilung zur Ist-Situation	45
Abbildung 25: Vergleich beider Ist-Situationen	46
Abbildung 26: Beispielhafte Control-Chart.....	47

1 Einleitung

Die durch die Globalisierung zunehmende Vernetzung einzelner Unternehmen führt zu der Notwendigkeit eines Systems, das die Schnittstellen dieser Partner koordiniert und aufeinander abstimmt. In diesem Zusammenhang soll im Rahmen dieser Ausarbeitung das Supply Chain Management zunächst auf der Grundlage der Literatur definiert und mit dem Fokus auf eine Relevanz von Kennzahlensystemen untersucht werden. Nachfolgend sollen basierend auf der vorgestellten Begriffswelt konkrete, auf Kennzahlen basierende Instrumente des Supply Chain Managements vorgestellt und abschließend im Sinne einer beispielhaften Illustration konkret angewendet werden.

2 Kennzahlen im Supply Chain Management

Das Supply Chain Management ist ein aus der Praxis stammender Begriff, der in den USA erstmals auf sich aufmerksam machte. In den 1980er Jahren des 20. Jahrhunderts wurde er vor allem durch Oliver und Webber geprägt (Oliver & Webber, 1982), die als erstes das Supply Chain Management praktisch anwendeten. In der Theorie wurde der Begriff dann unter anderem von Cooper und Ellram (Cooper & Ellram, 1993) betrachtet, die jedoch mehr auf die Flussorientierung eingingen. In Deutschland etablierte sich der Begriff des Supply Chain Managements erst in den 1990ern und gewinnt seitdem stetig an Bedeutung in der Wissenschaft und der Wirtschaft (Werner, 2013).

Wie der Begriff Supply Chain Management genau zu definieren ist, ist bis heute ungeklärt. Im Folgenden sollen verschiedene Erklärungsansätze gemäß Literatur aufgezeigt und gegenübergestellt werden. Insgesamt sollen die Begriffe Supply Chain, Supply Chain Management und Kennzahlen herausgestellt und in Beziehung gesetzt werden.

2.1 Vom Netzwerk zum Supply Chain Management

Bei Betrachtung der Tatsache, dass die Grundidee des Supply Chain Managements ein vergleichsweise junges Konzept ist, stellt sich die Frage, warum diese Idee nicht viel früher aufgetaucht ist. Die sich stellenden Fragen sind, ob es keine Notwendigkeit gab bzw. ob und warum es eine solche nun gibt. Hierzu sollte man zunächst den Begriff Supply Chain Management zunächst aus den beiden unterschiedlichen Blickwinkeln des Netzwerks sowie der Supply Chain betrachten.

2.1.1 Der Netzwerkbegriff

Bei der Übersetzung des englischen Begriffs Supply Chain stehen eine Vielzahl von Möglichkeiten zur Verfügung (Lieferkette, Beschaffungskette, Versorgungskette, Wertschöpfungskette, Logistische Kette und Zulieferkette). Bei der Suche nach Ursachen für diese Tatsache muss man sich zunächst im Klaren über die Basis einer Supply Chain sein. Ein klassischer Ansatz ist hier, die Netzwerke als den Ausgangspunkt des Supply Managements sehen (Corsten & Gössinger, 2008). Für die Supply Chain sind insbesondere Netzwerke von Bedeutung, die aus Unternehmungen und ihren Beziehungen untereinander bestehen. So eine Art von Beziehungen beschreibt schon Marshall in seinem Buch „Principles of Economics“, der die ersten Netzwerke in Industrieregionen sieht (Kappelhoff, 2000).

Die Ursprünge der Netzwerke scheinen also schon viel älter zu sein, als die Idee des Supply Chain Managements, welche erst in den Frühen 1980er Jahren erstmals aufkam. Bei einer Fokussierung auf den Entstehungsprozess solcher Netzwerke ist zunächst festzustellen, dass es in der Literatur keine vollständigen Ansätze gibt, sondern lediglich Partialansätze. Zusammenfassend werden hier die Ansätze der neuen Institutionenökonomik und der Interorganisationstheorie unterschieden (Corsten & Gössinger, 2008).

Die neue Institutionenökonomik basiert auf der Transaktionstheorie, die sich mit der zentralen Frage der institutionellen Gestaltung von Aktivitäten im ökonomischen Rahmen beschäftigt. Hierbei wird unterstellt, dass die Akteure zwar bestrebt sind, rational zu handeln. Sie besitzen allerdings nicht immer die Fähigkeit dazu, da sie über gewisse Informationen nicht verfügen oder nicht die Kapazität haben, diese zu verarbeiten. Außerdem verhalten sich die Akteure opportunistisch, da sie Informationen zurückhalten oder bewusst falsch herausgeben. Diese Theorie führt zu dem Schluss, dass je niedriger Spezifität, Unsicherheit und Transaktionshäufigkeit sind, es immer ökonomisch sinnvoller wird, die Koordination nicht hierarchisch im Unternehmen zu managen, sondern eine marktliche Lösung anzustreben.

Die Interorganisationstheorie ist hingegen ressourcenorientiert und schreibt die Zusammenarbeit von Akteuren der Ressourcenknappheit und der Notwendigkeit der Zusammenarbeit von Akteuren zu Verbesserung ihrer Wettbewerbsposition zu. Somit bestehen Netzwerke aus eigenständigen Akteuren, welche zusammen ein gemeinsames Ziel verfolgen (Messner, 1995). Diese Zusammenarbeit zielt darauf ab, allen Akteuren einen Vorteil zu erzielen und damit eine WIN-WIN-Situation entstehen zu lassen. Dabei befinden sich die Akteure intern in einem Positionierungswettbewerb und extern in einem

Leistungswettbewerb, der positive Auswirkungen auf die Wettbewerbsfähigkeit des gesamten Netzwerkes haben kann (Aulinger, 1999).

Betrachtet man nun die Erscheinungsformen solcher Netzwerke sowie deren Koordinationsrichtung, so lässt sich diese zum Beispiel in polyzentrisch und hierarchisch-pyramidal unterteilen. Hier lohnt bereits ein kleiner Ausblick, da sich diese Unterscheidung auch später im Supply Chain Management fortsetzt. Dort gibt es Zusammenschlüsse gleichberechtigter Partner, wie Allianzen von Fluglinien, die sich polyzentrisch organisieren. Es gibt dagegen auch hierarchisch-pyramidale Zusammenschlüsse, bei denen ein Unternehmen die absolute Macht hat. Ein Beispiel ist hier die Automobilindustrie, in der Autobauer über ihre Zulieferer „herrschen“ und sie durch ihre Marktposition zu für sie unvorteilhaften Zugeständnissen zwingen.

Bei der Suche nach einer Definition der Supply Chain in der Literatur wird deutlich, warum gerade in dem Netzwerkbegriff eine Basis für das Supply Chain Management sehen: Nur durch diesen Zusammenschluss von Unternehmen zu Netzwerken entsteht, gepaart mit der richtigen Betrachtungsweise, die Supply Chain (Corsten & Gössinger, 2008).

Die Supply Chain kann zudem als ein Netzwerk von Organisationen gesehen werden, die über vor- und nachgelagerte Verbindungen von Prozessen und Aktivitäten, Wertschöpfung in Form von Produkten und Dienstleistungen dem Endkunden zur Verfügung stellen: „the network of organizations that are involved, through upstream and downstream linkages, in the different processes and activities that produce value in the form of products and services in the hands of the ultimate consumer.” (Christopher, 1998, S. 15). Die Supply Chain ist also ein Netzwerk aus Akteuren, welches aus der Sicht des Endproduzenten, dessen Produkt der Endkunde erwirbt, betrachtet wird. Eine ebenso etablierte Definition, die von einem Fluss von Produkten, Dienstleistungen, Finanzmitteln und Informationen spricht, die durch die Zusammenarbeit eines Netzwerkes von einer Quelle zum Endkunden gelangen, konkretisiert eine solche Beziehung zunehmend (Mentzer et al., 2001).

2.1.2 Supply Chain

Das Netzwerk ist also die Gemeinsamkeit aller Definitionen in einer Vielzahl von Definitionen in der Literatur. Ebenfalls weist die Definition darauf hin, dass die Supply Chain immer den Endkunden sowie mehrere Unternehmen beinhaltet. Hier stellt sich nun die Frage,

warum der Begriff Supply Chain und nicht Supply Network gewählt wurde, obwohl der Ursprung, wie eben gezeigt, aus Netzwerken stammt, die sowohl die Seite des Lieferanten, als auch die Seite des Endkunden abdecken würden. Es scheint eine Frage des Blickwinkels zu sein, da ein Produzent im Normalfall mehr als einen Lieferanten und mehr als einen Kunden besitzt. Hier ist Supply Network eine ebenso passende Bezeichnung. Tatsächlich gibt es in der Literatur Ansätze, die diesen Begriff dem der Kette (engl. chain) vorziehen (Wieland & Wallenburg, 2011; Chopra & Meindl, 2007).

Deshalb muss die Darstellung als Kette allerdings nicht falsch sein. Sie ist in gewisser Weise nur eine etwas vereinfachte Darstellung und nur in einer grafischen Betrachtungsweise linear. In der Realität handelt sich es dagegen stets um ein Geflecht (Ballou, Gilbert, & Mukherjee, 2000).

Bei der Suche nach einer allgemeingültigen Übersetzung für den Begriff Supply Chain gelangt man, die Tatsache, ob es sich nun um eine Kette oder ein Netzwerk handelt außen vor gelassen, zu vielen unterschiedlichen, aber nicht immer gegensätzlichen Begrifflichkeiten. Alternativ kann der Begriff Supply Chain Management mit Versorgungskettenmanagement übersetzt werden, wobei die Gefahr der Irreführung bestehen kann, wenn man davon ausgeht, dass die Impulse lediglich von der Versorgerseite ausgingen (Arndt, 2004). In der Realität ist vielmehr der Kunde, also die „Demandseite“, der Impuls. Außerdem sei, wie auch im vorherigen Abschnitt bereits behandelt, darauf hingewiesen, dass es sich nicht im eigentlichen Sinne um eine Kette, sondern vielmehr um ein Netz handelt. Vorgeschlagen wird in diesem Zusammenhang der Begriff „Demand Net Management“, wobei hier der klare Blickpunkt auf der Definition der Supply Chain und nicht der des Managements liegt.

Ein gegensätzlicher Ansatz sieht hingegen die Wertschöpfungskette („Value Chain“) als Ausgangspunkt (Porter, 2010). Hier wird aufgezeigt, dass das Hauptaugenmerk auf der Einbettung von Aktivitäten zwischen allen beteiligten Unternehmen liegt. Das Supply Chain Management dient dabei dem Auffinden von Verbesserungspotentialen an den Schnittstellen. Außerdem wird zum einen auf die Möglichkeit, Supply Chain Management mit dem Begriff des Lieferkettenmanagements zu übersetzen und zum anderen auf eine nahe Verwandtschaft zur Wertschöpfungskette hingewiesen. Der Unterschied sei, dass nicht alle wertsteigernden Aktivitäten der Wertschöpfungskette in die Supply Chain integriert seien (z.B. bei Design und Image). Des Weiteren kann die Logistikkette von der Supply Chain abgegrenzt werden, indem man davon ausgeht, dass erstere die „horizontale Verzahnung von

Unternehmensbereichen“ als Ziel habe und die Supply Chain zudem die gesamte vertikale Vernetzung umfasst (Werner, 2013). Eine Ausnahme wird in diesem Zusammenhang in Bezug auf die Abgrenzung vom Supply Chain Management zum Demand Net Management gebildet. Hier wird also der Behauptung, der Begriff Supply Chain Management sei ein aus der Literatur fälschlicher Weise hervorgegangener Begriff, der eigentlich Demand Net Management heißen müsste (Arndt, 2008), entgegnet. Stattdessen wird der Aspekt aufgezeigt, dass das Demand Net Management die Lieferantenaspekte nicht abdeckt. Weiter wird die Unterscheidung allerdings aufgrund ihrer Unwichtigkeit nicht präzisiert, da sich der Begriff Supply Chain Managements in der Literatur unangefochten durchgesetzt hat.

Ein weiterer Ansatz bei der Begriffsabgrenzung trennt dabei Supply Chain - die mit dem Begriff der Versorgungskette übersetzt werden kann - sowie die Logistische Kette und die Wertschöpfungskette (Corsten & Gössinger, 2008). So gibt es sowohl Denkweisen, die Supply Chain mit der Logistikkette gleichsetzen (Tan, Kannan, & Handfield, 1998), als auch solche, die Unterschiede aufzeigen, die wiederum in der Handlungsweise der einzelnen Kettenglieder gesehen werden. Bei der Logistischen Kette entscheiden die Akteure nach ihren wirtschaftlichen Interessen aus ihrer sehr eingeschränkten eigenen Sicht. Bei der Supply Chain liegt dagegen eine ganzheitliche Betrachtung des Netzwerkes vor, woraufhin die Entscheidungen durch Abstimmung der Akteure untereinander und ihrer Verbindungen getroffen werden (Cooper & Ellram, 1993). Damit steht die Zusammenarbeit aller Unternehmen der Wertschöpfungskette im Vordergrund und nicht die einzelnen Unternehmensinteressen.

Das kann so weit gehen, dass ein Unternehmen die für sich schlechtere Entscheidung treffen muss, weil dadurch das Netzwerk in seiner Gesamtheit profitiert. Wichtig ist es außerdem, dass alle Akteure wie ein großes Kollektiv im Sinne eines gemeinsamen Interesses handeln. Hierzu sollten alle Schnittstellen zwischen den einzelnen Akteuren möglichst perfekt aufeinander abgestimmt werden, sodass die Kettenglieder lückenlos ineinander übergreifen, als wäre die Supply Chain „aus einem Guss“ (Corsten & Gössinger, 2008). Jede Lücke zwischen den Akteuren stellt einen potentiellen Fehler im System dar und könnte schließlich dazu führen, dass das Ergebnis nicht das gewünschte Maximum erreicht. Die Verknüpfung der einzelnen Kettenglieder ist also ein sehr wichtiger Bestandteil der gesamten Betrachtungsweise (Knolmayer, Mertens, & Zeier, 2000).

Neben den Begriffen Versorgungskette und der Logistischen Kette spielt wie bereits angedeutet der Ausdruck Wertschöpfungskette eine zentrale Rolle. In der Literatur findet man auch hier, neben einer grundsätzlichen Verwandtschaft, nicht unbedeutende Unterschiede. So ist die Wertschöpfungskette „vom traditionellen Bereichsgedanken geprägt“ (Corsten & Gössinger, 2008), kann allerdings auch unternehmensübergreifend genutzt werden, was wiederum mit der Supply Chain vergleichbar wäre. Allerdings sei in diesem Zusammenhang darauf hingewiesen, dass bei der Supply Chain die Bereiche Versorgung und Verfügbarkeit stärker in den Vordergrund rücken und nicht, wie bei der Wertschöpfungskette, Chancen und Nutzen sowie Wertsteigerung (Klaus, 1998).

2.1.3 Supply Chain Management

Insgesamt ist es also wichtig, dass die Koordination der einzelnen Netzwerkpartner reibungslos verläuft und zwischen den einzelnen Prozessen keine Probleme bei der Abstimmung auftreten. Man benötigt daher eine Steuerung, die den Endkunden als Basis sieht und dafür sorgt, dass kein Informationsdefizit entsteht, anhand dessen falsche Entscheidungen getroffen werden können. Hierbei sind insbesondere Liefertreue, verringerte Durchlaufzeiten und ein Minimum an Beständen entscheidend, damit die Kosten für alle Parteien gesenkt werden können (Bowersox & Class, 1996).

Dabei muss speziell ein Phänomen vermieden werden, das in der Literatur unter dem Namen Peitschenschlageffekt auftaucht (Corsten & Gössinger, 2008). Dieser Effekt wird durch kleine Schwankungen im Bedarf des Endkunden ausgelöst und sorgt dafür, dass mit jeder weiteren Stufe der Supply Chain zeitverzögert ein Anstieg der Bestellmenge erfolgt. Die Erhöhung schaukelt sich sozusagen weiter auf. Der Grund dafür ist, dass jedem Akteur nur die eigene Nachfrage und die seines direkten Nachfolgers bekannt ist und er somit keine Rückschlüsse auf das tatsächliche Kaufverhalten des Endkunden ziehen kann. Somit können saisonale Änderungen leicht missverstanden werden und zu einer unangemessen hohen Bestellmenge führen. Um dies zu verhindern, müssen alle Akteure in der Kette Zugriff auf sämtliche Daten haben und sich untereinander abstimmen.

Bei dem Vorhaben, all diesen Koordinations-Schwierigkeiten zu begegnen, entwickelte sich das Supply Chain Management. Dieses versucht, einen reibungslosen Übergang zwischen allen Kettengliedern zu gewährleisten.

Auf die Notwendigkeit eines solchen Steuerungssystems stieß bereits im Jahre 1950 der Wirtschaftswissenschaftler J. Forrester mit der Erkenntnis, dass „durch Informationsdefizite und eine Verzögerung des Informationsflusses entlang der Zulieferkette bereits geringe Nachfrageschwankungen am Ende der Zulieferkette zu starken Bedarfsveränderungen am Beginn der Kette bei vorgelagerten Zulieferern führen. Diese ausgeprägte Streuung der Nachfrage bzw. Bedarf macht es den Beteiligten bisher nur unter dem Einsatz aufwendiger Prognoseverfahren möglich, diese in ihrer Produktionsplanung zu berücksichtigen und die Lagerbestände entsprechend zu planen.“ (Weber & Dehler, 2000, S. 96). Dies führt dazu, dass die Zulieferer es sehr schwer haben, immer die optimale Menge an Gütern auf Lager zu haben. Sie haben entweder zu viel auf Lager - und somit hohe Lagerkosten - oder zu wenig und können damit die Nachfrage nicht befriedigen. Diese Schwankungen sollen über eine komplette Betrachtung der Lieferkette behoben werden. Hierbei handelt es sich also um eine direkte Beschreibung des bereits erwähnten Peitschenschlageffekts, ohne diesen wörtlich zu benennen.

Ein weiterer Ansatz sieht das Entstehen des heutigen Supply Chain Managements dagegen in einer konsequenten Weiterentwicklung: Um die Zusammenarbeit an den Schnittstellen von Unternehmen zu verbessern, wurde zunächst die Just-in-Time-Produktion eingeführt. In den 1990er Jahren erhielt dann das Konzept Efficient-Consumer-Response Einzug, welches das Unternehmen noch näher an seine Kunden brachte. Allerdings reichte diese Betrachtungsweise nicht aus, um einen lückenlosen Ablauf zu gewährleisten (Arndt, 2008).

Aus all diesen Gründen war die Einführung des Supply Chain Managements unabdingbar. Die Einführung ist also der Notwendigkeit eines reibungslosen Übergangs zwischen den einzelnen Unternehmen in der Supply Chain zuzuschreiben, um Informationsdefizite zu vermeiden.

Um gemeinsam Informationen zu nutzen, muss es eine Basis für den Austausch geben. Hierbei ist besonders die Entwicklung der so genannten Informations- und Kommunikations-Technologie hervorzuheben. Zu diesen Technologien gehören unter anderem das Internet, Satellitenkommunikation und leistungsstärkere Hardware zu günstigen Preisen. Dadurch können unter anderem mehr Akteure in Entscheidungen mit eingebunden werden, obwohl sie an unterschiedlichen Orten sind. Außerdem können komplexe Entscheidungsmodelle schneller und noch umfassender berechnet und simuliert werden (Corsten & Gössinger, 2008). Neben einer solchen Technologie können auch Kennzahlen aufgenommen, ausgewertet und zur Bewertung aller Akteure herangezogen werden.

2.2 Kennzahlen

Für diese Ausarbeitung stellt eben diese Rolle der Kennzahlen sowie die von Kennzahlssystemen eine besondere Relevanz dar. Schon bei der Suche nach einer allgemeingültigen Definition des Supply Chain Managements fällt auf, dass trotz aller Widersprüche, immer wieder die Rede von „Informationen“ ist. Beispielsweise wird von „einer Integration der Material- und Informationsflüsse mit Lieferanten und Kunden“ oder von einer „Abstimmung der Güter- und Informationsflüsse aller Beteiligten“ gesprochen (Corsten & Gössinger, 2008, S. 108, 96). Doch um welche Informationen es sich handelt und inwiefern diese Informationen auch Kennzahlen sein können, soll im Folgenden behandelt werden.

Hier bietet sich eine nähere Betrachtung der tatsächlich relevanten Informationen für alle Teilnehmer einer Supply Chain an. Dazu sei zunächst auf die Notwendigkeit von Zielgrößen als „für die Zukunft angestrebte Zustände oder Prozesse“, die zu „maximale(m) Gewinn“ oder „höchstmögliche(m) Umsatz“ führen hingewiesen (Arndt, 2004, S. 107). Gerade der Begriff des Ziels dient in der Literatur stets als Ausgangspunkt für die Betrachtung von Kennzahlen, die an eben solchen Vorgaben gemessen werden können und sollen. Ziele können dann weiter gegliedert werden: sowohl horizontal, als auch vertikal. Eine horizontale Gliederung erfolgt durch eine Aufteilung in (unterschiedlich stark gewichtete) Zielzustände wie Umweltschutz, Imageverbesserung oder Gewinnmaximierung. Weiter lässt sich dann jedes Ziel vertikal in Ober-, Zwischen- und Unterziele, die sich vor allem in ihrer Konkretisierung, von einer allgemeinen Formulierung bis zu einem konkreten Wert, unterscheiden.

Tatsächlich stellt der Gewinn in der Regel das primäre Ziel einer Unternehmung dar, dargestellt in Zahlen. Für einen maximalen Gewinn sind allerdings Optimierungen sowohl innerhalb einer Produktion, als auch entlang der Supply Chain von Nöten. Die Frage, inwieweit ein Prozess oder eine Beziehung optimiert wurde, ist dann in der Realität solange relativ, bis mit absoluten (Kenn)Zahlen eine systematische Vergleichbarkeit gewährleistet wird. Diese Kennzahlen können in diesem Zusammenhang als „quantitative Daten, die als bewusste Verdichtung der komplexen Realität über zahlenmäßig erfassbare betriebswirtschaftliche Sachverhalte informieren sollen“ definiert werden (Weber, 1995, S. 187).

Die Definition von Kennzahlen ist jedoch nicht eindeutig, da es keine Definition gibt, die sich in der Literatur durchgesetzt hat und es außerdem einen Unterschied zu der Definition von

Kenngrößen gibt. Dieses Thema wird in der Literatur aufgegriffen und klar aufgezeigt, dass es hier Handlungsbedarf gibt, da es oftmals auch notwendig ist, die Definition dem Einsatzgebiet anzupassen (Dietrich, Schulze, & Weber, 2007). Um sich auf eine einheitliche Definition zu berufen, wird jedoch vorgeschlagen, die ISO 3534 Teil 1, die den Begriff Kenngröße als eine vollständig bestimmte Funktion aus Zufallsvariablen in einer Zufallsstichprobe definiert, zu fokussieren, weshalb sich auch diese Ausarbeitung darauf stützen soll.

Die Kennzahlen werden dann aus mehreren Kenngrößen berechnet. Diese Kennzahlen können in absolute und relative unterteilt werden. Laut einer VDI-Studie sollten sie folgende Anforderungen erfüllen:

- Aussagefähig
- Aktuell und schnell Verfügbar
- Vergleichbar
- Übersichtlich dargestellt
- Allgemein verständlich
- Leicht ermittelbar
- Vollständig

Weiterhin können Kennzahlen in die Kategorien A, B und C unterteilt werden, wie die nebenstehende Grafik verdeutlichen soll (Weber & Dehler, 1999, S. 78).

Demzufolge dienen die sogenannten B-Kennzahlen der „Steuerung der Ge-

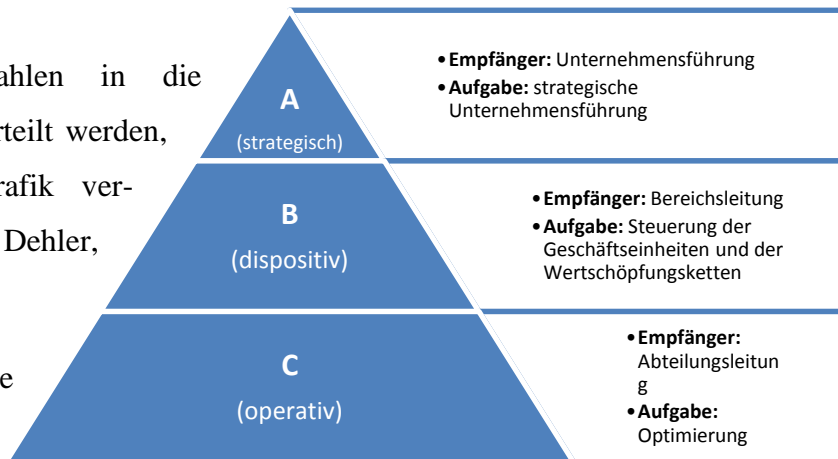


Abbildung 1: A-, B- und C-Kennzahlen (in Anlehnung an Weber & Dehler, 1999, S. 78)

schäftseinheiten und der Wertschöpfungsketten“. Genau hier liegt also die Schnittstelle von Kennzahlen zum Supply Chain Management, das solche Daten beispielsweise als Basis für Entscheidungen nehmen kann. Solche Entscheidungen beruhen in der Regel auf konkreten Werten, wie einem maximal zu zahlenden Preis. Weiter wird zudem von „Kennzahlen, die regelmäßig erfasst werden sollten und für die auch geeignete Zielgrößen existieren müssen, die das logistische Potential der Fertigung widerspiegeln“ gesprochen (Weber & Dehler,

1999, S. 80) und als Hauptkriterien eine hohe Liefertreue, niedrige Durchlaufzeiten, eine hohe Leistung der Arbeitssysteme sowie geringe Bestände in der Fertigung angeführt.

Neben absoluten Zahlen, wie Preis oder Lieferzeit, spielen dagegen auch auch relative Daten, wie Anpassungsfähigkeit oder Qualität, eine Rolle (Rennemann, 2003). Somit erweitert sich das Feld relevanter Kennzahlen neben Liefertreue, Durchlauf- und Lieferzeiten, Leistung, Bestände und Preis um qualitative Kriterien.

Eine weitere Möglichkeit der Kategorisierung zeigt die nebenstehende Grafik, die Kennzahlen hingegen in Logistikleistung und Logistikkosten unterteilt (Weber & Dehler, 1999, S. 79).

Um noch einmal auf den Begriffs des Ziels zurückzukommen, sei erwähnt, dass ein Ziel nicht immer lediglich daran gemessen werden kann, wie gering (Preis, Lieferzeit) oder wie hoch (Leistung) dieses gemessen wird, sondern vielmehr, dass sich mehrere Zielgrößen gegenseitig beeinflussen. Beispielsweise liefert die Unterscheidung zwischen komplementären, konkurrierenden und indifferenten Zielen darüber Aufschluss.

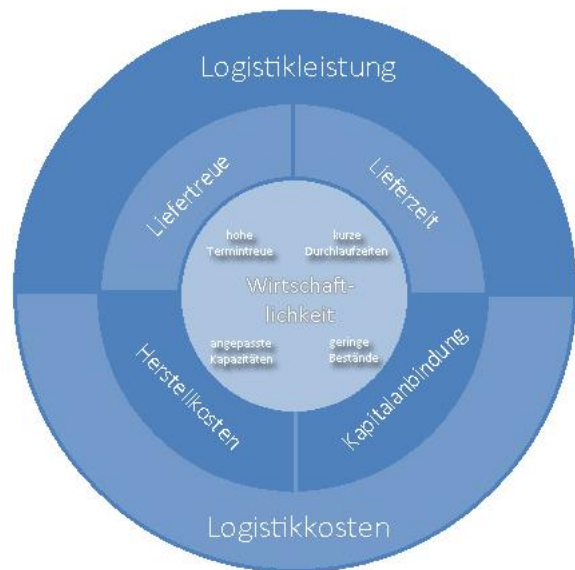


Abbildung 2: Wirtschaftlichkeit in der Logistik (in Anlehnung an Weber & Dehler, 1999, S. 79)

indifferenten Zielen darüber Aufschluss. Komplementäre Ziele gehen miteinander einher:

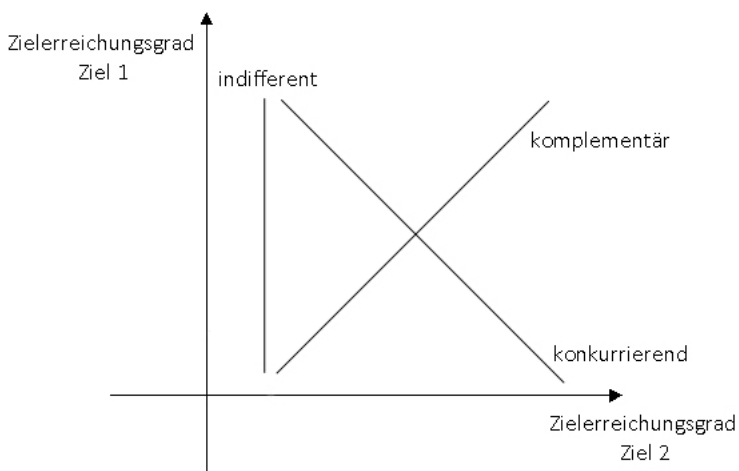


Abbildung 3: Zielbeziehungen (in Anlehnung an Arndt, 2004, S. 109)

„Eine Umsatzsteigerung und eine Erhöhung des Marktanteils ergänzen sich gegenseitig.“ (Arndt, 2004, S. 109). Dahingegen sind konkurrierende Ziele gegenläufig, wie beispielsweise niedrige Preise nur in einem gewissen Rahmen mit hohen Qualitätsstandards vereinbart werden können.

Indifferente Ziele beeinflussen sich dagegen nicht.

Ziel dieser Ausarbeitung ist vor allem, die Relevanz von Kennzahlen in der Supply Chain, also bei der Interaktion aller Beteiligten aufzuzeigen und nicht lediglich bei einem Kettenglied. Die bisherigen Ausführungen sollen daher in einen globaleren Kontext eingeordnet werden, der dem Supply Chain Management und nicht einer einzelnen Unternehmensführung gerecht wird.

In diesem Zusammenhang sei darauf hingewiesen, dass bei einer chronologischen Betrachtung der Literatur ein gewisser Trend, von der klar engen betriebsinternen Sichtweise bis hin zur ganzheitlichen Betrachtung der gesamten Wertschöpfungskette, zu erkennen ist. Bezeichnend ist beispielsweise die Tatsache, dass sogar von einem Trend hin zu innerbetrieblichen Behandlung von Kennzahlen gesprochen wurde: „Diese Tendenz, die Verlagerung von der externen zur internen Analyse, ist voll verständlich, wenn man sich vor Augen führt, wie wenig aussagekräftig Kennzahlen sind, die lediglich aus den veröffentlichten Zahlen der Unternehmen gebildet werden.“ (Staehe, 1969, S. 58). Externe Interessenten seien hier ausschließlich Kapitalgeber, Investoren, staatliche Stellen oder Journalisten, nicht aber kooperierende Unternehmen. Weiter werden höchstens „zwischenbetriebliche Vergleiche“ aufgeführt, die allerdings stets dem „Vergleich von Zahlen eines einzelnen Betriebs“ dienen. Drei Jahrzehnte später wird diesem Ansatz deutlich widersprochen: „Das Modell eines Unternehmens, das ein Produkt vollkommen selbstverantwortlich entwickelt, fertigt und vertreibt hat ausgedient. (...) Vielmehr finden sich Unternehmen zu Kooperationen unterschiedlicher Intensität zusammen.“ (Weber & Dehler, 1999, S. 76).

Erst mit Einführung des Supply Chain Managements erhält die ganzheitliche Sichtweise Einzug bei der Betrachtung von Kennzahlen. Bei der bisherigen Ausarbeitung relevanter Kennzahlen wurde tatsächlich in der Regel eine unternehmensinterne Sichtweise verfolgt: der zu zahlende Preis an seinen Lieferanten sowie dessen Lieferzeit, eigene Bestände oder Durchlaufzeiten. Bei der Betrachtung der Prozesskette sei, wie eingangs erwähnt, darauf hinzuweisen, dass jede Unternehmung mindestens einen Lieferanten oder einen Kunden besitzt. Somit lassen sich die aufgeführten Kennzahlen zunächst auf jedes einzelne Glied übertragen, stets vor dem Hintergrund, dass für jedes Glied unterschiedliche Kennzahlen primären Charakter aufweisen. Der Schritt in der Betrachtungsweise dieser Kette muss nun globaler erfolgen, um den bereits erläuterten Peitschenschlageffekt zu vermeiden. Der Blick sei deshalb weit über die Kommunikation eines Kettenglieds ausschließlich zum jeweils

benachbarten hinaus gerichtet, nämlich auf den gesamten Wertschöpfungsprozess. Konkret gelingt die Verbindung vom betriebsinternen zum ganzheitlichen Betrachtungswinkel über die grundlegenden Zielgrößen „hohe Kapazitätsauslastung, Minimierung der Bestände, Reduzierung der Durchlaufzeit, hohe Termintreue bei Maximierung der Wirtschaftlichkeit. Diese Bewertungsgrößen dienen zur Beurteilung der Güte sowohl jedes einzelnen Prozesses, als auch der gesamten Prozesskette.“ (Weber & Dehler, 1999, S. 98).

Dabei sei erneut darauf hingewiesen, dass eine Gesamtoptimierung der Supply Chain nicht zwangsläufig mit der Optimierung jedes einzelnen Kettenglieds einhergeht „und einzelne Unternehmungen eventuell schlechter gestellt werden als dies bei einer Realisierung ihrer individuellen Optimal-lösung der Fall wäre.“ (Corsten & Gössinger, 2008, S. 97).

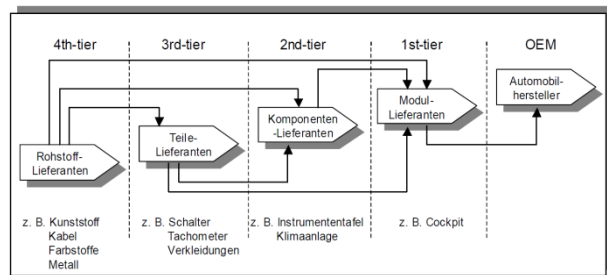


Abbildung 4: Prozesskette eines Moduls (Rennemann, 2003, S. 16)

Weiter kann daher von einer Notwendigkeit in einer „übergreifende(n) Betrachtung aller Einheiten“, um „eine lokale Optimierung auf Kosten des Gesamtprozess zu vermeiden“ (Weber & Dehler, 1999, S. 82) gesprochen werden.

Eine Veranschaulichung der Beziehungen der nachgelagerten Kettenglieder zeigt Abbildung 4 am Beispiel der Automobilindustrie. Hier besteht eine direkte Informationsanbindung von Prozessgliedern unterschiedlichen Ranges (engl. tier). Eine Kennzahl des Endkunden könnte beispielsweise die Anzahl der Bestellungen sein. Diese geht selbstverständlich beim 1st-tier-Prozess ein, schließlich ist er der direkte Lieferant. Darüber hinaus muss aber abhängig davon beispielsweise der 3rd-tier-Prozess vom 4th-tier-Prozess beliefert werden usw. Hier kann von einem „Bedarf nach Hilfsmitteln, die eine logistische Potentialabschätzung entlang der Lieferkette ermöglichen“ und weiter von „gemeinsame(n) Ziele(n) der beteiligten Partner“ gesprochen werden (Weber & Dehler, 1999, S. 76, S. 78).

2.3 KPIs und Kennzahlensysteme

Erfüllt eine Kennzahl die Anforderung, dass sie ein Maß für ein wichtiges Unternehmensziel darstellt und man den Grad an Erfüllung überprüfen kann, so nennt man diese Kennzahl Key Performance Indicator (KPI). Sehr bekannte Beispiele sind zum Beispiel Overall Equipment Effectiveness (OEE) und die First pass yield (FPY). KPIs bilden meist die obere Ebene in

einem kaskadischen Kennzahlensystem, da sie aus aggregierten Kennzahlen der unteren Ebenen hervorgehen und von ihnen abhängen.

Ein Kennzahlensystem bezeichnet eine Menge an Kennzahlen, welche eine Beziehung zueinander aufweisen. Es ist dafür zuständig, Informationen zu verdichten und Probleme zu detektieren, indem es Kennzahlen konzentriert und in einfacher und verständlicher Weise wiedergibt und somit einen schnellen und kompakten Überblick über sämtliche betrieblichen Prozesse ermöglicht. Es stellt vereinfacht betrachtet ein Hilfsmittel zur Kontrolle und Entscheidungsunterstützung bei sämtlichen betrieblichen Angelegenheiten dar (Stahle, 1969).

3 Methoden auf Kennzahlenbasis in der Praxis

Nach der Einordnung von Kennzahlen im Supply Chain Management sollen nun konkrete Methoden, die in der Praxis zur Anwendung kommen, vorgestellt und auf ihre Relevanz von Kennzahlen überprüft werden. Dabei kann es sich zum einen um firmeneigene Kennzahlensysteme wie denen der AMF AG & Co. und der Koenig & Bauer AG handeln. Zum anderen stellen das SCOR-Modell und die Six Sigma Methode allgemeingültige Ansätze des Qualitätsmanagements dar, die wiederum mit einer vergleichbaren Methodik – dem Lean Management – sowie den beiden speziellen Systemen anhand der untenstehenden Tabelle gegenübergestellt und im Folgenden erläutert werden sollen.

	Six Sigma	SCOR	Lean	AMF	Koenig & Bauer
<i>Allgemein</i>	x	x	x		
<i>Speziell</i>				x	x
<i>Betrachtungsweise</i>	Kunde	Unternehmen	Kunde	Mitarbeiter	Unternehmen
<i>Tragweite</i>	ein Prozess bzw. eine Linie	gesamte Supply Chain	gesamte Produktion	gesamte Produktion	gesamte Produktion
<i>Dauer der Anwendung</i>	in der Regel drei Monate	ständig	ständig	spezifische Intervalle	ständig
<i>Ziel</i>	Praktisch Nullfehlerproduktion (3,4 DMPO)	Definition und Verbesserung von Supply-Chain-Prozessen	Vermeidung von Verschwendung (Muda)	Mitarbeitermotivation, Leistungsverbesserung	hohe Verfügbarkeit, Liefertreue und kurze Durchlaufzeit gewährleisten

<i>Beschreibung</i>	Statistische Qualitätsmethode zur Prozessstabilisierung und Fehlervermeidung	Referenzmodell, welches als Basis und zum Abgleich von Zielen, Strategien und Kennzahlen dient	Methode, die zur Diagnose und Eliminierung von Fehlern in Prozessen dient	Konzeptionelle Trennung von Kennzahlen zur Vermeidung von Datenfriedhöfen	Echtzeitdatenerfassung in Kombination mit einer Prozessregelung bezüglich konkreter Zielvorgaben
<i>Stärken</i>	strukturiertes, standardisiertes Vorgehen (DMAIC)	Standardisierte Kennzahlen	Effektive Kostenreduzierung	Mitarbeitermotivationen durch Belohnungssystem	Frühzeitiges Erkennen von Abweichungstendenzen durch ständige Prozessüberwachung
	Durch Wahlmöglichkeiten geeigneter Instrumente an breites Aufgabenspektrum anpassbar	Universell einsetzbar (branchenunabhängig)	Mitarbeiter werden in den Entscheidungsprozess involviert	Bewertbare Einordnung ins Unternehmensnetzwerk	
	Langfristige Stabilisierung fehleranfälliger Prozesse auf statistischer Basis	Branchenübergreifende Sprache		Vereinfachung von Steuerungsprozessen	
<i>Schwächen</i>	Anwendung der Methode in Projektrahmen und nicht im Alltagsgeschehen	Hoher Anpassungsaufwand	Kann die Substanz der Firma schwächen	Akzeptanz der Mitarbeiter notwendig	Symptomvisualisierung ohne konkrete Ursachenforschung
	Sehr theoretischer Ansatz	Viel Beschreibung, wenig Entscheidungshilfe	Mitarbeiter können überfordert werden	Nicht alle Daten in Echtzeit	
	Prozessinterne Sichtweise, die nicht die gesamte Supply Chain berücksichtigt	Marketing und Entwicklung werden nicht berücksichtigt			

Abbildung 5: Gegenüberstellung ausgewählter Kennzahlensysteme

3.1 Das Kennzahlensystem der AMF AG & Co.

Dieses Kennzahlensystem soll – angelehnt an gültige Praxisbeispiele in der Literatur (Weber & Dehler, 1999) - beispielhaft für kleine und mittelständige Unternehmen skizziert werden.

Dieses spezielle Kennzahlensystem arbeitet mit einer konzeptionellen Trennung von Kennzahlen. Diese werden in Hinblick auf ihre Funktionen im Führungssystem unterschieden. Dadurch soll verhindert werden, dass durch die stetige Datenerfassung unstrukturierte Datenfriedhöfe entstehen. Hier wird zunächst in Operationalisierungs-, Vorgabe-, Anregungs-, Steuerungs- und Kontrollfunktion unterschieden.

Kategorisieren kann man diese Funktionen nun in Operationalisierungs-, Vorgabe-, und Kontrollfunktion auf der einen Seite sowie Anregungs-, Steuerungsfunktion auf der anderen Seite. Erstere nutzen Kennzahlen als Instrument zur konkreten Umsetzung der logistischen Ziele und zur strategischen Unternehmensplanung. Letztere bedienen sich hingegen Kennzahlen, bei denen sie zur Feststellung und Optimierung der Leistungsfähigkeit dienen.

Das Kennzahlensystem ist so aufgebaut, dass einmal im Jahr, nach einer umfassenden Analyse, die strategischen Ziele bestimmt werden. Aus diesen Zielen werden die Plan- und Kontrollkennzahlen bestimmt, welche monatlich überprüft werden. Beispiele hierfür sind Wertschöpfung, Anwesenheitsstunden, Plan-Fehlstunden, Anzahl der Kundenauftragspositionen und Höhe der verkauften Vorgabezeit pro Produktgruppe. Sie erfüllen eine unmittelbare Vorgabefunktion und dienen als Basis für ein Anreizsystem. Daneben existieren desweiteren die stetig erhobenen Kennzahlen zur Steuerungsfunktion und Produktionsplanung. Zudem die Netzwerkkennzahlen, die sicherstellen, dass AMF in ihrem Netzwerk ihren Beitrag leistet. Außerdem gibt es teamspezifische Kennzahlen, die eine Vorgabefunktion haben und im gleitenden Vier-Monats-Durchschnitt berechnet werden sowie Mitarbeiterkennzahlen mit Anregungsfunktion, die aus Erfahrungswerten erhoben oder abgeleitet werden.

Der Erfolg des Kennzahlensystems ist in diesem Fall stark an die Akzeptanz der Mitarbeiter gekoppelt, da es ein Verrechnungs- und Anreizsystem enthält. Um dies zu garantieren wurden die Mitarbeiter von Beginn an mit eingebunden.

Kennzahlentyp	Plan- und Kontrollkennzahlen	Teamkennzahlen	Mitarbeiterkennzahlen	Kennzahlen mit Steuerungsfunktion	Netzwerkkennzahlen
<i>Erhebung</i>	monatlich	gleitender Vier-Monats-Durchschnitt	k.A	stetig	jährlich
<i>Beispiele</i>	Wertschöpfung	verkaufte Vorgabezeit	Nebenzeit	Durchlaufzeit pro Prozessschritt	Termintreue
	Anwesenheitsstunden	Wertschöpfung	Neuprodukte	Bearbeitungszeit pro Prozessschritt	Lieferfähigkeit
	Kundenauftragsposition	Kundenauftragsposition	Anzahl Rahmenverträge	Termintreue pro Prozessschritt	Verfügbarkeit
			Lieferantenleistung		Lieferzeit

Abbildung 6: Das Kennzahlensystem der AMF AG & Co.

3.2 Das Kennzahlensystem der Koenig & Bauer AG

Als Beispiel für ein unternehmenseigenes Kennzahlensystems eines Großunternehmens soll nun das der Koenig & Bauer AG dienen. Einer der führenden Druckmaschinenhersteller setzt dabei vor allem auf eine Echtzeitdatenerfassung, die im Sinne eine Regelung stets mit Zielvorgaben verglichen wird.

Ein strukturelles Vorgehen geschieht anhand der Phasen

- „IST-Werte erfassen und visualisieren
- Zielvereinbarungen festlegen (...)
- SOLL-IST Vergleich erstellen und visualisieren
- Beurteilung der Zielerreichung – Visualisieren – Problemanalyse
- Auditierung des Zielvereinbarungsprozesses und Rückmeldung bzw. Festlegung neuer Aufgaben“ (AWF-Arbeitsgemeinschaft, 2005)

Die für das Unternehmen entscheidenden Kennzahlen sind vor allem hohe Verfügbarkeit, Liefertreue und kurze Durchlaufzeit, die es mithilfe des skizzierten Vorgehens zu optimieren gilt.

Im Gegensatz zu standardisierten Verfahren wie der Six Sigma Methode handelt es sich bei diesem Kennzahlensystem um eine Implementierung in die firmeneigene Produktion. Es wird also kein allgemeingültiges Konzept angewendet, sondern unter klarer Unternehmensorientierung versucht, die eigenen Prozesse zu optimieren. Dieser Sachverhalt spiegelt den entscheidenden Unterschied zwischen speziell unternehmensinternen und in der Wissenschaft anerkannten Universalmodellen wider.

3.3 SCOR-Modell

Die Organisation Supply-Chain Council (SCC), die sich für den Entwurf des Supply Chain Operations Reference-Modell (SCOR) verantwortlich zeichnet, wurde 1996 von den beiden Bostoner Unternehmensberatungen Pittiglio Rabin Todd & McGrath (PRTM) und AMR Research (AMR) zusammen mit 69 freiwilligen Mitgliedsunternehmen gegründet (Poluha, 2006). Da die Mitgliedschaft allen Unternehmen offen steht, umfasst der SSC heute bereits mehr als 1000 Mitglieder, da sich das SCOR-Modell mittlerweile einer großen Akzeptanz im

Supply Chain Management erfreut. Darunter befinden sich Weltunternehmen wie Shell, SAP, Proctor & Gamble, DHL, aber auch einige Universitäten (SCOR, 2014).

Es ist sehr auffällig, dass es wesentlich mehr englisch- als deutschsprachige Literatur gibt, die sich mit dem SCOR-Modell beschäftigt. Ein Grund dafür liegt beispielsweise darin, dass das SCOR-Modell zuerst in den USA eingeführt wurde und erst später seinen Weg nach Europa fand. Alternativ kann es auch darauf hindeuten, dass es in Europa nicht so eine Bekanntheit aufweist und es vielleicht äquivalente Alternativen gibt.

3.3.1 Ziele des SCOR-Modells

Das eigentliche Ziel des SCC ist nicht das Erzielen von Profit, sondern die Weiterentwicklung von Systemen für das Supply Chain Management. Mit anderen Worten: Die Forschung und Entwicklung an Praktiken und Tools für das effektive Supply Chain Management (Bolstroff & Rosenbaum, 2003).

Das zentrale Ziel des Ansatzes ist es, den an der Supply Chain beteiligten Unternehmen ein gemeinsames Verständnis für die Abläufe und Prozesse zu vermitteln. Hierbei liegt ein großer Nutzen des SCOR-Modells in der Definition einer zentralen Sprache zur Kommunikation zwischen den verschiedenen innerbetrieblichen Funktionen und den außerbetrieblichen Partnern der Lieferkette (Poluha, 2006). Dabei ist die Definition von Leistungsindikatoren eine Grundvoraussetzung des SCOR-Modells, da sie einen Vergleich von Supply Chains ermöglichen.

Darüber hinaus wird es als ein normatives Model, welches sich aus einem vordefinierten Satz an Alternativen zusammensetzt, beschrieben (Welke, 2003). Dies vereinfacht die Modellierung durch einen höheren Abstraktionsgrad sowie den einfachen Austausch von Normen und Verfahren durch eine einheitliche Darstellung von Problemen und Kennzahlen.

Außerdem dient das Modell der Vergleichbarkeit von Best Practices, Benchmarkingdaten und Softwarefunktionalitäten mit den zuvor definierten Supply Chain Managementprozessen (Kloth, 1999). Die Erscheinung und das Verhalten von Objekten im Modell werden definiert. SCOR liefert hierfür den Rahmen, die Technologie und standardisierte Kennzahlen, um ein Benchmarking einer Supply Chain zu ermöglichen. Die Daten werden branchenübergreifend gesammelt und allen Mitgliedern zur Verfügung gestellt.

Das Modell umfasst alle Kundeninteraktionen der Wertschöpfungskette. Beginnend mit der Auftragsfreigabe bis zur Bezahlung der Rechnung, also alle physischen Interaktion - d.h. Waren-, Material- und Informationsströme vom Lieferanten des Lieferanten bis zum Kunden des Kunden. Außerdem Marktinteraktionen vom Erkennen der aggregierten Nachfrage bis hin zum Ausführen der Aufträge. Nicht dargestellt werden im SCOR-Modell jedoch Verwaltung, Entwicklung und Design. Die Kennzahlen sind das Instrument, um die Abläufe in der Lieferkette zu bewerten und zu vergleichen (Mertens, 2001).

3.3.2 Struktur und Kennzahlen im SCOR-Modell

Die Prozesse zwischen denen das SCOR-Modell unterscheidet lauten Planen, Beschaffen, Herstellen, Liefern und Rücksenden (Poluha, 2006). Wobei es hier in der Literatur Unterschiede gibt, da der Prozess des Rücksendens nicht immer berücksichtigt wird (Kloth, 1999). Die Beschreibung dieser Prozesse ist ein großer Teil des SCOR-Modells. Dazu kommt noch die Definition von Kennzahlen, welche dazu dienen, die Supply Chain zu vergleichen.

Aufgebaut ist das SCOR-Modell hierarchisch-pyramidal in vier Ebenen (Abbildung 7). Die verwendeten Kennzahlen sind, wie auch schon die Prozesselemente, hierarchischer Natur. Die Kennzahlen der höchsten Ebene entstehen aus den Berechnungen, die auf den Kennzahlen der zweiten Ebene basieren. Die der zweiten Ebene stehen generell in Verbindung mit einer Teilmenge der Prozesse. Die Kennzahlen der niedrigeren Ebenen werden dazu benutzt, um Abweichungen zu erkennen. Dies hilft dabei, die Prozesse herauszustellen, die einer weiterer Betrachtung bedürfen. Dabei empfiehlt der SCC, dass für jedes Performance Attribute mindestens eine Kennzahl herangezogen wird, um Entscheidungsfehlern vorzubeugen. Außerdem werden Kennzahlen dazu herangezogen, um Abweichungen vom Plan zu erkennen.

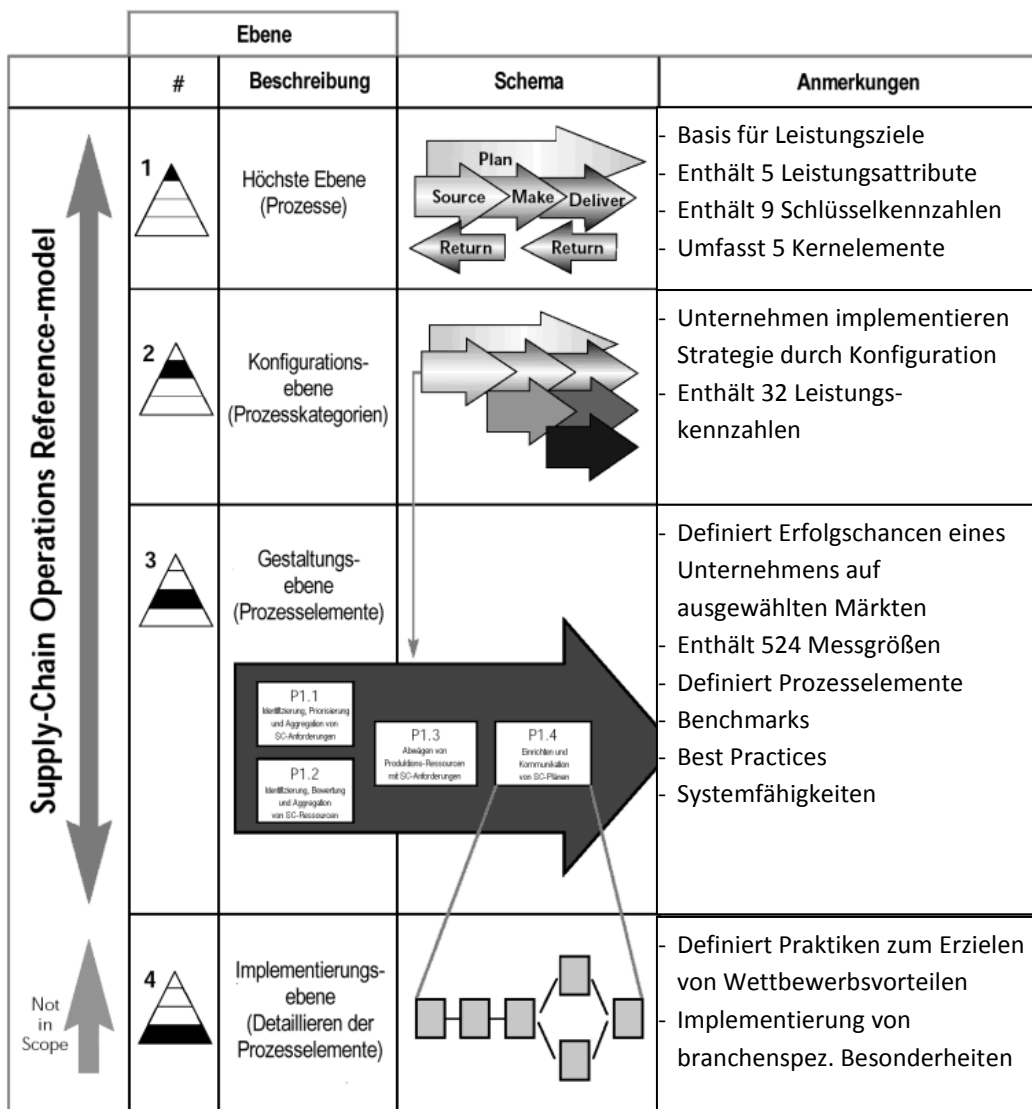


Abbildung 7: Operations Reference-Model (in Anlehnung an Weber, 2002)











Die „höchste Ebene“ enthält die fünf schon erwähnten Kernprozesse des Supply Chain Managements: Planen, Beschaffen, Herstellen, Liefern und Rücksenden. Über diese bestimmt das Unternehmen den Umfang der Supply Chain. Außerdem gibt es fünf Leistungsattribute, die sich aus einer bis drei strategischen Kennzahlen der höchsten Ebene zusammensetzen. Diese Leistungsattribute fassen alle Kennzahlen zusammen und stellen einen Überblick über die Leistungsfähigkeit eines Unternehmens in der Supply Chain dar. Man kann sie als ein Monitoringsystem sehen, welches eine systematische Überwachung aller Kennzahlen auf eine sehr kompakte Weise erlaubt. Die Kennzahlen, aus denen sich diese Attribute zusammensetzen, dienen zur generellen Untersuchung der Supply Chain sowie zum Auffinden von Fehlern und werden in der Literatur als KPIs (key performance indicators)

eingestuft. Ihre Bedeutung wurde in Kapitel 2.3 bereits erläutert. Der Leistungsvergleich mit diesen Kennzahlen, das sogenannte Benchmarking, hilft, strategische Unternehmensziele im realistischen Rahmen abzustecken.

Die fünf Kernprozesse umfassen:

- **Planen:** Jegliche Aktivitäten zur Vorbereitung von Prozessen (z.B. Kapazitäts- & Infrastrukturplanung)
- **Beschaffen:** Materialbeschaffung, Erhalt, Prüfung, Bereitstellung sowie Infrastrukturmaßnahmen
- **Herstellen:** Prozess vom Erhalt des Rohstoffes bis zur Montage und Verpackung
- **Liefern:** Erfassung der Nachfrage, Auftragsmanagement und Distributionsprozesse
- **Rücksenden:** Rücknahme fehlerhafter Produkte von Kunden sowie von Ressourcen an Lieferanten

In dieser Tabelle werden die KPIs der höchsten Ebene den fünf Leistungsattributen zugeordnet. Die Grundlage bildet hierfür die Literatur. Gegenübergestellt werden ihnen die KPIs von SAP (SAP, 2014), die SCOR als Basis für Programme nutzen, welche aber den Kernprozessen zugeordnet sind.

Leistungs-attribute	Liefer-zuverlässigkeit	Reaktions-fähigkeit	Flexibilität	Lieferketten-kosten	Kapitaleinsatz
					
Strategische Kennzahlen Ebene 1 (KPIs)	Fehlerlose Auftragsausführung	Auftragsabwicklungs-/Lieferzeit	Flexibilität (Lieferanten)	Gesamte Lieferkettenkosten	Kapitalbindungsdauer
			Anpassungsfähigkeit (Lieferanten)	Herstellungskosten Verkaufter Güter	Rendite auf Anlagevermögen
			Anpassungsfähigkeit (Kunde)		Rentabilität des Working Capitals
Kernprozesse	Planen	Beschaffen	Herstellen	Liefern	Zurücksenden
					
Strategische Kennzahlen Ebene 1 (APO)	Bedarfs- und Versandprognosegenauigkeit	Lieferantendurchlaufzeiten	Produktionskosten	Termin-gerechter Transport	
	Befolgung von Plänen	Qualität der Materialien	Produkt-qualität	Termin-gerechte Lieferung	

	Umschlaghäufigkeit	Materialbestand	Umstellungs- objekte	Erfüllungs- zeit der Bestellung	
	Planungszykluszeit		Kapazitäts- auslastung	Retouren	

Abbildung 8: Strategische Kennzahlen im SCOR-Modell (in Anlehnung an Weber & Wallenberg, 2010)

Es ist auffällig, dass keine der Kennzahlen übereinstimmt. Das ist darin begründet, dass SAP nach eigenen Angaben die KPIs geändert hat, indem die SCOR-Kennzahlen um SAP-eigene ergänzt wurden. Die entstandenen Kennzahlen ordnet SAP als APO-Kennzahlen (Advanced Planner & Optimizer) ein. Diese Bezeichnung wird bei SAP für planungsrelevante Daten genutzt.

Die hierarchisch nächst tiefere Ebene ist die Konfigurationsebene, auf der die Kernprozesse in 19 weitere Prozesskategorien eingeteilt werden. Die Kennzahlen der zweiten Ebene dienen als Fehlerindikatoren für die höchste Ebene. Sie sind dafür zuständig, den eigentlichen Grund eines Fehlverhaltens aufzuzeigen, also den Fehler zu finden. Hier finden sich in der Literatur unterschiedliche Angaben. Während die einen (Kloth, 1999) von 19 Prozesskategorien sprechen, gibt es andere Autoren, die die fünf Kernprozesse drei Prozesstypen (Planungs-, Ausführungs- und Ermöglichungsprozess) zuordnen und so eine Matrix mit 15 Feldern aufspannen, welche sich SCOR Configuration Toolbox nennt (Werner, 2010). Bei näherer Betrachtung fällt auf, dass der Prozesstyp Ausführungsprozesse weiter untergliedert ist in Source, Make, Deliver und Return. Letzten Endes gibt es dann 20 Prozesskategorien. Aus dieser Toolbox kann nun das Unternehmen die passenden Bausteine auswählen, um die eigenen Prozessketten abzubilden (siehe Abbildung 9). So wird immer eine personalisierte Konfiguration erstellt, die Defizite offenlegt und Redundanzen identifiziert.

Der Grund, warum sich die Darstellung der Autoren hier leicht unterscheidet, ist die ständige Weiterentwicklung des SCOR- Modells, welches es mittlerweile in der elften Version gibt. Während Kloth in seinem Buch (Kloth, 1999) noch von 19 Prozesskategorien spricht und dabei die Rücklieferung unberücksichtigt lässt, hat sich die Darstellung in der neusten Auflagen (Poluha, 2010; Werner, 2010) zu einer geändert, bei der die Rücklieferung in das Modell einfließt.

Darunter liegt die Gestaltungsebene, in der die Prozesskategorien wiederum mit Hilfe von Prozesselementen für die speziellen Branchen konfiguriert werden. Die Kennzahlen der dritten Ebene dienen zur Diagnose für die Kennzahlen der zweiten Ebene. Hier geht es nun um die Definition der Prozesselemente und die Bestimmung der Relation von Input und Output für jedes einzelne Prozesselement. Wenn möglich, sollten jedem Prozesselement Benchmarks zugeordnet werden.

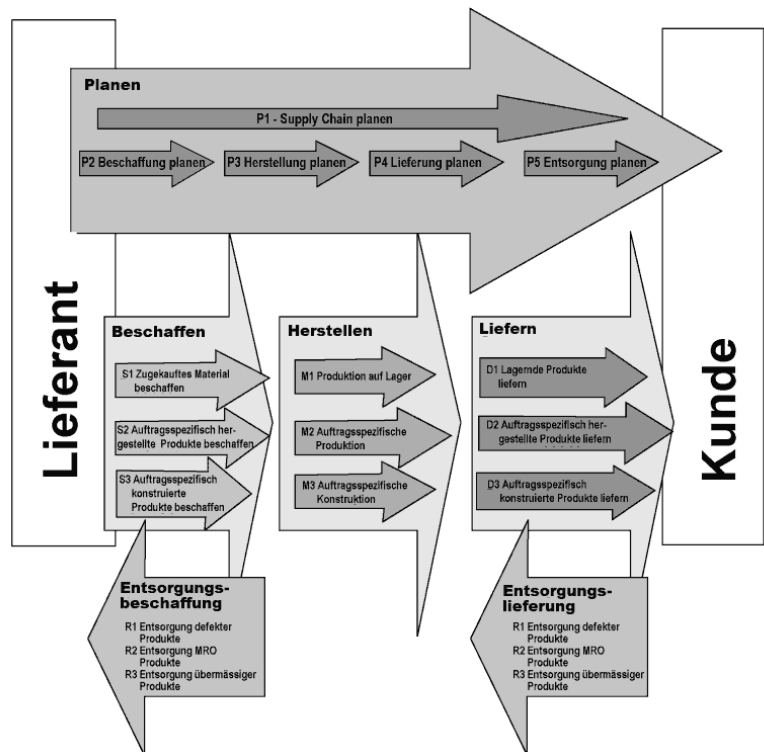


Abbildung 9: Die Gestaltungsebene (in Anlehnung an Kloth, 1999)

Hierbei kann man feststellen, wo noch Defizite im Vergleich zu den Best Practices sind und anschließend die benötigte Software spezifizieren (Werner, 2010).

Die vierte Ebene, Implementierungsebene genannt, wird im SCOR-Modell nicht berücksichtigt und findet deshalb keine Berücksichtigung in dieser Ausarbeitung.

Nun stellt sich die Frage, was genau die Kennzahlen für das SCOR-Modell bedeuten. Da sie die Basis sind, auf denen alles Weitere aufbaut, sind sie die wichtigsten Bausteine, ohne die SCOR nicht funktionieren würde. Sie werden mittels Informationstechnologie erfasst und dienen als Instrument der Informationsversorgung. Außerdem erleichtert ihre Einheitlichkeit die Organisation in der Supply Chain. Darüber hinaus geben sie Aufschluss über die optimale Strategie und helfen durch Analyse der getroffenen Maßnahmen, sie dabei zu verfolgen. Da sie die Möglichkeit bieten, ganze Lieferketten zu bewerten und nicht nur einzelne Prozesse. Da SCOR allerdings durch einen iterativen Prozess entstanden ist und ständig weiterentwickelt wird, unterliegen auch die darin eingebetteten Kennzahlen einem Entwicklungsprozess. Diese Evolution der Kennzahlen zu verstehen ist entscheidend, um das SCOR-Modell zu verstehen (Poluha, 2006).

3.3.3 Evolution des SCOR-Modells

Eine Schwachstelle der frühen Versionen war in der Tatsache begründet, dass die Kennzahlen der ersten Ebene nicht komplett mit den Steuerungsprozessen im Zusammenhang standen. Dieser Fehler wurde größtenteils in Version 6.0 behoben. Mit Einführung der Version 7.0 wurden die Leistungskennzahlen überarbeitet, um die ihnen zugrundeliegende Struktur deutlicher herauszustellen. Dazu wurde ihre Anzahl von zwölf auf neun reduziert. Die nun überflüssigen Kennzahlen wurden den tieferen Ebenen zugeordnet und dienen nun zur Leistungsmessung. Als Konsequenz daraus mussten auch noch die Kennzahlen des Prozesselementes Deliver angepasst werden, um die kostenspezifischen Kennzahlen an die Zeitzyklus-Kennzahlen anzupassen. Mit Version 8.0 kam wieder eine Kennzahl zur ersten Ebene hinzu: Verzinsung des Arbeitskapitals (Return on working Capital). Außerdem wurde jedem Prozess eine Kostenkennzahl zugeordnet. Mit der Version 9.0 hält das erste Mal der Umweltaspekt Einzug in das SCOR-Modell, indem die bisher eigenständige Variante greenSCOR ins SCOR-Modell integriert wird. Hierzu wurden neue Leistungsmessgrößen eingeführt, mit denen man die Auswirkungen auf die Umwelt messen kann. Wichtig sind hier der Anteil der Energiekosten an den Produktionskosten, Emissionskosten, sowie das Abfallaufkommen. Die Einführung hat neben dem Umweltschutz auch das Ziel, die Prozesse durch Kosteneinsparung effizienter zu gestalten. Insgesamt wurde auch noch mal speziell an der Koordination und Klarheit der Leistungsmessgrößen gearbeitet. Die Version 10.0 gliedert Projekte mit ins Modell ein. Außerdem gibt es ein Update bezüglich der Kennzahlen, die zur Messung der aktuellen Leistungsfähigkeit und dem Auffinden von Lücken im Hinblick auf eine angestrebte Leistungsfähigkeit dienen. Hierzu dienen die SSC-Scorecard und Benchmarking als Prozesse.

Alles im allem stellt das Modell eine Möglichkeit dar, Prozesse in der Supply Chain zu beschreiben, aber nicht zu gestalten, da es nicht selber aktiv gestaltet kann, sondern nur zu einer besseren Gestaltung von Prozessen beiträgt. Dadurch aber können Schnittstellen zwischen einzelnen Unternehmensteilen und Kooperationspartnern der Supply Chain besser überbrückt werden (Poluha, 2006).

3.3.4 Fazit

Laut Literatur ist die Hauptaufgabe dabei die Definition, die Gestaltung sowie die Implementierung der Supply Chain Prozesse in einer bewusst branchenneutralen Lösung.

Wobei man bei dieser Definition sehr aufpassen muss, da sie ein wenig der ersten widerspricht. Ein kritischer Ansatz in der Literatur weist darauf hin, dass das Modell im Sinne einer gewissen Abstraktion darauf verzichtet, spezifischer auf Prozesse der letzten Ebene vier einzugehen (Heusler, 2004). In diesem Zusammenhang wird dem SCOR-Modell unterstellt, ein nicht gänzlich neues Modell zu sein, da es eine sehr große Ähnlichkeit zum Geschäftsprozessmanagement aufweise.

Es gibt Autoren, die den Hauptnutzen des SCOR-Modells in einer Art Basis sehen, die Supply Chain Partner unterstützt (Poluha, 2006). Diejenigen, die das erste Mal miteinander arbeiten, bekommen nun eine Darstellung des Prozesses, damit sie etwas Greifbares, über das sie sprechen und womit sie arbeiten können, haben. Darüber hinaus wird die Branchenunabhängigkeit als Vorteil erwähnt, da man so Unternehmen verschiedenster Branchen vergleichen kann. Dies wird jedoch von anderen Autoren als Nachteil gesehen, da die Anwendung des branchenneutralen SCOR-Modells einen hohen Anpassungsaufwand erfordert. Ebenfalls herrscht Uneinigkeit, was die Bewertung in dem Punkt Evolution betrifft. Die stetige Verbesserung hilft zwar, das Modell immer zeitgemäß zu halten und für die Wünsche der Nutzer zu verbessern, nimmt aber auch eine gewisse Planungssicherheit, da man nie genau weiß, wohin sich die nächste Version entwickelt hat. Außerdem wird angemerkt, dass standardisierte Kennzahlen zu einer branchenübergreifenden Sprache führen, es aber zur Implementierung zwingend erforderlich ist, sich mit IST-Zuständen auseinanderzusetzen. Dies ist aber nicht immer möglich.

Durch die in den oberen Ebenen weitgehend geschlossene Systematik standardisierter Prozesselemente und Schnittstellen kann dem Modell die Tauglichkeit zu einem Referenzmodell bescheinigt werden (Weber, 2002). Bemängelt werden muss in diesem Zusammenhang allerdings, dass sich das Modell, wie viele andere auch, zu sehr auf die Beschreibung beschränkt und die erläuternde und entscheidungsfördernde Funktion in keiner aussagekräftigen Relation dazu steht. Zudem bezieht sich das Konzept gemäß dieser Betrachtungsweise zu sehr auf das einzelne Unternehmen und geht noch nicht genug auf die ganze Supply Chain ein. Hier wird vorgeschlagen, das Modell auf Marketing und Entwicklung zu erweitern, damit es zur Koordination der Supply Chain einen noch höheren Nutzen dient (Weber, 2002).

3.3.5 Einordnung der Methodik in die Supply Chain

Nun ist noch die Frage zu klären, wie SCOR die Anforderungen des Supply Chain Managements erfüllt und welche Aspekte womöglich unberücksichtigt bleiben. Die Hauptaufgabe eines SCOR-Modells ist die Abbildung der Supply Chain. Dagegen kann das zentrale Ziel des Supply Chain Managements in Reduktion der Schnittstellen und Verbesserung der Flüsse, um die reale Supply Chain zu verbessern, gesehen werden (Arndt, 2008). Nun stellt sich die Frage, ob das SCOR-Modell dies leisten kann. Die Definition der Hauptaufgaben des SCOR-Modells (Heusler, 2004) lässt vermuten, dass man hier einige Abschlüge in Kauf nehmen muss, da von Findung konkreter Lösungen nicht die Rede ist.

Die folgende Tabelle soll helfen, die Fähigkeiten des SCOR-Modells einzuordnen. Es wird geschaut, wie das Modell in wichtigen Bereichen des Supply Chain Managements aufgestellt ist bzw. inwiefern es dabei hilft, die Schnittstellen zu reduzieren und die Flüsse zu verbessern.

Kommunikation	Gut	Das SCOR-Modell ermöglicht und fördert die Kommunikation zwischen den Unternehmen der Supply Chain und hilft somit bei der Konfiguration und Fehlerbehebung.
Informationsfluss	Gut	Der Informationsfluss wird durch die einheitliche Sprache verbessert und durch die einheitlichen Kennzahlen und Ziele wesentlich unkomplizierter gestaltet.
Leistungsmessung	Gut	Diese wird durch das SCOR-Modell ermöglicht, vereinheitlicht und vergleichbar gemacht.
Flexibilität	Gut	Es können jederzeit neue Unternehmen eingegliedert werden. Eine gewisse Dynamik ist somit händelbar.
Mitarbeiter und Management	Befriedigend	Die Fähigkeit, sich auf Änderungen einzustellen, wird zwar verbessert, aber nicht ausreichend optimiert.
Vollständige Betrachtung	Befriedigend	Die Unternehmensbereiche Marketing und Entwicklung werden nicht berücksichtigt.
Kundenfokus	Ausreichend	Das Verständnis des Kunden und seiner Anforderungen wird durch das SCOR-Modell nicht umfassend erarbeitet. Dieser Aspekt wird somit nicht erfüllt.
Universelle Anwendbarkeit	Ausreichend	Es kann Probleme bei der Implementierung geben, wenn der IST-Zustand nicht eindeutig definierbar ist.
Einfache Umsetzung	Mangelhaft	Aufgrund der nicht vorhandenen Spezifizierung ist die Implementierung ein sehr langwieriger Prozess

Abbildung 10: Einordnung des SCOR-Modells

Als Fazit kann man aufführen, dass einige wichtige Aspekte, die ein effektives Supply Chain Management verlangt, durch das SCOR-Modell verbessert werden. Das SCOR-Modell kann allerdings nicht das einzige Mittel sein, auf das ein Unternehmen setzt, um ein effektives Supply Chain Management zu ermöglichen. Dazu fehlen noch einige wichtige Bereiche, denen man Beachtung schenken muss.

3.4 Six Sigma Methode

Six Sigma bezeichnet eine weltweit verbreitete Methode zur Qualitätsverbesserung in produzierenden Unternehmen. Hierbei steht stets der Kundenwunsch im Mittelpunkt, der mittels statistischer Methoden und einer strukturierten Vorgehensweise möglichst exakt erfüllt werden soll.

Im Rahmen einer Ausarbeitung der Relevanz von Kennzahlen bzw. Kennzahlensystemen im Supply Chain Management dient Six Sigma als repräsentatives Beispiel für ein Werkzeug, das in erster Linie auf Daten bzw. deren Auswertung beruht. Hierbei stellt sich zunächst die Frage, wie weit ein solches Kennzahlensystem definiert ist. In diesem Zusammenhang liefert ein Blick auf ein Six Sigma Projekt Aufschluss. Denn „die Six Sigma Methode“ an sich existiert nicht. Vielmehr bietet der Begriff einen strukturierten, phasenorientierten Werkzeugkasten zur Implementierung geeigneter Kennzahlensysteme.

Eine Phasenorientierung zeigt sich insbesondere in der Tatsache, dass der in der Realität am häufigsten angewandte Kernprozess der sogenannte DMAIC-Zyklus ist. Hier werden die fünf Phasen Define, Measure, Analyze, Improve sowie Control durchlaufen. Die Suche nach Alternativen zu DMAIC setzt zunächst die Notwendigkeit einer Zielvorgabe für ein Projekt voraus. Wie die nebenstehende Abbildung verdeutlichen soll, resultiert aus der Vorgabe einer Zieldefinition implizit die Vorgabe eines Projektzeitraums: Für die Verbesserung einzelner Prozessstationen bietet die „Six-Sigma-Toolbox“ Instrumente, die mit einer geplanten Dauer von einem Tag bis zu einer Woche eingesetzt werden. Für „Quick Hits“ werden in der Regel zwei bis sechs Wochen angesetzt. Wenn in der Literatur allerdings von Six Sigma die Rede ist, so ist in der

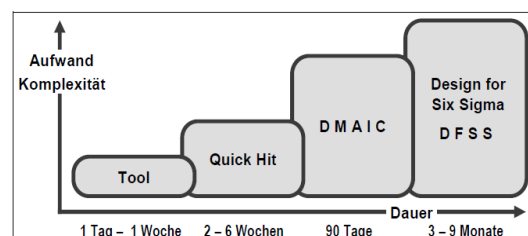


Abbildung 11: Six Sigma Instrumente
(Toutenburg & Knöfel, 2009, S. 31)

Regel ein DMAIC-Projekt gemeint (Toutenburg & Knöfel, 2009), das mittels statistischer Methoden nicht bloß – wie die beiden zuvor vorgestellten Kurzzeitinstrumente – Symptome

verändern, sondern darüber hinaus Ursachen innerhalb eines Prozesses aufdecken und verbessern soll.

Design for Six Sigma unterscheidet sich – abgesehen vom veranschlagten Zeitraum - von Six Sigma dahingehend, dass hier Werkzeuge beim Produktentstehungsprozess und nicht bei dessen Herstellung angewendet werden. Darauf soll in Kapitel 3.4.7.2 weiter eingegangen werden.

Im Folgenden werden nun die einzelnen Phasen eines DMAIC-Projekts herausgestellt, immer vor dem Hintergrund, die Relevanz von Kennzahlen in dieser Methode herauszuarbeiten. Tatsächlich spielen Kennzahlen eine deutlich unterschiedliche Rolle in den einzelnen Projektphasen. Gerade die Measure-Phase bedient sich in erster Linie Kennzahlensystemen, um eine Messbarkeit sowie Vergleichbarkeit gewährleisten zu können. Gerade diese beiden Eigenschaften stellen vor dem Hintergrund von vorzugebenden Zieldaten den zentralen Sinn und Zweck eines datenbasierten Management-Instruments dar. Die folgende Aufteilung üblicher Kennzahlensysteme soll der in der Literatur üblichen Segmentierung entsprechen (Toutenburg & Knöfel, 2009).

3.4.1 Define

In der Define-Phase sollen – wie der Name bereits vermuten lässt – alle Projektziele definiert werden. Hier spielt eine vollständige und lückenlose Aufstellung eine entscheidende Rolle, da sich alle weiteren Handlungen in der Regel an den vordefinierten Zielen orientieren. Der Begriff des Ziels meint nicht unmittelbar einen konkreten Zielwert, sondern Zielkriterien, die aus Kundensicht erfüllt werden müssen. Gerade beim Projektstart spielt die Kundenorientierung eine entscheidende Rolle. Hier gilt es, die sogenannte Voice of the Customer einzuholen und mittels geeigneter Instrumente, in messbare Zielkriterien – im Folgenden Critical to Quality (CTQ) – umzuwandeln.

Denn die Messbarkeit von Kundenwünschen zu gewährleisten ist die zentrale Aufgabe der Define-Phase. Die Voice of the Customer könnte beispielsweise eine Beschwerde über zu lange Lieferzeiten sein. Das Kundenbedürfnis lässt sich also mit der Forderung einer schnelleren Herstellung beschreiben. Das zugehörige CTQ-Outputmerkmal ist dann die Reduzierung der Durchlaufzeit. Diese ist wiederum messbar und kann objektiv mit späteren Prozessphasen verglichen werden.

Um einer Vielzahl von Kundenanforderungen gerecht zu werden, bietet der „Werkzeugkasten“ Six Sigma diverse Instrumente, um diese zu kategorisieren und vor dem Hintergrund einer Prioritätensetzung miteinander in Beziehung zu setzen. Hier besteht eine bedeutende Schwierigkeit darin, ggf. subjektives Empfinden über Prioritäten zu objektiven Kriterien umzuwandeln. Genau das ist insgesamt aber auch der klare Vorteil von statistischen Methoden: Glückt eine Objektivierung, so ist eine globale Vergleichbarkeit gegeben. Da in dieser Ausarbeitung Kennzahlensysteme im Fokus stehen, soll die bereits angesprochene Toolbox daher auf kennzahlenbasierte Methoden untersucht werden.

Die wohl einfachste Methode ist die simple Darstellung der CTQs in einer Rangordnung. Der Rang eines CTQ gibt folglich dessen Priorität an. Kombiniert werden kann eine solche Anordnung mit der Konstant-Summen-Skala, bei der ein aus einem „Pool“ an Bewertungseinheiten (beispielsweise 100%) auf die einzelnen Anforderungen verteilt werden soll. Wie eine solch triviale Priorisierung aussehen kann, zeigt die nebenstehende Grafik.

Rang	Wichtigkeit	Anforderung
1	26%	Richtiger technischer Skill
2	15%	Passender Verfügbarkeitszeitraum
3	14%	Passender Preis
4	11%	Richtigkeit Profil
5	11%	Niedrige Durchlaufzeit
6	8%	Richtiges Level (Junior/Senior)
7	6%	Einheitlicher, ganzheitlicher Prozess
8	5%	Anteil externer Mitarbeiter (Freelancer)
9	3%	Richtige Lokation
10	2%	Feedbackschleife

Abbildung 12: Beispiel einer Konstant-Summen-Skala (Toutenburg & Knöfel, 2009, S. 55)

In der Praxis stellt sich ein derartig manuelles Anordnen allerdings als viel zu subjektiv dar. Da hier die Objektivität gewährleistet werden muss, soll nun das Kano-Modell vorgestellt werden, das mittels Kennzahlen die Wichtigkeit der CTQs herausarbeiten soll.

Das Modell soll für das gesamte DMAIC-Projekt repräsentativ dazu dienen, dass eine Messbarkeit von subjektivem Empfinden gewährleistet wird. Tatsächlich basiert das Modell also nicht auf Kennzahlen, sondern erstellt solche, um Anhaltspunkte für Prioritäten zu schaffen. Eines solchen Vorgehens bedienen sich zwar weitere Methoden in späteren Prozessphasen ebenfalls, auf diese soll im Verlauf dieser Ausarbeitung aber höchstens am Rande eingegangen werden. Im Mittelpunkt sollen eigentlich prozesstypische Kennzahlen stehen.

Benannt ist Kano-Modell nach seinem Erfinder Dr. Noriako Kano, der es 1978 an der Universität Tokio entwickelte. Der Grundgedanke besteht zunächst darin, dass sich die Gesamtzufriedenheit eines Kunden aus dessen Teilzufrieden zusammensetzt. Unterschieden

wird dabei zwischen den drei Kategorien Grund- und Leistungsanforderungen sowie Begeisterungsfaktoren. Grundlegendes Ziel des Modells stellt die Einteilung der zentralen Kundenbedürfnisse in Kategorien dar. Immer in Kombination mit deren Auswirkungen auf die Kundenzufriedenheit.

Als Grundanforderungen werden alle Faktoren bezeichnet, die generell vom Kunden vorausgesetzt werden. Deren Erfüllung trägt zwar nicht zur Gesamtzufriedenheit

bei, die Nichterfüllung führt allerdings zu Unzufriedenheit. Beispielsweise führt die bloße Existenz eines Lenkrads in einem Auto nicht zur Zufriedenheit eines Kunden bei. Ein Fehlen würde dagegen unmittelbar zu dessen Unzufriedenheit führen.

Bei den sogenannten Leistungsanforderungen verhält sich der Zufriedenheitsgrad proportional zum Erfüllungsgrad dieser Faktoren. Hier liegt oft ein konkreter Wunsch des Abnehmers vor. Bei höheren Preisen werden in der Regel mehr dieser Faktoren erwartet bzw. bei gleichbleibendem Preis erhöht das Vorhandensein oder die Steigerung von Leistungsfaktoren die Zufriedenheit. Am Beispiel des Autos kann hier die Motorleistung angeführt werden. Hier hat der Kunde normalerweise eine konkrete Vorstellung. Wird diese allerdings übertroffen, so wird seine Zufriedenheit – bei gleichbleibendem Preis – weiter gesteigert.

Begeisterungsfaktoren werden dagegen nicht erwartet, können bei Erfüllung allerdings exponentiell (siehe Abbildung) zur Gesamtzufriedenheit beitragen. Diese haben somit den größten Einfluss und führen bei Nichterfüllung zu keiner Unzufriedenheit. Erhält der Kunde beispielsweise einen integrierten Einparkassistenten, ohne diesen explizit mitbestellt zu haben, so werden seine Erwartungen vielleicht sogar übertroffen.

Die Zuordnung einzelner Faktoren zu den aufgeführten Kategorien verändert sich mit der Zeit allerdings zunehmend. Gehörte eine elektrischer Fensterheber 1970 noch zur Sonderausstattung, so werden Fahrzeuge heutzutage in Serie damit ausgestattet.

Die Zuordnung erfolgt hier systematisch, um anhand einer Kennzahl – dem Zufriedenheitskoeffizienten – eine messbare Aussagekraft zur Priorisierung zu erzeugen. Hier wird man also dem Grundvorhaben dieser Ausarbeitung gerecht.

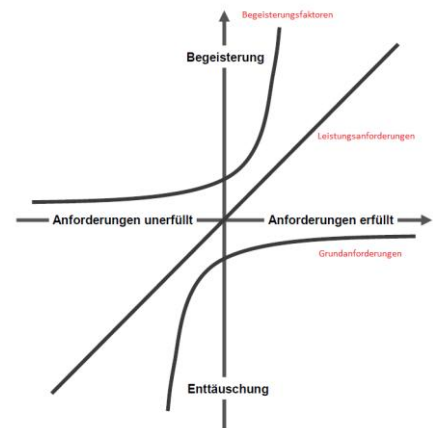


Abbildung 13: Das Kano-Modell
(Toutenburg & Knöfel, 2009; S. 2)

Zunächst nimmt man direkten Kontakt mithilfe einer Fragesystematik zum Kunden auf. Dessen bloße Befragung wäre nicht neutral und daher oft subjektiv. Hier wird er zu jedem CTQ zweimal befragt: einmal funktional („Wie zufrieden wären Sie mit der Erfüllung dieses Faktors?“) und einmal dysfunktional („Wie reagieren Sie bei Nichterfüllung dieses Faktors?“), wobei die fünf Antwortmöglichkeiten „like“, „must-be“, „neutral“, „live with“ und „dislike“ zur Verfügung stehen. Die Zuordnung eines CTQ erfolgt dann anhand der nebenstehenden Tabelle.

Um über die drei Hauptkategorien hinaus allen nicht zuzuordnenden Antwortkombinationen gerecht zu werden, bedient sich das Kano-Modell drei weiterer Kategorien: „Indifferent“, ob das Kriterium erfüllt wird oder nicht, ist ihm egal, „entgegengesetzt“, der Faktor ist unerwünscht, sowie „fragwürdig“, hier liegt ein Widerspruch beider Antworten vor. Hierbei handelt es sich um keine CTQs.

	Dysfunktionale (negative) Frage				
	Das würde mich sehr freuen	Das setze ich voraus	Das ist mir egal	Das könnte ich eventuell in Kauf nehmen	Das würde mich sehr stören
Funktionale (positive) Frage					
Das würde mich sehr freuen	?	B	B	B	L
Das setze ich voraus	↕	↔	↔	↔	G
Das ist mir egal	↕	↔	↔	↔	G
Das könnte ich eventuell in Kauf nehmen	↕	↔	↔	↔	G
Das würde mich sehr stören	↕	↕	↕	↕	?

Abbildung 14: Kano-Zuordnungstabelle (Toutenburg & Knöfel, 2009, S. 54)

Abschließend werden gemäß nachfolgender Formeln rechnerisch zwei Kennzahlen bestimmt: der Zufriedenheits- und der (negative) Unzufriedenheitsfaktor.

$$CS_{Zufriedenheit} = \frac{L + B}{G + L + B + Indifferent}$$

$$CS_{Unzufriedenheit} = -1 \cdot \frac{G + L}{G + L + B + Indifferent}$$

(Toutenburg & Knöfel, 2009)

L bezeichnet dabei beispielsweise die Häufigkeit der Zuordnung aller Mitarbeiter („der Kunde“ setzt sich aus einer Vielzahl von Mitarbeitern zusammen). Mithilfe einer geeigneten

Grafik (siehe Abbildung) ist dann – trotz teils widersprüchlichen Aussagen der Mitarbeiter untereinander - eine Zuordnung der CTQs zu einer der drei Hauptkategorien möglich. Kann ein Kriterium nicht zugeordnet werden, so handelt es sich um kein CTQ und ist für eine weitere Betrachtung in späteren Prozessphasen irrelevant.

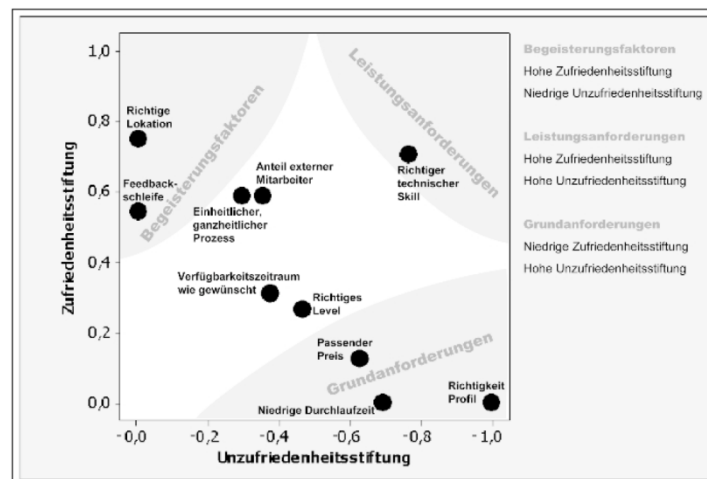


Abbildung 15: Auswertung mit Zufriedenheitskoeffizienten (Toutenburg & Knöfel, 2009, S. 58)

Für eine weitere Betrachtung sind die Grundanforderungen stets zuerst zu betrachten. Ohne ihre Erfüllung kann keine Gesamtzufriedenheit herrschen. Anschließend folgt die Behandlung der Leistungsanforderungen, deren Erfüllung zu Zufriedenheit führt, wobei sich eine Nichterfüllung kritisch auswirken kann. Erst abschließend lohnt eine Betrachtung der Begeisterungsfaktoren, da deren Nichtberücksichtigung insgesamt keinen negativen Einfluss hat. Da nun eine Aufstellung unter der für eine weitere Betrachtung relevanten Kriterien unter Berücksichtigung ihrer Priorität vorliegt, kann die Define-Phase abgeschlossen und in die Measure-Phase übergegangen werden.

3.4.2 Measure

Bei der Betrachtung von Kennzahlensystemen ist insbesondere die Measure-Phase von grundlegender Bedeutung. Hier werden die in der vorherigen Phase erarbeiteten Kriterien messbar gemacht und anschließend ausgewertet. Hier kommt der statistische Charakter der Six Sigma Methode zum Tragen, deren Namensgebung in diesem Zusammenhang später erläutert werden soll.

Desweiteren sei darauf hingewiesen, dass ein klar zu trennender Übergang von der Define- in die Measure-Phase schwimmend und deshalb für eine klare Definition schwierig ist. In der Praxis ist eine solch strikte Trennung dagegen nicht notwendig. Ob das Klarstellen der

Messbarkeit der CTQs nun in der ersten oder zweiten Prozessphase geschieht ist für den involvierten Mitarbeiter solange irrelevant, wie die notwendigen Schritte gemäß einer sinnvollen Reihenfolge abgearbeitet werden.

Diese Messbarkeit setzt das Behandeln von Kennzahlen voraus, die nun einem jeden CTQ zugeordnet werden. Beispielsweise dient die Durchlaufzeit als Kennzahl für die Reduzierung des Lieferzeitraums, Bestände als Kennzahl für Lagerhaltungskosten oder die Liefertreue für Erfüllung einer vom Kunden geforderten Bestellung. Für eine Betrachtung im Zusammenhang mit Six Sigma werden diese Kennzahlen den

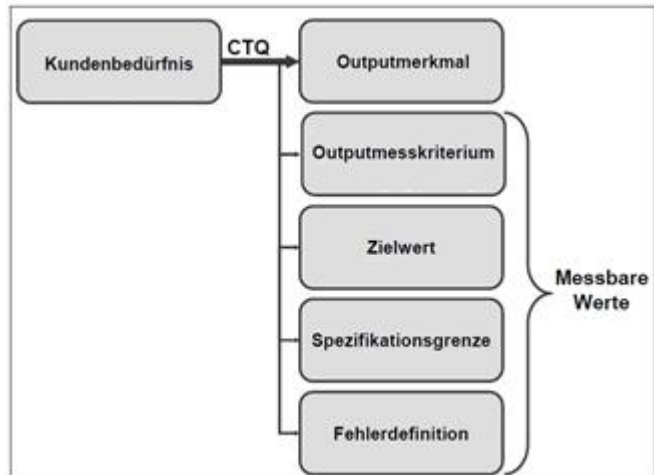


Abbildung 16: Beispiel für einen CTQ-Tree
(Toutenburg & Knöfel, 2009, S. 73)

Outputmesskriterien zugeordnet. Darüber hinaus sind die Kennzahlen Outputmerkmal, Zielwert, Spezifikationsgrenze und Fehlerdefinition elementar. Diese werden anhand eines CTQ-Trees den wahren Prozess- bzw. Zielgrößen zugeordnet.

Dieses Vorgehen dient der Vorbereitung einer Prozessleistungsmessung, die die Ist-Situation anhand von Kennzahlen messbar machen sollen. Ein solcher Prozess kann dabei unterschiedliche Arten von Daten, nämlich stetige und diskrete, beinhalten. Im Zusammenhang einer statistischen Vorgehensweise spielen diskrete Daten allerdings eine untergeordnete Rolle. Dabei kann es sich um nominale (beispielsweise Farben, Orte) oder ordinale Daten (zum Beispiel eine Bewertung des Empfindens) handeln, die folglich nicht messbar oder sinnvoll in Beziehung zu setzen sind und hier daher vernachlässigt werden. Von zentraler Bedeutung sind im Rahmen dieser Ausarbeitung stetige Daten, die sich einer Messung eignen und die im Folgenden gemeint sind, wenn von Daten die Rede ist.

Bei einer solchen Messung müssen die Faktoren Genauigkeit, Wiederholbarkeit, Reproduzierbarkeit und Stabilität gelten. Andernfalls sind Daten unterschiedlicher Messungen nicht miteinander vergleichbar. Falls nach einer Änderung des Herstellungsprozesses eine erneute Messung durchgeführt wird, die aufgrund von Messungenauigkeiten eine Verbesserung bescheinigt, obwohl diese ausschließlich auf mangelnde Wiederholbarkeit der

Messung zurückzuführen ist, so wurde trotz erheblichen Aufwands in der Realität keine Verbesserung erzielt. Das Projekt wird aber dennoch – im Glauben, das Projektziel erreicht zu haben – „erfolgreich“ beendet.

Nach erfolgreicher Durchführung einer Messung gilt es anschließend, die Prozessleistung zu berechnen. Diese gibt an, wie „genau“ der Prozess momentan arbeitet bzw. wie realistisch Fehler auftreten können. Hier beschreibt die in einem Six Sigma Projekt alles entscheidende Kennzahl des Sigma-Niveaus die Fehleranfälligkeit des Prozesses. Statistisches Ziel ist eine derartige Fehlerreduzierung, sodass ein Fehlerniveau von 3,4 DPMO („Defects per million opportunities“) herrscht – das 6 σ -Niveau. Ein Projekt wird also mit dem Ziel, dieses Niveau zu erreichen, begonnen, wobei in der Measure-Phase die momentane Leistung festgestellt und mit dem Zielniveau verglichen wird. Insgesamt wird jedem Prozess unterstellt, Schwankungen zu unterliegen. Langfristig entspricht ein 6 σ -Niveau dem von 4,5 σ , da aufgrund der Unvermeidbarkeit von langfristigen Verschiebungen mit einer Differenz von 1,5 σ gerechnet wird. Dieser Wert beruht eher auf Erfahrungswerten als auf statistischen Berechnungen.

Um für die gemessenen Daten nun das aktuelle Fehlerniveau zu bestimmen, müssen die statistischen Kenngrößen Mittelwert \bar{x} und Standardabweichung σ bestimmt werden.

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i$$

$$\sigma = \sqrt{\text{Var}(X)}$$

$$\text{mit } \text{Var}(X) = \frac{1}{n-1} \sum_{j=1}^n (x_j - \bar{x})^2$$

(Toutenburg & Knöfel, 2009)

Anschließend lässt sich anhand der Normalverteilung das herrschende Sigma-Niveau herleiten: Die Standardabweichung beschreibt grafisch den Abstand von der Symmetrieachse der Glockenkurve, die dem zuvor berechneten Mittelwert entspricht, bis zum Wendepunkt der Kurve. Aufgrund der Symmetrie ist dieser Abstand beidseitig gleich. Die Anzahl der Male, die sich dieser Abstand bis zum Erreichen der zuvor definierten Spezifikationsgrenze vervielfältigen lässt, gibt die „Anzahl der Sigmas“ an.

Je mehr Aneinanderreihungen möglich sind, desto höher ist also das Niveau – im Optimalfall sechs. Und dieser Optimalfall soll mit dem Namen dieser Methode, Six Sigma, ausgerückt werden.

Anhand des Sigma-Niveaus lässt sich aus der untenstehenden Tabelle die Wahr-

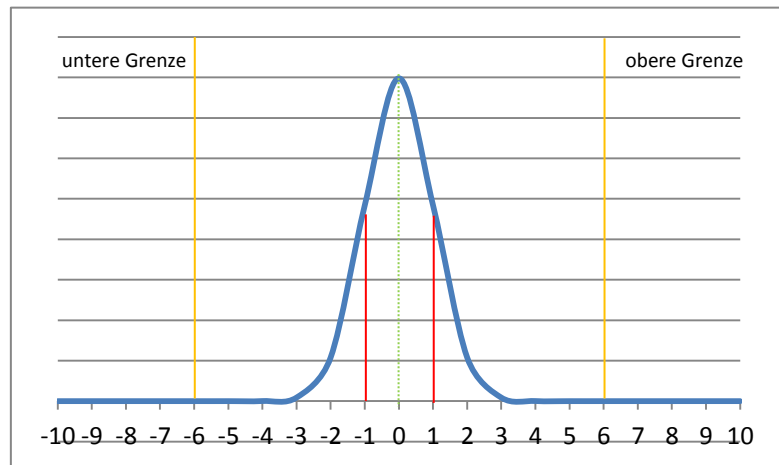


Abbildung 177: Standardnormalverteilung

scheinlichkeit ablesen, dass ein herzustellendes Teil beim Produzieren auf Anhieb – d.h. ohne Nachbearbeitung - fehlerfrei ist („First Pass Yield“). Dabei wird eine langfristige Verschiebung um 1,5 σ bereits berücksichtigt. Die Tabelle zeigt also die langfristige Fehler-

σ -Wert	DPMO	Yield	σ -Wert	DPMO	Yield	σ -Wert	DPMO	Yield
0.1	920,000	8%	2.1	274,000	73%	4.1	4,700	99.53%
0.2	900,000	10%	2.2	242,000	76%	4.2	3,500	99.65%
0.3	880,000	12%	2.3	212,000	79%	4.3	2,600	99.74%
0.4	860,000	14%	2.4	184,000	82%	4.4	1,900	99.81%
0.5	840,000	16%	2.5	159,000	84%	4.5	1,300	99.87%
0.6	820,000	18%	2.6	136,000	86%	4.6	970	99.90%
0.7	790,000	21%	2.7	115,000	89%	4.7	690	99.93%
0.8	760,000	24%	2.8	97,000	90%	4.8	480	99.95%
0.9	730,000	27%	2.9	81,000	92%	4.9	340	99.97%
1	690,000	31%	3	67,000	93%	5	230	99.977%
1.1	660,000	34%	3.1	55,000	95%	5.1	160	99.984%
1.2	620,000	38%	3.2	45,000	95.5%	5.2	110	99.989%
1.3	580,000	42%	3.3	36,000	96.4%	5.3	72	99.993%
1.4	540,000	46%	3.4	29,000	97.1%	5.4	48	99.995%
1.5	500,000	50%	3.5	23,000	97.7%	5.5	32	99.9968%
1.6	460,000	54%	3.6	18,000	98.2%	5.6	21	99.9979%
1.7	421,000	58%	3.7	14,000	98.6%	5.7	13	99.9987%
1.8	382,000	62%	3.8	11,000	98.9%	5.8	8.6	99.9991%
1.9	345,000	66%	3.9	8,200	99.2%	5.9	5.4	99.99946%
2	309,000	69%	4	6,200	99.4%	6	3.4	99.99966%

Abbildung 18: Ausschnitt aus der Sigma-Tabelle (Toutenburg & Knöfel, 2009, S. 111)

anfälligkeit für ein kurzfristiges Sigma-Niveau an. Zudem ist die statistische Kenngröße DPMO zu entnehmen, die die wahrscheinliche Anzahl an defekten Teilen pro eine Million hergestellten Einheiten angibt.

Diese ist eine weitere entscheidende Kennzahl zur Beschreibung eines Produktionsniveaus und ließe sich eigenständig wie folgt berechnen:

$$DPMO = \frac{D}{N \cdot O} \cdot 1.000.000$$

mit

D (Defects): Fehler, die zur Nichterfüllung des Herstellungsauftrags führen

N (Number): Anzahl herzustellender Einheiten

O (Opportunities): Anzahl der Möglichkeiten an

(Toutenburg & Knöfel, 2009)

Mit der Berechnung des Sigma-Niveaus ist die Measure-Phase beendet und ein statistisches Abbild der Fehleranfälligkeit des vorliegenden Prozesses gegeben. In den folgenden Phasen geht es nun darum, den Prozess derart zu verbessern, dass das Fehlerniveau zum Projektabschluss im besten Fall „Six Sigma“ entspricht.

3.4.3 Analyze

Nachdem die beiden ersten Phasen des DMAIC-Prozesses aufgrund ihrer zentralen Bedeutung für die Betrachtung der Kennzahlenrelevanz intensiv behandelt wurden, werden insbesondere die letzten beiden Phasen Improve und Control einen weniger starken Zusammenhang aufweisen. Hier stehen vor allem das Verstehen und Weiterentwickeln eines Prozesses im Vordergrund. Einen Übergang von den ersten beiden zu den letzten beiden Phasen stellt der Analyze-Schritt dar. Hierbei handelt es sich um eine Kombination aus Prozess- und Datenanalyse. Im Folgenden soll insbesondere auf die Datenanalyse eingegangen werden, die natürlich in engem Zusammenhang zum Prozessverständnis steht.

Der grobe Ablauf dieser Phase besteht darin, zunächst Hypothesen bezüglich der Grundursachen für Schwächen innerhalb des Systems aufzustellen. Im nächsten Schritt sollen diese Hypothesen mittels diverser (teils statistischer) Methoden verifiziert werden, bevor abschließend die Zusammenhänge einzelner Faktoren quantifiziert werden sollen. Diese Quantifizierung zeigt den kennzahlenbasierten Charakter dieser Phase, während alle Prozessanalyseoperationen in dieser Ausarbeitung außen vor gelassen werden sollen.

Die Verifikation der Hypothesen bezüglich möglicher Grundursachen für zu verbessernde Prozessschritte erfolgt nun anhand von Hypothesentests, die stets von einer Stichprobe auf eine allgemeingültige Aussage zu schließen versuchen. Aufgestellt werden solche Hypothesen mit bekannten Methoden wie einem Ursache-Wirkungs-Diagramm. Dieser Schritt soll hier wie bereits erwähnt vernachlässigt werden. Hypothesentests bedienen sich zwar statistischer Methoden, sind in ihrer Gesamtheit aber nicht zwingend kennzahlenbasiert.

In der Define-Phase wurde die Zufriedenheit des Kunden anhand der Kennzahlen Zufriedenheits- bzw. Unzufriedenheitsfaktor abgebildet, obwohl es sich generell um keinen

datenbasierten Sachverhalt handelte. Nach der sehr datenbasierten Measure-Phase kehrt man hier zu einem ähnlichen Phänomen wie dem Abbilden von Zufriedenheit mit einer Zahl zurück. Die Verifikation von Hypothesentests bedient sich dabei allerdings keiner eindeutigen Kennzahl, sodass auch dieser Schritt in diesem Zusammenhang unberücksichtigt gelassen werden kann.

Nach erfolgter Verifikation der Hypothesen sollen diese nun in einen Zusammenhang gebracht werden. Dieser Zusammenhang ist für das Verstehen eines Prozesses eine Grundvoraussetzung. Eine verbreitete Methode für das Darstellen einer Korrelation zweier Faktoren ist die Betrachtung des Koeffizienten nach Bravais-Pearson. Dieser soll hier repräsentativ für eine Kennzahl in dieser Prozessphase stehen. Tatsächlich bedienen sich auch weitere Methoden solcher Kennzahlen, wie beispielweise der Korrelationskoeffizient von Spearman oder die Regressionsanalyse.

Unter der Verwendung des in der Measure-Phase vorgestellten Mittelwerts berechnet sich der Korrelationskoeffizient von Bravais-Pearson wie folgt:

$$r_{XY} = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 \cdot \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}}$$

(Cleff, 2008)

$|r_{XY}|$ gibt nun an, wie stark die beiden Faktoren voneinander abhängen. Je näher $|r_{XY}|$ an 1 liegt, desto stärker der Zusammenhang. Das Vorzeichen von r_{XY} gibt zudem an, ob es sich um einen positiven (steigendes x bei steigendem y) oder einen negativen (sinkendes x bei steigendem y) Zusammenhang handelt. Anhand dieser Kennzahl können die Projektteilnehmer nun weiter den Prozess analysieren. Hier liegt die Grundlage für zu treffende Verbesserungen der Improve-Phase. Denn hier zeigt eine Kennzahl, ob und wie stark beispielsweise die Durchlaufzeit von der Losgröße abhängig ist.

Nach Abschluss der Analyze-Phase sollte ein derartiges Prozessverständnis herrschen, dass eine Einschätzung bezüglich der Realisierung vordefinierter Projektziele geschehen kann. Hier geht es um einen groben Überschlag von materiellem und immateriellem Ertrag, sodass

im schlechtesten Fall hier ein Abbruch des Projekts in Frage kommen kann, wenn die bisherigen Ergebnisse aussichtslos zu den Zielvorgaben zu verbessern sind.

3.4.4 Improve

Nachdem in den ersten drei Phasen stets eine detaillierte Abbildung der Ist-Situation des betrachteten Prozess angestrebt wurde, steht in der Phase Improve ein Angleichen an einen Soll-Zustand im Mittelpunkt. Dieser Sollzustand kann mit Kennzahlen ausgedrückt werden, wie beispielsweise eine gewünschte Durchlaufzeit. Tatsächlich handelt es sich allerdings um keine kennzahlenbasierte Prozessphase: „Die Phase IMPROVE beantwortet die folgenden Fragen: Welche Lösungen kommen infrage, um den Prozess zu verbessern? Sind die Lösungen praktikabel? Bringt die schließlich ausgewählte Lösung eine wirkliche Verbesserung? Die Kernfrage lautet also: Was ist die beste Lösung und was bringt sie?“ (Toutenburg & Knöfel, 2009, S. 213). Da eine prozessorientierte Lösungssuche bzw. deren Umsetzung hier nicht im Fokus stehen, soll nun etwas näher auf den Projektabschluss eingegangen werden.

3.4.5 Control

Die abschließende Projektphase Control dient zunächst der Auswertung und Sicherung der Projektergebnisse. Zudem wird hier der Grundstein für eine spätere Überwachung des Prozesses gelegt, um in Zukunft frühzeitig Fehler erkennen und eingreifen zu können.

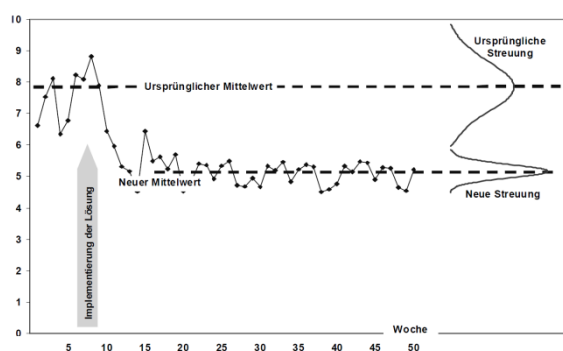


Abbildung 19: Vorher-Nachher-Vergleich in einem Control Chart (Toutenburg & Knöfel, 2009, S. 292)

In der Measure-Phase wurde das Sigma-Niveau des Prozesses vor dessen Verbesserung (engl. Improve) gemessen und soll nun mit der neuen Ist-Situation verglichen werden. Ein grafischer Vergleich kann hier erheblichen Aufschluss darüber geben, wie sich die relevanten Kennzahlen vor und nach der Improve-Phase verändert haben. Je geringer die Streubreite der

Normalverteilung, desto stabiler arbeitet der Prozess.

Im Hinblick auf eine zukünftige Stabilität spielt das Monitoring eine entscheidende Rolle.

Hier werden statistische Messdaten in Echtzeit (soweit technisch realisierbar) erfasst und mit zu definierenden Grenzwerten in Beziehung gesetzt. Die nebenstehende Control Chart visualisiert beispielsweise den Mittelwert einer bestimmten Kennzahl und den zulässigen Bereich zwischen

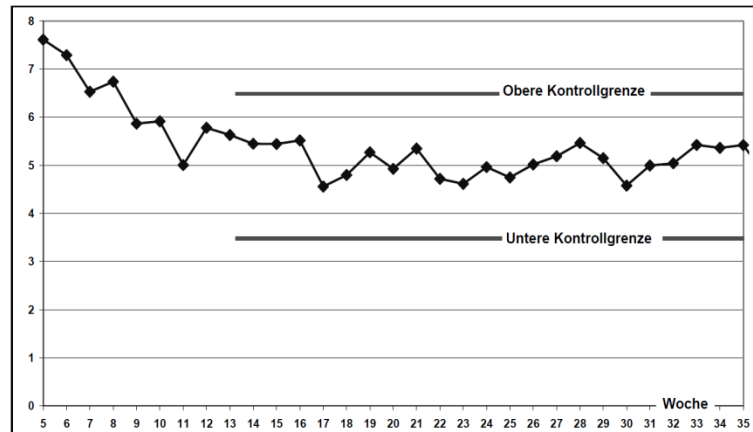


Abbildung 20: Beispiel für ein Control Chart
(Toutenburg & Knöfel, 2009, S. 286)

oberer und unterer Kontrollgrenze. Solange der Graph lediglich geringen Schwankungen unterliegt, ist ein Eingreifen nicht notwendig. Bei zunehmend abweichenden Werten muss allerdings anhand eines in der Control-Phase ebenfalls anzufertigenden Reaktionsplans eingegriffen werden. Eine solche statistische Prozessüberwachung bedient sich also wieder grundlegender Kennzahlen.

Abschließend kann das Six Sigma Projekt abgeschlossen und an den Prozesseigentümer übergeben werden. Eine detaillierte Dokumentation der Projektergebnisse soll schließlich Aufschluss über Ursachen, deren Wirkung sowie vorgenommener Verbesserungsmaßnahmen bringen. Die Relevanz von Kennzahlen spiegelt sich im letzten Schritt vor allem in der zukünftigen Prozessüberwachung mittels Monitoring wider.

3.4.6 Einordnung der Methodik in die Supply Chain

Die vorgestellte Six Sigma Methodik findet zunächst bei einem einzelnen Kettenglied Anwendung. Gerade die Kundenorientierung spielt in Hinblick auf die gesamte Supply Chain allerdings eine entscheidende Rolle. So wird stets der nachgelagerte Wertschöpfungsprozess von seinem Vorgänger involviert, um dessen Bedürfnisse zu befriedigen. Bei einer solchen Orientierung handelt es sich allerdings um eine unmittelbare Betrachtung des Nachfolgers, sodass eine derartig globale Kundenorientierung, die das Verhindern des Peitschenschlageffekts verhindern würde, vernachlässigt wird. In der Define-Phase können im Rahmen einer SIPOC-Aufstellung (Supplier, Input, Process, Output, Customer) die für den Prozess relevanten Abnehmer aufgestellt werden. Angenommen es handelt sich um eine

weitgegliederte Supply Chain, so fokussiert man sich in diesem Fall allerdings hauptsächlich auf den direkt nachgelagerten Prozess.

Ein klarer Vorteil der Six Sigma Methode liegt dagegen vor allem in der Tatsache, dass es sich um einen universellen „Werkzeugkasten“ von Kennzahlensystemen handelt, die je nach Bedarf implementiert werden können. Dieser Bedarf zeigt sich vor allem bei der Unterscheidung einer Anwendung in unterschiedlichen Industriezweigen.

Desweiteren unterscheidet sich eine Anwendung in unterschiedlichen Aufgabengebieten in Hinblick auf eine Zielvorgabe. Beispielsweise zeigt die Nullfehler-Produktion in Automobilindustrie einen unabdingbaren Faktor. Kann bei der Herstellung von Gütern, die weniger starken Sicherheitsauflagen unterliegen, noch eine geringfügig höhere Fehlerquote akzeptiert werden, ist es gerade bei der Herstellung von Produkten, die die Gesundheit des Kunden beeinträchtigen können, höchste Priorität, fehlerfrei zu produzieren. Insofern wird in der Define-Phase ein deutlich strengeres Zielniveau definiert, als es bei anderen Anwendungen der Fall wäre.

Insgesamt stellt also die Flexibilität einer solchen Toolbox einen eindeutigen Vorteil dar, da sie in nahezu jeder Branche – so auch in der Lebensmittel- oder Pharmaindustrie - eingesetzt werden kann.

3.4.7 Weitere Methoden auf Six Sigma Basis

Im Kontext mit dem Six-Sigma-Begriff spielen neben dem ursprünglichen Six Sigma Projekt im Sinne der DMAIC-Phasen ebenso die Varianten Lean Six Sigma sowie Design of Six Sigma eine wichtige Rolle. Beide Anwendungen unterscheiden sich in ihrem Zielvorhaben aber deutlich.

3.4.7.1 Lean Six Sigma

Lean Six Sigma stellt eine Kombination aus Six Sigma und dem Lean Management dar. Beide Konzepte entwickelten sich zunächst unabhängig voneinander, wobei sich die Kernidee – die Qualitätsverbesserung vorliegender Prozesse unter stetiger Kundenorientierung – im Grunde gleicht. „Durch eine Synthese können die Konzepte voneinander profitieren. Durch Six Sigma wird die Qualität der Prozesse erhöht und durch Lean ihre Geschwindigkeit.“ (Dahm & Haindl, 2009, S. 101). Six Sigma stellt dabei ein konzeptionelles Vorgehen im Sinne eines phasenbasierten Werkzeugkastens zu Implementierung geeigneter Kennzahlensysteme bereit,

das nun um „eine in mehreren Jahrzehnten entwickelte, philosophische Basis mit den Kernpunkten der Verschwendungsvermeidung, der kontinuierlichen Verbesserung und der Kundenorientierung“ (Dahm & Haindl, 2009, S. 101) erweitert wird.

3.4.7.2 Design for Six Sigma

Die Grundlegende Idee einer Design for Six Sigma Anwendung ist – wie bei der klassischen Six Sigma Methode – das Schaffen eines fehlerfreien, stabilen Prozess mithilfe von kennzahlenbasierten Methoden. Wie der Name bereits andeutet, handelt es sich hierbei aber um einen Ansatz beim Produktentstehungsprozess.

In der Praxis findet man eine Vielzahl von Phasenunterteilungen, was auf eine weniger eindeutige „Universalanwendung“ wie dem DMAIC-Kernprozess schließen lässt. Der am häufigsten angewendete Ablauf stellt in der Realität der DMADV-Zyklus dar (George, Rowlands, & Kastle, 2007). Die ersten drei Phasen Define, Measure und Analyze stimmen mit dem klassischen Six-Sigma-Vorgehen überein. Darüber hinaus bedient sich dieser Ablauf den beiden weiteren Phasen Design sowie Verify anstelle von Improve und Control.

Die Suche nach der Notwendigkeit einer Abwandlung des klassischen Vorgehens ist insgesamt den unterschiedlichen Zielsetzungen beider Vorgehen geschuldet. Die für den Design for Six Sigma Prozess relevante Zielsetzung, „innovative Produkte mit einer hohen Robustheit (...) zu erzeugen, wird durch die Anwendung des DMAIC-Zyklus nur bedingt erfüllt, da hier das ‚Verbessern‘ und nicht das ‚Designen‘ im Vordergrund steht“ (Günther, 2010, S. 137).

Insofern unterscheiden sich trotz gleicher Namensgebung die drei ersten Phasen in ihrem Inhalt ebenfalls von der ursprünglichen Six Sigma Methode, da kein bereits existierender Prozess zunächst einer Ist-Analyse unterzogen werden kann.

4 Beispielhafte Illustration

Zum Abschluss dieser Ausarbeitung sollen die beiden vorgestellten Modelle an einer beispielhaften Supply Chain angewendet werden. Dies soll beim SCOR-Modell eher exemplarisch (unter der Voraussetzung des Vorhandenseins einer Datenbank), bei der Six Sigma Methode anhand von fiktiven Messwerten geschehen.

Die Zieher GmbH produziert in großem Rahmen Schraubendreher für diverse Baumärkte, die nachfolgend als „der Kunde“ bezeichnet werden sollen. Beliefert wird die Zieher GmbH von zwei Zuliefererfirmen, die die für die Herstellung notwendigen Grundelemente Kunststoffgranulate sowie Metallstangen liefern. Beide Firmen seien nun der Einfachheit wegen „der Lieferant“. Die für diese Betrachtung relevanten Prozessschritte sind (vereinfacht dargestellt) das Schmelzen der Granulate zur Formgebung eines Griffs sowie das Zuschneiden der Metallstangenteile, die anschließend an deren Ende so gewalzt werden sollen, dass ein Schlitzschraubendreher entsteht.

Mit Blick auf die gesamte Supply Chain stellt diese Beziehung von drei Kettengliedern lediglich einen Ausschnitt aus der gesamten Wertschöpfungskette dar. Wie eingangs erklärt, wird allerdings jedes Kettenglied vom vorgelagerten Prozess beliefert und bedient das nachfolgende Kettenglied. Eine beispielhafte Illustration macht nun vor allem an der Stelle Sinn, wo schließlich das Endprodukt gefertigt wird. In diesem Fall bei der Zieher GmbH.

4.1 Anwendung des SCOR-Modells

Um das SCOR-Modell erfolgreich einsetzen zu können, gilt eine aktuelle Datenbasis als Grundvoraussetzung. Dies ist deshalb von Bedeutung, da zwangsläufig eine gewisse Grundmenge an Daten vorhanden sein muss, um Rückschlüsse zu ziehen. Andernfalls kann man nicht feststellen, inwieweit sich vorgenommene Änderungen auf die Performance der Supply Chain auswirken. Diese Datenbasis ist in Form eines Data Warehouse im aktuellen Beispiel vorhanden.

Nun wird eine Ist-Analyse der Supply Chain durchgeführt. Dazu werden die Standorte in der Supply Chain abgegrenzt und beschrieben. Damit wird ein SCOR-Ablaufdiagramm erstellt, in dem die Standorte durch die Prozesse *Planen (P)*, *Beschaffen (S)*, *Herstellen (M)*, *Liefern (D)* und *Rückliefern (R)* beschrieben werden (erste Ebene).

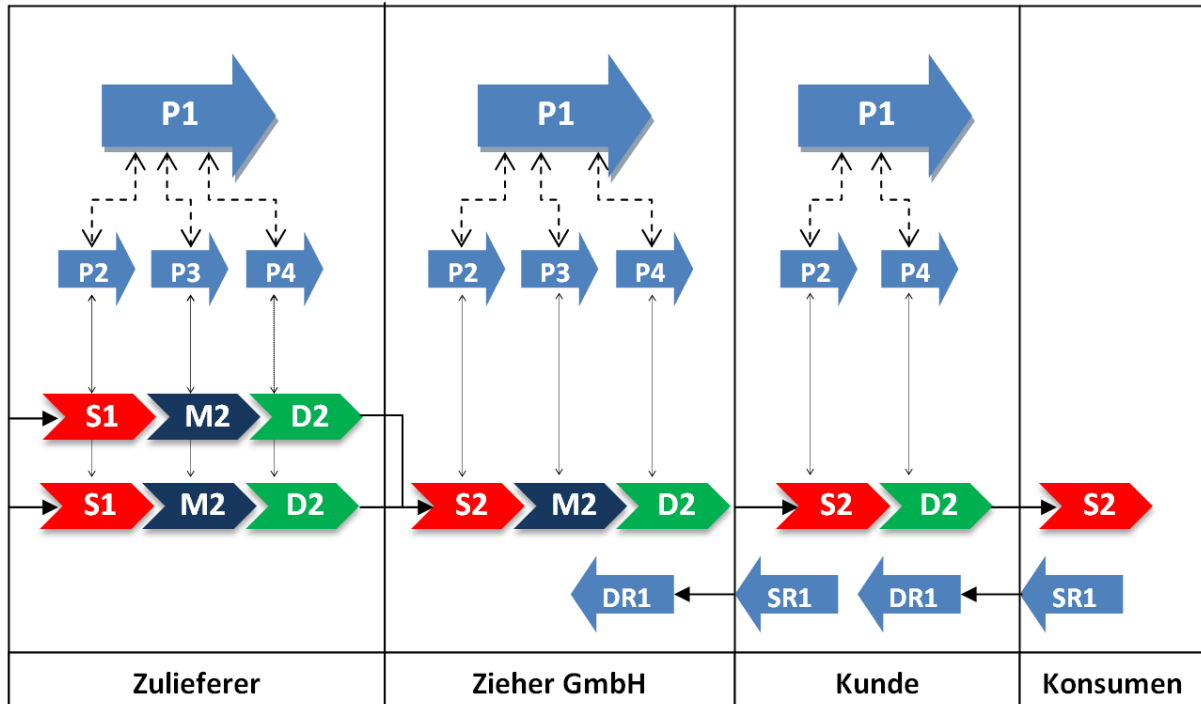


Abbildung 21: Modellierter Prozess der Zieher GmbH

Dieses Prozessdiagramm ist an der SCOR-Modellstruktur Abbildung 21 angelehnt und bedient sich der Komponenten aus dem SCOR-Toolbox, um exemplarisch die Supply Chain um die Zieher GmbH darzustellen. Durch die farbigen Chevrons mit den Bezeichnungen *S2*, *M2* und *D2* wird beschrieben, dass diese Supply Chain nach dem Pull-Prinzip arbeitet und nicht auf Lager produziert wird. Das bedeutet, dass alle Mitglieder der Supply Chain erst nach dem Ordereingang mit der Produktion beginnen. Die einzige Ausnahme bilden die Rohstofflieferanten der Zulieferer, die auf Lager produzieren. Dies wird durch den Chevron mit der *S1* dargestellt. Der Materialfluss wird mit durchgezogenen Linien gekennzeichnet. Die Steuerungsprozesse werden durch gestrichelte Linien dargestellt.

Danach müssen die Prozesskategorien für jeden der Standorte bestimmt werden (Ebene 2). Hierzu sucht man sich aus den im Modell gegebenen die Passenden aus. Dabei bedient man sich der Configuration Toolbox. Hierzu gehören auch die 32 Leistungsindikatoren der zweiten Ebene, die auf denen der dritten Ebene basieren.

Zudem müssen die Prozesselemente definiert werden. Hierzu gibt es ca. 524 weitere Kennzahlen für etwa 500 einzelne Elemente. Nun muss im Beispiel geguckt werden, welche der Kennzahlen zur Verfügung stehen und welche Prozesselemente zu dem Prozess passen. Innerhalb des Unternehmens gilt es, die End-To-End-Prozessketten zu betrachten.

Man sieht, wie aufwändig das Verfahren ist, bei dem man mit dem SCOR-Modell die unternehmensübergreifende Prozesskette modellieren muss.

Zum besseren Verständnis zeigt die folgende Tabelle ein exemplarisches Beispiel, wie so eine hierarchische Kette aus Kennzahlen für die Zieher GmbH aussehen kann. Da es in Ebene 3 noch mehr Messgrößen gibt, die auf die Indikatoren der zweiten Ebene wirken, ist eine Abhängigkeit der Kennwerte voneinander nicht offensichtlich.

Ebene 3 (Messgrößen)		Ebene 2 (Leistungsindikatoren)		Ebene 1 (KPI's)	Leistungsattribut
∅ Dauer der Wareneinlagerung	Rechnungsdurchlaufzeit	∅Durchlaufzeit der Beschaffung	∅Durchlaufzeit der Herstellung	Lieferzeit	Reaktionsfähigkeit
3 Tage	1 Tag	7 Tage	5 Tage	12 Tage	12 Tage

Abbildung 22: Berechnung der Reaktionsfähigkeit

Nun werden die Ergebnisse mit den vorher definierten Zielen verglichen, um festzustellen, was es zu optimieren gilt. Die vorher definierte Zielvorgabe der Zieher GmbH ist beispielsweise, eine Reaktionszeit von zehn Tagen zu erreichen. Hier ist eine Diskrepanz zu erkennen. Dieses Ergebnis kann anzeigen, dass dies eine Engstellen der Supply Chain darstellt und das Unternehmen handeln sollte. Zur Verbesserung können dann die vorbildlichen Prozesspraktiken, die vom SSC zur Verfügung gestellt werden, genutzt werden, da das SCOR-Modell selber keine Lösungsansätze bietet, sondern nur Schwächen darstellt.

4.2 Anwendung der Six Sigma Methode

Zuvor wurde die Six Sigma Methode gemäß den DMAIC-Phasen unterteilt und beispielhafte Kennzahlenmethoden vorgestellt. Diese sollen nun an fiktiven Messwerten angewendet werden.

Da es sich um eine beispielhafte Illustration handeln soll, werden hier lediglich ausgewählte Kennzahlenmethoden für repräsentative Zwecke angewendet. Zunächst soll Ist-Situation anhand der Fehleranfälligkeit des Prozesses gemessen werden. Im Zusammenhang mit der Zieher GmbH bedeutet ein „Fehler“ beispielsweise, dass die Durchlaufzeit eines Schraubendrehers auf einer Linie nicht innerhalb vorgegebener Grenzwerte liegt.

Der zugehörige CTQ-Tree sieht dann wie folgt aus:

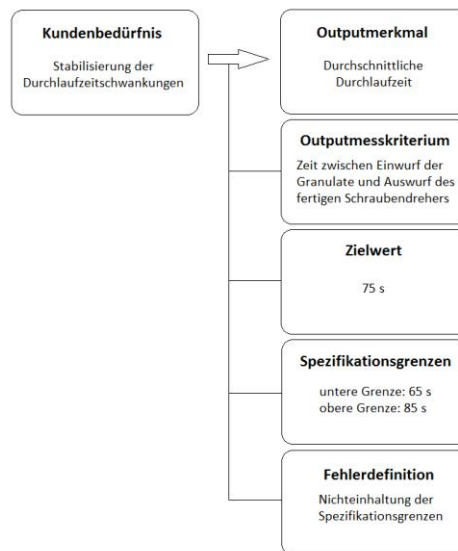


Abbildung 23: Zugehöriger CTQ-Tree der Zieher GmbH

Die Einhaltung der Spezifikationsgrenzen ist für das Unternehmen deshalb von großer Bedeutung, weil es im One-Peace-Flow produzieren möchte. Ein Unterschreiten des Durchlaufzeitintervalls würde ein Anhäufen von Beständen vor dem nachgelagerten Prozess bedeuten. Ein Überschreiten würde dagegen zum Stillstand der späteren Prozessschritte führen. Der „Kunde“ dieses Prozesses ist also der (unternehmensinterne) nachgelagerte Prozess.

4.2.1 Ist-Situation

Die Aufstellung der Normalverteilung erfolgt nun anhand des fiktiven Datensatzes 1 (siehe Anhang). Die Werte wurden bewusst so gewählt, dass sie zwar im Mittel dem Zielwert entsprechen, anhand der Streuung aber dennoch aufgezeigt werden kann, welchen Sinn das Sigma-Niveau in diesem Fall hat.

$$\text{Mittelwert: } \bar{x} = 75 \text{ s}$$

$$\text{Varianz: } \text{Var}(X) = 14,53 \text{ s}^2$$

$$\text{Standardabweichung: } \sigma = \sqrt{\text{Var}(X)} = 3,81 \text{ s}$$

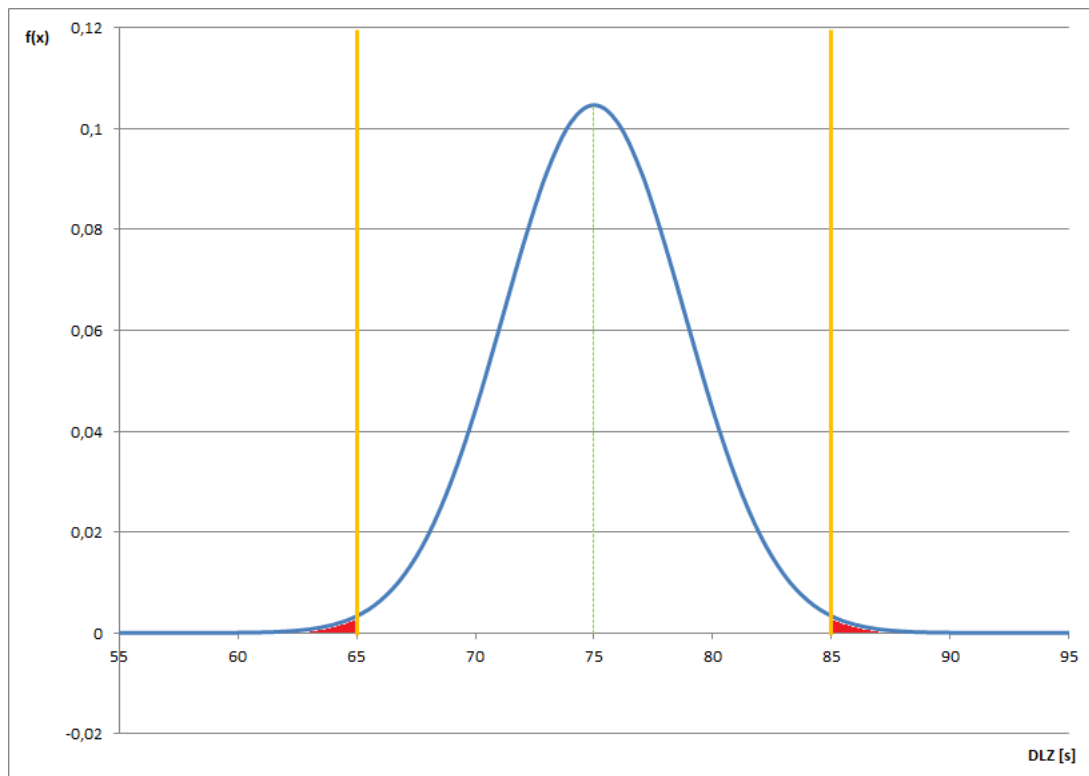


Abbildung 24: Normalverteilung zur Ist-Situation

Der rot markierte Bereich zeigt, wo gemäß einer Normalverteilung Fehler auftreten. Je kleiner dieser Bereich ist, desto stabiler arbeitet der Prozess und desto höher das Sigma-Niveau. In Anbetracht der Tatsache, dass sich die Kurve im Sinne eines Grenzwertes von Null lediglich der x-Achse annähert, diese aber nie berührt, ist statistisch gesehen kein Nullfehler-Niveau erreichbar. Praktisch spricht man dagegen bei 6σ -Sigma von einem solchem (Pfeifer, 2001).

Das Sigma-Niveau der Ist-Situation lautet in diesem Fall zunächst $2,62\sigma$. Gemäß Abbildung 18 bedeutet ein solcher Wert, dass statistisch gesehen 136.000 Teile bei 1.000.000 Produzierten nicht innerhalb der Toleranzgrenzen produziert werden – für die Zieher GmbH tatsächlich ein inakzeptabler Wert.

4.2.2 Korrelationskoeffizient von Bravais-Pearson

Im Rahmen der Prozessanalyse sollen nun ausgewählte Kennzahlen anhand des Korrelationskoeffizienten von Bravais-Pearson miteinander in Beziehung gesetzt werden. Beispielsweise kann man hier basierend auf statistischen Methoden die Abhängigkeit der Durchlaufzeit von der Temperatur geschmolzener Kunststoffgranulate bei der Fertigung des Griffs bestimmen. Diese unterliegt natürlich ebenso Toleranzen, kann aber bei Bedarf aber geringfügig variiert werden, falls der Gesamtprozess davon profitiert.

Wieder vor dem Hintergrund fiktiver Messwerte aus Datensatz 2 (siehe Anhang) bestimmt sich der Korrelationskoeffizienten von Bravais-Pearson folgendermaßen:

$$r_{XY} = \frac{(160 - 170) \cdot (74 - 75) + \dots + (180 - 170) \cdot (75 - 75)}{\sqrt{((160 - 170)^2 + \dots + (180 - 170)^2) \cdot ((74 - 75)^2 + \dots + (75 - 75)^2)}} = \frac{-56}{\sqrt{440 \cdot 154}} = -0,22$$

mit $\bar{x} = 170, \bar{y} = 75$

Die Auswertung der Abhängigkeit der Durchlaufzeit von der Temperatur geschmolzener Kunststoffgranulate gibt nun darüber Aufschluss, dass eine geringfügige negative Abhängigkeit besteht. Tendenziell führt eine Erhöhung der Temperatur also zu einer Reduzierung der Durchlaufzeit. Da ein Wert von $|r_{XY}|=0,22$ allerdings eine schwache Abhängigkeit aufzeigt, sollte auf diese Korrelation in der Improve-Phase nicht weiter eingegangen werden.

4.2.3 Neue Ist-Situation

In der Improve-Phase wurde nun der Prozess anhand der in der Analyse-Phase aufgedeckten Schwachstellen angepasst. Eine Berechnung des Sigma-Niveaus der neuen Ist-Situation soll nun Aufschluss über die neue Fehleranfälligkeit geben, stets im Vergleich mit der vorherigen Situation.

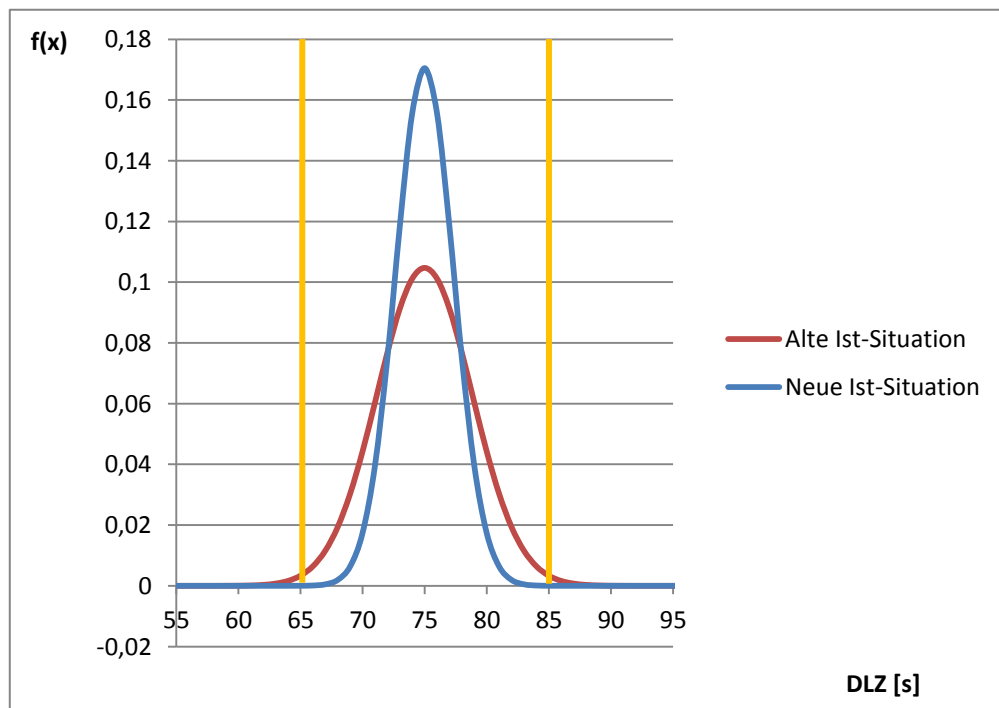


Abbildung 25: Vergleich beider Ist-Situationen

Die Auswertung der fiktiven Messwerte aus dem Datensatz 3 (siehe Anhang) ergibt nun die obenstehende Normal-Verteilung.

Die neue Glockenkurve ist deutlich schmaler und der außerhalb der Spezifikationsgrenzen liegende Bereich unter dem Graphen eindeutig kleiner geworden. Die neue Ist-Situation entspricht nun einem Sigma-Niveau von $4,3 \sigma$ und somit einem entsprechenden Wert von 2.600 DPMO – eine Reduzierung um 98% in Bezug auf das vorherige Fehlerniveau. Eine weitere Verbesserung auf eine praktische Nullfehler-Produktion ist nun vor dem Hintergrund, ob diese zu einem angemessenen Verhältnis von Aufwand und Nutzen führen würde, abzuwägen. Schließlich bedeutet der Begriff „Defekt“ im vorliegenden Fall, dass die Produktionszeit und nicht die Funktionstüchtigkeit des Produkts außerhalb vorgegebener Toleranzen liegt.

4.2.4 Monitoring

Zum Abschluss des beispielhaften Projekts soll nun ein Monitoring zur Überwachung der Durchlaufzeiten aufgestellt werden. Dies dient der Visualisierung der Echtzeitdaten und kann somit frühzeitig gewisse Tendenzen aufzeigen. Eine solche Tendenz zeigt beispielsweise folgende Grafik auf:

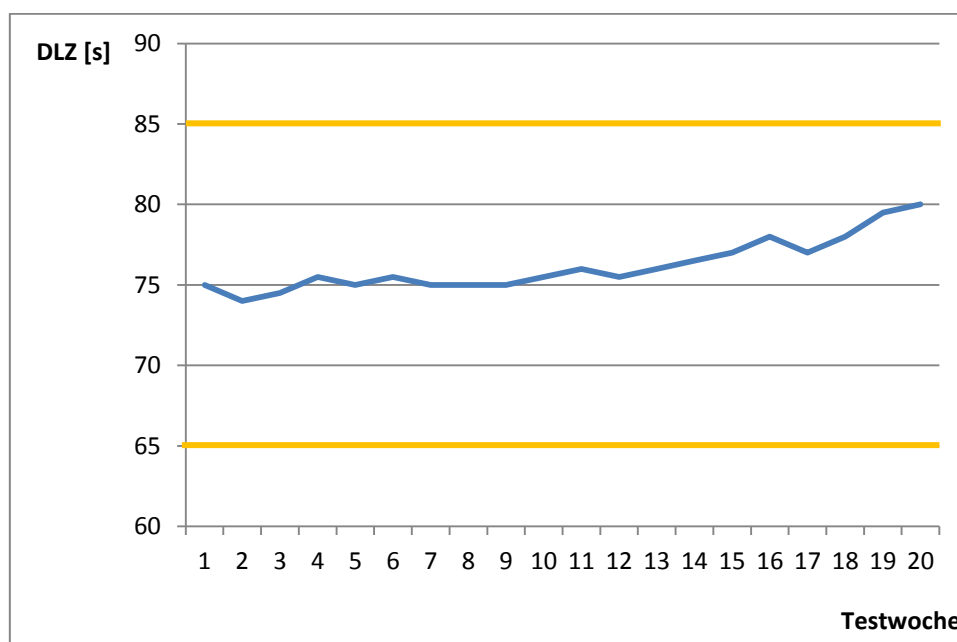


Abbildung 26: Beispielhafte Control-Chart

Gründe für einen solch steigenden Verlauf können vielfältig, im einfachsten Fall beispielsweise Verschleiß an den Maschinen sein. Durch das Erkennen einer steigenden Tendenz kann nun aber bereits vor dem Verletzen der Toleranzgrenzen eingegriffen werden, sodass keine Kosten durch defekte Teile entstehen müssen.

5 Fazit

Abschließend bleibt festzustellen, dass Kennzahlen einen elementaren Wert im Supply Chain Management haben. Eine Koordination mehrerer Prozesspartner kann nur über vergleichbare, messbare und vor allem aussagekräftige Werte geschehen. Tatsächlich bedienen sich etablierte Supply-Chain-Management-Instrumente wie das SCOR-Modell dieser Kennzahlen. Insgesamt unterscheiden sich die beiden ausführlich vorgestellten Methoden SCOR und Six Sigma – neben aller Gemeinsamkeiten bezüglich der Relevanz von Kennzahlen – vor allem in ihrem grundsätzlichen Ansatz in der Supply Chain. Während SCOR einen ganzheitlichen Ansatz mehrerer Partner darstellt, handelt es sich bei Six Sigma vielmehr um die Optimierung einzelner Schnittstelle.

6 Anhang

Datensatz 1: Alte Ist-Situation

Messung	Durchlaufzeit [s]
1	76
2	79
3	70
4	74
5	72
6	78
7	79
8	70
9	74
10	70
11	81
12	82
13	75
14	74
15	76
16	77
17	80
18	70
19	71
20	72

Datensatz 2: Korrelationskoeffizient von Bravais-Pearson

Temperatur [°C]	Durchlaufzeit [s]
160	74
162	76
164	73
166	79
168	80
170	72
172	82
174	69

176	72
178	73
180	75

Datensatz 3: Neue Ist-Situation

Messung	Durchlaufzeit [s]
1	74,5
2	75
3	74
4	75,5
5	75,5
6	74,5
7	75
8	75,5
9	75
10	74,5
11	75
12	76
13	74,5
14	74,5
15	75
16	75
17	76
18	75,5
19	75
20	74,5

7 Literaturverzeichnis

- Arndt, H. (2004). *Supply Chain Management - Optimierung logistischer Prozesse, 1. Auflage*. Wiesbaden: Gabler.
- Arndt, H. (2008). *Supply Chain Management - Optimierung logistischer Prozesse, 4. Auflage*. Dettenheim.
- Aulinger, A. (1999). *Wissenskooperation - Eine Frage des Vertrauens*, in V. J. Engelhard & E. J. Sinz : *Kooperation im Wettbewerb*. Wiesbaden.
- AWF-Arbeitsgemeinschaft. (2005). *Praktischer Einsatz von Kennzahlen und Kennzahlensystemen in der Produktion*. Eschborn.
- Ballou, R., Gilbert, S., & Mukherjee, A. (2000). *New Managerial Challenges from Supply Chain Opportunities*, in: *Industrial Marketing Management*, Vol. 29.
- Bolstorff, P., & Rosenbaum, R. (2003). *Chain Supply Excellence: A Handbock for Dramatic Improvement using the SCOR Model*. New York.
- Bowersox, D., & Class, D. (1996). *Logistical Management. The integrated Supply Chain Process*. New York.
- Chopra, S., & Meindl, P. (2007). *Supply Chain Management. Strategy, Planning, and Operation. 3rd Ed.* . Upper Saddle River.
- Christopher, M. (1998). *Logistics and Supply Chain Management. Strategies for Reducing Cost and Improving Service. 2nd Ed*. London.
- Cleff, T. (2008). *Destriktive Statistik und moderne Datenanalyse*. Gabler Verlag.
- Cooper, J., & Ellram, L. (1993). Characteristics of Supply Chain Management and the Implications for Purchasing and Logistics Strategy. *The international Journal of Logistics Management*.
- Corsten, H., & Gössinger, R. (2008). *Einführung in das Supply Chain Management*. München: Oldenbourg Wissenschaftsverlag GmbH.
- Dahm, M., & Haindl, C. (2009). *Lean Management und Six Sigma*. Berlin: Erich Schmidt Verlag GmbH & Co.
- Dietrich, E., Schulze, A., & Weber, S. (2007). *Kennzahlensystem für die Qualitätsbeurteilung in der industriellen Produktion*. Münschen, Wien: Carl Hansler.
- George, M., Rowlands, D., & Kastle, B. (2007). *Was ist Lean Six Sigma?* Heidelberg: Springer-Verlag Berlin.
- Günther, S. (2010). *Design for Six Sigma - Konzeption und Operationalisierung von alternativen Problemlösungszyklen auf Basis evolutionärer Algorithmen*. Dresden: Gabler.

- Heusler, K. F. (2004). *Implementierung von Supply Management. Kompetenzorientierte Analyse aus der Perspektive eines Netzwerkakteurs*. Wiesbaden.
- Kappelhoff, P. (2000). *Der Netzwerkansatz als konzeptueller Ansatz für eine Theorie interorganisationaler Netzwerke*; in Sydow, J.; Windeler, A. (Hrsg.): *Steuerung von Netzwerken*. Opladen.
- Klaus, P. (1998). *Supply Chain Management*, in: *Gabler Lexikon Logistik*.
- Kloth, M. (1999). *Effektives Supply Chain Management auf Basis von Standardprozessen und Kennzahlen*.
- Knolmayer, G., Mertens, P., & Zeier, A. (2000). *Supply Chain Management auf der Basis von SAP-Systemen*.
- Mentzer et al. (2001). Defining Supply Chain Management, in: *Journal of Business. Logistics*, Vol. 22.
- Mertens, P. H. (2001). *Lexikon der Wirtschaftsinformatik*. Berlin: Springer.
- Messner, D. (1995). *Die Netzwerkgesellschaft. Wirtschaftliche Entwicklung und internationale Wettbewerbsfähigkeit als Problem gesellschaftlicher Steuerung*. Köln.
- Oliver, R., & Webber, M. (1982). *Supply Chain Management: Logistics catches up with strategy*.
- Pfeifer, T. (2001). *Qualitätsmanagement - Strategien, Methoden, Techniken*. Carl Hanser Verlag.
- Poluha, R. G. (2006). *Anwendung des SCOR-Modells zur Analyse der Supply Chain*. Köln.
- Porter, M. (2010). *Wettbewerbsvorteile – Spitzenleistungen erreichen, 7. Aufl.* Frankfurt et al. .
- Rennemann, T. (2003). Wettbewerbsvorsprung durch Supply Chain Management. *Arbeitsberichte - Working Papers*.
- SAP. (2014). http://help.sap.com/saphelp_scm70/helpdata/de/f9/bc7c37c3b97f45e10000009b38f8cf/content.htm?frameset=/de/ea/104314343911d38ae00000e8322fdc/frameset.html .
- SCOR. (2014). www.supply-chain.org.
- Stahle, W. (1969). *Kennzahlen und Kennzahlensysteme*. Wiesbaden.
- Tan, K., Kannan, V., & Handfield, R. (1998). Supply Chain Management: Supplier Performance and Firm Performance. *International Journal of Purchasing & Material Management*, Vol. 34.
- Toutenburg, H., & Knöfel, P. (2009). *Six Sigma - Methoden und Statistik für die Praxis*. Heidelberg: Springer-Verlag.
- Weber, J. (1995). *Kennzahlen für die Logistik*. Stuttgart.
- Weber, J. (2002). *Logistik- und Supply Chain Controlling, 5. Auflage*. Stuttgart.

- Weber, J., & Dehler, M. (1999). *Effektives Supply Chain Management auf der Basis von Standardprozessen und Kennzahlen*. Dortmund: Verlag Praxiswissen.
- Weber, J., & Dehler, M. (2000). *Entwicklungsstand der Logistik, in: Supply Chain Management: Logistik plus? Logistikkette - Marketingkette - Finanzkette*. Berlin.
- Welke, R. J. (2003). *End-to-End Business Process: The new design paradigm of tehe digital Enterprise*. Auckland.
- Werner, H. (2010). *Supply Chain Management: Grundlagen, Strategien, Instrumente und Controlling*.
- Werner, H. (2013). *Supply Chain Management - Grundlagen, Strategien, Instrumente und Controlling, 5., überarbeitete und erweiterte Auflage*. Wiesbaden,: Springer.
- Wieland, A., & Wallenburg, C. (2011). *Supply-Chain-Management in stürmischen Zeiten*.