



Thema:

**Entwicklung eines Systems zur Führungsunterstützung der
Unternehmensaufgabe Qualität unter dem Aspekt des
Wachstums.**

Diplomarbeit

Arbeitsgruppe Wirtschaftsinformatik
Managementinformationssysteme

Themensteller: Prof. Dr. rer. pol. habil. Hans-Knud Arndt
Betreuer: Prof. Dr. rer. pol. habil. Hans-Knud Arndt
Externer Betreuer Dr. Ing. Dipl. Inform. Rigbert Oberholthaus
Volkswagen Aktiengesellschaft
vorgelegt von: Oliver Meier
vorgelegt am: 28.11.2011

Inhaltsverzeichnis

Verzeichnis der Abkürzungen und Akronyme	IV
Abbildungsverzeichnis	V
Tabellenverzeichnis	VI
1 Einleitung.....	1
1.1 Problemstellung und Zielsetzung	1
1.2 Aufbau der Arbeit und Vorgehensweise	2
2 Steuern und Regeln	5
2.1 Historische Entwicklung und Definition	5
2.2 Unterscheidung zwischen Steuern und Regeln	5
2.3 Der Regelkreis.....	9
2.3.1 Bereitstellung und Verarbeitung von Informationen in Regelkreisen ..	12
3 Aufbau- und Ablauforganisation in Unternehmungen	14
3.1 Ausgangslage.....	14
3.2 Aufbauorganisation	15
3.2.1 Aufgabenanalyse	16
3.2.2 Aufgabensynthese	18
3.2.3 Organisationsformen des Aufbaus	20
3.3 Ablauforganisation	22
3.3.1 Arbeitsanalyse	23
3.3.2 Arbeitssynthese	24
3.4 Aufbauorganisation der Volkswagen Aktiengesellschaft	25
3.5 Regelkreise in der Aufbau- und Ablauforganisation.....	28
3.5.1 Vertikale Regelkreise in der Aufbau- und Ablauforganisation	29
3.5.2 Horizontale Regelkreise in der Aufbau- und Ablauforganisation	32
3.5.3 Datenbasis in Regelkreisen der Organisation	35
4 Qualitätsmanagement.....	36
4.1 Begriff und Einordnung.....	36
4.2 Total Quality Management.....	38
4.3 Regelkreise im Qualitätsmanagement	40
4.3.1 Der Qualitätsregelkreis	41
4.3.2 Statistische Prozessregelung	44
4.3.3 Datenbasis im Qualitätsregelkreis.....	49
4.4 Kennzahlen für die Anlageneffektivität	50
4.5 Benchmarking	55
5 Qualitätskontrollen im Presswerk/ Karosseriebau	58
5.1 Presswerk.....	59
5.1.1 Anlieferung und Schnittanlage.....	59
5.1.2 Pressenstraße	60
5.2 Karosseriebau	61

6	Systementwicklung	64
6.1	ProBench	64
6.2	Entwurf	66
7	Zusammenfassung und Ausblick	70
	Literaturverzeichnis	73

Verzeichnis der Abkürzungen und Akronyme

ER	Entity Relationship
ETL	Extraktion Transformation Laden
FMEA	Failure Mode and Effects Analysis
NEE	Net Equipment Effectiveness
n.i.O.	Nicht in Ordnung
ETL	Extraktion, Transformation, Laden
OEE	Overall Equipment Effectiveness
PPL	Prüfplanung
QFD	Quality Function Deployment
QM	Qualitätsmanagement
SPC	Statistical Process Control (Deutsch: Statistische Prozessregelung)
TEEP	Total Effective Equipment Productivity
TPM	Total Productive Maintenance
TQM	Total Quality Management

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1.1: Aufbau der Arbeit	3
Abb. 2.1: Blockschaltbild einer Steuerung	8
Abb. 2.2: Blockschaltbild einer Regelung	8
Abb. 2.3: Der Regelkreis	9
Abb. 2.4: Datenbasis in Regelkreisen	12
Abb. 3.1: Hierarchische Ordnung der Ablauforganisation	23
Abb. 3.2: Vorstandstruktur Volkswagen AG, Volkswagen Marke und Audi	27
Abb. 3.3: Regelkreise in hierarchischen Aufbauorganisationen.....	29
Abb. 3.4: Aufbauorganisatorischer Regelkreis (vertikal).....	30
Abb. 3.5: Mehrstufige vertikale Regelkreise in der Aufbauorganisation	31
Abb. 3.6: Aufbauorganisatorischer Regelkreis (horizontal)	34
Abb. 3.7: Mehrstufige horizontale Regelkreise in der Aufbauorganisation	34
Abb. 4.1: Veranschaulichung des Fachbegriffs Qualität	37
Abb. 4.2: Blockschaltbild Qualitätsregelkreis	44
Abb. 4.3: Vertikale Hierarchie über dem horizontalen Fertigungsprozess.....	45
Abb. 4.4: Kostenabhängigkeit von der Anzahl/ Dichte der Prüfpunkte	46
Abb. 4.5: Einfluss der Fehlerhäufigkeit auf das Optimum der Prüfpunkte	47
Abb. 4.6: Datenbasis im Qualitätsregelkreis.....	50
Abb. 4.7: OEE-Faktoren mit den zugehörigen Anlagenverlusten	54
Abb. 5.1: Anlieferungs- und Zuschnittprozess	59
Abb. 5.2: Potentielle Prüfpunkte im Anlieferungs- und Zuschnittprozess	60
Abb. 5.3: Fertigungsprozess Presswerk	61
Abb. 5.4: Fertigungsprozess Karosseriebau.....	62
Abb. 6.1: Grundkonzept ProBench	64
Abb. 6.2: Systemaufbau ProBench	65
Abb. 6.3: ER-Schema Qualitätsdatenbank Presswerk	68
Abb. 6.4: ER-Schema Qualitätsdatenbank Karosseriebau.....	69

Tabellenverzeichnis

Tab. 2.1: Gegenüberstellung von Regelung und Steuerung	6
Tab. 2.2: Eigenschaften Steuern und Regeln.....	7
Tab. 2.3: Komponentenmodell des Regelkreises	10
Tab. 2.4: Informationsbereitstellung/ -bedarf der Regelkreiskomponenten.....	12
Tab. 3.1: Markenstruktur der Volkswagen Aktiengesellschaft	26
Tab. 3.2: Komponenten des vertikalen aufbauorganisatorischen Regelkreises	30
Tab. 3.3: Komponenten des horizontalen aufbauorganisatorischen Regelkreises	33
Tab. 4.1: Komponentenmodell des Qualitätsregelkreises	42
Tab. 4.2: Arten von Kennzahlen.....	51
Tab. 5.1: Mögliche Kombinationen der Prüffarten – inline.....	58
Tab. 5.2: Mögliche Kombinationen der Prüffarten – outline.....	58

1 Einleitung

1.1 Problemstellung und Zielsetzung

Eine Unternehmung ist nach Gutenberg ein besonderer Betriebstyp, der durch die drei Prinzipien: Autonomieprinzip, erwerbswirtschaftliches Prinzip und Alleinbestimmung definiert ist.¹ Daraus abgeleitet ist der grundlegende Zweck einer Unternehmung das Erschaffen von Werten in Form von materiellen oder immateriellen Produkten.² Betriebswirtschaftlich gesehen, soll die Nutzung der eingesetzten Ressourcen maximiert werden, indem durch die Transformation der Eingangsfaktoren Produkte entstehen. Unternehmensziele werden über die Organisation³ von der Führungsebene entlang der Hierarchieebenen in alle Unternehmensbereiche, Abteilungen bis zum einzelnen Mitarbeiter kommuniziert.⁴ Die Unternehmensziele können folgendermaßen klassifiziert werden:

1. Ziele, die sich aus rechtlichen Verpflichtungen ergeben,
2. Ziele, die sich aus verschiedenen Interessenlagen ergeben sowie
3. Leistungsziele der Produktion.⁵

Das Erwirtschaften von Gewinnen ist ein langfristiges Ziel jeder Unternehmung. Da sich der Gewinn als Differenz aus Erlös und Aufwand, beziehungsweise Umsatz und Kosten ergibt, können zur Zielerreichung die Kosten gesenkt oder der Umsatz erhöht werden. Aus der Erhöhung des Umsatzes ergibt sich ein zentrales Leistungsziel der Produktion: das Wachstum. Durch den Absatz größerer Mengen auf den Märkten, soll die Umsatz-Generierung verstärkt werden. Die Nachfrage nach Produkten korreliert jedoch mit den Preisen, der Leistungsfähigkeit sowie der Qualität der Produkte.⁶ Dieser Aspekt begründet den ersten Themenschwerpunkt der zu erstellenden Diplomarbeit.

Die strategische Planung und Umsetzung der Unternehmensziele erfolgt in der Regel in einem Zeithorizont von fünf bis fünfzehn Jahren und wird durch kurzfristige Geschäftspläne konkretisiert. Ein wichtiger Punkt der Geschäftsplanung ist die Organisation der Unternehmung mit den Bereichen der Aufbau- und Ablauforganisation. Neben der Beschreibung der organisatorischen Struktur des Unternehmens ist schon anhand der Begrifflichkeit erkennbar, dass ein weiterer Teil der Geschäftsplanung die Planung und Steuerung beziehungsweise Unternehmenssteuerung ist.

¹ Vgl. Gutenberg(1979), S. 510 f.

² Vgl. Westkämper(2005), S. 33.

³ Vgl. Kapitel 3.

⁴ Vgl. Westkämper(2005), S. 64.

⁵ Vgl. Westkämper(2005), S. 63 ff.

⁶ Vgl. Westkämper(2005), S. 68.

Die Steuerung dynamischer Systeme ist ein Themenbereich mit der sich die Regelungstechnik befasst.⁷ Lunze definiert ein dynamisches System als eine Funktionseinheit, „[...] deren wichtigsten Kenngrößen sich zeitlich ändern und die deshalb als Funktionen der Zeit dargestellt werden.“⁸ Die bisherigen Betrachtungen zeigen, dass eine Unternehmung ebenfalls ein dynamisches System darstellt. Aus diesem Grund soll in der Diplomarbeit gezeigt werden, dass die Regelungstechnik ein geeignetes Instrument für die Unternehmenssteuerung ist. Deshalb soll die Methodik des Regelkreises als verbindendes Element auf die betrachteten Themenbereiche:

1. Aufbau- und Ablauforganisation der Unternehmung,
2. Regeln und Steuern der Unternehmung sowie
3. Qualitätsmanagement in der Unternehmung

angewendet werden.

Sowohl die Unternehmenssteuerung, als auch die technische Regelungstechnik verwenden als Grundelement für die Entscheidungsfindung Kennzahlen. In den oben genannten Themenbereichen betreffen die Kennzahlen vor allem das Steuern und Regeln der Unternehmung sowie das Qualitätsmanagement.

Nach der Entwicklung und Beschreibung des theoretischen Konstrukts soll das System im Anschluss am Beispiel des Qualitätsmanagements im Presswerk und Karosseriebau angewendet werden. Ein weiteres Ziel der Arbeit ist die Konzeption einer computergestützten Implementierung des entwickelten Systems im Rahmen eines bereits bestehenden Systems zur benchmarking-unterstützten Unternehmenssteuerung.

1.2 Aufbau der Arbeit und Vorgehensweise

Aus den in der Einleitung formulierten Zielen ergibt sich der in **Abb. 1.1** dargestellte Aufbau der vorliegenden Arbeit. Kapitel 2 führt zunächst in die Regelungstechnik als Grundlage für die weiteren Erläuterungen ein. Eine historische Einordnung, Definitionen sowie Abgrenzung der Begriffe Steuern und Regeln bildet das theoretische Fundament der Arbeit. Als entscheidende Methodik für die Bearbeitung der Problemstellung in den weiteren Kapiteln wird die Methodik des Regelkreises dargestellt. Weiterhin erfolgt eine erste Untersuchung der Herkunft und Verwendung der notwendigen Informationsflüsse innerhalb des Regelkreises.

⁷ Vgl. Lunze(2010), S. 2.

⁸ Lunze(2010), S. 2.

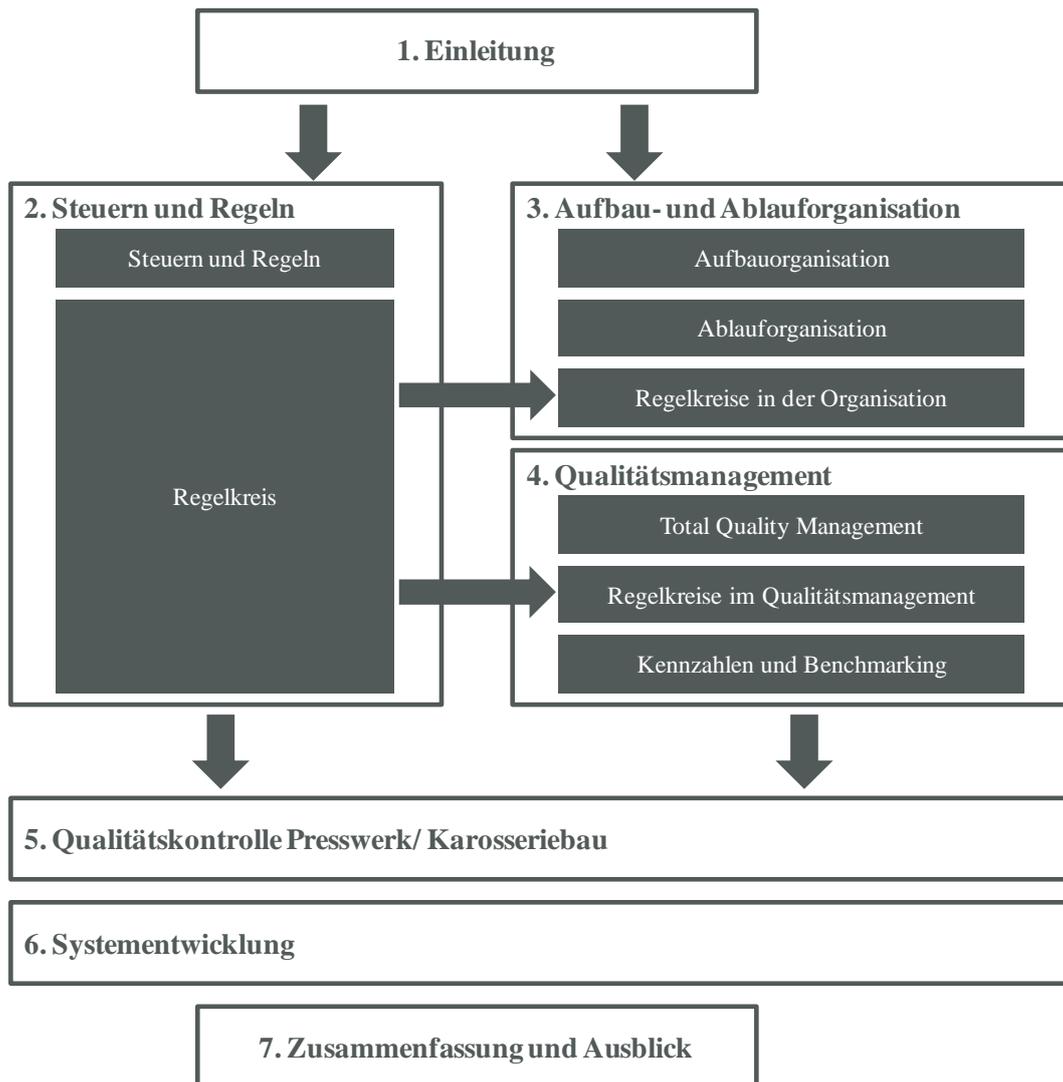


Abb. 1.1: Aufbau der Arbeit

In Kapitel 3 werden anhand der Organisationlehre nach Kosiol die Gesetzmäßigkeiten der Aufbau- und Ablauforganisation in Unternehmungen beschrieben. Darauf aufbauend soll untersucht werden, ob die Methodik des Regelkreises geeignet ist, die Fragestellungen der Unternehmensorganisation zu beschreiben beziehungsweise Lösungsansätze für bekannte Probleme bietet. In diesem Zusammenhang spielen die Besonderheiten der über die Organisation hinweg entstehenden Regelkreisketten eine zentrale Rolle inklusive der notwendigen Datenverarbeitung und Informationsbereitstellung in diesen Ketten.

Die Erkenntnisse aus der Verknüpfung aus Regelungstechnik und Organisationslehre soll in Kapitel 4 im Rahmen des Qualitätsmanagements als unternehmensweite Aufgabe der Organisation sowie am Beispiel der Qualitätssicherung in der Fertigung angewendet werden. Für die Qualitätssicherung in der Fertigung soll dabei bezüglich der systemtechnischen Umsetzung als Modul eines bereits bestehenden Benchmarking-Systems im

Volkswagen Konzern, eine geeignete Qualitätsmanagementmethode identifiziert werden. Außerdem sind geeignete Kennzahlen für eine automatisierte Beurteilung und Regelung der Qualitätssicherung notwendig.

In Kapitel 5 soll eine Beschreibung der Fertigungsprozesse und im speziellen der Qualitätssicherung exemplarisch am Presswerk und Karosseriebau erfolgen, um in Kapitel 6 einen Datenbank- beziehungsweise Systementwurf daraus ableiten zu können.

Kapitel 7 fasst die wichtigsten Ergebnisse und Schlussfolgerungen dieser Arbeit zusammen und gibt einen Ausblick auf zukünftige Entwicklungsmöglichkeiten in den im Rahmen der Arbeit behandelten Themengebieten.

2 Steuern und Regeln

2.1 Historische Entwicklung und Definition

Das Prinzip des Steuerns und Regelns ist ein Naturphänomen, welches einen Zustand auch unter Einfluss von Störgrößen sowie verschiedener vorgegebener Ausprägungen des Zustands, aufrechterhält.⁹ Die Regelung der konstanten Körpertemperatur bei gleichwarmen Tieren ist ein Beispiel, bei dem eine bestimmte Temperatur unter Einfluss einer schwankenden Umgebungstemperatur eingehalten wird.

Die Erfindung des Fliehkraftreglers durch James Watt um 1788 stellt die erste bekannte technische Umsetzung des Regelns dar.¹⁰ In diesem Umfeld bezeichnet das Steuern und Regeln die zielgerichtete Beeinflussung technischer Prozesse.¹¹ Auf analytischer Ebene untersuchte James Clerk Maxwell 1868 erstmals das Zusammenwirken von Regler und Regelstrecke und gilt somit als Begründer der allgemeinen Regelungstechnik.¹²

Als übergeordnete Wissenschaft befasst sich die Kybernetik nach ihrem Begründer Norbert Wiener mit der Steuerung und Kommunikation in Lebewesen und Maschinen, wobei in dem Begriff ‚Lebewesen‘ auch explizit der Mensch sowie organisierte Gruppen von Menschen mit inbegriffen sind.¹³ Die Kybernetik untersucht die Grundlagen der Steuerung und Regelung von Systemen¹⁴ im Sinne einer „[...]geordnete Gesamtheit von Elementen, zwischen denen irgendwelche Beziehungen bestehen oder hergestellt werden können.“¹⁵ Diese Definition gibt bereits erste Hinweise auf eine mögliche Anwendung der Kybernetik, beziehungsweise das Steuern und Regeln von Abläufen innerhalb organisierter Gruppen und Organisationen, wie es in Kapitel 3.5 untersucht wird.

2.2 Unterscheidung zwischen Steuern und Regeln

Um den regelbaren Charakter der Problemstellungen dieser Arbeit zu zeigen, soll eine eindeutige Abgrenzung der Begriffe Steuern und Regeln voneinander vorgenommen werden. Zunächst wird der Unterschied anhand der Gegenüberstellung zweier Beispiele aufgezeigt (**Tab. 2.1**) und anschließend auf Grundlage der Definitionen nach DIN-Norm 19226 weiter erläutert.

⁹ Vgl. Unbehauen (2002), S. 16.

¹⁰ Vgl. Unbehauen (2002), S. 18.

¹¹ Vgl. Gevatter (2006), S. 23.

¹² Vgl. Unbehauen (2002), S. 18.

¹³ Vgl. Wiener (1973).

¹⁴ Vgl. Bagban (2010), S. 17.

¹⁵ Ulrich (1970), S. 105.

Tab. 2.1: Gegenüberstellung von Regelung und Steuerung

System	Steuerung	Regelung
Beispiel	Aufzugssteuerung	Füllstandsregelung
Aufgabe im Beispiel	Verschiedene Taster und Endschalter überwachen und beim Auftreten bestimmter Eingangssignale in eine bestimmte Etage fahren beziehungsweise die Türen öffnen oder schließen	Das Niveau einer Flüssigkeit in einem Tank kontinuierlich überwachen und bei Abweichung vom Sollniveau durch Veränderung der Zulauföffnung anpassen.
Aufgabe allgemein	Diskrete Zustände des technischen Prozesses ermöglichen (z.B. Fahren bei gelöster Bremse), verhindern (z.B. fahren bei geöffneter Tür) oder Zustandsfolgen erzwingen (z.B. Anfahren der Etagen in bestimmten Reihenfolge)	Physikalische Größen des technischen Prozesses (z.B. Füllstand im Tank) auf Sollwerte bringen und dort halten, auch wenn Störungen (z.B. Abfluss aus dem Tank) auftreten
Signalart (Sensoren, Aktuatoren)	Diskreter, meist binärer Wertebereich, z.B. Tür auf/zu, Bremse ein/aus	Kontinuierlicher Wertebereich, z.B. Zulauföffnung $Y = 0 \dots 100\%$, Niveau $h = 0 \dots 2\text{m}$
Rückkoppelungsstruktur	Rückwirkung diskreter Signale (ereignisdiskret), in seltenen Fällen offener Wirkungsgrad	Rückwirkung fortlaufend geschlossen
Anzahl der Signale (Sensoren, Aktuatoren)	Fast immer mehrschleifig, oft mehrere hundert Sensoren und Aktuatoren (z.B. 90 bei einem Aufzug für fünf Geschosse)	Meist einschleifig (z.B. Füllstandsregelung einschleifig mit einem Sensor und einem Aktuator)
Spezifikation	Immer neu, nicht standardisierbar	Immer gleich: „Regelgröße an Führungsgröße angleichen“

In Anlehnung an Gevatter (2006), S. 24.

Steuern/ Steuerung nach DIN 19226

Die Norm DIN 19226 definiert das Steuern als „[...] ein Vorgang in einem System, bei dem eine oder mehrere Größen als Eingangsgrößen andere Größen als Ausgangsgrößen aufgrund der dem System eigentümlichen Gesetzmäßigkeiten beeinflussen. Kennzeichen für das Steuern ist der offene Wirkungsweg oder ein geschlossener Wirkungsweg, bei dem die durch die Eingangsgrößen beeinflussten Ausgangsgrößen nicht fortlaufend und nicht wieder über dieselben Eingangsgrößen auf sich selbst wirken.“¹⁶

Regeln/ Regelung nach DIN 19226

Im Vergleich zur Steuerung definiert die Norm DIN 19226 das Regeln beziehungsweise die Regelung als „[...] ein Vorgang, bei dem fortlaufend eine Größe, die Regelgröße (die zu regelnde Größe), erfasst, mit einer anderen Größe, der Führungsgröße, verglichen und im Sinne einer Angleichung an die Führungsgröße beeinflusst wird. Kennzeichen für das Regeln ist der geschlossene Wirkungsablauf, bei dem die Regelgröße im Wirkungsweg des Regelkreises fortlaufend sich selbst beeinflusst.“¹⁷

Tab. 2.2 vergleicht die zentralen Eigenschaften beziehungsweise Unterschiede der Definitionen für das Steuern und Regeln.

Tab. 2.2: Eigenschaften Steuern und Regeln

Steuern	Regeln
Offener Wirkungsablauf (Steuerkette).	Geschlossener Wirkungsablauf (Regelkreis).
Berücksichtigung von Störgrößen nur möglich, wenn diese im Vorhinein bekannt sind.	Berücksichtigung von Störgrößen → Rückkopplung.
Bei stabilen Objekten ist die Steuerung stabil.	Instabilität ist möglich.

In Anlehnung an Hütte (2008), S. 12.

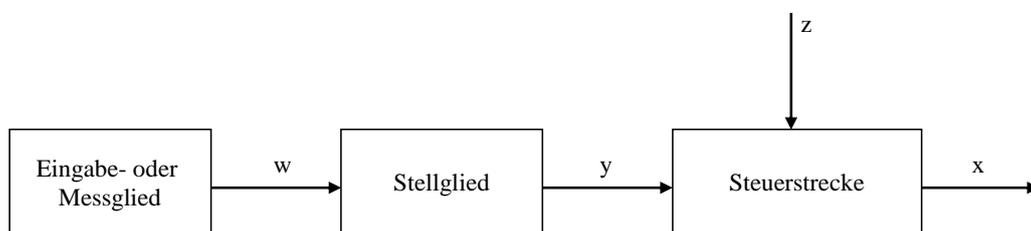
Das Blockschaltbild¹⁸ in **Abb. 2.1** zeigt den offenen Wirkungsablauf einer Steuerung einschließlich der wichtigsten Elemente sowie deren Beziehungen untereinander. Der

¹⁶ DIN 19226 Teil 1, S. 7.

¹⁷ DIN 19226 Teil 1, S. 7.

¹⁸ „Das [...] Blockschaltbild beschreibt, aus welchen Teilsystemen sich ein System zusammensetzt und durch welche Signale die Teilsysteme verkoppelt sind. Dieses Bild ist weitgehend unabhängig von den Systemparametern.“

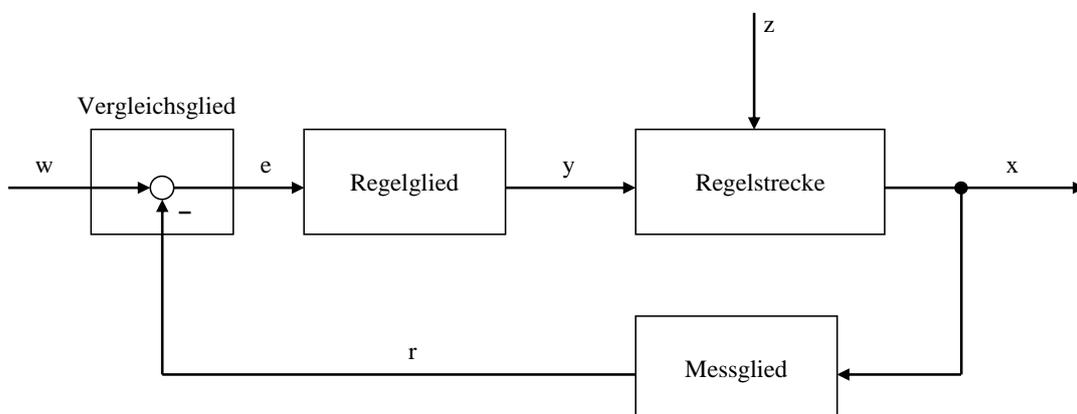
Sollwert w wird durch ein Eingabe- oder Messglied ermittelt und an das Stellglied übermittelt. Auf Basis des Sollwerts gibt das Stellglied die Stellgröße y als Eingangsgröße für die Steuerstrecke vor. Als Endgröße ergibt sich die Steuerungsgröße x , welche jedoch keinen Einfluss auf das Eingabe- oder Messglied hat beziehungsweise nicht mit dem Sollwert verglichen wird. Das hat zur Folge, dass die Störgrößen z Einfluss auf die Steuerungsgröße x nimmt, ohne dass das System darauf reagiert. Allenfalls eine Erfassung der Störgröße durch das Eingabe- oder Messglied und die damit einhergehende direkte Beeinflussung der Sollgröße erlaubt eine Berücksichtigung der Störgrößen. Dies ist jedoch nur möglich, wenn die Störgrößen von vornherein bekannt und bei der Konzeption der Steuerung eingeplant werden.



In Anlehnung an Hütte (2008), S. 12.

Abb. 2.1: Blockschaltbild einer Steuerung

Abb. 2.2 zeigt den im Vergleich zur Steuerung geschlossenen Wirkungsablauf einer Regelung. Als Ausgangsgröße der Regelstrecke wird die Regelgröße x gemessen und als Rückkopplung r an das Vergleichsglied zurückgegeben. Durch den folgenden Vergleich mit der Sollgröße w beeinflusst die Regelgröße sich gewissermaßen selbst und berücksichtigt damit indirekt sämtliche Störgrößen z . Die Störgrößen müssen somit nicht für sich individuell erfasst werden.



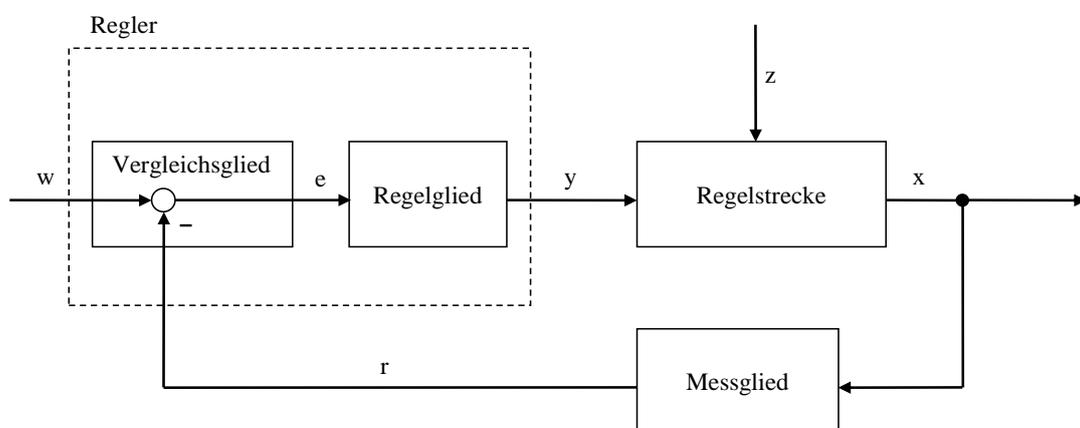
In Anlehnung an Mann et al. (1997), S. 12.

Abb. 2.2: Blockschaltbild einer Regelung

Die größtenteils methodische Orientierung der Regelungstechnik macht ihren Einsatz weitgehend unabhängig vom Anwendungsfall.¹⁹ So sind die Eingangs- und Ausgangsgrößen abstrakt vorgegeben, der Funktionsumfang in den Elementen Regler, Regelstrecke und Messglied kann jedoch anwendungsfallsspezifisch angepasst werden. Die Regelungstechnik ist somit allgemein für sämtliche dynamische Systeme²⁰, wie zum Beispiel biologische, ökonomische und soziologische Systeme anwendbar.²¹ Aufgrund des regelnden Charakters der in dieser Arbeit behandelten Problemstellungen, insbesondere in Bezug auf die Aufbau- und Ablauforganisation des Unternehmens im Allgemeinen sowie dem Qualitätsmanagement in der Produktion als spezielle Anwendung,²² wird im Folgenden nicht weiter auf die theoretischen Grundlagen der Steuerung eingegangen. Als methodische Umsetzung der Regelung wird der Regelkreis erläutert und auf die Bedürfnisse der thematischen Schwerpunkte angepasst.

2.3 Der Regelkreis

Der Regelkreis stellt die Methode der Regelung mit den notwendigen Elementen dar. In **Abb. 2.3** ist der grundlegende Aufbau des Regelkreises in einem Blockschaltbild visualisiert.



In Anlehnung an Mann et al. (1997), S. 12.

Abb. 2.3: Der Regelkreis

¹⁹ Vgl. Unbehauen (2002), S. 1.

²⁰ „Ein dynamisches System stellt eine Funktionseinheit dar zur Verarbeitung und Übertragung von Signalen (z.B. in Form von Energie, Material, Information, Kapital und anderen Größen), wobei die Systemeingangsgrößen als Ursache und die Systemausgangsgrößen als deren zeitliche Auswirkung zueinander in Relation gebracht werden.“

Unbehauen (2002), S. 1.

²¹ Vgl. Unbehauen (2002), S. 1.

²² Vgl. Kapitel 3.5 und 4.3.

Ziel des Regelkreises ist die Übereinstimmung der Regelgröße x mit der Sollgröße w unter Einfluss von Störgrößen z . Aufgrund der möglichen Änderungen der Sollgröße sowie der Fluktuation der Störgrößen muss die Regelgröße fortlaufend erfasst, mit der Sollgröße verglichen und zur Angleichung entsprechend beeinflusst werden.²³

Abgeleitet aus den Objekten und Beziehungen des Regelkreises ergibt sich das in **Tab. 2.3** dargestellte systematische Komponentenmodell, mit dessen Hilfe im weiteren Verlauf der Arbeit die Anwendbarkeit der Regelungstechnik für die aufbau- und ablauforganisatorischen Probleme im Unternehmen untersucht werden sollen.

Tab. 2.3: Komponentenmodell des Regelkreises

Objekte		Beziehungen
Regler		Regelgröße x
Vergleichsglied	Regelglied	Sollgröße w
Regelstrecke		Regeldifferenz e
Messglied		Stellgröße y
		Störgröße z

Regler

Der Regler vergleicht fortlaufend den Sollwert w mit der Regelgröße x und liefert beim Auftreten einer Regeldifferenz $e = w - x \neq 0$ ein Stellsignal y .²⁴ Dies bedeutet, dass sich der Regler in die Teilsysteme ‚Vergleichsglied‘ und ‚Regelglied‘ aufteilt. Das Vergleichsglied bildet die Regeldifferenz. Das Regelglied bildet das Stellsignal so, dass die Regelgröße der Sollgröße möglichst schnell und genau nachgeführt wird.²⁵

Regelstrecke

Die Regelstrecke stellt den Prozess oder die Anlage dar und wird durch den Stellort²⁶ sowie den Messort²⁷ begrenzt.²⁸ welche durch die Stellgröße y und die Störgröße z beeinflusst wird sowie als Ergebnis des Prozessablaufs die Regelgröße x ergibt. Diese

²³ Vgl. DIN 19226 Teil 1, S. 7.

²⁴ Vgl. Böttiger (1998), S. 63.

²⁵ Vgl. Böge (2011), S. R4.

²⁶ Der Stellort ist der Wirkungspunkt der Stellgröße y in der Anlage oder im Prozess.

²⁷ Der Messort beschreibt den Punkt in der Anlage oder im Prozess, an dem die Regelgröße erfasst wird.

²⁸ Vgl. Mann (1997), S. 92.

Regelgröße x soll entweder einen konkreten Wert mit einer Toleranz annehmen oder einem Funktionsverlauf folgen.²⁹

Messglied

Das Messglied erfasst beziehungsweise misst die Regelgröße x und gibt sie in einem mit der Sollgröße vergleichbaren Format zurück.

Regelgröße x

Die Regelgröße x ist die zu beeinflussende Größe im Regelkreis. Bezogen auf das Blockschaltbild ist sie die Ausgangsgröße der Regelstrecke und Eingangsgröße des Messglieds. Für die Regelgröße ist meistens ein Wertebereich festgelegt, welcher sich zum Beispiel aus bestimmten technischen oder organisatorischen Gegebenheiten ergibt. Deshalb stellt dieser Wertebereich zugleich die Grenzen für die Sollgröße dar.

Sollgröße w

Diese Größe wird dem Regelkreis von außen zugeführt und somit nicht von diesem beeinflusst. Hat die Sollgröße einen festen Wert, wird von einer Festwertregelung gesprochen. Dem gegenüber liegt eine Folgeregelung vor, wenn sich der Wert der Sollgröße verändert und die Regelgröße diesen veränderten Werten während der Regelung folgt.³⁰

Regeldifferenz e

Aus dem Vergleich der Sollgröße w und der Regelgröße x ergibt sich die Regeldifferenz $e = w - x$. Ziel der Regelung ist eine Regeldifferenz von $e = 0$.

Stellgröße y

Als Ausgangsgröße des Reglers sowie Eingangsgröße der Regelstrecke überträgt die Stellgröße die steuernde Wirkung im Regelkreis für den Fall einer Abweichung der Regelgröße von der Sollgröße.

Störgröße z

Eine Beeinträchtigung des Regelkreises von außen erfolgt durch Störgrößen. Diese können an beliebigen Elementen wirken. Allerdings kann vereinfachend von einer Wirkung auf die Regelstrecke ausgegangen werden, da jeder beeinträchtigende Einfluss von Störgrößen nur am Messpunkt erfasst werden kann.

²⁹ Vgl. Böttiger (1998), S. 57.

³⁰ Vgl. Böge (2011), S. R3.

2.3.1 Bereitstellung und Verarbeitung von Informationen in Regelkreisen

In diesem Kapitel soll zunächst die Herkunft und Verwendung der für die Regelung notwendigen Informationen auf einer grundlegenden Ebene untersucht werden. Im weiteren Verlauf der Arbeit erfolgt anschließend eine genauere Betrachtung der Informationsbereitstellung und Datenhaltung innerhalb der Regelkreise und in Regelkreisketten in der Organisation sowie speziell im Qualitätsmanagement eines Unternehmens.

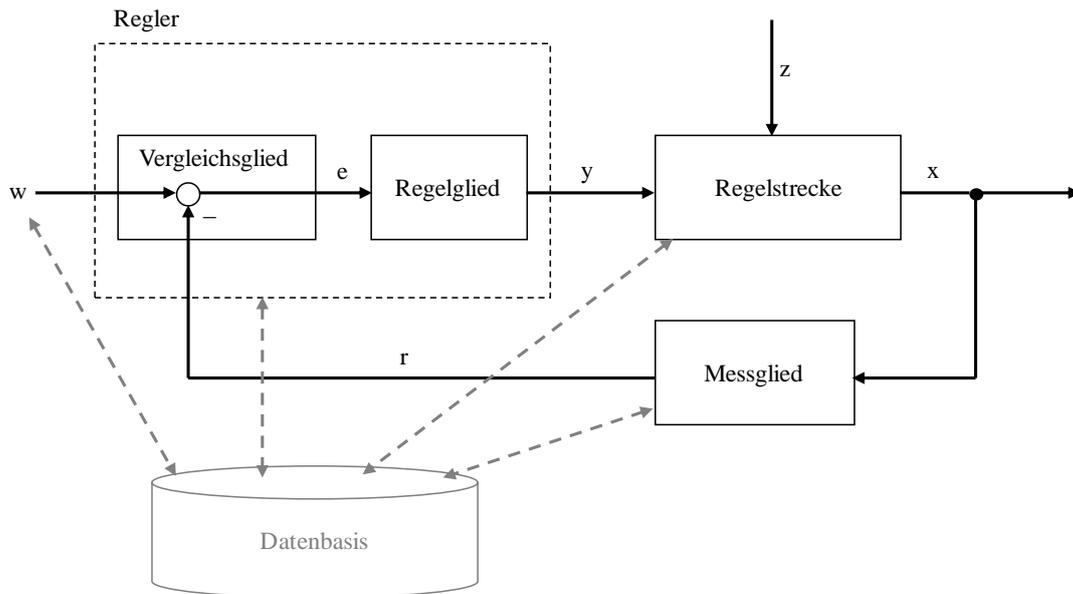


Abb. 2.4: Datenbasis in Regelkreisen

Abb. 2.4 stellt die Erweiterung der Regelkreisdarstellung aus der Regelungstechnik um eine gemeinsame Datenbasis dar. Es wird sichtbar, dass alle Glieder auf die Datenbasis zugreifen beziehungsweise als Datenquelle dienen. Tab. 2.4 schlüsselt die Art der Informationen nach den jeweiligen Gliedern des Regelkreises auf und gibt somit einen Überblick über die Nutzung sowie Herkunft der Daten.

Tab. 2.4: Informationsbereitstellung/ -bedarf der Regelkreiskomponenten

Regelkreisglied	Informationsart	
	Quelle für...	Nutzer von...
Regler	Stellgröße y	Sollgröße w
		Messgröße r
Regelstrecke	Regelgröße x	Stellgröße y
Messglied	Messgröße r	Regelgröße x

Hinzu kommt innerhalb des Reglers die Regelabweichung e , welche vom Vergleichsglied ermittelt und an das Regelglied übertragen wird. Die Störgrößen z müssen, bedingt durch das Funktionsprinzip des Regelkreises³¹ nicht zwangsläufig erfasst beziehungsweise informationstechnisch weiterverarbeitet werden. Allerdings ist dieser Schritt im Hinblick auf die angestrebte Verwendung der Methodik des Regelkreises im Rahmen aufbau- und ablauforganisatorischer Problemstellungen sinnvoll, da somit Ursachen für Störungen in der Organisation ermittelt und behoben werden können.

Dieses Grundgerüst der anfallenden Daten und benötigten Informationen bildet die Basis für eine detaillierte Betrachtung in Bezug auf die Organisation einer Unternehmung in Kapitel 3 sowie auf das Qualitätsmanagement in Kapitel 4.

³¹ Vgl. Kapitel 2.3.

3 Aufbau- und Ablauforganisation in Unternehmungen

3.1 Ausgangslage

„Die formale Betrachtung der Strukturverhältnisse in der Unternehmung findet ihren besonderen Ausdruck in der Unterscheidung zweier real verbundener Seiten des einen Tatbestandes Organisation.“³² Es handelt sich auf der einen Seite um die Struktur des Aufbaus der Unternehmung und auf der anderen Seite um den Ablauf des Geschehens im Unternehmen. Um diese Verbundenheit von Aufbau- und Ablauforganisation begründen und belegen zu können, ist zunächst eine Betrachtung des Begriffs Organisation im Kontext der Betriebswirtschaftslehre notwendig.

Soziologisch gesehen, ist die Organisation eine zielorientierte Institution, in der Menschen zu einem bestimmten Zweck zusammenarbeiten.³³ Nach Laux bezeichnet der Begriff ‚Organisation‘ „[...] sowohl die Tätigkeit der zielorientierten Steuerung der Aktivitäten in einem sozialen System mit mehreren Mitgliedern (funktionaler Organisationsbegriff) als auch das soziale Gebilde selbst (institutioneller Organisationsbegriff).“³⁴ Übertragen auf die Unternehmenswelt beschreibt der institutionelle Organisationsbegriff den inneren Aufbau und die Struktur des Unternehmens und der funktionale Organisationsbegriff den Ablauf der Tätigkeiten im Unternehmen zur Erreichung des Unternehmensziels. An dieser Stelle wird bereits die Unterteilung der Organisation in die Aufbauorganisation und Ablauforganisation deutlich.

Im deutschsprachigen Raum hat der Ansatz von Kosiol³⁵ die Organisationslehre geprägt. Nahezu alle weiteren wissenschaftlichen Betrachtungen bauen auf seinen Überlegungen auf oder nutzen die Schwachstellen des Ansatzes für die Entwicklung eigener Organisationstheorien. Deshalb soll die grundlegende Einführung in das Gebiet der Aufbau- und Ablauforganisation in der vorliegenden Arbeit auf Kosiol basieren.

Die Aufbau- und Ablauforganisation beschreiben nicht zwei getrennte Teile der Organisation eines Unternehmens, vielmehr handelt es sich um zwei verschiedene Sichtweisen auf denselben Betrachtungsgegenstand.³⁶ Die Aufbauorganisation bestimmt den groben Rahmen, indem Aufgaben festgelegt und auf Aufgabenträger verteilt sowie die Beziehung zwischen ihnen beschrieben werden.³⁷ Diese Festlegungen lassen jedoch einen bewusst großen Gestaltungsraum für die Verrichtungs- und Gestaltungsabläufe (bezie-

³² Kosiol (1971), S. 32.

³³ Vgl. Schmidt (1988), S. 9.

³⁴ Laux/ Liermann (2005), S. 1 f.

³⁵ Vgl. Kosiol (1971).

³⁶ Vgl. Kosiol (1971), S. 32; Laux/ Liermann (2005), S. 180.

³⁷ Vgl. Hub (1996), S. 4.

hungsweise Koordinationsabläufe), wie sie in der Ablaufsteuerung detailliert strukturiert werden.

Der gemeinsame Nenner der Aufbau- und Ablauforganisation lässt sich auch aus der historischen Entwicklung der Organisationstheorie herleiten. Adam Smith beschrieb im 18. Jahrhundert das Prinzip der Arbeitsteilung und der damit einhergehenden Spezialisierung auf einzelne Arbeitsschritte. Die Arbeitsteilung hatte eine enorme Produktivitätssteigerung zur Folge, machte jedoch die Verknüpfung sowie Koordination der Arbeitsschritte notwendig.³⁸

Arbeitsteilung ist sowohl auf horizontaler als auch auf vertikaler Ebene möglich. Die horizontale Arbeitsteilung schlägt sich zum Beispiel in der Aufteilung des Unternehmens in einzelne funktionale Abschnitte nieder (zum Bsp.: Beschaffung, Produktion, Vertrieb), wie sie heute in vielen Unternehmen praktiziert wird. Auch auf operationaler Ebene findet horizontale Arbeitsteilung statt. So ist es denkbar, dass in der Automobilproduktion ein Arbeiter nur die Montage der Räder vollzieht und ein anderer Arbeiter nur für den Einbau der Sitze zuständig ist.

Die notwendige Koordination der einzelnen Aktivitäten auf horizontaler Ebene erfordert jedoch zusätzliche Instanzen, was zu einer vertikalen Arbeitsteilung zwischen ausführender und koordinierender Instanz führt.³⁹ Diese vertikale Arbeitsteilung mit dem Ziel der Koordination kann nur mit einer Weisungsbefugnis der koordinierenden Instanz gegenüber der zu koordinierenden Instanz erfolgen. Einer Vielzahl von koordinierenden Instanzen führt deshalb zu einer weiteren vertikalen Arbeitsteilung, welche eine Hierarchie von Weisungsbefugnissen entstehen lässt.⁴⁰ Da ‚ausführend‘ sowohl physische als auch geistige Tätigkeiten umfasst, enthalten die Tätigkeitsprofile der Instanzen auf allen Hierarchieebenen in der Regel sowohl ausführende als auch koordinierende Anteile. Auf der untersten operativen Ebene ohne weitere untergeordnete Instanzen stellt die Koordination der eigenen Tätigkeit den koordinierenden Anteil dar.

3.2 Aufbauorganisation

Ausgangspunkt jeder organisatorischen Betätigung im Unternehmen ist die zu lösende Aufgabe.⁴¹ „Aufgaben sind dauerhaft wirksame Aufforderungen, Verrichtungen an Ob-

³⁸ Vgl. Lehner et al. (1991), S. 8.

³⁹ Vgl. Laux/ Liermann (2005), S. 5.

⁴⁰ Vgl. Laux/ Liermann (2005), S. 179 f.

⁴¹ Vgl. Kosiol (1971), S. 41.

jekten zur Erreichung von Zielen durchzuführen.⁴² Jede Aufgabe lässt sich nach Kosiol in die folgenden Elemente zerlegen:⁴³

1. Die *Verrichtung*, welche meistens eine Kombination aus geistiger und körperlicher Tätigkeit ist.
2. Das *Objekt*, an welches die Verrichtung ausgeführt wird.
3. Die *sachliche Hilfsmittel*, welche die Verrichtung unterstützen.
4. Die Einordnung in *Raum* und *Zeit* als Antwort auf die Frage nach dem wann und wo der Verrichtung der Aufgabe.

Der Arbeitsvollzug im Unternehmen hat in der Realität immer auch eine räumliche und zeitliche Dimension, welche die Erfassung der integrierten Aufgabenstruktur sehr komplex gestaltet. Um diese Komplexität aufzubrechen, werden diese Dimensionen zunächst ausgeblendet und das reale Arbeitsgeschehen reduziert sich so zu einem abstrakten Bestandsphänomen.⁴⁴ In diesem abstrakten Raum wird die Aufbauorganisation erarbeitet indem Aufgaben gebildet und auf Aufgabenträger verteilt werden. Die Aufbauorganisation des Unternehmens spiegelt somit die integrierte Aufgabenstruktur wider, welche durch die Schritte Aufgabenanalyse und Aufgabensynthese ermittelt werden kann.⁴⁵

3.2.1 Aufgabenanalyse

Die Aufgabenanalyse ist keine aktive organisierende Tätigkeit, sondern eine für alle weiteren Schritte notwendige Vorleistung. Die Gesamtaufgabe der Unternehmung wird in Teil- und Elementaraufgaben zerlegt und ermöglicht so im anschließenden Schritt der Aufgabensynthese die Zuordnung zu Aufgabenträgern. Dies ist notwendig, da die Gesamtaufgabe eines Unternehmens in der Regel nicht sinnvoll von nur einer Person bearbeitet werden kann und somit eine Arbeitsteilung auf mehrere Personen erfolgen muss.

Kosiol benennt fünf Gesichtspunkte nach denen sich die Gesamtaufgabe aufgliedern lässt und die sich in der Literatur weitgehend durchgesetzt haben.⁴⁶ Die Gliederung erfolgt nach den sachlichen Merkmalen:

1. Verrichtungen und
2. Objekte

⁴² Schmidt (1988), S. 25.

⁴³ Vgl. Kosiol (1971), S. 43.

⁴⁴ Vgl. Kosiol (1971), S. 186.

⁴⁵ Vgl. Spitschka (1988), S. 18 f.

⁴⁶ Vgl. Kosiol (1971), S. 49 ff.; Spitschka (1988), S. 19; Wittlage (1993), S. 60 ff.

sowie nach den formalen Merkmalen:

3. Rang,
4. Phase und
5. Zweckbeziehung.

Das Merkmal *Verrichtung* gliedert die Gesamtaufgabe bezüglich der Verrichtungsarten und der Verrichtungsziele zu einheitlichen Teilaufgaben.⁴⁷ Die so abgebildeten Einzelziele der Teilaufgaben betrachten nur die auszuführenden Tätigkeiten und sind nicht nach den übrigen Aufgabenbestandteilen differenziert.⁴⁸ Jede Verrichtung muss zwangsläufig an einem *Objekt* durchgeführt werden. Der Objektbegriff umfasst in diesem Zusammenhang sowohl zu bearbeitende Ausgangsobjekte, herzustellende Endobjekte und Arbeitsmittel, aber auch Personen und Personengruppen, Märkte, Finanzobjekte und weitere Objekte.⁴⁹ Eine Verknüpfung der Objekte mit den Verrichtungen zu einem zu frühen Zeitpunkt ist zu vermeiden, da dadurch die Klarheit und Genauigkeit der Aufgabenanalyse beeinträchtigt wird.⁵⁰

Der Verrichtung an Objekten gehen Entscheidungen über die Art, den Zeitpunkt und den Ort der Verrichtungen voraus. In Kapitel 3.1 wurde bereits dargelegt, dass dadurch ein Rangsystem entsteht und die Gesamtaufgabe sich nach dem Merkmal *Rang* in Entscheidungs- und Ausführungsaufgaben untergliedert, wobei die Entscheidungsaufgaben den Ausführungsaufgaben sowohl zeitlich vorgelagert als auch hierarchisch übergeordnet sind. Das Gliederungsmerkmal der *Phase* untergliedert jede Aufgabe und Teilaufgabe in die drei Erfüllungsphasen Planung, Realisation und Kontrolle.⁵¹ Die Abfolge der Phasen bezieht sich hauptsächlich auf den sachlichen Zusammenhang und ist nicht zwangsläufig zeitlicher Natur.⁵² Die Untergliederung nach dem dritten formalen Merkmal *Zweckbeziehung* der Aufgabe unterscheidet unmittelbar an der Leistungserstellung beteiligte Primäraufgaben und indirekt wirkende Sekundär- beziehungsweise Unterstützungsaufgaben.⁵³

Die Aufgliederung der Gesamtaufgabe sowie der Teilaufgaben nach diesen Merkmalen entspricht der Betrachtung eines multidimensionalen Datenraums. Es kann je Analyseschritt immer nur eine Dimension variiert werden, um eine bearbeitbare Komplexität zu erhalten. Die auf diese Art und Weise vorgenommene Aufgliederung stellt somit nur

⁴⁷ Vgl. Schwarz (1983), S. 46.

⁴⁸ Vgl. Olfert (2006), S. 108.

⁴⁹ Vgl. Kosiol (1971), S. 50; Schwarz (1983), S. 46.

⁵⁰ Vgl. Olfert (2006), S. 109.

⁵¹ Vgl. Kosiol (1971), S. 56.

⁵² Vgl. Wittlage (1993), S. 62.

⁵³ Vgl. Schwarz (1983), S. 47.

eine isolierte Teilanalyse dar. In der Realität ist eine so eindeutige Trennung der Aufgaben nach Dimensionen kaum existent, vielmehr liegt eine Verschachtelung der Aufgaben vor. Diese isolierende Abstraktion der Aufgaben macht jedoch die verwickelte Aufgabenstruktur des Unternehmens sichtbar und erleichtert somit die Aufgabebildung und -verteilung.⁵⁴

Das Ergebnis der Aufgabenanalyse ist ein Aufgabengefüge, welches ein Ordnungsverhältnis der Elementaraufgaben darstellt, zu deren Detaillierungsgrad in der Literatur unterschiedliche Ansätze existieren. Schmidt macht die notwendige Detaillierung der Elementaraufgaben von der Aufgabenstellung der Analyse abhängig.⁵⁵ Im Vergleich dazu beenden Wittlage und Kosiol die Gliederung der Aufgaben, wenn die Übertragung der entstandenen Elementaraufgaben auf einen Aufgabenträger sinnvoll erscheint beziehungsweise eine Zusammenfassung zu geeigneten Aufgabenkomplexen erfolgen kann.⁵⁶ Letztlich führen beide Ansätze zu ähnlichen Ergebnissen, da es nach dem Ansatz von Wittlage und Kosiol von der Position des Aufgabenträgers in der Hierarchie abhängt, wann eine Übertragung der entstandenen Elementaraufgaben sinnvoll ist. Die Bestimmung dieser Position in der Hierarchie ist wiederum Teil der Aufgabenstellung der Analyse.

3.2.2 Aufgabensynthese

Nachdem in der Aufgabenanalyse eine Zerlegung der Gesamtaufgabe des Unternehmens in Teil- und Elementaraufgaben erfolgte, sollen diese nun in der Aufgabensynthese zu geeigneten Aufgabenkomplexen zusammengefasst werden. Dadurch entstehen abhängig von Art und Umfang der Teilaufgaben Stellen als Aufgabenkombinate mit und ohne Weisungsbefugnis. Im Anschluss werden die Stellen zu weiteren Organisationseinheiten, wie Gruppen, Bereiche bis hin zur Gesamtleitung zusammengefasst.⁵⁷ Es entsteht die organisatorische Aufbaustruktur des Unternehmens,⁵⁸ welche durch Koordination am gemeinsamen Ziel ausgerichtet werden muss.⁵⁹ Zwischen den Elementen der Organisation existieren zudem Beziehungen, die sich nach Verteilungszusammenhang, Leitungszusammenhang, Stabszusammenhang, Arbeitszusammenhang sowie Kollegienzusammenhang unterscheiden.⁶⁰

⁵⁴ Vgl. Kosiol (1971), S. 63.

⁵⁵ Vgl. Schmidt (1988), S. 26.

⁵⁶ Vgl. Kosiol (1971), S. 46 ff.; Wittlage (1993), S. 64 f.

⁵⁷ Vgl. Olfert (2006), S. 111.

⁵⁸ Vgl. Kosiol (1971), S. 76.

⁵⁹ Vgl. Wittlage (1993), S. 126.

⁶⁰ Vgl. Kosiol (1971), S. 76 ff.

Der Verteilungszusammenhang

Die Bildung synthetischer Aufgaben sowie deren Verteilung an Aufgabenträger werden als Verteilungszusammenhang bezeichnet. Grundlegend behandelt er die Frage nach der Zentralisation und Dezentralisation von Aufgaben.⁶¹ Aufgaben mit gleichen Merkmalen können zentral zu einer Stelle zusammengefasst werden oder dezentral bei den Stellen in denen sie anfallen belassen werden. Die Zentralisierung oder Dezentralisierung von Aufgaben stellt ein Grundprinzip für die Stellen- und Abteilungsbildung dar.⁶²

Der Leitungszusammenhang

Der flachen Struktur der Aufgaben und Aufgabenträger, dargestellt durch den Verteilungszusammenhang, werden nun Rangmerkmale hinzugefügt. Es entsteht eine Über-Unter-, oder Gleichordnung der Aufgabenträger in einer bestimmten Ordnung. Der entstehende Leitungszusammenhang spiegelt das Zusammenspiel von ausführenden und koordinierenden Tätigkeiten im Unternehmen wider.⁶³

Der Stabszusammenhang

Der Stabszusammenhang beschreibt die Beziehungen, welche bei der Ausgliederung von Hilfsaufgaben in sogenannte Stabsstellen beziehungsweise Stabsabteilungen entstehen. Stabsbeziehungen stellen ein Hilfssystem des Leitungszusammenhangs dar und werden den Leitungsinstanzen zugeordnet um Assistenzaufgaben zu übernehmen.⁶⁴ Zusätzlich besteht die Möglichkeit, dass zwischen verschiedenen Stabsinstanzen ein eigener Beziehungszusammenhang aufgebaut wird und somit eine Stabshierarchie entsteht.⁶⁵

Der Arbeitszusammenhang

Durch Zuteilung von ausführenden und koordinierenden Aufgaben sowie von Stabsaufgaben zu Stellen entsteht eine weitere Beziehung. Die Zusammenarbeit der Instanzen bei der Aufgabenerfüllung erfordert einen Austausch von Informationen sowie eine Kooperation in den Arbeitsprozessen. Diese Beziehung wird als Arbeitszusammenhang bezeichnet und ist bereits ein wichtiger Aspekt der Ablauforganisation.⁶⁶

Der Kollegienzusammenhang

Während der Arbeitszusammenhang die Informations- und Kooperationsbeziehungen der ständigen Zusammenarbeit beschreibt, können jedoch auch räumlich und zeitlich begrenzte gemeinsame Arbeitsprozesse existieren. In der Praxis werden diese Instanzen

⁶¹ Vgl. Spitschka (1988), S. 28.

⁶² Vgl. Kosiol (1971), S. 81.

⁶³ Vgl. Kapitel 3.1.

⁶⁴ Vgl. Kosiol (1971), S. 131.

⁶⁵ Vgl. Wittlage (1993), S. 85.

⁶⁶ Vgl. Wittlage (1993), S. 85.

als Kommissionen, Ausschüsse, Arbeitskreise und so weiter bezeichnet.⁶⁷ Diese Beziehungen stellen eine Sonderform des Arbeitszusammenhangs dar und werden als Kollegenzusammenhang bezeichnet.⁶⁸ Diese Sonderinstanzen sind in der Regel für Koordinierende beziehungsweise Sonderangelegenheiten zuständig.

3.2.3 Organisationsformen des Aufbaus

Die Strukturierung des Unternehmensaufbaus, bestehend aus Organisationseinheiten und Informationswegen, schlägt sich in verschiedenen Organisationsformen nieder. Sie sind das Ergebnis der Kombination alternativer Ausprägungen der Strukturdimensionen, welche auf den Ergebnissen der Aufgabenanalyse und -synthese basieren.⁶⁹ Im Folgenden soll überblicksartig auf die Grundformen eingegangen werden, deren Kombination beziehungsweise Erweiterung zu allen anderen Organisationsformen führt. Die Erläuterungen beziehen sich jeweils auf die obersten Hierarchiestufen, sind jedoch in der Regel ebenfalls für niedrigere Ebenen gültig, beziehungsweise sind Ausnahmen im Text benannt.

Funktionsorientierte Organisation

Nach dem Merkmal Verrichtung gebildete Aufgabenkomplexe, deren Leitung nach einem Liniensystem erfolgt, führen zu einer Funktionalorganisation. Die Zuordnung jeder Verrichtung zu einem funktionalen Bereich bedeutet eine Zentralisation der Verrichtungen. Zudem ist jede Stelle genau einer vorgesetzten Stelle untergeordnet beziehungsweise jede vorgesetzte Stelle besitzt mehrere untergeordnete Stellen.⁷⁰

Vorteile der funktionsorientierten Organisation betreffen vor allem die Übersichtlichkeit der Stellenzuweisungen sowie der Verantwortlichkeiten. Nachteilig können sich Bereichsdenken, fehlende Produktverantwortung und ein schwerfällig Informationsfluss auswirken. Deshalb ist der Einsatz dieser Organisationsform in kleinen bis mittleren Unternehmen mit stabilen Produkten und Märkten sinnvoll.

Divisionalorganisation

Die Divisionalorganisation zielt auf eine hohe Eigenständigkeit der zweiten Hierarchieebene ab. Unter der Unternehmensleitung wird das Unternehmen in Divisionen zum Beispiel nach Produkten, Regionen oder Kunden aufgeteilt. Die Divisionen weisen alle notwendigen Funktionen eines eigenständigen Unternehmens auf, besitzen im Normalfall jedoch keine eigene Rechtspersönlichkeit.⁷¹

⁶⁷ Vgl. Kosiol (1971), S. 157.

⁶⁸ Vgl. Spitschka (1988), S. 40.

⁶⁹ Vgl. Wittlage (1993), S. 148.

⁷⁰ Vgl. Olfert (2006), S. 148.

⁷¹ Vgl. Olfert (2006), S. 149.

Die Divisionalorganisation wird oft in großen, international tätigen Unternehmen eingesetzt, die verschiedene Produkte auf differenzierten Märkten anbieten. Dieses Einsatzgebiet liegt in den Vorteilen der Organisationsform begründet, wie zum Beispiel bessere Anpassungsfähigkeit der Divisionen an externe Einflüsse, einheitliche Instanzwege sowie eine höhere Übersichtlichkeit und Transparenz.⁷² Demgegenüber können sich leicht ein Eigenleben der Divisionen und lokale Suboptima entwickeln. Ein weiteres Problem ist die Redundanz von Stellen und Bereichen, dem zum Teil mit einer unternehmenszentralen Organisation bestimmter bereichsübergreifender Funktionen begegnet wird.⁷³

Matrixorganisation

In der Matrixorganisation wird eine meist funktionsorientierte Rahmenstruktur durch Aktionseinheiten ergänzt. Die objektbezogenen Aktionseinheiten sind dabei als Querschnitt zu den Funktionen angeordnet und können zum Beispiel Produkte, Regionen oder Märkte umfassen.⁷⁴ Weiterentwicklungen beziehungsweise Spezialisierungen der Matrixorganisation werden durch die Objektarten der Aktionseinheiten bestimmt. So ergeben sich beispielsweise als Sonderformen der Matrixorganisation das Produkt-, Prozess- sowie Projektmanagement.

Da es in dieser Organisationsform sowohl Objektmanager als auch Funktionsmanager gibt, kann es zu Konflikten in der Kette der Weisungsbefugnisse, zu einem hohen Koordinationsbedarf sowie zu einer Unübersichtlichkeit der Verantwortlichkeiten kommen. Oft wird diesem Konfliktpotenzial mit einer sehr klaren Kompetenzabgrenzung entgegengesteuert, in dem beispielsweise der Objektmanager die Ziele bezüglich seines Objektes vorgibt und der Funktionsmanager für die Umsetzung verantwortlich ist.⁷⁵ Vorteile dieser Organisationsform sind seine Flexibilität und die höhere Identifikation der Mitarbeiter mit den Objekten. Deshalb bietet sich die Matrixorganisation vor allem für Unternehmen in einer instabilen Umwelt und mit heterogenen Leistungen an.⁷⁶

Tensororganisation

Die Erweiterung der zweidimensionalen Matrixorganisation um eine dritte Dimension wird als Tensororganisation bezeichnet. So können beispielsweise, aufbauend auf einer funktionalen Rahmenstruktur, das Produkt und die Region gleichberechtigt zur Bildung von entsprechenden Aktionseinheiten führen.⁷⁷

⁷² Vgl. Olfert (2006), S. 150 ff.

⁷³ Vgl. Wittlage (1993), S. 153.

⁷⁴ Vgl. Olfert (2006), S. 152 f.

⁷⁵ Vgl. Wittlage (1993), S. 160.

⁷⁶ Vgl. Olfert (2006), S. 153 f.

⁷⁷ Vgl. Wittlage (1993), S. 171.

Die Nachteile der Matrixorganisation insbesondere in Bezug auf Weisungskonflikte und Verantwortlichkeiten verstärken sich bei der Tensororganisation. Somit sind noch detailliertere und eindeutige Stellenbeschreibungen und Abgrenzungen notwendig. Die Vorteile einer sehr hohen Flexibilität sowie Marktorientierung, aber auch die entstehenden Entscheidungsfreiräume machen diese Organisationsform dennoch vor allem für global operierende Großunternehmen interessant.⁷⁸

Weitere abgeleitete Organisationsformen

Von diesen Grundformen des Organisationsaufbaus von Unternehmen werden verschiedene weitere Formen abgeleitet, die in der Regel für innovative oder selten auftretende Spezialaufgaben verwendet werden und deshalb auch als Sekundärorganisationen bezeichnet werden. Olfert zählt die folgenden abgeleiteten Organisationsformen auf:⁷⁹

- Center-Organisation,
- Holding-Organisation,
- Management von strategischen Geschäftseinheiten,
- Produktmanagement,
- Prozessmanagement,
- Kundenmanagement sowie
- Projektmanagement.

3.3 Ablauforganisation

Nachdem in der Aufbauorganisation Raum und Zeit der Arbeitsvorgänge nicht betrachtet wurden um eine integrierte Aufgabenstruktur zu erhalten, erfolgt in der Ablauforganisation nun eine raumzeitliche Strukturierung der Arbeitsprozesse mit dem Ergebnis einer integrierten Prozessstruktur.⁸⁰ Auf diese Weise werden die Aufgaben unter Einfluss der internen Situation sowie der externen Umwelt des Unternehmens präzisiert und konkretisiert.⁸¹ Die Kombination von Raum und Zeit hat zur Folge, dass die zeitliche Ordnung der Prozesse eine hierarchische Struktur beziehungsweise Ordnung der Arbeitsprozesse überlagert (**Abb. 3.1**).⁸²

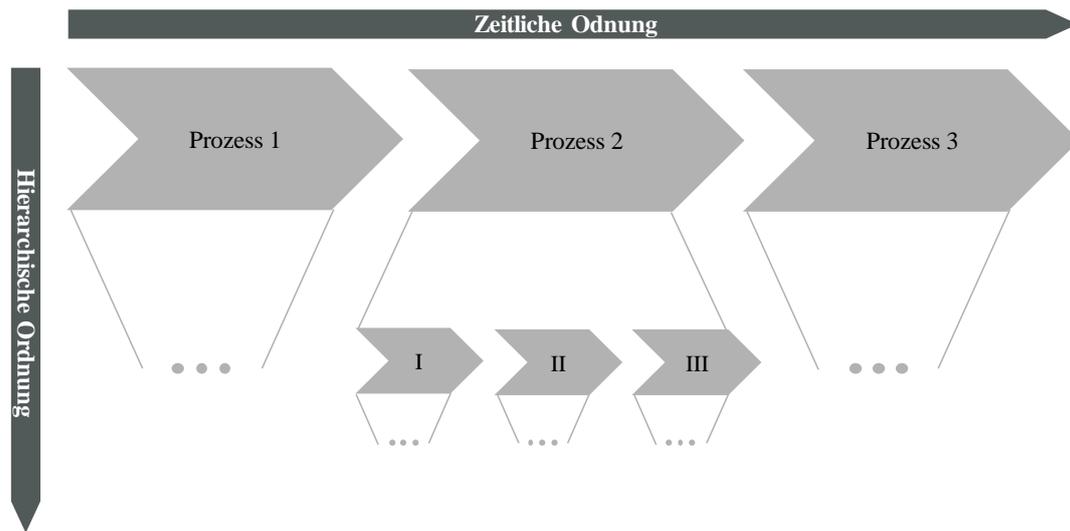
⁷⁸ Vgl. Olfert (2006), S. 155.

⁷⁹ Vgl. Olfert (2006), S. 155 ff.

⁸⁰ Vgl. Kosiol (1971), S. 187.

⁸¹ Vgl. Laux/ Liermann (2005), S. 190.

⁸² Vgl. Lehner et al. (1991), S. 138.



In Anlehnung an Lehner et al. (1991), S. 138.

Abb. 3.1: Hierarchische Ordnung der Ablauforganisation

Die Organisation des Ablaufs einer Unternehmung teilt sich wie die Aufbauorganisation in eine vorgelagerte Analysetätigkeit sowie Synthesetätigkeit auf und behandelt als Gegenstand sowohl rein ausführende Tätigkeiten als auch Entscheidungsprozesse.⁸³ Die Analyse und Synthese der Arbeitsprozesse (Arbeitsanalyse und Arbeitssynthese) gleichen in Struktur und Vorgehen der Aufgabenanalyse und -synthese.⁸⁴

3.3.1 Arbeitsanalyse

Die Arbeitsanalyse stellt „[...] eine verlängerte Aufgabenanalyse mit besonderer Betonung des Erfüllungsmoments [...]“⁸⁵ dar. Dabei bildet das Ergebnis der Aufgabenanalyse (Kapitel 3.2.1), die Teilaufgaben der niedrigsten Stufe, den Ausgangspunkt der Arbeitsanalyse. Diese Übergangselemente werden als Arbeitsgänge bezeichnet und sind somit sowohl Teilaufgaben der niedrigsten Stufe als auch Arbeitsteile höchster Stufe.

Wittlage schlägt die weitere Zerlegung dieser Arbeitsgänge zunächst in Arbeitsteile mittlerer Ordnung, den Gangstufen, sowie in Arbeitsteile niedrigster Ordnung, den Gangelementen, vor.⁸⁶ Es existieren in der Literatur weitere Vorschläge für die Gliederungstiefe der Arbeitsanalyse, bei der beispielsweise sieben⁸⁷ verschiedene Ordnungsstufen unterschieden werden. Diese unterschiedlichen Ansätze mit ihren jeweiligen Be-

⁸³ Vgl. Laux/ Liermann (2005), S. 180.

⁸⁴ Vgl. Kapitel 3.2.1 und 3.2.2.

⁸⁵ Kosiol (1971), S. 192.

⁸⁶ Vgl. Wittlage (1993), S. 204.

⁸⁷ Vgl. Nordsieck (1962), S. 40 ff.

gründungen zeigen, dass sich die Gliederungsstufen nicht allgemein festlegen lassen, sondern vielmehr von verschiedenen Parametern wie zum Beispiel Untersuchungszweck, Art der Verrichtung sowie Grad der Arbeitsteilung abhängen. Daher ist es zweckmäßig nur die Arbeitsteile höchster Stufe sowie, als Ergebnis der Arbeitsanalyse, die Arbeitsteile niedrigster Stufe durch die Bezeichnungen Arbeitsgang und Gangelement eindeutig zu belegen.⁸⁸ Alle Zwischenstufen sollten unbelegt und somit flexibel verbleiben, um im konkreten Anwendungsfall individuell ausgearbeitet zu werden.

Wie bei der Aufgabenanalyse ist prinzipiell die Zerlegung in die einzelnen Dimensionen Verrichtung, Objekt, Rang, Phase und Zweckbeziehung möglich. Jedoch beschreiben die in Kapitel 3.2.1 beschriebenen Dimensionen Rang, Phase und Zweckbeziehung Merkmale, die vom zeitlichen Ablauf beziehungsweise von der zeitlichen Ordnung losgelöst sind. Deshalb erhalten die Dimensionen Verrichtung und Objekt eine höhere Gewichtung bei der Arbeitsanalyse um die Arbeitsverrichtung einer Person in den Fokus zu stellen.

Die Untergliederung der Arbeitsgänge erfolgt in isolierten Teilanalysen zum einen nach den Verrichtungen und zum anderen nach den Objekten. Die Untergliederung nach Verrichtungen führt im Ergebnis zu Teilverrichtungen, welche die Erreichung der Einzelziele jedes Gangelements darstellen.⁸⁹ Dem gegenüber zeigt die Anwendung des Objektprinzips alle Arbeitsobjekte auf, an denen die Verrichtungen ausgeführt werden.⁹⁰

3.3.2 Arbeitssynthese

Auf Basis der ermittelten Elemente der Arbeitsteile von den Arbeitsgängen über Zwischenstufen bis zu den Gangelementen werden diese nun zu den Aufgabenträgern zugewiesen. Die Synthese der Arbeitsteile erfolgt nach drei verschiedenen Gesichtspunkten:

1. Personale Synthese,
2. Temporale Synthese,
3. Lokale Synthese.

Die personale Synthese untergliedert sich in die Arbeitsteilung zwischen den ausführenden Personen und die Bestimmung der Arbeitspensen. Bei der Arbeitsteilung werden Gangelemente einer gedachten Person zur Ausführung übertragen. Dabei ist jedoch zu beachten, dass sich viele Gangelemente sowie die sich daraus ergebenden Prozesse wie-

⁸⁸ Vgl. Kosiol (1971), S. 200.

⁸⁹ Vgl. Kosiol (1971), S. 194.

⁹⁰ Vgl. Kosiol (1971), S. 193.

derholen. Deshalb handelt es sich bei der Arbeitssynthese nicht um eine stellenbeschreibende Aufgabenzuweisung, sondern um eine arbeitstechnische Spezialisierung.⁹¹ Die Bestimmung des Arbeitspensums erfolgt unter Berücksichtigung von drei Faktoren. Das Leistungsvermögen des Arbeitsträgers, die eingesetzten Sachmittel und die Arbeitsmenge ergeben unter Beachtung der Durchlaufzeit ein Arbeitspensum, dass die Kapazität möglichst wirtschaftlich auslasten soll.⁹²

Im Rahmen der temporalen Synthese erfolgt eine zeitliche Abstimmung der Verrichtungen, welche in der personalen Arbeitssynthese zugeordnet wurden und für die in der Aufgabensynthese ein Sachzusammenhang festgestellt wurde.⁹³ Diese Abstimmung soll die Durchlaufzeiten möglichst gering halten und wird von der Bearbeitungs-, der Liege- und der Transportzeit beeinflusst. Zu diesem Zweck erfolgt zunächst eine Reihenfolgebildung von Arbeitsgängen, den sogenannten Gangfolgen. Dann wird eine Takt- sowie Rhythmusabstimmung vorgenommen und die Gangfolgen werden abschließend zeitlich so verschoben, dass die organisatorischen Lagerbestände minimiert werden.⁹⁴

Die lokale Synthese bestimmt zusätzlich den Ort der Aufgabenerfüllung und teilt sich in die Teilaspekte Arbeitsplatzanordnung, Arbeitsplatzgestaltung sowie Arbeitsplatzumwelt auf.⁹⁵ Die Optimierung dieser Teilaspekte führt vor allem zu einer organisatorisch günstigen Ablaufgestaltung in Hinblick auf das Prinzip des kürzesten Weges, welches wiederum Einfluss auf die Durchlaufzeit hat.⁹⁶

Es zeigt sich, dass die personale, temporale und lokale Synthese nur verschiedene Sichtweisen auf den Tatbestand der Arbeitssynthese sind und somit jede Veränderung in einer dieser Sichtweisen Einfluss auf die anderen hat.⁹⁷

3.4 Aufbauorganisation der Volkswagen Aktiengesellschaft

Die vollständige Analyse der Aufbau- und Ablauforganisation inklusive der Aufgabenanalyse/ -synthese sowie der Arbeitsanalyse/ -synthese würde allein auf Grund der Größe und Komplexität des Volkswagenkonzerns den Rahmen dieser Diplomarbeit übersteigen. Dennoch soll an dieser Stelle ein Überblick über die strukturelle Organisation vermittelt werden, da daraus die Notwendigkeit einer gezielten Regelung der Entscheidungsprozesse entlang der Aufbau- und Ablauforganisation deutlich wird.

⁹¹ Vgl. Wittlage (1993), S. 212 f.

⁹² Vgl. Wittlage (1993), S. 215.

⁹³ Vgl. Wittlage (1993), S. 216.

⁹⁴ Vgl. Kosiol (1971), S. 216 ff.

⁹⁵ Vgl. Wittlage (1993), S. 221.

⁹⁶ Vgl. Kosiol (1971), S. 235.

⁹⁷ Vgl. Kosiol (1971), S. 211 f.

Tab. 3.1: Markenstruktur der Volkswagen Aktiengesellschaft

Volkswagen Aktiengesellschaft								
Volkswagen PKW			AUDI		Volkswagen Nutzfahrzeuge		Weitere Beteiligungen	
Skoda	Bugatti	Bentley	Seat	Lamborghini	Scania	MAN	Suzuki	Porsche

Die Volkswagen Aktiengesellschaft ist durch die starke Eigenständigkeit der verschiedenen Marken unter dem Dach des Konzerns geprägt. Die einzelnen Marken und deren Einbindung in den Konzern sind in **Tab. 3.1** dargestellt. Auf Konzernebene sowie in den einzelnen Marken weist die Aufbaustruktur eine sehr funktionale Charakteristik auf. Exemplarisch sind in **Abb. 3.2** die Vorstandstrukturen der Volkswagen Aktiengesellschaft, der Marke Volkswagen und Audi dargestellt. Dabei sind jedoch einige Vorstandsposten im Konzern und in der Marke in Personalunion besetzt, wie zum Beispiel das Ressort Vertrieb und Marketing im Konzern und der Marke Volkswagen. Es wird die größtenteils funktionale Untergliederung sichtbar, welche um zwei zusätzliche Vorstandsposten erweitert ist. Ein Posten wird vom Vorstandsvorsitzenden der Marke Volkswagen besetzt und der andere Posten vom Vorstandsvorsitzenden der Audi Aktiengesellschaft. Die funktionalen Vorstandsressorts werden hierarchisch in Organisationseinheiten untergliedert, wie zum Beispiel Bereich, Abteilungen und Unterabteilungen.

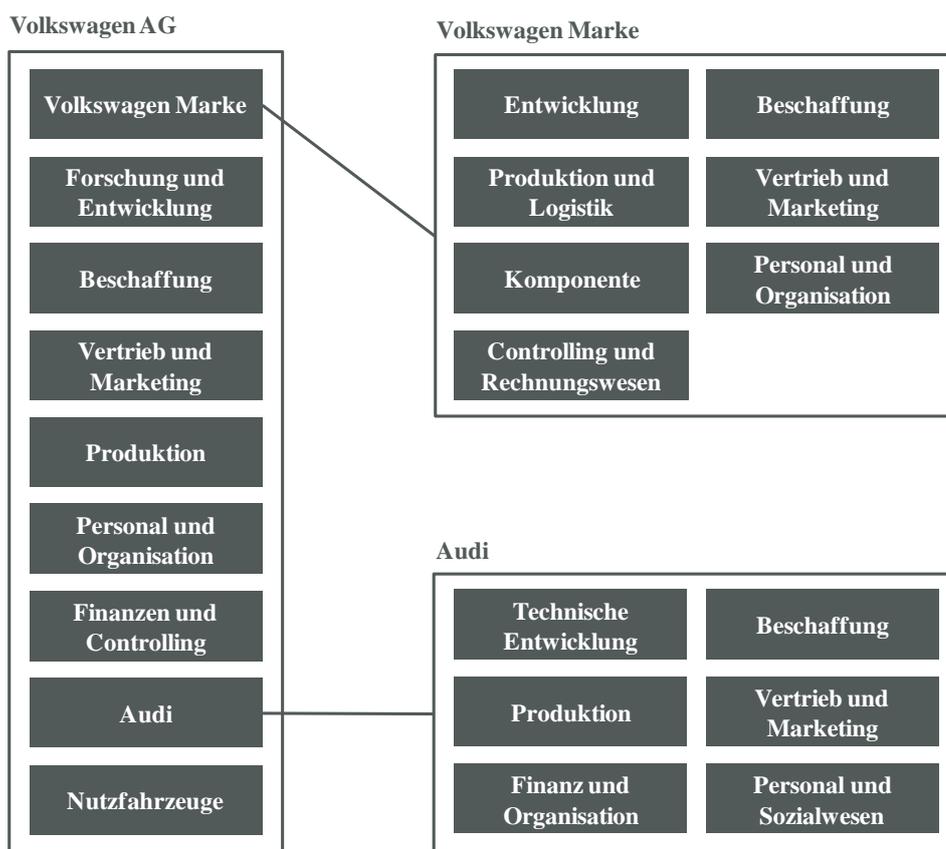


Abb. 3.2: Vorstandstruktur Volkswagen AG, Volkswagen Marke und Audi

Die Marken besitzen vor allem in Themengebieten eine große Eigenständigkeit, die von den Kunden und der Öffentlichkeit wahrnehmbar sind. So sind die Marken beispielsweise für Produktdesign, Vertrieb, Marketing und vieles mehr weitgehend eigenverantwortlich. Auch die Produktionsstandorte und Werke sind jeweils einer Marke organisatorisch zugeordnet. Die Konzernbereiche bearbeiten dagegen hauptsächlich markenübergreifende konzernweite Themengebiete, welche in der Regel nicht nach außen offensichtlich sind. Hier können unter anderem Baukastensysteme, Produktionsplanung und -optimierung aber auch die Logistik genannt werden. Zusätzlich sind die nicht-europäischen Märkte und Standorte regional organisiert. Die Regionalorganisation bearbeitet jedoch hauptsächlich absatzmarktspezifische Besonderheiten, wie zum Beispiel Kundenvorlieben oder Landesgesetze.

Diese Mischorganisationsform orientiert sich stark an der Tensororganisation.⁹⁸ Bei Volkswagen umfasst sie die Dimensionen der funktionalen zentralen Bereiche, der eigenständigen Marken sowie der geografisch-politischen Regionen. Die Tensororganisation eignet sich auf Grund der starken Marktorientierung und der Ent-

⁹⁸ Vgl. Kapitel 3.2.3.

scheidungsfreiräume sehr gut für den Volkswagenkonzern, da er mit heterogenen Produkten und Marken auf heterogenen Märkten aktiv ist.

Trotz der Mehrdimensionalität ist die Aufbauorganisation im Volkswagenkonzern vornehmlich vertikal-hierarchisch angeordnet. Aus diesem Grund wurde in die vertikale Aufbaustruktur ein horizontales Konstrukt integriert, um dem Konfliktpotenzial und dem Koordinationsaufwand entgegenzuwirken sowie Synergiepotenziale zu heben. Die sogenannten Arbeitskreise sind dauerexistent und erstrecken sich zu spezifischen Themengebieten über Bereiche, Marken und Regionen.

Die Vorteile der Tensororganisation, wie die hohe Flexibilität und Eigenverantwortung, sind sehr gut mit der Mehrmarken-Strategie des Volkswagenkonzerns vereinbar. Ziel ist eine große Eigenständigkeit und Flexibilität der einzelnen Marken bei gleichzeitiger Nutzung vorhandener Synergien. Die dennoch entstehenden Nachteile der Tensororganisation, wie unklare Verantwortlichkeiten, Weisungskonflikte und erhöhte Koordinationsaufwendungen, erfordern ein verstärktes Augenmerk auf die Steuerung und Regelung der Unternehmensabläufe. Einen Ansatz für die Lösung dieser Probleme können die Methoden der Regelungstechnik und im speziellen des Regelkreises darstellen. Ihre Eignung soll im weiteren Verlauf der Arbeit untersucht werden.

3.5 Regelkreise in der Aufbau- und Ablauforganisation

In Kapitel 3.1 wurde bereits dargestellt, dass unabhängig von der konkreten Organisationsform in den meisten Unternehmen auf Grund der stark ausgeprägten Arbeitsteilung eine hierarchische Grundstruktur existiert. Vor allem die Beziehungen zwischen koordinierenden und ausführenden Stellen sowie die damit einhergehenden Weisungsbefugnisse lassen Regelkreise intuitiv als geeignetes Werkzeug für die Beschreibung dieser Zusammenhänge erscheinen.

Einige Modellannahmen und Abstraktionen erleichtern die Untersuchung der Regelkreise in der Aufbauorganisation und beschränken die Betrachtungen auf die, für den Zweck der vorliegenden Arbeit, wesentlichen Inhalte:

1. Als Organisationsform wird eine streng hierarchische Funktionsorientierung angenommen. Dies geschieht vor allem, um Konflikte bei Weisungsbefugnissen und Verantwortungsbereiche zu vermeiden. Somit ist jede Stelle genau einer übergeordneten Instanz zugeordnet.
2. Die Koordination und Weisung der Tätigkeiten erfolgt strikt nach dem ‚Top-Down‘-Prinzip. Das heißt, jede Instanz erhält von seiner übergeordneten Instanz

Anweisungen und Vorgaben, führt diese nach den Vorgaben aus und meldet das Ergebnis als Rückkoppelung an die übergeordnete Instanz zurück.

3. Die Anzahl der untergeordneten Instanzen je Instanz ist im vorliegenden Untersuchungskontext irrelevant und wird daher auf zwei festgelegt.

Aus den getroffenen Modellannahmen wird die Existenz von vertikalen und horizontalen Regelkreisen in der Aufbauorganisation deutlich (**Abb. 3.3**).

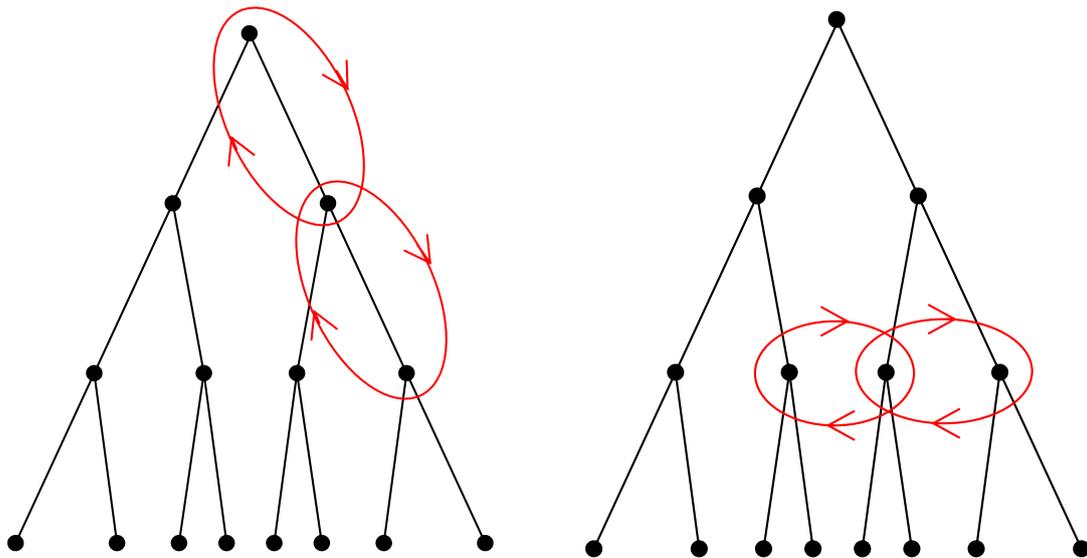


Abb. 3.3: Regelkreise in hierarchischen Aufbauorganisationen

3.5.1 Vertikale Regelkreise in der Aufbau- und Ablauforganisation

Die vertikalen Regelkreise beschreiben die Weisungs- sowie Berichtsbeziehungen zwischen koordinierenden und ausführenden Instanzen in der Unternehmenshierarchie. Während in **Abb. 3.4** die Wirkzusammenhänge der vertikalen Regelkreise als Blockschaltbild dargestellt sind, erfolgt in **Tab. 3.2** die Übersetzung der Begriffe aus der Regelungstechnik (in den Klammern) in die Begriffe der vertikalen Koordination und Ausführung von Tätigkeiten entsprechend der Organisationslehre.

Tab. 3.2: Komponenten des vertikalen aufbauorganisatorischen Regelkreises

Objekte		Beziehungen
Koordinierende Instanz (Regler)		Ergebnis der ausführenden Tätigkeit (Regelgröße x)
Vergleichsglied	Regelglied	Vorgaben der übergeordneten Instanz (Sollgröße w)
Ausführende Instanz (Regelstrecke)		Zielabweichung (Regeldifferenz e)
		Koordination (Stellgröße y)
		Störgröße z
		Ergebnisbericht (Rückkopplung r)

Die Regelgröße x entspricht hier dem *Ergebnis der Tätigkeit* der ausführenden Instanz. Die hierarchisch übergeordnete koordinierende Instanz vergleicht die Regelgröße in Form eines *Ergebnisberichts* mit den eigenen *Vorgaben*. Bei einer *Zielabweichung* greift die koordinierende Instanz regelnd in die Tätigkeiten der ausführenden Instanz ein, in dem Vorgaben geändert beziehungsweise neu formuliert werden.

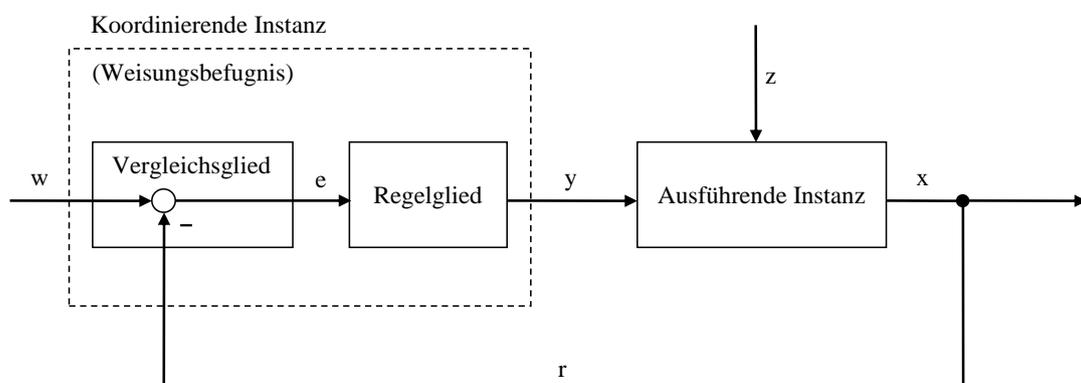


Abb. 3.4: Aufbauorganisatorischer Regelkreis (vertikal)

In den meisten Unternehmen beschränkt sich die Anzahl der Hierarchiestufen nicht auf eine ausführende und eine koordinierende Instanz. Vielmehr existiert eine Vielzahl von Stufen, so dass eine Reihung von vertikalen Regelkreisen entsteht. Es wird deutlich, dass jede Instanz in einer Hierarchie sowohl Regelstrecke als auch Regler ist, da jede Instanz koordinierende und ausführende Tätigkeiten umfasst.⁹⁹

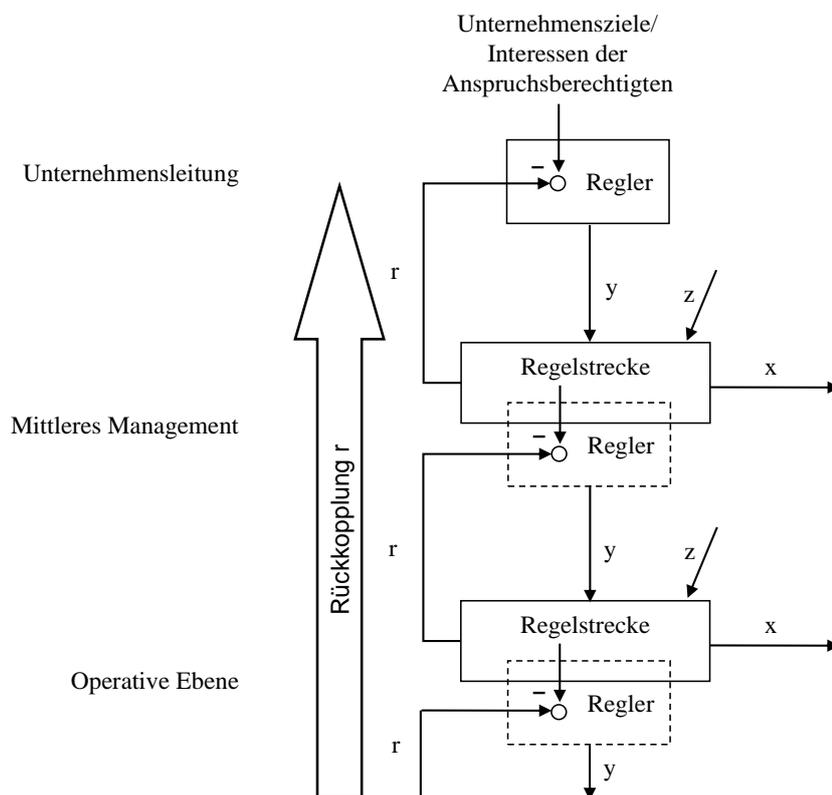


Abb. 3.5: Mehrstufige vertikale Regelkreise in der Aufbauorganisation

Das Beispiel in **Abb. 3.5** zeigt die vertikalen Regelkreise in einer dreistufigen Hierarchie. Die langfristigen Unternehmensziele beziehungsweise die Interessen der Anspruchsberechtigten¹⁰⁰ stellen die Sollgrößen in Form von Vorgaben der Unternehmensleitung dar. Die Unternehmensleitung setzt die Vorgaben wiederum um, indem sie Vorgaben für das mittlere Management erstellt. Dies setzt sich bis zur operativen Ebene fort, auf der keine Regelung einer weiteren untergeordneten Ebene erfolgt, sondern die Koordination der eigenen ausführenden Tätigkeiten. Die ablauforganisatorischen Regelungen werden dabei von der strategischen Ebene in Richtung der operativen Ebene immer detaillierter ausgearbeitet.¹⁰¹

⁹⁹ Vgl. Kapitel 3.1.

¹⁰⁰ „Anspruchsgruppen sind alle internen und externen Personengruppen, die von den unternehmerischen Tätigkeiten gegenwärtig oder in Zukunft direkt oder indirekt betroffen sind.“

Vgl. Gabler Wirtschaftslexikon (2011); Stichwort: Anspruchsgruppen.

¹⁰¹ Vgl. Laux/ Liermann (2005), S. 18.

Da in der Praxis davon auszugehen ist, dass die Unternehmensleitung nahezu ausschließlich koordinierende Tätigkeiten vollzieht, ist sie in der Abbildung nur als Regler dargestellt. Abgeleitet aus den eigenen Vorgaben definiert die Leitung Stellgrößen, welche gleichzeitig für die nächste Ebene des mittleren Managements die Vorgaben darstellen. Unter der Annahme, dass die Aufgaben im mittleren Management aus ausführenden und koordinierenden Tätigkeiten bestehen, steht die Regelstrecke zunächst für die Umsetzung der Sollvorgaben aus der Unternehmensleitung. Gleichzeitig enthält die Regelstrecke jedoch eine Regler-Komponente, welche die Tätigkeiten auf der nächsten Ebene in der Hierarchie koordiniert. Das Ergebnis der Regelstrecke, die Regelgröße x , wird beispielsweise als Bericht an die höhere Ebene zurückgegeben. Dort wird ein Soll-/ Ist-Vergleich mit den Vorgaben vorgenommen und bei Abweichungen regelnd in die Regelstrecke eingegriffen. Abweichungen können durch Störgrößen, Fehler in der Ausführung der Tätigkeiten in der Regelstrecke und fehlerhafte Vorgaben des Reglers entstehen.

Eine schlichte Aneinanderreihung von Regelkreisen hat allerdings für den Informationsfluss innerhalb der Unternehmensorganisation die Folge, dass Informationen über die Regelgröße x und die Rückkopplung r nur von Ebene zu Ebene weitergegeben werden. Dies kann unter Umständen zu inhaltlich unkorrekten Informationen führen, da beispielsweise Fehler bei der Aufbereitung und Aggregation erfolgen können beziehungsweise lokale oder persönliche Interessen zu einer Verfälschung führen. Um diesen Gefahren entgegenzuwirken, erscheint ein transparenter Informationsfluss über alle Ebenen der Organisation nötig. Das Wort ‚Transparenz‘ darf in diesem Zusammenhang jedoch verschiedene Sichten und Berechtigungen nicht ausschließen.

3.5.2 Horizontale Regelkreise in der Aufbau- und Ablauforganisation

Während die vertikalen Regelkreise durch koordinierende und ausführende Tätigkeiten sowie Weisungsbefugnisse geprägt sind, entsprechen die horizontalen Regelkreise in der Unternehmensorganisation Lieferanten- beziehungsweise Kundenbeziehungen.

Tab. 3.3: Komponenten des horizontalen aufbauorganisatorischen Regelkreises

Objekte		Beziehungen
Auftraggeber/ Kunde (Regler)		Leistung/ Leistungsmerkmale (Regelgröße x)
Vergleichsglied	Regelglied	Leistungsanforderungen (Sollgröße w)
Lieferant (Regelstrecke)		Leistungsabweichung (Regeldifferenz e)
		Auftrag (Stellgröße y)
		Störgröße z
		Ergebnis/ Bericht (Rückkopplung r)

In **Tab. 3.3** sind die Begriffe der Regelungstechnik (in den Klammern) in die Begriffe der Organisationslehre bezogen auf horizontale Beziehungen übersetzt.

Die Regelgröße entspricht hier den erbrachten *Leistungen* beziehungsweise bestimmten *Merkmale einer Leistung*. So kann beispielsweise eine Leistung in Form eines Vorprodukts innerhalb der internen Produktentstehung erbracht werden. *Auftraggeber* und Abnehmer der Leistung ist dann die nächstfolgende Produktionsstufe, welche das Vorprodukt weiterverarbeitet. Die Regelgröße muss jedoch nicht zwangsläufig das Vorprodukt an sich sein, sondern kann auch bestimmte Merkmale des Vorproduktes, wie zum Beispiel der Preis, die Qualität oder konkrete technische Spezifikationen umfassen.

Wie in **Abb. 3.6** dargestellt, erteilt der Auftraggeber einen Auftrag an den *Lieferanten*, welcher die beauftragte Leistung erbringt. Diese Auftraggeber-Lieferanten-Beziehung kann sowohl rein unternehmensintern als auch zwischen externen Partnern stattfinden. Die grundlegende Struktur ist bei internen und externen Transaktionen identisch. Die vom Lieferanten erbrachte Leistung beziehungsweise einzelne Merkmale dieser werden

mit den Sollwerten der *Leistungsanforderungen* verglichen, um bei *Leistungsabweichungen* regelnd einzugreifen.

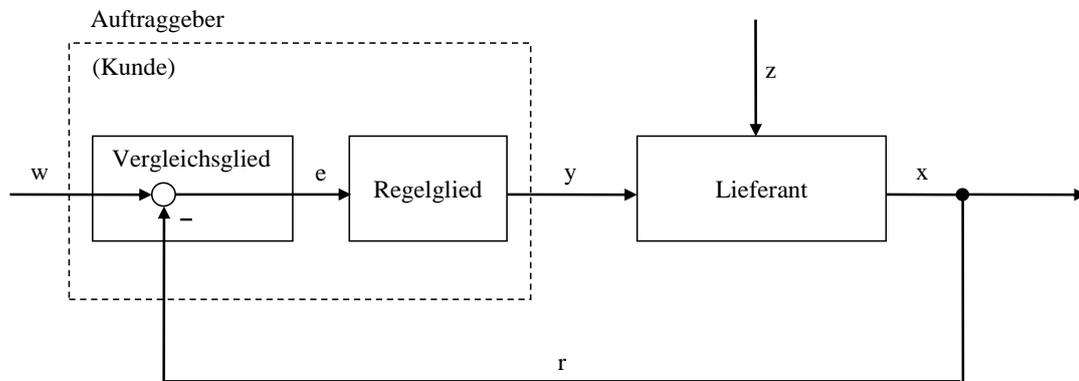


Abb. 3.6: Aufbauorganisatorischer Regelkreis (horizontal)

Betrachtet man nun die interne und externe Lieferkette entsteht eine Kette von horizontalen Regelkreisen bestehend aus Auftraggebern, Lieferanten sowie dem Austausch von Leistungen und Informationen. **Abb. 3.7** zeigt die Regelkreise in der Lieferkette exemplarisch an der Erstellung eines physischen Produktes.

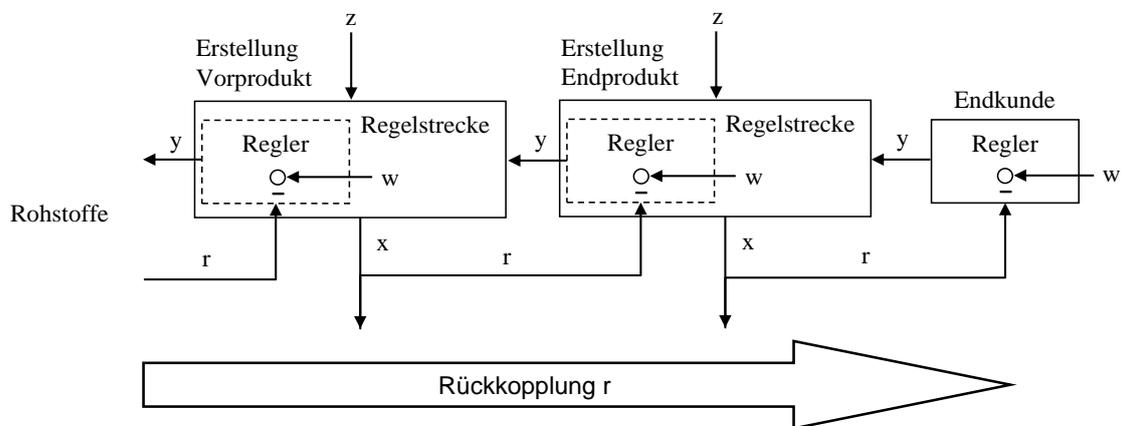


Abb. 3.7: Mehrstufige horizontale Regelkreise in der Aufbauorganisation

Der Endkunde bestellt ein Endprodukt, für das er bestimmte Anforderungen als Sollwert w definiert. Der Hersteller des Endproduktes erhält den Auftrag y und versucht diesen innerhalb seiner Produktion abzuarbeiten. Der Produktionsprozess entspricht zunächst einer Regelstrecke, welche jedoch auch eine Regler-Komponenten enthalten kann, wenn für die Erstellung des Endproduktes Vorprodukte oder andere Ausgangsstoffe benötigt werden. Für die Beschaffung dieser erfolgt wiederum eine Definition von Sollwerten für bestimmte Spezifikation, welche sich aus dem Produktionsprozess ergeben.

Die Rückkopplung r umfasst bei physischen Produkten in der Regel das erstellte Produkt oder einzelne Merkmale vom erstellten Produkt. Das bedeutet, dass die Regelgröße x und die Rückkopplung r identisch sind. Bei nicht-physischen Leistungen ist es dagegen denkbar, dass beispielsweise eine Dienstleistung erbracht wird und als Rückkopplung nur ein Bericht erfolgt.

Der Einfluss von Störgrößen auf die Prozesse der Leistungserstellung können Abweichungen von Sollwerten und Rückkopplungen zur Folge haben, was ein regelndes Eingreifen nötig macht, wodurch sich die Regelkreise schließen.

Zwar ist die Regelgröße in horizontalen Regelkreisketten im Normalfall auch für Regler leicht nachvollziehbar, die nicht direkt am Regelkreis der aktuell betrachteten Regelgröße beteiligt sind. Dies gilt vor allem bei physischen Leistungen und deren Merkmale. Jedoch kann auch in diesem Anwendungsgebiet eine integrierte Informationsverarbeitung über die gesamte Lieferkette, vor allem bei der Erbringung von Dienstleistungen sinnvoll sein.

3.5.3 Datenbasis in Regelkreisen der Organisation

Die Datenhaltung und Informationsbereitstellung an den einzelnen Gliedern innerhalb eines Regelkreises wurde in Kapitel 2.3.1 beschrieben. Bedingt durch die Einführung der vertikalen und horizontalen Regelkreisketten in der Aufbau- und Ablauforganisation in den Kapiteln 3.5.1 und 3.5.2 muss nun zusätzlich das Informationsmanagement entlang der Ketten betrachtet werden.

Die Informationsbereitstellung über mehrere Kettenglieder hinweg muss vor allem Transparenz und Sicherheit vor Manipulationen gewährleisten um eine effektive Regelung der Abläufe zu ermöglichen. Die Datenerfassung sowie -haltung sollte daher so weit möglich unabhängig von manuellen Eingaben sein und einen großen Automatisierungsgrad aufweisen. Die entscheidende Größe in diesem Zusammenhang stellt sowohl in vertikalen als auch in horizontalen Regelkreisketten die Rückkopplung r dar.¹⁰² Eine transparente Bereitstellung dieser Größe über alle Organisationsstufen hinweg ermöglicht es dem Entscheidungsträger die tatsächliche Unternehmenssituation objektiv zu beurteilen und eventuelle Abweichungen zwischen den Soll- und Ist-Werten zu erfassen.

¹⁰² Vgl. **Abb. 3.5** und **Abb. 3.7**.

4 Qualitätsmanagement

4.1 Begriff und Einordnung

Um den Begriff des Qualitätsmanagements eindeutig klären zu können, sollen zunächst die beiden Teilbegriffe ‚Qualität‘ und ‚Management‘ getrennt betrachtet werden.

Die Bedeutung des Begriffs ‚Qualität‘ geht auf das lateinische Wort ‚qualitas‘ zurück, welches mit Beschaffenheit oder Eigenschaft übersetzt wird. Arbeiten, unter anderem von Deming, Crosby und Juran, haben in mehreren Entwicklungsstufen zu dem heute international verbreiteten Qualitätsbegriff geführt¹⁰³, wie er in der Norm DIN EN ISO 9000:2005 definiert ist, als „[...] Grad, in dem ein Satz inhärenter Merkmale Anforderungen erfüllt.“¹⁰⁴

Der Erfüllungsgrad der Anforderungen bezieht sich dabei stets auf die Beschaffenheit der betrachteten Einheit.¹⁰⁵ Die Definition enthält drei prägende Elemente, deren Klärung zum weiteren Begriffsverständnis beiträgt:

Beschaffenheit

Die Beschaffenheit beschreibt die Gesamtheit aller Merkmale der betrachteten Einheit sowie die Werte dieser Merkmale.¹⁰⁶

Forderungen an die Beschaffenheit

Die Gesamtheit der Einzelforderungen an die Beschaffenheit und somit an die Merkmale und deren Werte ist die Forderung an die Beschaffenheit.¹⁰⁷ Sie wird auch als Qualitätsforderung bezeichnet und setzt sich aus den Einzelforderungen zusammen.¹⁰⁸

Einheit

Eine Klärung des Begriffs ‚Einheit‘ macht im Zusammenhang mit Qualität aus sachlichen und didaktischen Gründen Sinn, auch wenn er heute nicht mehr Bestandteil einer internationalen Qualitätsnorm ist.¹⁰⁹ Eine Einheit ist im Allgemeinen das, was einzeln beschrieben werden kann und steht im Qualitätskontext für Tätigkeiten, Prozesse, deren Ergebnisse in Form von Gütern und Dienstleistungen, Systeme, Personen sowie Kom-

¹⁰³ Vgl. Lux (2007), S. 31.

¹⁰⁴ DIN EN ISO 9000:2005, S. 18.

¹⁰⁵ Vgl. Geiger/ Kotte (2008), S. 68.

¹⁰⁶ Vgl. Geiger/ Kotte (2008), S. 57.

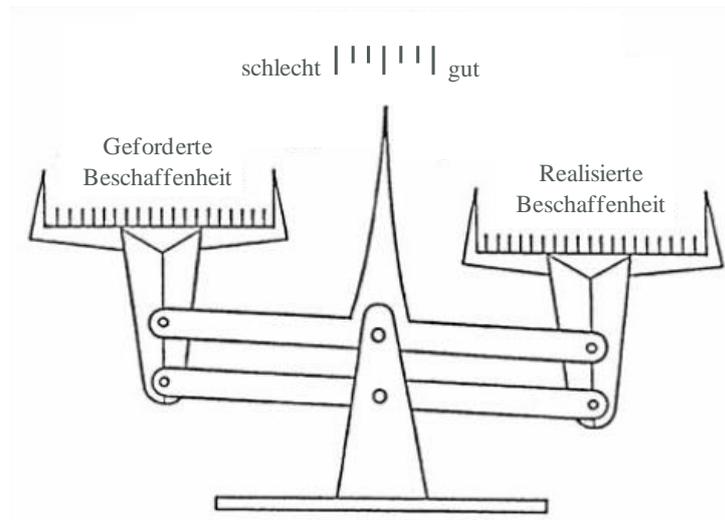
¹⁰⁷ Vgl. Geiger/ Kotte (2008), S. 69.

¹⁰⁸ Vgl. Zollondz (2006), S. 168.

¹⁰⁹ Vgl. Zollondz (2006), S. 170.

binationen aus diesen.¹¹⁰ Die Einheit ist demnach der materielle oder immaterielle Betrachtungsgegenstand der Qualität.¹¹¹

Abb. 4.1 verdeutlicht den Fachbegriff Qualität sowie den Wirkzusammenhang der geforderten und realisierten Beschaffenheit einer Einheit.



In Anlehnung an Geiger/ Kotte (2008), S. 71; Zollondz (2006), S. 164.

Abb. 4.1: Veranschaulichung des Fachbegriffs Qualität

Die etymologische Herkunft des aus dem angloamerikanischen in den deutschen Sprachraum übernommene Wortes ‚Management‘ ist nicht eindeutig geklärt. Eine lateinische Wurzel von ‚manus agere‘ beziehungsweise ‚mansionem agere‘ gilt jedoch als wahrscheinlich und bedeutet so viel wie ‚an der Hand führen‘ oder ‚das Haus bestellen‘. Das Wort ‚Management‘ ist zudem ein Homonym und besitzt die folgenden drei Bedeutungen:

1. Jegliches Tun bezüglich der Tätigkeiten Verwaltung, Betreuung sowie Organisation;
2. Führungs- und Leitungstätigkeiten in einem Unternehmen sowie
3. die Instanz der Unternehmensführung beziehungsweise die Personen, welche die Unternehmensführung innehaben.

Im Rahmen des Qualitätsmanagements bezieht sich ‚Management‘ nach DIN EN ISO 9000 auf die zweite der oben beschriebenen Bedeutungen und ist definiert als „[...] aufeinander abgestimmte Tätigkeiten zum Leiten und Lenken einer Organisation.“¹¹² In diesem Sinne lässt sich das Management als Ganzes in die Teilbereiche aufgabenspezi-

¹¹⁰ Vgl. Geiger/ Kotte (2008), S. 61 ff.

¹¹¹ Vgl. Zollondz (2006), S: 170.

¹¹² DIN EN ISO 9000:2005, S. 20.

fisches Management, bereichsspezifisches Management und projektspezifisches Management untergliedern.¹¹³

Das aufgabenspezifische Management bezeichnet das Management mit dem Ziel der Erfüllung einer gegebenen Forderung. Aufgabenspezifische Management-Tätigkeiten sind unter anderem das Kostenmanagement und das Umweltmanagement. Das bereichsbezogene Management bezieht sich dagegen auf einen Teilbereich der Organisation wie zum Beispiel das Personalmanagement. Führungstätigkeiten im Bezug auf konkrete Projekte in der Organisation werden als projektspezifisches Management beziehungsweise Projektmanagement bezeichnet.¹¹⁴

Aus den bisherigen Überlegungen in diesem Kapitel wird deutlich, dass das Qualitätsmanagement zum Teilbereich des aufgabenspezifischen Managements gehört. Übertragen auf die oben genannte Definition ergibt sich somit folgende grobe Bedeutung des Qualitätsmanagements:

Das Qualitätsmanagement ist eine Führungstätigkeit mit dem Ziel, gegebene Qualitätsanforderungen zu erfüllen.

Auf sehr ähnliche Weise wurde die internationale Definition festgelegt als „[...] aufeinander abgestimmte Tätigkeiten zum Leiten und Lenken einer Organisation bezüglich Qualität.“¹¹⁵

Diese Definition deutet bereits an, dass Qualität nicht nur bezogen auf die Produkte eine wichtige Rolle spielt, sondern im gesamten Unternehmensaufbau und -ablauf entscheidenden Einfluss auf den Unternehmenserfolg hat.

4.2 Total Quality Management

In der Vergangenheit kam bei praktischen Überlegungen zum Thema Qualität und Qualitätsmanagement oft sehr schnell die Frage auf, welche Instanz die Umsetzung der Qualitätsziele im Unternehmen steuert. Vor allem westliche Unternehmen übertrugen die Aufgabe der Qualitätssicherung an explizite Stellen und Abteilungen der Aufbauorganisation. In Japan dagegen wurde sehr früh ein ganzheitliches Qualitätsverständnis gelebt, dass die gesamte Aufbau- und Ablauforganisation des Unternehmens einspannt um die Qualitätsziele zu erreichen.¹¹⁶ Diese Ausrichtung sämtlicher Bemühungen auf die Erfüllung der Kundenerwartungen erfordert die Integration aller Mitarbeiter in den

¹¹³ Vgl. Geiger/ Kotte (2008), S. 8.

¹¹⁴ Vgl. Geiger/ Kotte (2008), S. 8 f.

¹¹⁵ DIN EN ISO 9000:2005, S. 21.

¹¹⁶ Vgl. Bruhn (2008), S. 70; Koch (2011), S. 186.

Qualitätsprozess als eine zentrale Managementaufgabe.¹¹⁷ Eine konsequente Weiterentwicklung und Umsetzung dieses Ansatzes stellt das Total Quality Management¹¹⁸ dar.

Hervorgegangen aus fachlichen Ansätzen wie zum Beispiel dem Total Quality Control-Ansatz¹¹⁹ von Feigenbaum sowie dem Company-Wide Quality Control-Ansatz¹²⁰ von Ishikawa, entwickelte sich der Total Quality Management-Ansatz Mitte der 1980er Jahre zunächst auf theoretischer Ebene in fachlichen Diskussionen.¹²¹

Die Deutsche Gesellschaft für Qualität definiert das Total Quality Management als „[...] auf der Mitwirkung aller ihrer Mitglieder beruhende Führungsmethode einer Organisation, die Qualität in den Mittelpunkt stellt und durch Zufriedenstellung der Kunden auf langfristigen Geschäftserfolg sowie auf Nutzen der Mitglieder der Organisation und auf die Gesellschaft zielt.“¹²²

Die Verbesserung der Kundenorientierung ist das Ziel des TQM-Ansatzes. Das bedeutet, dass die von internen und externen Kunden spezifizierten Qualitätsforderungen von internen und externen Lieferanten eingehalten werden müssen.¹²³

Eine Begriffszerlegung in die Bestandteile ‚Total‘, ‚Qualität‘ sowie ‚Management‘ macht den umfassenden Ansatz noch deutlicher. Die *totale* Betrachtung drückt die Beteiligung aller Bereiche, Abteilungen und Stellen in der Organisation aus. Darüber hinaus verlangt TQM eine Optimierung aller Unternehmensprozesse, die Einbeziehung von Kunden und Lieferanten sowie die Orientierung an öffentlichen Interessenslagen.¹²⁴

Die Bedeutung des Begriffs *Qualität* wurde bereits in Kapitel 4.1 erläutert. Die international anerkannte Qualitätsnorm kann als ein gemeinsamer Kern unterschiedlicher Qualitätskonzepte angesehen werden.¹²⁵ Im Kontext des TQM soll jedoch nochmals explizit hervorgehoben werden, dass sich die Qualität nicht nur auf Produkte bezieht, sondern auch auf Arbeitsleistungen, Arbeitspotenziale, Prozesse und letztendlich auf das gesamte Unternehmen.¹²⁶ Daraus folgt im Sinne der oben betrachteten ‚Einheiten‘¹²⁷ neben den

¹¹⁷ Vgl. Kaminske/ Brauer (2006), S. 1.

¹¹⁸ Kurz: TQM; Deutsch: Umfassendes Qualitätsmanagement.

¹¹⁹ Vgl. Feigenbaum (1983).

¹²⁰ Vgl. Ishikawa (1985).

¹²¹ Vgl. Kaminske/ Brauer (2006), S: 327.

¹²² Deutsche Gesellschaft für Qualität (2011).

¹²³ Vgl. Bullinger/ Warnecke (1996), S. 41.

¹²⁴ Vgl. Pfeifer (2001), S. 5.

¹²⁵ Vgl. Zollondz (2006), S: 172 f.

¹²⁶ Vgl. Pfeifer (2001), S: 5 f.

¹²⁷ Vgl. Kapitel 4.1.

Einheiten mit unmittelbarem und mittelbarem Qualitätsbezug die Erweiterung um Einheiten ohne direkten Qualitätsbezug.¹²⁸

Die Komponente Management bringt die notwendigen Führungs-, Planung-, Steuerungs- und Überwachungstätigkeiten zum Ausdruck. Der Aspekt Qualität wird als ein übergeordnetes Unternehmensziel angesehen, welches ein klares Bekenntnis der Unternehmensleitung erfordert.¹²⁹ Es wird deutlich, dass TQM dem Grundgedanken des Qualitätsmanagements folgt und nicht konträr angelegt ist.¹³⁰ Jedoch darf dabei nicht der Eindruck entstehen, dass TQM ausschließlich auf der Leitungsebene einer Organisation zu verfolgen sei. Vielmehr betrifft es jeden Mitarbeiter und jede Abteilung auf sämtlichen Hierarchiestufen in allen Unternehmensfunktionen.

Aufbau- und ablauforganisatorisch bedeutet TQM neben der Beteiligung aller Unternehmensbereiche vor allem die Notwendigkeit von Informationsrückkopplungen im Aufbau. Dies lässt sich gut an der TQM-Philosophie ‚Quality First‘ erkennen.¹³¹ Wenn die Qualität stets an erster Stelle stehen soll, müssen Fehler fortlaufend erkannt und beseitigt werden, damit ein kontinuierlicher Verbesserungsprozess entsteht. Dieser Prozess erfordert die ständige Verfügbarkeit aktueller Informationen zu Fehlern und Abweichungen. Das in Kapitel 2 beschriebene Konzept des Regelkreises ermöglicht die Vorgabe von Qualitätsforderungen als Sollwerte, die Informationsrückkopplung über Fehler und Abweichungen sowie die Einleitung von geeigneten Regelungsmaßnahmen. Die Eignung dieses Ansatzes für die organisatorische Umsetzung des Qualitätsmanagements im Unternehmen soll in den nächsten Kapiteln überprüft werden.

4.3 Regelkreise im Qualitätsmanagement

Zollondz versucht bei der Herleitung der Umsetzung des Qualitätsmanagements in der Praxis, angelehnt an Euklid, vom scheinbar Einfachen zum Komplexen einen Wissenschaftsbegriff aus einzelnen Modulen aufzubauen. Nach diesem Vorgehen ergeben sich die Module:¹³²

- Qualität,
- Qualitätsmodelle,
- Qualitätsmanagement,
- Qualitätsmanagementmodelle sowie die

¹²⁸ Vgl. Zollondz (2006), S. 173 f.

¹²⁹ Vgl. Bullinger/ Warnecke (1996), S. 40 f.

¹³⁰ Vgl. Zollondz (2006), S. 173.

¹³¹ Vgl. Bullinger/ Warnecke (1996), S. 42.

¹³² Vgl. Zollondz (2006), S. 153 ff.

- Praktische Umsetzung des Qualitätsmanagements.

Abweichend von diesem Vorgehen wurden in der vorliegenden Arbeit zunächst die Begriffe Qualität und Qualitätsmanagement definiert (Kapitel 4.1). Außerdem wurde das Konzept des Total Quality Management, gesehen als eine Umsetzungsphilosophie des Qualitätsmanagements, erläutert. Dieses abweichende Vorgehen ergibt sich durch einen Kritikpunkt an der Sichtweise von Zollondz, welcher das TQM als ein Modell des Qualitätsmanagements beschreibt.¹³³ Bei separater Betrachtung der Begriffe¹³⁴ würde dies bedeuten, dass TQM eine abstrahierte sowie vereinfachte Abbildung des Qualitätsmanagements darstellt. Kapitel 4.2 zeigt jedoch vielmehr, dass TQM eine Verhaltensphilosophie für alle Bereiche des Unternehmens ist. Daher ergibt sich als nächster Schritt die Suche nach einem geeigneten Modell, das das Konzept des TQM und insbesondere seine aufbau- und ablauforganisatorischen Gestaltung im Unternehmen widerspiegelt.

Wie bereits in Kapitel 3.5 dargelegt wurde, eignen sich Regelkreise ausgezeichnet für die Gestaltung der Aufbauorganisation insbesondere mit Blick auf die Bereitstellung von Informationen, die für die Prozessabläufe notwendig sind. Aufgrund des TQM-Ansatzes als Unternehmensphilosophie mit ihrer Gültigkeit für die gesamte Aufbau- und Ablauforganisation sowie dem Prinzip der fortlaufenden Erkennung und Beseitigung von Fehlern scheinen Regelkreise auch bestens für die Steuerung und Regelung des Qualitätsmanagements geeignet zu sein.

4.3.1 Der Qualitätsregelkreis

Die Anwendung von Regelkreisen im Qualitätsmanagement erfordert zunächst eine Verknüpfung der in Kapitel 2.3 beschriebenen Elemente des technischen Regelkreises mit den Elementen des Qualitätsmanagements.¹³⁵ Aufbauend auf **Tab. 2.3** in Kapitel 2.3 sind in **Tab. 4.1** die entsprechenden Elemente des Qualitätsmanagements benannt sowie zu den Elementen des technischen Regelkreises (in den Klammern) in Beziehung gesetzt.

¹³³ Vgl. Zollondz (2006), S. 276 ff.

¹³⁴ Ein Modell ist „[...] ein Denkschema oder ein gedankliches Wirkungssystem, das die Komplexität der Realität entscheidend vereinfacht und auf wenige Beziehungen reduziert.“
Siebert/ Lorz (2007), S. 36.

¹³⁵ Vgl. Pfeifer (2001), S. 145 f.

Tab. 4.1: Komponentenmodell des Qualitätsregelkreises

Objekte		Beziehungen
Qualitätsmanagementmethoden (Regler)		Qualität q (Regelgröße x)
Vergleichsglied	Regelglied	Qualitätsforderungen q_f (Sollgröße w)
Unternehmensprozesse (Regelstrecke)		Qualitätsabweichung q_a (Regeldifferenz e)
Fehlererkennung (Messglied)		QM-Maßnahme q_{mm} (Stellgröße y)
Qualitätsdatenbasis		Einflussfaktoren $e_f - 7 M$ (Störgröße z)

Qualität q (Regelgröße x)

Die zu beeinflussende Größe, welche auf einem vorgegebenen Wert oder in einem Wertebereich gehalten werden soll. Im Qualitätsmanagement ist die Qualität die zu beeinflussende Größe und entspricht somit der Regelgröße.

Qualitätsforderungen q_f (Sollgröße w)

Die Qualitätsforderungen als Summe der Einzelanforderungen an die Beschaffenheit der betrachteten Einheit stellen die Sollgröße im Qualitätsregelkreis dar.

Qualitätsabweichung q_a (Regeldifferenz e)

Der Wirkzusammenhang zwischen realisierter und geforderter Qualität¹³⁶ ergibt eine Differenz, welche die Ausprägungen ‚gut‘ und ‚schlecht‘ annehmen kann.¹³⁷

¹³⁶ Vgl. Kapitel 4.1 und **Abb. 4.1**.

¹³⁷ Vgl. DIN EN ISO 9000:2005, S. 18.

Einflussfaktoren $ef - 7 M$ (Störgröße z)

Alle Einflussfaktoren auf den Regelkreis, mit Ausnahme der Sollgröße, sind Störgrößen. Störgrößen auf die Qualität sind die sieben „M“:¹³⁸

- Mensch
- Maschine
- Material
- Management
- Messbarkeit
- Mitwelt
- Methoden

Qualitätsmanagement-Methoden (Regler)

An die Stelle des Reglers treten im Qualitätsregelkreis die Qualitätsmanagement-Methoden, wie zum Beispiel¹³⁹:

- Audits
- Statistical Process Control (SPC)
- Failure Mode and Effects Analysis (FMEA)
- Prüfplanung (PPL)
- Quality Function Deployment (QFD)
- Und so weiter.

Allen Methoden ist der grundlegende Aufbau gemeinsam, aus einem Vergleich von Soll- und Ist-Werten Parameter zu erzeugen, welche Qualitätsmanagement-Maßnahmen einleiten und steuern. Im Unterschied zum technischen Regelkreis, der meistens mit nur wenigen Parametern eine direkte Beeinflussung der Regelgröße vornimmt, nutzen die QM-Methoden komplexere Einflussgrößen und beeinflussen die Regelgröße oft nur indirekt.

Unternehmensprozesse (Regelstrecke)

Für das Qualitätsmanagement muss die technische Bedeutung der Regelstrecke erweitert werden,¹⁴⁰ da im Sinne des TQM sämtliche Unternehmensprozesse und -bereiche betroffen sind. Es kann sich somit beispielsweise um Abteilungen, wie die Konstruktion oder um Prozesse, wie die Erstellung eines Bauteils auf einer Maschine handeln.¹⁴¹

¹³⁸ Vgl. Pfeifer (2001), S. 145.

¹³⁹ Vgl. Pfeifer (2001), S. 146.

¹⁴⁰ Vgl. Pfeifer (2001), S. 146.

¹⁴¹ Vgl. Pfeifer (2001), S. 157.

Fehlererkennung (Messglied)

Die Erfassung der Regelgröße Qualität erfolgt in produzierenden Unternehmen hauptsächlich auf der operativen Ebene durch Qualitätsprüfungen am Produkt selber beziehungsweise durch Auswertung von Reklamationen und Beschwerden der Käufer. Die Qualität der Prozesse selber wird in der Praxis in der Regel nur indirekt von Qualitätsproblemen am Produkt abgeleitet.

Die klassische Qualitätsprüfung prüft qualitätsrelevante Merkmale wie zum Beispiel die Geometrie, die Oberfläche oder Materialeigenschaften.¹⁴²

QM-Maßnahme qmm (Stellgröße y)

Durch die Änderung der Stellgröße wird über die Regelstrecke die Regelgröße beeinflusst. Im Qualitätsregelkreis entspricht dies den Qualitätsmanagement-Maßnahmen, welche über die Unternehmensprozesse die Qualität beeinflussen.

In **Abb. 4.2** ist das Blockschaltbild des Qualitätsregelkreises dargestellt in dem die Begriffe des Qualitätsmanagements anstelle der technischen Regelkreisbegriffe eingetragen sind.

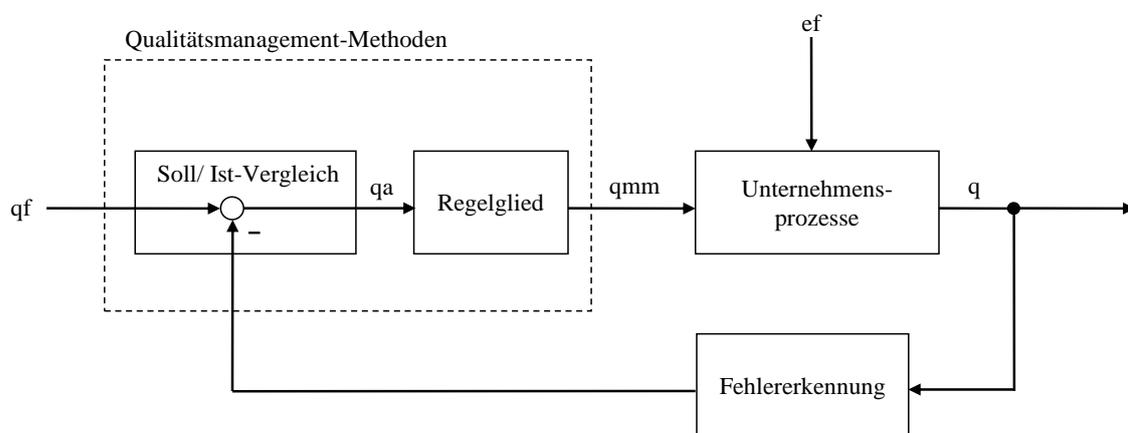


Abb. 4.2: Blockschaltbild Qualitätsregelkreis

4.3.2 Statistische Prozessregelung

In Kapitel 3 wurden die Aufbau- und Ablauforganisation einer Unternehmung im Allgemeinen untersucht und die Existenz von ausführenden und koordinierenden Tätigkeiten aufgezeigt. Daraus ergab sich die Notwendigkeit einer hierarchischen Grundstruktur in der Aufbauorganisation, innerhalb derer die Existenz horizontaler und vertikaler Regelkreise nachgewiesen wurde. Übertragen auf ein Produktionswerk des Volkswagen

¹⁴² Vgl. Hehenberger (2011), S. 205.

Konzerns ergibt dies die in **Abb. 4.3** dargestellte hierarchische Struktur, welche vertikal auf der horizontalen operativen Produktionsebene aufsetzt.

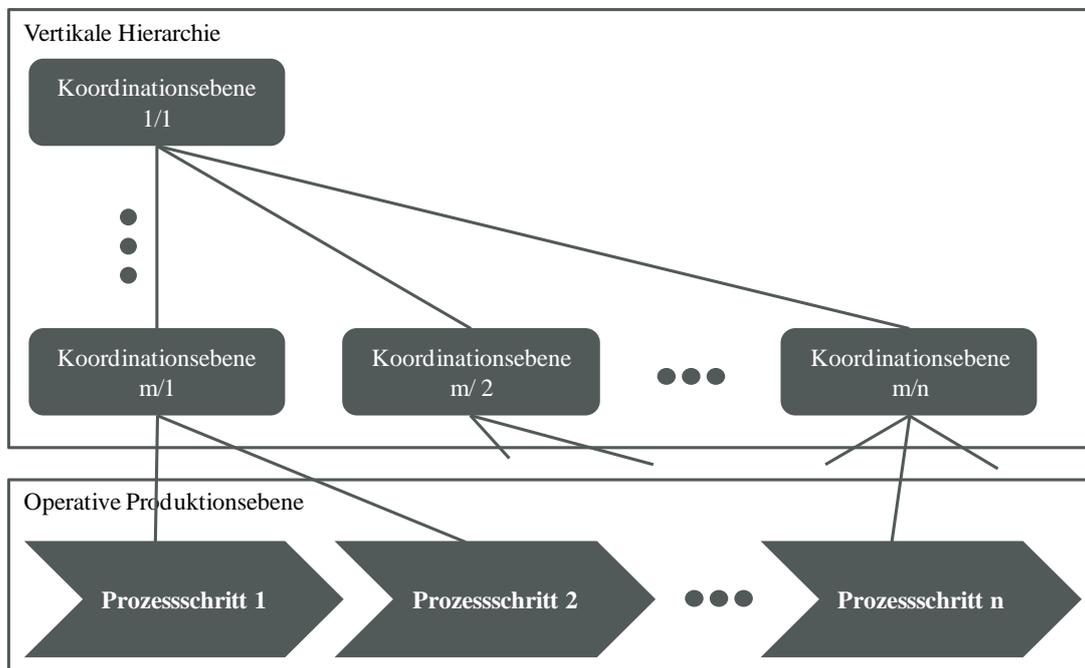


Abb. 4.3: Vertikale Hierarchie über dem horizontalen Fertigungsprozess

In Bezug auf die Begriffsdefinition der Qualität fordert der Käufer eines Fahrzeugs die Erfüllung seiner Anforderungen an bestimmte Merkmale des Fahrzeugs. Aufgrund der heterogenen Anforderungen verschiedener Kundensegmente und -gruppen ergibt sich praktisch eine Forderung nach einem Null-Fehler-Produkt. Ein Null-Fehler-Produkt beziehungsweise ein Null-Fehler-Produktionsprozess hat folgende Vorteile für das Unternehmen:

- Reduzierung von Ausschuss, Nacharbeit und der dadurch entstehenden Kosten;
- Erhöhung der Direktläuferquote¹⁴³;
- Vermeidung von Minderleistungen im Prozess wie Störungen;
- Entwicklung eines einheitlichen Qualitätsbewusstseins;
- Reduzierung der Durchlaufzeit durch Vermeidung von Nacharbeitsschleifen.

¹⁴³ Direktläuferquote: Anteil der Produkte, die im ersten Fertigungsdurchlauf fehlerfrei gefertigt werden.

Produktfehler haben drei mögliche Ursachen:

1. Planungs- und Entwicklungsfehler,
2. Beschädigungen und Produktionsfehler in der Fertigung sowie
3. Beschädigungen und falsche Handhabung innerhalb der Prozesse zwischen Verladung und Kundenzustellung.

Fehler im Vertriebsprozess unterliegen zum Teil externen Einflüssen und sollen in dieser Arbeit nicht weiter berücksichtigt werden. Planungs- und Entwicklungsfehler werden ebenfalls außer Acht gelassen, da das zu erweiternde System ProBench¹⁴⁴ als benchmarking-orientiertes Datenbanksystem zur Produktionssteuerung konzipiert ist und die weiteren Betrachtungen exemplarisch auf die Gewerke Presswerk und Karosseriebau fokussiert werden. Dies hat eine Konzentration auf die zweite Ursache für Produktfehler, Beschädigungen und Produktionsfehler in der Fertigung zur Folge.

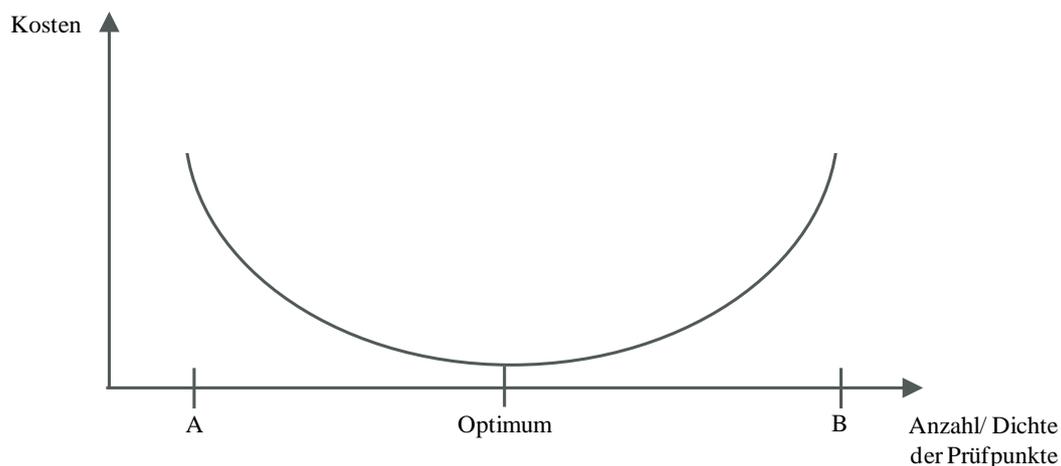


Abb. 4.4: Kostenabhängigkeit von der Anzahl/ Dichte der Prüfpunkte

Im Fertigungsprozess sind verschiedene Stellen für die Fehlererkennung, also der Qualitätskontrolle denkbar. **Abb. 4.4** zeigt den Kostenverlauf der kombinierten Prüf- beziehungsweise Behebungskosten in Abhängigkeit von der Dichte und Anzahl der Prüfpunkte im Produktionsprozess. Die beiden Extreme wären eine Kontrolle ausschließlich am Ende des Prozesses am auslieferungsfertigen Fahrzeug (Punkt A) oder nach jedem Fertigungsschritt (Punkt B). Während das erste Vorgehen nach der ‚10er-Regel der Fehlerkosten‘¹⁴⁵ hohe Kosten für die Fehlererkennung und -beseitigung verursachen würde, ergibt sich durch den zweiten Weg ein hoher ressourcenbezogener und organisatorischer

¹⁴⁴ Vgl. Kapitel 6.1.

¹⁴⁵ Die ‚10er-Regel der Fehlerkosten‘ beschreibt Erfahrungswerte aus dem Qualitätsmanagement hinsichtlich der überproportionalen Steigerung der Kosten und des Aufwands zur Fehlerbehebung, um so später der Fehler auf der Zeitachse von der Produktentwicklung über die Fertigung bis hin zum Vertrieb und Service entdeckt und behoben wird.

Aufwand für die Qualitätskontrollen. Es muss daher ein Optimum der Dichte und Anzahl der Qualitätskontrollen existieren.

Dieser Ansatz hat jedoch den Einfluss eines weiteren wichtigen Parameters außer Acht gelassen. So hat die Fehlerhäufigkeit einen direkten Einfluss auf die Kosten und den Aufwand für die Fehlerbeseitigung. Das heißt, die Kurve würde sich bei einem hohen Anteil an ‚nicht-in-Ordnung-Teilen‘¹⁴⁶ in Richtung einer höheren Dichte/ Häufigkeit der Kontrollen verschieben beziehungsweise bei einem sehr niedrigen Anteil an n.i.O.-Teilen in Richtung einer geringen Anzahl an Kontrollen. Diese Abhängigkeit der Qualitätskontrollen von der statistischen Verteilung der Fehler zeigt **Abb. 4.5** und ist in der Qualitätsmanagement-Methode der Statistischen Prozessregelung¹⁴⁷ umgesetzt.

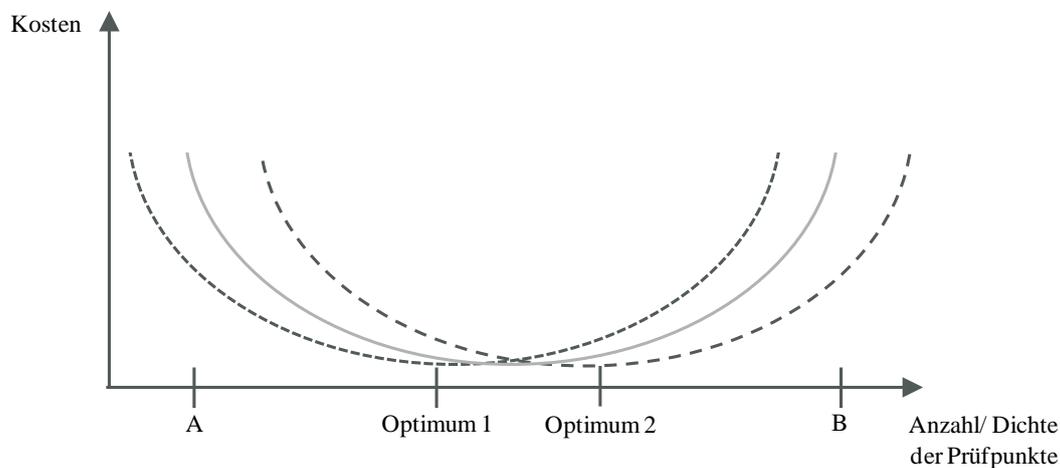


Abb. 4.5: Einfluss der Fehlerhäufigkeit auf das Optimum der Prüfpunkte

Vergleichbar mit dem Regelkreis besteht die Zielstellung der statistischen Prozessregelung in der kontinuierlichen Beobachtung eines optimierten Prozesses sowie in der Ableitung erforderlicher Korrekturen an diesem Prozess.¹⁴⁸ Die Methode bezieht sich demnach nicht nur auf die Qualität des Ergebnisses eines Prozesses, sondern vielmehr auf die Wechselwirkungen zwischen Prozess und Produkt.¹⁴⁹

Mittels einer statistischen Auswertung der Produkt- und Prozessdaten werden Prozessparameter korrigiert. Dabei gilt die Grundannahme, dass bei der Fertigung sowie der Überprüfung der Produkte Unterschiede hinsichtlich der betrachteten Merkmale auftreten.¹⁵⁰ Diese Abweichungen von den Sollwerten der Merkmale werden als Streuung

¹⁴⁶ Abk.: n.i.O.: nicht in Ordnung; das untersuchte Objekt ist nicht in Ordnung, wenn festgesetzte Toleranzgrenzen für die Forderungen an bestimmte Merkmale überschritten werden.

¹⁴⁷ Engl.: Statistical Process Control (SPC)

¹⁴⁸ Vgl. Böge (2007), S. 83.

¹⁴⁹ Vgl. Koch (2011), S. 214; Hehenberger (2011), S. 206.

¹⁵⁰ Vgl. Böge (2011), S. 76.

bezeichnet und können zufällig auftreten oder systemische Ursachen haben. Die Herausforderung der statistischen Prozessregelung ist die Unterscheidung von statistischen Ausreißern und unregelmäßigen Schwankungen von Trends innerhalb der Toleranzgrenzen. Mit anderen Worten müssen zufällige Ausreißer von systemisch bedingten Streuungen der Qualitätsmerkmale unterschieden werden.¹⁵¹ Diese Unterscheidung wird durch statistische Auswertungen erreicht, indem Abweichungen von einer natürlichen Streuung erfasst werden, welche sich als eine standardisierte Normalverteilung äußert.¹⁵² Dieses Vorgehen hat den Vorteil, dass Fehler nicht erst bei überschreiten der Toleranzgrenzen ersichtlich werden, sondern eine Entwicklung in Richtung eines Fehlers frühzeitig durch bestimmte Trends erkannt werden können.

Kaminske und Brauer haben Voraussetzungen für die praktische Anwendung der statistischen Prozessregelung definiert, welche zugleich auch ein Phasenmodell der Anwendung darstellen:¹⁵³

1. Anforderungen im Vorfeld
2. Auswahl der Größen und Objekte
3. Messgeräte- und Maschinenfähigkeit
4. Prozessfähigkeit
5. Prozessregelung

Zu den Anforderungen im Vorfeld gehört die Bereitschaft zum Wandel von der vergangenheitsorientierten Fehlersuche mit anschließender Korrektur zu einer zukunftsorientierten sowie fehlervermeidenden Methode. Das mit der Einführung beauftragte Team muss direkte Unterstützung aus der Unternehmensleitung erhalten und in der Aufbau- und Ablauforganisation des Unternehmens integriert sein.

Im nächsten Schritt werden die in der Untersuchung relevanten Objekte und Größen festgelegt. Dazu gehört die Auswahl des Werkstückes, des Prüfmittels sowie der Maschine.

Die Fähigkeit ist die „[...] Eignung einer Organisation oder ihrer Elemente zum Realisieren eines Produkts, das die Forderungen an die Beschaffenheit dieses Produkts erfüllen wird.“¹⁵⁴ Demnach drückt die Messgerätefähigkeit aus, ob die eingesetzten Messgeräte in der Lage sind, die geforderte Genauigkeit, Wiederholbarkeit und Vergleichbarkeit der Untersuchungen zu gewährleisten.¹⁵⁵ Die Maschinenfähigkeit beschreibt die

¹⁵¹ Vgl. Syska (2006), S. 139.

¹⁵² Vgl. Böge (2011), S. 76 f.

¹⁵³ Vgl. Kamiske/ Brauer (2003), S. 302 ff.

¹⁵⁴ Geiger/ Kotte (2008), S. 78.

¹⁵⁵ Vgl. Syska (2006), S. 138.

Stabilität und Reproduzierbarkeit des Produktionsschrittes an der Maschine. Sie wird mittels einer Maschinenfähigkeitsuntersuchung ermittelt indem Rahmenbedingungen und äußere Einflüsse konstant gehalten werden. So können die maschinenbedingten Einflüsse auf den Fertigungsprozess betrachtet werden.¹⁵⁶ Als Erweiterung zeigt die Prozessfähigkeit zusätzlich zu den maschinenbedingten Einflüssen auch die langfristige Merkmalsstreuung bedingt durch die Faktoren Mensch, Material, Methode und Arbeitsumgebung.¹⁵⁷ Die Prozessfähigkeitsuntersuchung stellt demnach sicher, dass der Fertigungsprozess langfristig Produkte erzeugt, die die geforderte Beschaffenheit aufweisen.

Nach diesen vorbereitenden Phasen können Prozesse in einem optimierten, statistisch kontrollierten Zustand gehalten werden, indem der Prozess mit Hilfe von Qualitätsregelkarten¹⁵⁸ beobachtet wird. Durch Berechnung der Prozessfähigkeit wird eine Bewertung vorgenommen und geeignete Korrekturmaßnahmen abgeleitet. Dies stellt die Prozessregelung im eigentlichen Sinne dar.

4.3.3 Datenbasis im Qualitätsregelkreis

Ein entscheidender Unterschied der Qualitätsregelkreise zu technischen Regelkreisen in der Anlagensteuerung besteht in der höheren Komplexität des Reglers sowie der größeren Anzahl von Einflussgrößen auf das System. Während es beispielsweise bei einer Füllstandsabweichung in einem technischen System ausreichen kann, ein Einlassventil zu öffnen, erfordert die regelnde Beeinflussung der Qualität teilweise individuelle und situationsabhängige Maßnahmen. Zu diesem Zweck ist eine Bereitstellung der entscheidungsrelevanten Informationen zur richtigen Zeit am richtigen Ort notwendig.¹⁵⁹

Für die Informationsbereitstellung schlägt Pfeifer die Erweiterung des Qualitätsregelkreises um eine integrierte Datenbasis vor,¹⁶⁰ wie sie in **Abb. 4.6** dargestellt ist.

¹⁵⁶ Vgl. Syska (2006), S. 138.

¹⁵⁷ Vgl. Kamiske/ Brauer (2003), S. 305.

¹⁵⁸ Vgl. Böge (2011), S. 77 ff; Rinne/ Mittag (1995), S. 331 ff.

¹⁵⁹ Vgl. Pfeifer (2001), S. 158.

¹⁶⁰ Vgl. Pfeifer (2001), S. 158 ff.

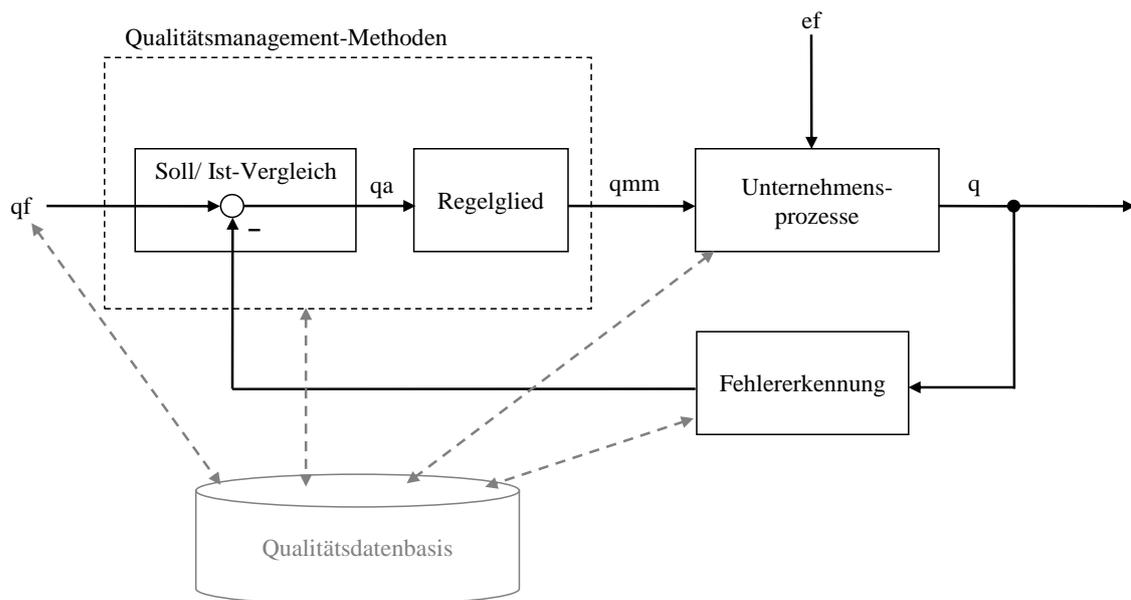


Abb. 4.6: Datenbasis im Qualitätsregelkreis

Die Datenbasis enthält im Bezug auf das Qualitätsmanagement Informationen hinsichtlich:

- Qualitätsziele,
- Qualitätsforderungen,
- Qualitätsmanagement-Methoden,
- Qualitätsparameter der Unternehmensprozesse,
- Methoden und Vorgaben zur Qualitätsmessung sowie
- Art, Qualität und Quantität der Fehler.

Aufgrund der Einbeziehungen sämtlicher Unternehmensfunktionen und -prozesse, inklusive der Lieferanten- und Kundenbeziehungen im Sinne des TQM, sollte die Datenbasis zumindest auf logischer Ebene zentral erfolgen, da dies die in Kapitel 3.5.3 geforderte automatisierte Erfassung sowie transparente Bereitstellung der Rückkopplung r über alle Organisationsstufen erlaubt.

4.4 Kennzahlen für die Anlageneffektivität

„Kennzahlen [...] sind Maßgrößen, die willentlich stark verdichtet werden zu absoluten oder relativen Zahlen, um mit ihnen in einer konzentrierten Form über einen zahlenmäßig erfassbaren Sachverhalt berichten zu können.“¹⁶¹

¹⁶¹ Gladen (2011), S. 11.

Nach dieser Definition umfasst der Begriff der Kennzahlen sowohl absolute als auch Verhältniszahlen. In der Literatur existieren verschiedene Meinungen darüber, ob neben den Verhältniszahlen auch absolute Zahlen als Kennzahlen bezeichnet werden können.¹⁶² Durch den Praxisbezug der vorliegenden Arbeit erübrigt sich dieser Streitpunkt jedoch, da in der praktischen Anwendung sehr viele absolute Zahlen, wie zum Beispiel Umsatz oder Gewinn als Kennzahlen verwendet werden. Auf Grund dessen ergeben sich die in **Tab. 4.2** dargestellten Arten von Kennzahlen.

Tab. 4.2: Arten von Kennzahlen

Kennzahlen						
Absolute Zahlen				Relative Zahlen		
Einzelzahlen	Summen	Differenzen	Mittelwerte	Gliederungszahlen	Beziehungszahlen	Messzahlen

In Anlehnung an Siegart (1992), S. 23.

Absolute Zahlen bilden unmittelbar einen Zustand, Vorgang oder Erscheinung ab und stehen nicht in einer Abhängigkeit zu anderen Zahlen.¹⁶³ Sie werden deshalb auch als Grundzahlen bezeichnet. Die Kontroverse über die Eignung der absoluten Zahlen als Kennzahlen liegt in ihrer unzureichenden Aussagekraft ohne Vergleich zu anderen Zahlen begründet.¹⁶⁴ Sie können verschiedene Ausprägungen, wie zum Beispiel Einzelzahlen, Summen, Differenzen oder Mittelwerte annehmen.

Bei den relativen Zahlen handelt es sich um zwei zueinander in Beziehung gesetzte Größen und ihr Verhältnis wird durch einen Faktor oder eine Prozentzahl ausgedrückt.¹⁶⁵ Die relativen Kennzahlen lassen sich wiederum in die Arten Gliederungskennzahlen, Beziehungskennzahlen sowie Messzahlen unterteilen.¹⁶⁶ Gliederungszahlen zeigen den Anteil einer Teilmenge von einer Gesamtmenge, wie zum Beispiel den Anteil des Eigenkapitals vom Gesamtkapital in der Bilanzierung.¹⁶⁷ Die Beziehungszahlen stellen dagegen das Verhältnis von ungleichartigen Kennzahlen dar. Dies kann beispielsweise der Umsatz des Unternehmens im Verhältnis zur Anzahl der Beschäftigten

¹⁶² Vgl. Siegart (1992), S. 17.

¹⁶³ Vgl. Siegart (1992), S. 17.

¹⁶⁴ Vgl. Gladen (2011), S. 16.

¹⁶⁵ Vgl. Siegart (1992), S. 18.

¹⁶⁶ Vgl. Gladen (2011), S. 16 ff; Siegart (1992), S. 18 ff.

¹⁶⁷ Vgl. Gladen (2011), S. 16; Siegart (1992), S. 18.

sein.¹⁶⁸ Die Messzahlen setzen Kennzahlen in Relation zu einer gewählten Basiszahl und zeigen somit die relative Veränderung der Kennzahlen.

Siegwart hat drei Aufgabenbereiche definiert, in denen Kennzahlen zur Anwendung kommen:¹⁶⁹

1. Kennzahlen zur Darstellung der Ist-Situation im Unternehmen, insbesondere in Bezug auf die Wirtschaftlichkeit.
2. Kennzahlen als Zielvorgaben für sämtliche strategischen und operativen Handlungen im Unternehmen.
3. Kennzahlen als Mittel der Kontrolle der Zielerreichung in den Prozessen.

Aus diesen Aufgabenbereichen wird deutlich das Kennzahlen vor allem ein enorm wichtiges Instrument für die Kommunikation zwischen Unternehmensleitung und operativer Ebene darstellen. Bezüglich der hier behandelten Thematik sind Kennzahlen als Zielvorgaben in Form der Sollwerte im Regelkreis sowie Kennzahlen als Kontrollinstrument, also der Rückkopplung relevant. In diesem Zusammenhang ist eine geeignete Verdichtung der Informationen notwendig, um eine Informationsüberlastung der Beteiligten zu verhindern. Das bedeutet, dass für die Lenkung des Unternehmens und im Speziellen des Qualitätsmanagements auf geeignete Art und Weise verdichtete Kennzahlen zum Einsatz kommen sollen, welche die Vorgabe von Sollwerten und die Rückkopplung durch ein Berichtswesen erlauben.

Die in Kapitel 3.5 beschriebenen Regelkreise in der Aufbau- und Ablauforganisation einer Unternehmung benötigen geeignete Kennzahlen um:

1. Sollwerte für die Regelstrecke vorzugeben und
2. eine für alle beteiligten Organisationseinheiten einheitliche und verständliche Rückkopplung zu ermöglichen.

In produzierenden Unternehmen spielt die Ausnutzung der vorhandenen Anlagenkapazitäten eine wichtige Rolle. Die Totale Produktive Instandhaltung¹⁷⁰ ist ein Managementansatz, um die sogenannte ‚Versteckte Fabrik‘ in der Fabrik zu erschließen.¹⁷¹ Das heißt, wie die Fabrik laufen würde, wenn alles reibungslos funktionieren würde. Zu diesem Zweck muss die aktuelle Anlagenproduktivität in der Fabrik bestimmt werden, um anschließend das Verbesserungspotenzial identifizieren zu können.

¹⁶⁸ Vgl. Siegwart (1992), S. 20.

¹⁶⁹ Vgl. Siegwart (1992), S. 28 f.

¹⁷⁰ Engl.: Total Productive Maintenance (kurz: TPM);
Vgl. exemplarisch: Hartmann (2001); Reichel et al. (2009).

¹⁷¹ Vgl. Hartmann (2001), S. 67.

Als Kennzahlen zum quantitativen Ausdrücken der Anlagenproduktivität bieten sich die totale effektive Anlagenproduktivität (TEEP)¹⁷², die Brutto-Anlageneffektivität (OEE)¹⁷³ sowie die Netto-Anlageneffektivität (NEE)¹⁷⁴ an.

OEE zeigt die Leistung der Anlagen in ihrer geplanten Betriebszeit an.¹⁷⁵ In diese Kennzahl fließen die Faktoren Anlagenverfügbarkeit, Leistungseffizienz und Qualitätsrate ein. Die Anlagenverfügbarkeit betrifft hier das Verhältnis von tatsächlicher Maschinenlaufzeit zur geplanten Maschinenlaufzeit. Dabei werden bei der geplanten Maschinenlaufzeit geplante Ausfallzeiten, wie zum Beispiel Betriebsruhe, Pausenzeiten und Ähnliches berücksichtigt:

$$\text{Anlagenverfügbarkeit} = \frac{\text{Maschinenlaufzeit (tatsächlich)}}{\text{Maschinenlaufzeit (geplant)}}.$$

Die Leistungseffizienz gibt das Verhältnis von tatsächlicher Ausbringung zur möglichen Ausbringung wieder:

$$\text{Leistungseffizienz} = \frac{\text{Taktzeit (geplant)} \times \text{Ausbringung (tatsächlich)}}{\text{Maschinenlaufzeit (geplant)}}.$$

Die Qualitätsrate entspricht dem Verhältnis der einwandfreien Teile im ersten Durchlauf zur Gesamtausbringung:

$$\text{Qualitätsrate} = \frac{\text{Ausbringung (tatsächlich)} - \text{Ausschuss} - \text{Nacharbeit}}{\text{Ausbringung (tatsächlich)}}.$$

Zusammengefasst berechnet sich die OEE:

$$\text{OEE} = \frac{\text{Laufzeit (tatsächlich)}}{\text{Laufzeit (geplant)}} \times \frac{\text{Ausbringung (tatsächlich)}}{\text{Ausbringung (möglich)}} \times \frac{\text{Ausbringung (einwandfrei)}}{\text{Ausbringung (tatsächlich)}}.$$

¹⁷² TEEP (Engl.: Total Effective Equipment Productivity).

¹⁷³ OEE (Engl.: Overall Equipment Effectiveness).

¹⁷⁴ NEE (Engl.: Net Equipment Effectiveness).

¹⁷⁵ Vgl. Hartmann (2001), S. 67 ff.

Verfügbare Zeit			
Anlagenverfügbarkeit	Geplante Maschinenlaufzeit		Keine Produktion vorgesehen
	Tatsächliche Maschinenlaufzeit	Verfügbarkeitsverluste: - Störungen - Warten/ Umrüsten - Linienbeschränkungen	
Leistungseffizienz	Mögliche Ausbringung		Effektivitätsverlust
	Tatsächliche Ausbringung	Leistungsverluste: - Kurzstillstände - reduzierte Geschwindigkeit	
Qualitätsrate	Tatsächliche Ausbringung		
	Einwandfreie Produkte	Qualitätsverluste: - Ausschuss - Nacharbeit	

In Anlehnung an May/ Koch (2008), S. 247.

Abb. 4.7: OEE-Faktoren mit den zugehörigen Anlagenverlusten

Abb. 4.7 zeigt die Faktoren der OEE-Berechnung inklusive der Anlagenverluste, welche die Abweichungen von einer möglichen Brutto-Anlageneffektivität von einhundert Prozent verursachen. Diese sechs Kategorien für Anlagenverluste von May und Koch decken sich weitgehend mit den vorgeschlagenen Kategorien von Hartmann. Er fasst Ausschuss und Nacharbeit lediglich unter dem Punkt Prozessfehler zusammen:¹⁷⁶

1. Einrichten und Justierarbeiten,
2. Stillstand(Maschinenversagen),
3. Leerlauf und kleinere Wartezeiten,
4. Verringerte Arbeitsgeschwindigkeit
5. Sowie Prozessfehler.

TEEP ergänzt die OEE um die geplanten Stillstandzeiten und ist somit ein Maß für die wirkliche Produktivität einer Anlage.¹⁷⁷

¹⁷⁶ Vgl. Hartmann (2001), S. 71.

¹⁷⁷ Vgl. Hartmann (2001), S. 68 ff.

$$TEEP = \frac{\text{Maschinenlaufzeit (tatsächlich)}}{\text{Gesamtverfügbarkeit}} \times OEE .$$

Zusätzlich existiert die Kennzahl NEE, welche die tatsächliche Qualität und Effektivität der Anlage in der Betriebszeit wiedergibt und die Stillstandzeiten für Rüst- und Einstellvorgänge nicht berücksichtigt:¹⁷⁸

$$NEE = \frac{\text{Laufzeit (tatsächlich)}}{\text{Laufzeit(geplant) - Rüstvorgänge}} \times \text{Leistungseffizienz} \times \text{Qualitätsrate} .$$

Diese drei Kennzahlen erfüllen bei einer entsprechenden Prozessgestaltung eine wesentliche Forderung aus Kapitel 3.5.3 nach einer automatisierten Datenerfassung und Datenhaltung.

4.5 Benchmarking

Die Volkswagen AG setzt konzernweit zur Steuerung und Regelung der Unternehmensabläufe die Methode des Benchmarking ein. Das Benchmarking wurde Ende der 1970er Jahre durch Mitarbeiter des Unternehmens Xerox entwickelt, um den sich verstärkenden technologischen und kostenbezogenen Druck der Konkurrenten, vor allem aus Japan untersuchen und in Verbesserungen im eigenen Unternehmen umsetzen zu können. Einer der Gestalter der Methode war Robert C. Camp, der das Benchmarking als „[...] Suche nach den besten Industriepraktiken, die zu Spitzenleistungen führen“¹⁷⁹ definiert. Diese Definition deckt alle möglichen Geschäftsvorfälle, Produkte, Dienstleistungen sowie Prozesse ab und konzentriert sich auf das Ziel, Spitzenleistungen zu erreichen.¹⁸⁰

Die gesuchten Spitzenleistungen können sich im eigenen Unternehmen, bei Konkurrenten derselben Branche oder außerhalb der eigenen Branche finden. Eine Typisierung erfolgt meist in den vier Benchmarking-Arten:

- internes,
- konkurrenzbezogenes,
- funktionales und
- übertragendes Benchmarking.¹⁸¹

Das interne Benchmarking vergleicht die Leistung im eigenen Unternehmen. Eine Voraussetzung dafür ist das Vorhandensein geeigneter Vergleichspartner innerhalb des

¹⁷⁸ Vgl. Hartmann (2001), S. 82.

¹⁷⁹ Camp (1994), S. 16.

¹⁸⁰ Vgl. Camp (1994), S. 16 f.

¹⁸¹ Vgl. Rau (1996), S. 41; Zairi/ Leonard (1994), S. 47 ff.

Unternehmens. Dies ist vor allem in divisional organisierten sowie global operierenden Unternehmen gegeben. Auch Organisationen, die in Profit-Center zerlegt sind beziehungsweise Franchise-Modelle, eignen sich für das interne Benchmarking. Auf den ersten Blick erscheint eine vermeintlich einfache Informationsbeschaffung als ein enormer Vorteil. Jedoch treten gerade im internen Vergleich zum Teil erhebliche Widerstände gegen die notwendige Datenerfassung auf, da mit der so entstehenden Transparenz bei einzelnen Mitarbeitern ein gewisse Macht und Hoheit über Informationen verloren geht.¹⁸² Deshalb ist besonders im internen Bereich eine starke Unterstützung des für das Benchmarking zuständigen Bereichs durch die Unternehmensleitung erforderlich, um die Bereitstellung der Informationen zu gewährleisten. Außerdem ist eine möglichst autonome und automatisierte Erfassung und Verarbeitung der Daten empfehlenswert.

Gerade in Branchen für Massenprodukte beziehungsweise mit einem großen Konkurrenzdruck ist das konkurrenzbezogene Benchmarking ein Werkzeug, um das eigene Unternehmen mit den direkten Wettbewerbern zu vergleichen und von den Marktbesten zu lernen. Dazu zählen Informationen über Produkte, Arbeitsabläufe, Herstellungsprozesse sowie wirtschaftliche Daten, an denen die eigenen Werte gemessen werden.¹⁸³ Die größte Schwierigkeit liegt in der Informationsbeschaffung, da direkte Konkurrenten aus nachvollziehbaren Gründen sensible Informationen nicht gerne teilen. Neben einem gewissen Vertrauen in den Willen der Partner die entsprechenden Informationen ehrlich auszutauschen, können hier standardisierte Erfassungs- und Verarbeitungsmethoden durch neutrale Instanzen helfen. Ein Beispiel für so eine Instanz ist der Harbour-Report, in dem die weltweit führenden Automobilhersteller und -zulieferer die System- und Prozessentwicklung in den produktionsbezogenen Unternehmensbereichen gegenseitig zur Verfügung stellen.¹⁸⁴

Funktionales Benchmarking vergleicht bestimmte Funktionen und Bereiche, wie zum Beispiel den Vertrieb, die Logistik oder den Service Unternehmen außerhalb der eigenen Branche. Dieses Vorgehen erleichtert in der Regel die Informationsbeschaffung beziehungsweise das Finden von Benchmarking-Partnern, da sie keine unmittelbare Konkurrenz befürchten müssen.¹⁸⁵

Als eine Art Weiterentwicklung des funktionalen Benchmarkings gilt das übertagende oder generische Benchmarking. Hier werden die geschäftskritischen Kernprozesse des Unternehmens identifiziert und anschließend mit jeglicher Organisation unabhängig von

¹⁸² Vgl. Kapitel 3.5.

¹⁸³ Vgl. Rau (1996), S. 46.

¹⁸⁴ Vgl. <https://www.theharbourreport.com> (15.11.2011).

¹⁸⁵ Vgl. Zairi/ Leonard (1994), S. 48.

Größe, Branche oder Markt verglichen, solange ähnliche Prozesse existieren.¹⁸⁶ Das entscheidende Benchmarking-Objekt ist der Prozess an sich und nicht die Input- oder Output-Faktoren des Prozesses.

Das Benchmarking kann auf zwei grundlegende Zielsetzungen reduziert werden:

- die Quantifizierung von Leistungslücken sowie die Festlegung von anspruchsvollen Leistungszielen;
- die Ableitung von Maßnahmen zur Schließung der Lücken und zur Erreichung der Ziele.¹⁸⁷

In Bezug auf produzierende Unternehmen werden insbesondere Produktionsprozesse analysiert, in denen ein Vergleichspartner zum Analysezeitpunkt Bestleistungen bezüglich eines oder mehrerer Leistungsparameter erzielen konnte. Die so gewonnenen Erkenntnisse sollen anschließend helfen, die eigenen Prozesse zu verbessern und vorhandene Leistungslücken schließen.

¹⁸⁶ Vgl. Zairi/ Leonard (1994), S. 50.

¹⁸⁷ Vgl. Simon (2006), S. 25.

5 Qualitätskontrollen im Presswerk/ Karosseriebau

Die systemische Umsetzung des entwickelten Konzepts soll im Rahmen dieser Arbeit für die Gewerke Presswerk und Karosseriebau erfolgen, da diese vor allem im Vergleich zur Montage eine erheblich geringere Komplexität aufweisen. Dies ermöglicht eine exemplarische Abbildung der Produkt- sowie Prozessqualität in einem Systementwurf, um aufbauend auf den Ansätzen der Regelungstechnik und der statistischen Prozessregelung eine qualitätsbasierte Regelung der Fertigungsprozesse zu ermöglichen.

Die Qualitätskontrollen lassen sich nach verschiedenen Eigenschaften klassifizieren. Sie können ‚inline‘, also direkt an der Fertigungslinie im Rahmen der laufenden Fertigung erfolgen oder ‚outline‘ in gesonderten Prüfbereichen mit anderen technischen Möglichkeiten und ohne engen zeitlichen Beschränkungen. Des Weiteren können zerstörende oder zerstörungsfreie Prüfverfahren zum Einsatz kommen. Es kann zudem Stichprobenartig geprüft werden oder eine Einhundert-Prozent-Prüfung erfolgen.

Diese Klassen sind nicht unabhängig voneinander und unterliegen verschiedenen Wechselwirkungen. So kann innerhalb der Fertigungslinie nur zerstörungsfrei geprüft werden. Außerhalb der Linie ist zwar zerstörende und zerstörungsfreie Prüfung möglich, die zerstörende Prüfung kann jedoch nur stichprobenartig erfolgen. Die Abhängigkeiten sind in **Tab. 5.1** und **Tab. 5.2** schematisiert.

Tab. 5.1: Mögliche Kombinationen der Prüfarten – inline

	Zerstörend	Zerstörungsfrei
Stichproben	✘	✔
100%-Prüfung	✘	✔

Tab. 5.2: Mögliche Kombinationen der Prüfarten – outline

	Zerstörend	Zerstörungsfrei
Stichproben	✔	✔
100%-Prüfung	✘	✘

In einem ersten Schritt erfolgt in diesem Kapitel eine Beschreibung der Fertigungsprozesse auf einer abstrakten Ebene. Das bedeutet, dass die Prozesse bereits unter den As-

pekten eines Datenbankschemas betrachtet und in Richtung Entitäten sowie Beziehungen reduziert werden. Die verschiedenen Ausprägungen werden nur beispielhaft erwähnt und später im Datenbankentwurf als Attribute der Entitäten und Beziehungen behandelt. Neben der Prozessbeschreibung erfolgen eine Nennung der theoretischen Prüfpunkte im Prozess, der zu prüfenden Merkmale sowie der Prüfmethode.

5.1 Presswerk

5.1.1 Anlieferung und Schnittanlage

Die Stahlbleche als Ausgangsstoff des Presswerks werden entweder als Coils¹⁸⁸ oder als Platinen¹⁸⁹ angeliefert. Wie in **Abb. 5.1** dargestellt, werden Coils eingelagert und später der Schnittanlage zugeführt oder direkt der Schnittanlage zugeführt. Extern angelieferte Platinen werden ebenfalls entweder eingelagert oder direkt dem Pufferstapel für Platinen vor der Pressenstraße zugeführt, wo auch die intern zugeschnittenen Platinen aus der Schnittanlage zugeführt werden.

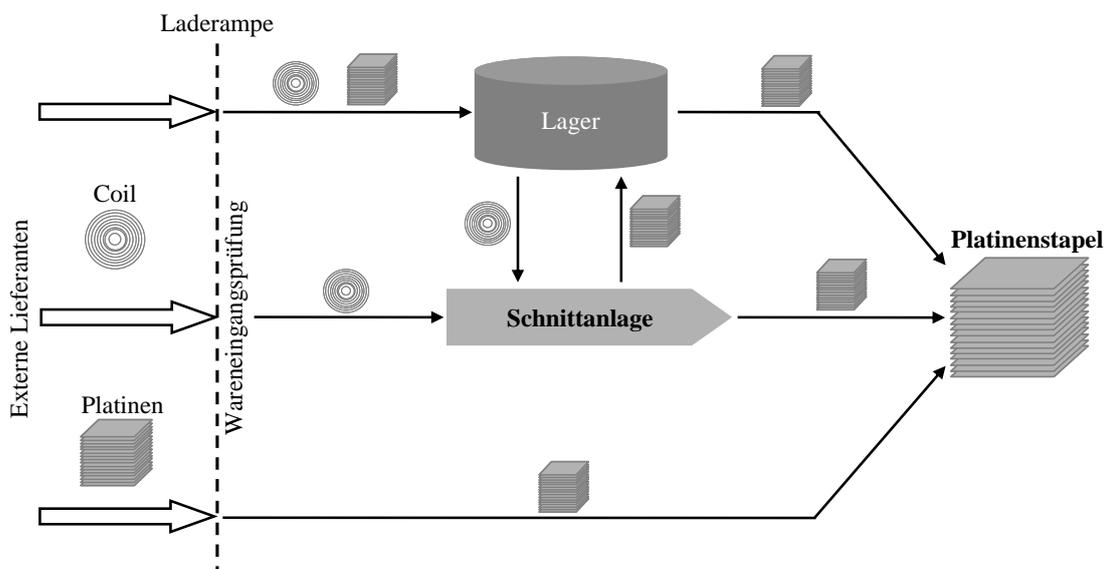


Abb. 5.1: Anlieferungs- und Zuschnittprozess

Die möglichen Prüfpunkte sind in **Abb. 5.2** eingezeichnet. Ein genereller Prüfpunkt ist die Wareneingangsprüfung für alle angelieferten Coils und Platinen. Weitere Prüfpunkte liegen vor dem Pufferstapel, zwischen Lager und Puffer beziehungsweise zwischen Schnittanlage und Puffer.

¹⁸⁸ Coil: Aufgewickeltes Metallband zum Beispiel aus Stahlblech. Coils müssen vor dem Pressen abgewickelt und zugeschnitten werden.

¹⁸⁹ Platine: Bereits zugeschnittenes Metall-Rohmaterial, welches direkt der Presse zugeführt werden kann.

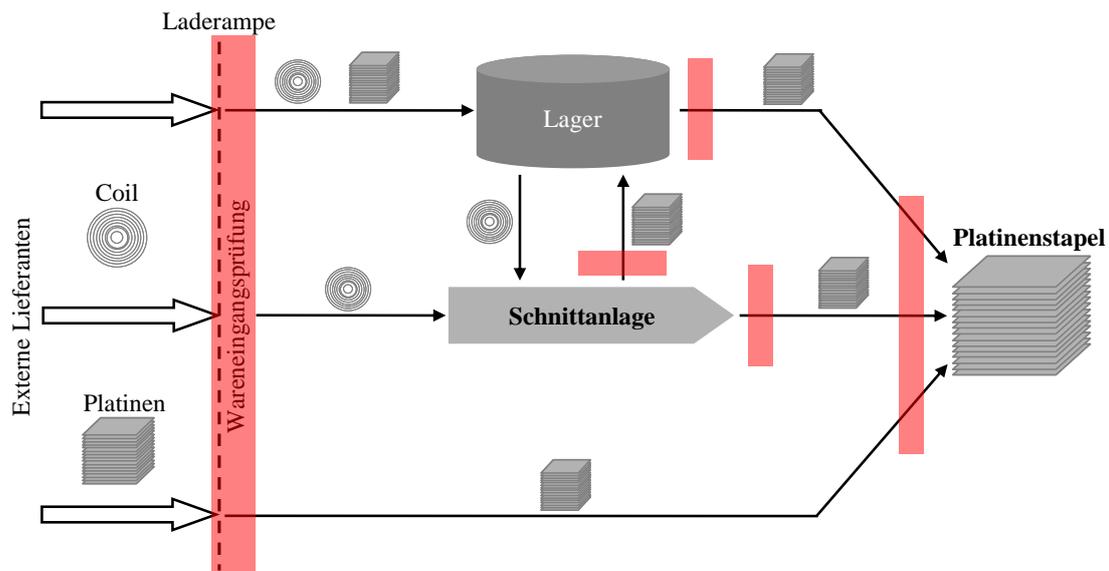


Abb. 5.2: Potentielle Prüfpunkte im Anlieferungs- und Zuschnittprozess

Zu prüfendes Qualitätsmerkmal der Coils ist die Materialbeschaffenheit, wie zum Beispiel:

- Güteklasse des Materials,
- Dickenschwankungen,
- Elastizitätsverhalten,
- Einschlüssen und Hohlräume,
- und Ähnliches.

Bei den gelieferten beziehungsweise intern geschnittenen Platinen wird zusätzlich zur Materialbeschaffenheit auch die Schnitt- und Kantengüte überprüft.

5.1.2 Pressenstraße

Ausgehend vom Pufferstapel der Platinen vor der Pressenstraße zeigt **Abb. 5.3** den Prozess der Pressenstraße. Das Pressen eines Karosserieteils aus einer Platine ist in der Regel ein mehrstufiger Prozess, der allerdings in einer geschlossenen Anlage erfolgt. Deshalb ist zwischen den einzelnen Pressschritten kein Zwischen- oder Pufferlager nötig und eine Qualitätskontrolle beziehungsweise jegliches Eingreifen in den Prozess ist nicht möglich. Daraus ergeben sich als mögliche Prüfpunkte nur der Pufferstapel vor der Pressenstraße und das Endlager nach der Pressenstraße, wenn das Karosserieteil fertig gepresst ist.



Abb. 5.3: Fertigungsprozess Presswerk

Die Karosserieteile werden auf Geometrie, Oberfläche und Kantengüte geprüft. Die Geometrie steht für alle Maße des Teils. Die Oberfläche wird auf Beulen und Dellen untersucht und in der Pressenstraße vollzogene Stanzungen werden auf die Beschaffenheit der Kanten geprüft.

5.2 Karosseriebau

Der Fertigungsprozess der Karosserie ist in der Regel grob in Unterbau I, Unterbau II, Aufbau I, Aufbau II und Montage von Anbauteilen aufgegliedert. Dabei werden parallel zur Fertigung interne und externe Einzelteile angeliefert sowie die fertigen Baugruppen in Pufferlager zwischengelagert. Die Begebenheit, dass auf logischer Ebene im Karosseriebau lediglich zwei verschiedene Teilearten in Form von Baugruppen und Einzelteilen existieren, macht eine Visualisierung des Fertigungsprozesses in einem Fischgrätendiagramm (**Abb. 5.4**) möglich. Die externen und internen Einzelteile werden dem Fertigungsprozess mit möglichst geringen Pufferbeständen zugeführt und am Ende des Prozesses steht die fertige Karosse.

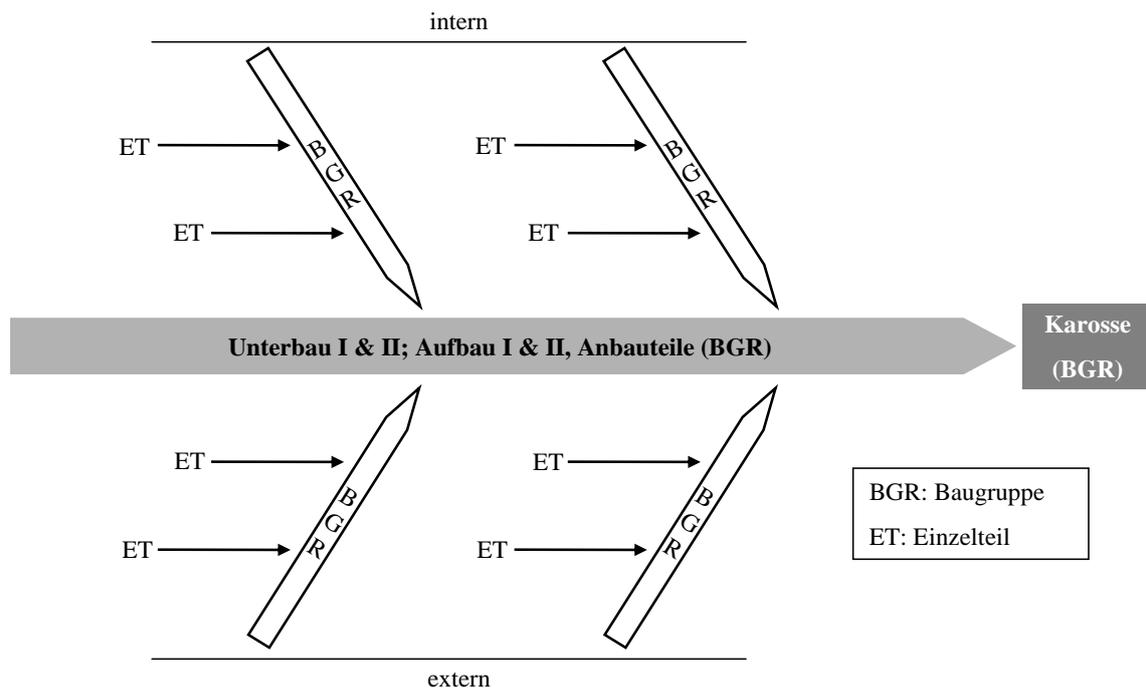


Abb. 5.4: Fertigungsprozess Karosseriebau

Als Prüfpunkt kommt zunächst jeder Fertigungsschritt jeder Baugruppe in Frage, da es sich im Karosseriebau um eine Fließfertigung mit theoretisch gut zugänglichen Anlagensystemen handelt. Im Sinne einer Null-Fehler-Produktion mit vollständiger Prozessüberwachung müsste jede Baugruppe nach ihrer Fertigung überprüft werden. Neben der Inline-Überprüfung erfolgt für zeitintensivere Prüfverfahren eine Überprüfung auf Meistercuben und Meisterböcken außerhalb der Fertigungslinie. Ein sehr wichtiger Prüfpunkt im Karosseriebau ist die Prüfung der fertigen Karosserie mit einer Koordinatenmessmaschine, da erst bei Vorhandensein aller Fügeverbindungen die Baugruppen und Einzelteile ihre endgültige Geometrie aufweisen.

Die Qualitätsprüfung für die Einzelteile erfolgte intern am Ende der Pressenstraße und für extern beschaffte Einzelteile bei der Anlieferung. Die Baugruppen im Karosseriebau werden auf die Merkmale Oberfläche, Geometrie und Qualität der Fügeverbindungen überprüft. Fügeverbindungen sind zum Beispiel:

- Schweißverbindungen,
- Nietverbindungen,
- Lötverbindungen,
- Falzen und Clinchen
- und so weiter.

Die Fügeverbindungen werden mit zerstörenden Methoden, wie zum Beispiel Meißelproben und nicht zerstörenden Methoden wie Ultraschalluntersuchungen geprüft.

6 Systementwicklung

6.1 ProBench

Das Datenbanksystem ProBench stellt im Volkswagen Konzern das systemische Grundgerüst für alle Benchmarking-Prozesse dar und umfasst sowohl das interne als auch das externe Benchmarking. **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.** zeigt das grundlegende Konzept des Systems sowie die inneren und äußeren Faktoren, die auf den Konzern als weltweit agierendes Unternehmen einwirken und sein strategisches Verhalten beeinflussen. Der interne und externe Vergleich der Leistungsfähigkeit entspricht einer Radarfunktion für mögliche Verbesserungen der Unternehmensprozesse.

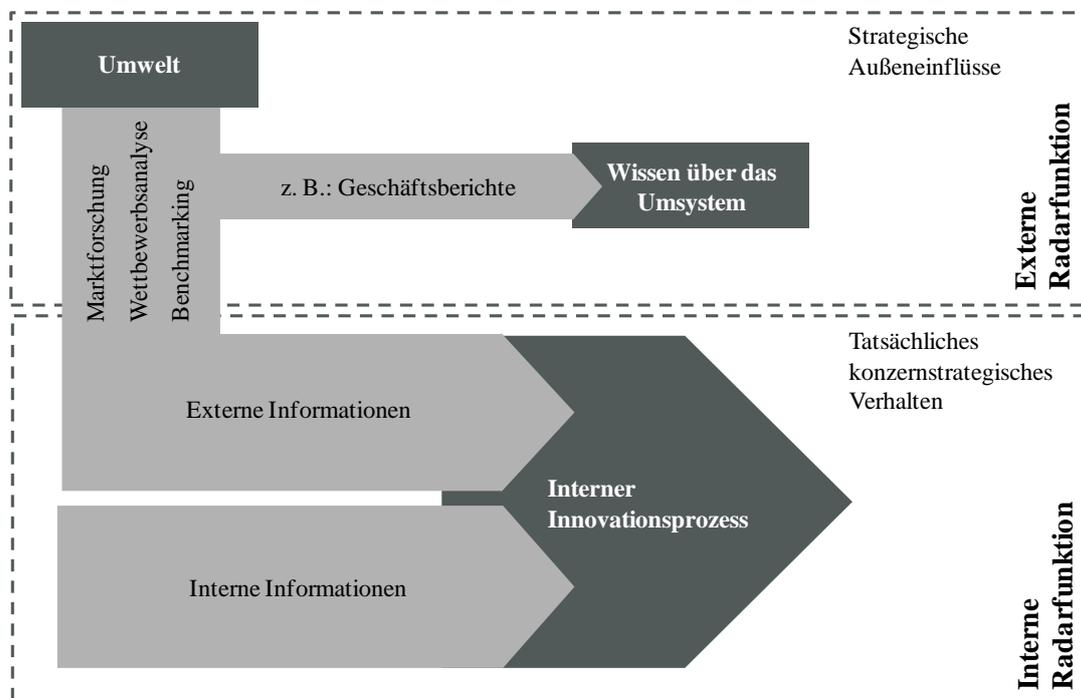


Abb. 6.1: Grundkonzept ProBench

In Anlehnung an Oberholthaus (2011).

Im Kontext des internen Benchmarkings werden hauptsächlich die Fertigungsbereiche Presswerk, Karosseriebau, Lackiererei und Montage in ihrer vollständigen Beschaffenheit abgebildet. Dies umfasst die Betrachtung für alle Werke des Fahrzeugbaus sowie der Komponentenfertigung in Bezug auf ihre Funktionen Fertigung, Instandhaltung, Logistik und Qualitätssicherung. Auf der Basis erhobener Stammdaten und deren beschreibenden Merkmalen findet der Leistungsvergleich des operativen Produktionsge-

schäfts statt. Dabei wird die Nutzung des gesamten Anlagevermögens¹⁹⁰ im Verhältnis zu den sonstigen Aufwendungen des Produktionsgeschäfts im Serienbetrieb betrachtet. Des Weiteren werden sämtliche kostenverursachende Merkmale der jeweiligen Fertigungsbereiche berücksichtigt.

Das externe Benchmarking bezieht sich auf das direkte Wettbewerbsumfeld im Automobilsektor und bildet somit alle weltweiten Automobilhersteller ab. Während intern durch Prozessstandardisierung eine gute Vergleichbarkeit der Kennzahlen erreicht werden kann, besteht in der Datenbeschaffung sowie deren Vergleichbarkeit die größte Herausforderung des externen Benchmarkings.

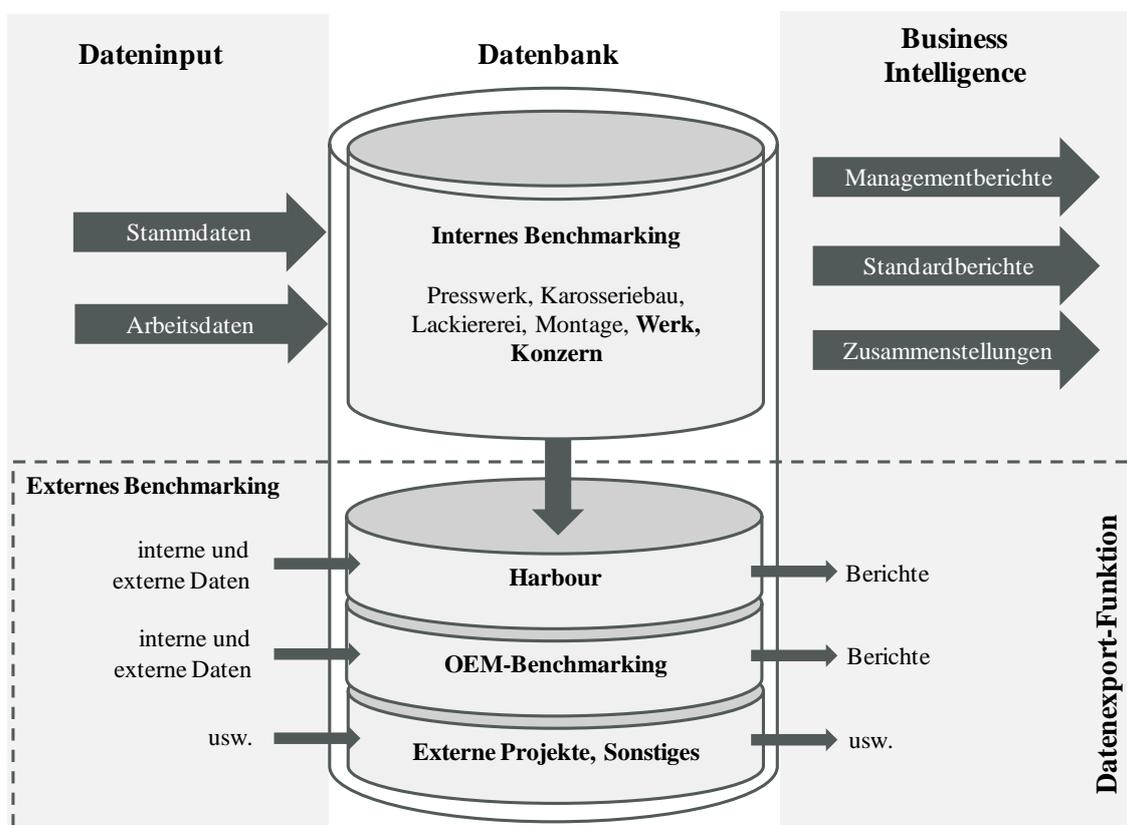


Abb. 6.2: Systemaufbau ProBench

In Anlehnung an Oberholthaus (2011).

Der Systemaufbau des Datenbanksystems ist in **Abb. 6.2** visualisiert. Sie zeigt die Beschaffung der internen und externen Daten, die Datenhaltung, die Verwendung der Daten für verschiedene Auswertungsfunktionalitäten sowie ihre Aufbereitung für das Berichtswesen und als Steuerungs- und Regelungselemente. Aus der Abbildung wird deutlich, dass es sich bei ProBench um ein Datawarehouse handelt, da es heterogene Daten

¹⁹⁰ Durchgeführte Investitionen in Gebäude und Betriebsmitteln, wie z.B. Maschinen, Anlagen, Förder-technik, Steuerungen etc.

aus verschiedenen internen und externen Quellsystemen zu einem konsistenten Datenbestand integriert und diese historisiert speichert.

Ein entscheidendes Ziel des Systems ist die automatisierte Datenbeschaffung nach dem e2e-Prinzip (Engineering to Engineering). Dieses besagt, dass die Quelldaten bestehend aus Stamm- und Arbeitsdaten direkt und automatisiert aus den Quellsystemen geladen werden. Während interne Arbeitsdaten bei Bereitstellung entsprechender Schnittstellen nahezu ausschließlich automatisiert geladen werden können und sollen, ist bei den internen Stammdaten sowie den externen Daten ein gewisser Anteil an manuellen Eingaben in das System notwendig. Dies liegt vor allem an der großen Heterogenität der externen Datenquellen sowie der externen Daten an sich. Die Quelldaten werden im Rahmen eines ETL-Prozesses¹⁹¹ automatisiert aus den Quellsystemen extrahiert, in das Schema der ProBench-Datenbank transformiert und schließlich in die Datenbank geladen.

Auf den so entstehenden integrierten, historisierten Datenbestand greifen Auswertungs- und Aufbereitungsfunktionalitäten zu, die beispielsweise Benchmarkinganfragen ermöglichen oder Managementberichte erzeugen. Die Berichte werden standardisiert in fest definierten Zeitintervallen oder individuell auf Anfrage erzeugt und über ein ‚Management Cockpit Benchmarking‘ bereitgestellt, beziehungsweise über Schnittstellen exportiert.

6.2 Entwurf

Für die Erweiterung des bestehenden Systems ProBench um die Komponente ‚Qualität‘ kristallisierten sich in den bisherigen Kapiteln zwei grundlegende Anforderungen heraus:

1. Die Bereitstellung der Kennzahlen zur Anlageneffektivität erfordert im Bereich Qualität eine genaue Erfassung der hergestellten Zwischen- und Endprodukte, welche nicht im ersten Prozessdurchlauf alle Anforderungen für ein einwandfreies Ergebnis erfüllen. Diese Teile sollten zusätzlich unterteilt werden in solche, die durch eine Nacharbeit in einen einwandfreien Zustand gebracht werden können sowie den Ausschuss.¹⁹²

¹⁹¹ ETL (Extraktion, Transformation, Laden)

¹⁹² Vgl. Kapitel 4.4.

2. Für die operative Regelung der Prozess- und Produktqualität in der Fertigung mittels statistischer Prozessregelung sind zudem detailliertere Informationen zu Art, Lage, Zeitpunkt sowie Prüfpunkt der Fehlerfeststellung notwendig.¹⁹³

Sowohl für das Gesamtsystem ProBench als auch für die Komponente ‚Qualität‘ wurde schon sehr früh die Forderung nach einer sehr universellen Einsetzbarkeit formuliert. Dies liegt an der Strategie der Volkswagen Aktiengesellschaft, seinen Tochtergesellschaften eine starke Eigenständigkeit zu gewähren, was zu teilweise sehr heterogenen Prozessgestaltungen in verschiedenen Standorten und Werken führt. Die Herausforderung besteht darin zum einen das System hinreichend abstrakt und flexibel zu gestalten um den Einsatz in allen Standorten und Werken des Konzerns zu ermöglichen. Gleichzeitig jedoch eine Vergleichbarkeit der Daten im Sinne des Benchmarking innerhalb einer Fertigungslinie, zwischen den Fertigungslinien eines Werkes oder Standortes und zwischen verschiedenen Standorten weltweit zu gewährleisten.

In Anlehnung an die Prozessbeschreibung in Kapitel 5 soll im Folgenden ein Entwurf der Qualitätsdatenbank exemplarisch für das Presswerk und den Karosseriebau in Form eines Entity-Relationship-Schemas erfolgen. Dieses Schema wird ein Ausschnitt des Schemas vom Gesamtsystem ProBench darstellen, da die Qualitätsdatenbank in das bestehende System integriert werden muss. Es existieren im Presswerk und im Karosseriebau nur vier verschiedene Arten von Ausgangs- sowie Zwischenprodukten und die Schemata unterscheiden sich ebenfalls nicht. Das bedeutet, dass beide Bereiche in einem ER-Schema abgebildet werden könnten. Um eine bessere Übersichtlichkeit und eine verständliche Erklärung zu ermöglichen, wird die Qualitätsdatenbank für das Presswerk und den Karosseriebau hier jedoch in zwei einzelnen Schemata visualisiert.

Abb. 6.3 zeigt das ER-Schema für die in Bezug auf Qualitätskontrollen wichtigen Entitäten im Presswerk. Die Coils beziehungsweise Platinen werden jeweils in einem Bearbeitungszustand maximal an einem Prüfpunkt auf festgelegte Qualitätsmerkmale überprüft. Während die oben beschriebenen notwendigen Informationen wie Art, Lage und Zeitpunkt des Fehlers am geprüften Objekt in den Attributen der Entitäten aufgehen, sind auf Grund der geforderten Flexibilität die Lage der Prüfpunkte sowie die zu prüfenden Qualitätsmerkmale in separaten Entitäten gespeichert.

¹⁹³ Vgl. Kapitel 4.3.2.

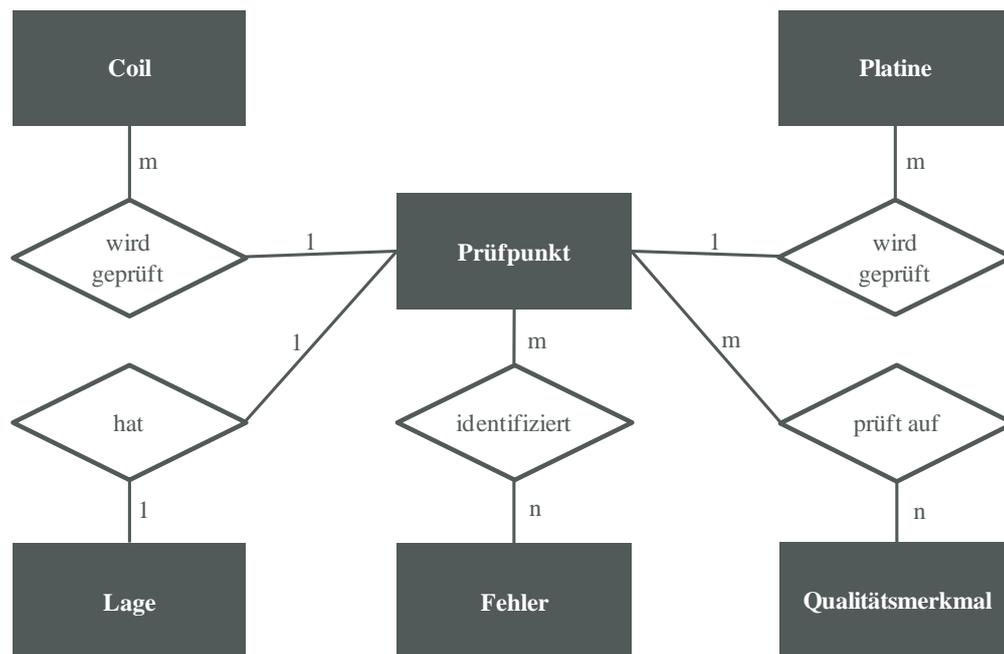


Abb. 6.3: ER-Schema Qualitätsdatenbank Presswerk

Abb. 6.4 stellt entsprechend das ER-Schema der Qualitätsdatenbank bezüglich des Karosseriebaus dar. Die Einzelteile sind gleichzeitig das Endprodukt der Pressenstraße und das Ausgangsprodukt des Karosseriebaus. Jede Baugruppe besteht aus einer beliebigen Anzahl an Einzelteilen beziehungsweise einer beliebigen Anzahl anderer Baugruppen.

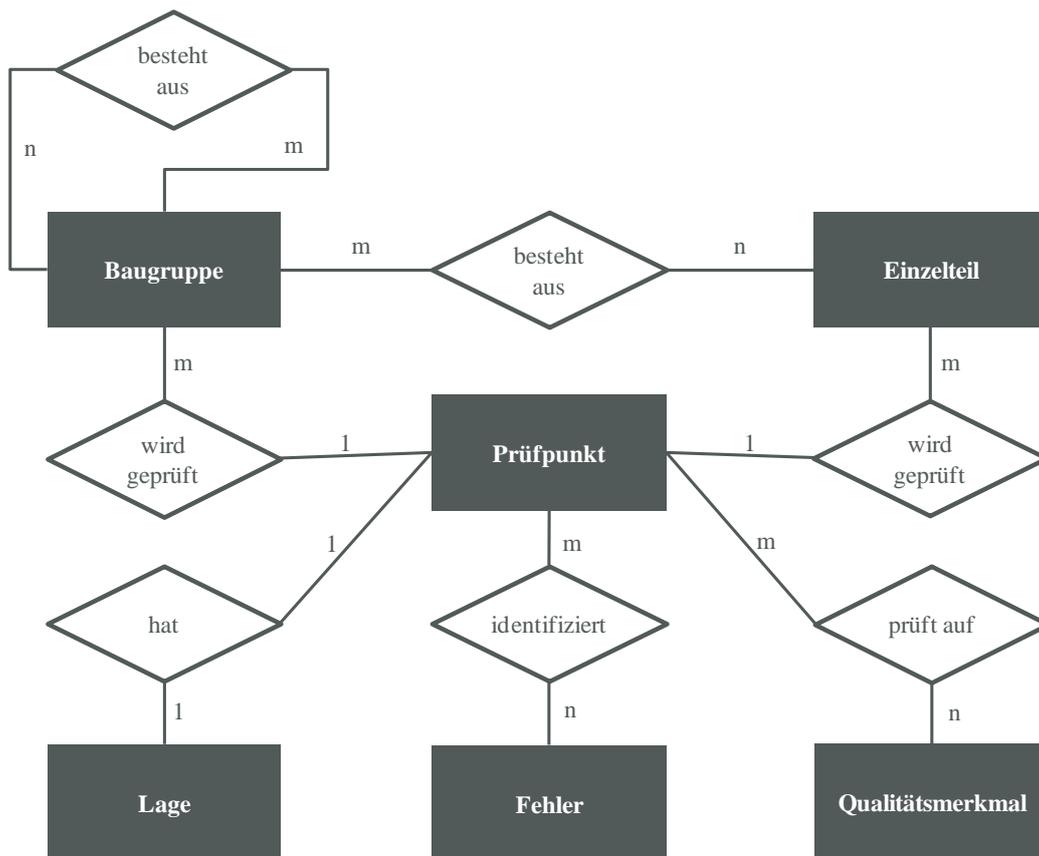


Abb. 6.4: ER-Schema Qualitätsdatenbank Karosseriebau

7 Zusammenfassung und Ausblick

Die Methodik des Regelkreises als ein zentrales Element der Regelungstechnik wurde für die Regelung von technischen Anlagen entwickelt, um auch bei schlecht oder nicht prognostizierbaren Störeinflüssen auf die Anlage, die gewünschten Sollwerte erreichen zu können. Dieses Prinzip lässt sich auf den ersten Blick auch auf Prozesse und Abläufe in der Organisation einer Unternehmung anwenden, da es auf einer abstrakten Ebene unerheblich ist, ob es sich um die Regelung einer technischen Anlage oder eines anderen Prozesses handelt. Daher war es das erste Ziel der Arbeit zu untersuchen in wie weit sich der Regelkreis als Methode für die Unternehmenssteuerung und im speziellen zur Beschreibung der Aufbau- und Ablauforganisation eignet.

Aus der Notwendigkeit heraus, in dem bestehenden Benchmarking-System ProBench eine Komponenten Qualität zu integrieren entstand die zweite Zielstellung des Arbeit. Auf konzeptioneller Ebene sollte ein Systemmodul Qualitätssicherung für ProBench entworfen werden. Für die Einschätzung der Anforderungen an ein solches System, sollte die Untersuchung der Regelkreise in der Aufbau- und Ablauforganisation auf das Qualitätsmanagement ausgeweitet werden. Dabei kam es in Bezug auf die Systementwicklung hauptsächlich auf die Identifizierung der notwendigen Datenquellen und Informationsströme innerhalb sowie zwischen den Regelkreisen an.

Nach einer historischen Einordnung und Definition der Begriffe Steuern und Regeln erfolgte eine Abgrenzung des Regels vom Steuern. Für die weiteren Betrachtungen der Arbeit erwiesen sich das Regeln beziehungsweise die Prinzipien der Regelungstechnik als Vorteilhaft, da nachgewiesen werden konnte, dass die Regelungstechnik auf sämtliche dynamischen Systeme und somit auch auf Unternehmungen anwendbar ist. Zusätzlich wurde im weiteren Verlauf der Arbeit aufgezeigt, dass die behandelten Problemstellungen der Unternehmensorganisation einen eindeutig regelnden Charakter aufweisen. Als methodisches Grundgerüst wurde zudem der Regelkreis eingeführt und seine Komponenten ausführlich beschrieben sowie systematisiert. Daraufhin war es möglich diese Komponenten in der Unternehmensorganisation beziehungsweise im Qualitätsmanagement zu identifizieren.

Um die Existenz von Regelkreisen in der Aufbau- und Ablauforganisation einer Unternehmung untersuchen zu können, war zunächst eine Betrachtung der Eigenschaften und Gesetzmäßigkeiten notwendig. Zu diesem Zweck wurde auf die Ansätze der Organisationslehre nach Erich Kosiol zurückgegriffen. Aus den so gewonnenen Erkenntnissen verknüpft mit den Gegebenheiten der Regelungstechnik konnten in der Unternehmensorganisation vertikale Regelkreise entlang der Hierarchie und horizontale Regelkreise entlang Lieferanten- und Kundenbeziehungen innerhalb des Unternehmens und mit ex-

ternen Akteuren nachgewiesen werden. Darüber hinaus wurde die Existenz von vertikalen und horizontalen Regelkreisketten beschrieben dargelegt und beschrieben. Dadurch entstanden auch besondere Anforderungen an die Informationsbereitstellung und -verarbeitung entlang der Ketten, da vor allem Transparenz und Manipulationssicherheit gewährleistet sein muss. Aus diesem Grund ist eine möglichst automatisierte Datenerfassung sowie Datenverarbeitung notwendig.

Nach dieser allgemeinen Betrachtung der Regelkreise in der Unternehmensorganisation sollte nun im Hinblick auf die zu konzipierende Systemkomponente das Qualitätsmanagement allgemein und konkret die Qualitätssicherung in der Fertigung betrachtet werden. Der Einordnung der Begriffe Qualität und Qualitätsmanagement erfolgte eine Einführung in die unternehmensweite Sicht des Total Quality Managements. Hier wurde die Abhängigkeit des TQM-Ansatzes von der Informationsrückkopplung im Aufbau des Unternehmens deutlich, um letztendlich eine kontinuierliche Verbesserung zu erreichen. Die Anwendung des Regelkreises sowie die Gegenüberstellung seiner Komponenten bezüglich des Qualitätsmanagements machten auch hier den regelnden Charakter des Qualitätsmanagements beziehungsweise des TQM-Ansatzes deutlich.

Die Erkenntnis, dass automatisch erfasste und verarbeitete Kennzahlen für die korrekte Regelung der Unternehmensabläufe erforderlich sind führte zu einer Anforderung an die Systemkomponente Qualität für ProBench. Die Verwendung geeigneter Kennzahlen und die Erfassung der Basiszahlen für die Benchmarking-Datenbank wurden deutlich. Als ein ganzheitlicher Ansatz, in welchen die Qualität der Produkte und Prozesse einfließt, wurden Kennzahlen zum Erfassen der Anlageneffektivität beschrieben. Außerdem die Statistische Prozessregelung als eine potenzielle Qualitätsmanagement-Methode für die Qualitätssicherung im Fertigungsprozess dargestellt. Auch hier zeigte sich der regelnde Charakter der Methode.

Als Schritt zum Datenbankentwurf wurden im fünften Kapitel beispielhaft die Fertigungsprozesse im Presswerk und im Karosseriebau beschrieben. Dies wurde auf Grund der Anforderung an das System, eine möglichst große Flexibilität aufzuweisen, auf einer stark abstrakten Ebene durchgeführt. Diese Anforderung entsteht durch die hohe Heterogenität der verschiedenen Marken, Standorte und Werke im Volkswagenkonzern. Abschließend wurde das bestehende System ProBench beschrieben und ein Datenbankentwurf in Form eines ER-Schemas entwickelt.

In dieser Arbeit wurde die Existenz von Regelkreisen in der Unternehmensorganisation und speziell auch im Qualitätsmanagement nachgewiesen. Die Möglichkeit, verschiedenste Abläufe und Vorgänge im Unternehmen auf eine gemeinsame Basis abgeleitet aus der Regelungstechnik herunter zu brechen, macht die Frage für weitere Untersu-

chungen interessant, ob weitergehende Ansätze und Methoden aus der technischen Regelungstechnik für die Lösung von organisatorischen Problemstellungen geeignet sind.

Der Entwurf der Systemkomponente musste mit Sicht auf die Komplexität in dieser Arbeit auf die Fertigungsprozesse im Presswerk und Karosseriebau beschränkt werden. Nach dem gleichen Muster müssten auch die Lackiererei und Montage untersucht sowie in die Datenbank integriert werden. Weiterhin wurde aus gleichem Grund nur die interne Qualitätssicherung in der Fertigung konkret beleuchtet. Als ein nächster Schritt können hier externe Qualitätskennzahlen, wie zum Beispiel Reklamationen integriert werden. Bezüglich der Systemkomponente Qualität für das System ProBench stellt diese Arbeit eine Anforderungsanalyse dar, welche nun in ein Pflichtenheft für die Implementierung in das bestehende System weiter verarbeitet werden muss.

Literaturverzeichnis

- Al-Radhi, M. (1997): Moderne Instandhaltung - TPM, Höhere Anlageneffektivität mit Total productive maintenance, Hanser, München, Wien.
- Bagban, K. (2010): Kombination und Wechselwirkung der Steuerung, Eine relationale Analyse der Mehrwertschaffung im Konzern, Gabler Verlag / Springer Fachmedien Wiesbaden, Wiesbaden, Wiesbaden.
- Becker, P. (2005): Prozessorientiertes Qualitätsmanagement, Nach der Ausgabe Dezember 2000 der Normenfamilie DIN EN ISO 9000 - Zertifizierung und andere Managementsysteme ; mit 7 Tabellen, Expert-Verl., Renningen, 4. Aufl.
- Böge, A. (2011): Handbuch Maschinenbau, Grundlagen und Anwendungen der Maschinenbau-Technik, Vieweg+Teubner Verlag / Springer Fachmedien Wiesbaden, Wiesbaden, Wiesbaden, 20. Aufl.
- Böttiger, A. (1998): Regelungstechnik, Eine Einführung für Ingenieure und Naturwissenschaftler, Oldenbourg Verlag, München, Wien, 3. Aufl.
- Bruhn, M. (2008): Qualitätsmanagement für Dienstleistungen, Grundlagen, Konzepte, Methoden, Springer, Berlin, 7. Aufl.
- Bullinger, H.-J./ Warnecke, H. J. (1996): Neue Organisationsformen im Unternehmen, Ein Handbuch für das moderne Management : mit 508 Abbildungen, Springer, Berlin.
- Camp, R. C. (1994): Benchmarking, Hanser, München.
- Deutsche Gesellschaft für Qualität (2011): Definition Total Quality Management, <http://www.dgq.de> (18.10.2011).
- Feigenbaum, A. V. (1983): Total quality control, McGraw-Hill, New York, 3. Aufl.
- Fritz Nordsieck (1962): Betriebsorganisation: Betriebsaufbau und Betriebsablauf, Poeschel.
- Geiger, W. (1998): Qualitätslehre, Einführung, Systematik, Terminologie, Dt. Gesellsch. f. Qualität, Frankfurt am Main, 3. Aufl.
- Geiger, W./ Kotte, W. (2008): Handbuch Qualität, Grundlagen und Elemente des Qualitätsmanagements: Systeme - Perspektiven, Friedr. Vieweg, Wiesbaden, 5. Aufl.
- Gevatter, H.-J. (2006): Handbuch der mess- und automatisierungstechnik im automobil, Fahrzeugelektronik, Springer, Berlin.
- Gladen, W. (2011): Performance Measurement, Controlling mit Kennzahlen, Gabler Verlag, Wiesbaden, 5. Aufl.
- Gutenberg, E. (1979): Grundlagen der Betriebswirtschaftslehre, Springer, Berlin, 23. Aufl.

- Hans Ulrich (1970): Die Unternehmung als produktives soziales System: Grundlagen der allgemeinen Unternehmungslehre, Haupt, 2. Aufl.
- Hartmann, E. H. (2000): TPM, Effiziente Instandhaltung und Maschinenmanagement ; Stillstandzeiten verringern, Maschinenleistungen steigern, Betriebszeiten erhöhen ; [Analyse und Umsetzung], Verl. Moderne Industrie, Landsberg.
- Hartmann, E. H./ Beese, D. (2003): TPM, Effiziente Instandhaltung und Maschinenmanagement ; Stillstandzeiten verringern, Maschinenleistungen steigern, Betriebszeiten erhöhen, Redline Wirtschaft, Frankfurt am Main, 2. Aufl.
- Hehenberger, P. (2011): Computerunterstützte Fertigung, Eine kompakte Einführung, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, Berlin, Heidelberg.
- Hub, H. (1994): Aufbauorganisation, Ablauforganisation, Einführung in die Betriebsorganisation, Aufgabenanalyse, Zentralisation, Dezentralisation, Darstellungsmittel, Organisationsformen, Arbeitsabläufe, Gabler, Wiesbaden.
- Ishikawa, K. (1985): What is total quality control?, The Japanese way, Prentice-Hall, Englewood Cliffs, N.J.
- Jahn, W./ Braun, L. (2006): Praxisleitfaden Qualität, Prozessoptimierung mit multivariater Statistik in 150 Beispielen, Hanser, München [u.a.].
- Kamiske, G. F./ Brauer, J.-P. (2006): Qualitätsmanagement von A bis Z, Erläuterungen moderner Begriffe des Qualitätsmanagements, Hanser, München [u.a.], 5. Aufl.
- Koch, S. (2010): Einführung in das Prozessmanagement von Geschäftsprozessen, Six Sigma, Kaizen und TQM, Springer, Berlin.
- Kosiol, E. (1971): Organisation der Unternehmung, Gabler Verlag, Wiesbaden.
- Laux, H./ Liermann, F. (2005): Grundlagen der Organisation, Die Steuerung von Entscheidungen als Grundproblem der Betriebswirtschaftslehre ; mit 13 Tabellen, Springer, Berlin, 6. Aufl.
- Lehner, F./ Auer-Rizzi, W./ Bauer, R./ Breit, K./ Lehner, J./ Reber, G. (1991): Organisationslehre für Wirtschaftsinformatiker, Hanser Verlag, München.
- Lunze, J. (2010): Regelungstechnik 1, Systemtheoretische Grundlagen, Analyse und Entwurf einschleifiger Regelungen, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, Berlin, Heidelberg.
- Lux, D. (2007): Konzepte zur Beschreibung der Kundenzufriedenheit und spezifische Konsequenzen für die Organisation und die Führung von Dienstleistungsunternehmen, GRIN Verlag, München.
- Mann, H./ Schiffelgen, H./ Froriep, R. (1997): Einführung in die Regelungstechnik, Analoge und digitale Regelung, Fuzzy-Regler, Regler-Realisierung, Software, Hanser Verlag, München, 7. Aufl.
- Oberholthaus, R. (2011): Interne Unterlagen Volkswagen Aktiengesellschaft.

- Olfert, K. (2006): Organisation, Kiehl Verlag, Ludwigshafen (Rhein), 14. Aufl., (Kompendium der praktischen Betriebswirtschaft).
- Pfeifer, T. (2001): Qualitätsmanagement, Strategien, Methoden, Techniken, Hanser, München [u.a.], 3. Aufl.
- Rau, H. (1996): Mit Benchmarking an die Spitze, Von den Besten lernen, Gabler, Wiesbaden.
- Reichel, J./ Mandelartz, J./ Müller, G. (2009): Betriebliche Instandhaltung, Springer Berlin Heidelberg, Berlin, Heidelberg.
- Rinne, H./ Mittag, H.-J. (1995): Statistische Methoden der Qualitätssicherung, Hanser, München, 3. Aufl.
- Schmidt, G. (1988): Organisatorische Grundbegriffe, Schmidt, Giessen, 8. Aufl.
- Schwarz, H. (1983): Betriebsorganisation als Führungsaufgabe, Organisation, Lehre und Praxis, Verlag Moderne Industrie, Landsberg am Lech, 9. Aufl.
- Siebert, H./ Lorz, J. O. (2007): Einführung in die Volkswirtschaftslehre, W. Kohlhammer, Stuttgart, 15. Aufl.
- Siegwart, H. (1992): Kennzahlen für die Unternehmungsführung, Haupt, Bern, 4. Aufl.
- Simon, S. (2006): Benchmarking im Werkzeugmaschinenbau, Ein Beitrag zur wettbewerbsfähigen Produktentwicklung, Dissertation, Technische Universität Darmstadt, Fachbereich Maschinenbau, Darmstadt, http://tuprints.ulb.tu-darmstadt.de/epda/000757/Dissertation_Simon_v.5.41.pdf (24.10.2011).
- Spitschka, H. (1988): Praktisches Lehrbuch der Organisation, Verl. Moderne Industrie, Landsberg am Lech, 4. Aufl.
- Syska, A. (2006): Produktionsmanagement, Das A - Z wichtiger Methoden und Konzepte für die Produktion von heute, Gabler, Wiesbaden.
- Unbehauen, H. (2001): Regelungstechnik, Vieweg Verlag, Braunschweig, 11. Aufl.
- Wagner, K. W. (2003): PQM - Prozessorientiertes Qualitätsmanagement, Leitfaden zur Umsetzung der neuen ISO 9001:2000 ; neu: Prozesse steuern mit der Balanced Scorecard, Hanser, München, 2. Aufl.
- Westkämper, E. (2006): Einführung in die Organisation der Produktion, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, Berlin, Heidelberg.
- Wiener, N. (1965): Cybernetics, Or, Control and communication in the animal and the machine, M.I.T. Press, Cambridge, Mass, 2. Aufl.
- Wittlage, H. (1993): Unternehmensorganisation, Einführung und Grundlegung mit Fallstudien, Verlag Neue Wirtschafts-Briefe, Herne, Berlin, 5. Aufl.
- Zairi, M./ Leonard, P. (1994): Practical benchmarking, The complete guide, Chapman & Hall, London.

Zollondz, H.-D. (2006): Grundlagen Qualitätsmanagement, Einführung in Geschichte, Begriffe, Systeme und Konzepte, Oldenbourg, München, 2. Aufl.

Abschließende Erklärung

Ich versichere hiermit, dass ich die vorliegende Diplomarbeit selbständig, ohne unzulässige Hilfe Dritter und ohne Benutzung anderer als der angegebenen Hilfsmittel angefertigt habe. Die aus fremden Quellen direkt oder indirekt übernommenen Gedanken sind als solche kenntlich gemacht.

Magdeburg, den 28. November 2011