

# **Beitrag zur Gestaltung eines Qualitätsmethodenverbundes in der Karosserieentwicklung und -planung**

von Diplom-Ingenieur  
Jean Grasse  
aus Berlin

von der Fakultät V – Verkehrs- und Maschinensysteme  
der Technischen Universität Berlin  
zur Erlangung des akademischen Grades

Doktor der Ingenieurwissenschaften  
- Dr.-Ing. -

genehmigte Dissertation

Promotionsausschuss:

Vorsitzender: Prof. Dr.-Ing. W. Adam  
Gutachter: Prof. Dr.-Ing. J. Herrmann  
Gutachter: Dr.-Ing. S. Danner

Tag der wissenschaftlichen Aussprache: 26. Juli 02

Berlin 2002

D 83



## **Vorwort**

Die vorliegende Arbeit ist das Ergebnis meiner Doktorandentätigkeit im Bereich Qualitätsmanagement Technologie Rohbau der BMW AG in München.

Ich danke Herrn Prof. Dr.-Ing. Joachim Herrmann, Leiter des Bereiches Qualitätswissenschaft am Institut für Werkzeugmaschinen und Fabrikbetrieb, sehr herzlich für die Betreuung der Promotion und seine großzügige Unterstützung.

Herrn Dr.-Ing. Stefan Danner, ehemals Projektleiter QPROKAR der BMW AG, danke ich sehr für das entgegengebrachte Interesse und die kritische Durchsicht der Arbeit.

Herrn Prof. Dr.-Ing. Wolfgang Adam, Leiter des Bereiches Steuerungstechnik für Produktionsanlagen am Institut für Werkzeugmaschinen und Fabrikbetrieb, danke ich sehr für die Übernahme des Vorsitzes des Promotionsausschusses und die freundliche Abwicklung der mündlichen Prüfung.

Herrn Norbert Niesen als ehemaligen Leiter des Bereichs Qualitätsmanagement Technologie Rohbau der BMW AG danke ich ganz besonders für die fachliche Betreuung der Arbeit und die tatkräftige Zusammenarbeit. Ebenso möchte ich den netten und hilfsbereiten Kollegen der Technologie Rohbau meinen großen Dank aussprechen.

Ein weiteres großes Dankeschön gilt meinen Eltern, die mir und meinen Brüdern die Ausbildung ermöglicht haben.

Die treibende Kraft und der Ruhepol zugleich in der zurückliegenden Zeit ist meine Frau Zareth gewesen. Unbedingt loben möchte ich sie für die unermüdliche Motivation, mit der sie mich besonders in schwierigen Phasen angespornt hat. Mit der Geburt unserer Tochter Paulina hat für uns ein neuer und aufregender Abschnitt begonnen.

München, im August 2002

Jean Grasse



# Beitrag zur Gestaltung eines Qualitätsmethodenverbundes in der Karosserieentwicklung und -planung

## Inhaltsverzeichnis

<b>BILDER- UND TABELLENVERZEICHNIS .....</b>	<b>IV</b>
<b>ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS .....</b>	<b>VI</b>
<b>1 EINLEITUNG .....</b>	<b>1</b>
1.1 Problemstellung .....	1
1.2 Methodischer Ansatz .....	2
1.3 Zielsetzung und Aufbau der Arbeit.....	4
<b>2 BISHERIGE ANSÄTZE ZUR OPTIMIERUNG DES QUALITÄTS-METHODENEINSATZES IN ENTWICKLUNGSPROZESSEN.....</b>	<b>7</b>
2.1 Begriffsklärung.....	9
2.2 Ansätze der verbesserten Integration von Qualitätsmethoden .....	12
2.2.1 Ansatz nach BRAUNSPERGER (1993).....	12
2.2.2 Ansatz nach HARTUNG (1994) .....	14
2.2.3 Ansatz nach PREFI (1995) .....	17
2.2.4 Ansatz nach GROB (1996) .....	18
2.2.5 Ansatz nach TUETE KWAM (1996) .....	20
2.2.6 Ansatz nach WALTER (1996) .....	22
2.2.7 Ansatz nach KAMPHAUSEN (1998) .....	23
2.2.8 Ansatz nach VOSSMANN (1999) .....	25
2.3 Ansätze der Bewertung der Wirtschaftlichkeit von Qualitätsmethoden.....	26
2.3.1 Ansatz gemäß DIN EN ISO 8402 (1995).....	26
2.3.2 Ansatz nach TOMYS (1995) .....	27
2.3.3 Ansatz nach ROWEDDER (1997) .....	28
2.3.4 Ansatz nach THEDEN (1997).....	29
2.3.5 Ansatz nach WILDEMANN (1997).....	31
2.4 Ansätze der Potentialerweiterung von Qualitätsmethoden .....	31

2.4.1	Ansatz nach DANNER (1996) .....	32
2.4.2	Ansatz nach ZENNER (1996).....	32
2.5	Fazit: Defizite der bisherigen Ansätze.....	33
<b>3</b>	<b>ANALYSE TYPISCHER PROBLEME BEI DER ANWENDUNG VON QUALITÄTSMETHODEN IM PRODUKTENTSTEHUNGSPROZEß KAROSSERIE .....</b>	<b>37</b>
3.1	Aufbau und Herstellung von Fahrzeugkarosserien.....	37
3.2	Differenzierung der Qualitätsansprüche an eine Karosserie.....	40
3.2.1	Zielableitungsprozeß zur Generierung karosseriespezifischer Qualitätsmerkmale.....	41
3.2.2	Anforderungen der Käufer an die Karosserie und ihre Komponenten.....	44
3.2.3	Unternehmensinterne Anforderungen an die Beschaffenheit der Zusammenbauten und Einzelteile.....	48
3.2.4	Anforderungen an den Herstellprozeß Karosserie.....	51
3.2.5	Anforderungen an die Entwicklungs- und Planungsprozesse.....	52
3.3	Ursachenbetrachtung der Schwierigkeiten der Methodenanwendung.....	56
3.3.1	Nacharbeitsaufwendungen als Problemindikator .....	56
3.3.2	Problemuntersuchung aus Sicht der Methodenanwender .....	58
<b>4</b>	<b>MÖGLICHKEITEN UND WIRKMECHANISMEN DER KOMBINIERTEN METHODENANWENDUNG .....</b>	<b>62</b>
4.1	Untersuchung der Inhalte und Abläufe einer Methodenanwendung .....	63
4.1.1	Formulierung eines Basismodells zur Beschreibung der Bestandteile und Phasen.....	63
4.1.2	Methodengrundlagen und Wirkprinzipien .....	65
4.1.3	Einteilung der benötigten Ressourcenarten.....	66
4.1.4	Beschreibung Teilprozeß 1 (=Management der Eingangsgrößen & Vorbereitung) .....	66
4.1.5	Beschreibung Teilprozeß 2 (=Verarbeitung der Eingangsgrößen) .....	68
4.1.6	Beschreibung Teilprozeß 3 (=Management der Ergebnisse) .....	69
4.2	Grundsätzliche Formen der Methodenkombination .....	71
4.2.1	Übereinstimmungen im Eingabeprozeß - Fall (a) .....	72
4.2.2	Vernetzte Verarbeitungsprozesse - Fall (b) .....	73
4.2.3	Verknüpfung zwischen Ausgabeprozeß und Eingabeprozeß - Fall (c) .....	74
4.3	Freisetzung und Bewertung der Kombinationseffekte.....	75
4.4	Aufwand-Nutzen-Analyse einer Methodenanwendung .....	76
4.4.1	Erfassung des Aufwands.....	77
4.4.2	Erfassung des Nutzens.....	78
4.4.3	Erkenntnisgewinn durch Gegenüberstellung des Aufwandes und Nutzens .....	81

<b>5 HANDLUNGSFELDER ZUR INTEGRATION KOMBINierter METHODEN IM PRODUKTENTSTEHUNGSPROZEß KAROSSERIE.....</b>	<b>84</b>
5.1 Beschreibung der Qualitätsarbeit der Fahrzeugprojektphasen.....	85
5.2 Ableitung der Handlungsfelder aus den Realisierungsstufen der Qualitätsarbeit .....	86
5.3 Idealtypischer Q-Methodeneinsatz je Handlungsfeld .....	90
5.3.1 Konzeption & Mengengerüst Qualitätsstrategie.....	91
5.3.2 Qualitätsziel- & Merkmalsfindung.....	94
5.3.3 Risikomanagement .....	97
5.3.4 Produkt- & Prozeßbefähigung .....	101
5.3.5 Nachweis & Überwachung der Produkt- / Prozeßqualität .....	104
5.4 Dokumentierung des Methodenverbundes als Qualitätsmanagementplan .....	108
5.5 Erstellung eines Umsetzungskonzepts und Festsetzung der Umsetzungsverantwortung in einer neu zu definierenden Projektaufgabe.....	112
<b>6 PRAKTISCHE ERPROBUNG IN EINEM FAHRZEUGPROJEKT .....</b>	<b>115</b>
6.1 Rückblick über die Entwicklung der vernetzten Qualitätsstrategie.....	116
6.2 Darstellung ausgewählter Implementierungsbeispiele.....	118
6.2.1 Kurzbeschreibung Fahrzeugprojekt A .....	118
6.2.2 Vorstellung des Erprobungsbeispiels 1 (Projekt A) .....	119
6.2.3 Kurzbeschreibung Fahrzeugprojekt B.....	120
6.2.4 Vorstellung des Erprobungsbeispiels 2 (Projekt B) .....	121
6.3 Zukünftige Umsetzung im organisatorischen Wandel.....	123
<b>7 ZUSAMMENFASSUNG .....</b>	<b>126</b>
<b>8 LITERATURVERZEICHNIS .....</b>	<b>129</b>
<b>9 ANHANG: EINGABE-VERARBEITUNG-AUSGABE-BESCHREIBUNGEN .....</b>	<b>138</b>

## Bilder- und Tabellenverzeichnis

<b>Bild 1–1:</b> Methodischer Ansatz der Arbeit .....	3
<b>Bild 1–2:</b> Aufbau der Arbeit.....	5
<b>Bild 2–1:</b> Gruppierung der Ansätze zur Verbesserung des Einsatzes von Qualitätsmethoden.....	8
<b>Bild 2–2:</b> Definition Qualitätsmerkmal .....	10
<b>Bild 2–3:</b> Zusammenhang zwischen Anforderung, Q-Merkmal und Q-Methode.....	11
<b>Bild 2–4:</b> Qualitätssicherungs-Konzept nach BRAUNSPERGER.....	14
<b>Bild 2–5:</b> Modell zur Integration von Qualitätstechniken nach HARTUNG.....	15
<b>Bild 2–6:</b> Kombination von FMEA und QFD nach HARTUNG .....	16
<b>Bild 2–7:</b> Generisches Prozeßmodell nach PREFI.....	17
<b>Bild 2–8:</b> Aufbau und Logik einer Produkt-Struktur-Matrix .....	18
<b>Bild 2–9:</b> Teilschritte zur Methodik TISQ nach GROB.....	19
<b>Bild 2–10:</b> Integration der Prüfplanung in die Qualitätsplanung nach TUETE KWAM.....	20
<b>Bild 2–11:</b> Beziehungen zwischen Methoden nach TUETE KWAM.....	21
<b>Bild 2–12:</b> Beschreibungsmodell für Qualitätstechniken nach WALTER.....	22
<b>Bild 2–13:</b> Systematisierung der Wirkungsweise von Qualitätsmethoden .....	23
<b>Bild 2–14:</b> Prozeßmanagement in der Produktentwicklung nach KAMPHAUSEN .....	24
<b>Bild 2–15:</b> Konzept zum datengesteuerten Verbund von Qualitätsmethoden nach VOSSMANN.....	26
<b>Bild 2–16:</b> Bewertung von betrieblichen Leistungen nach Leistungsarten nach TOMYS .....	27
<b>Bild 2–17:</b> Nutzendimensionen von Qualitätsmanagement nach ROWEDDER.....	29
<b>Bild 2–18:</b> Zeitverzögertes Entstehen von Aufwand und Nutzen nach THEDEN .....	30
<b>Bild 2–19:</b> Übereinstimmungskosten und Abweichungskosten nach WILDEMANN .....	31
<b>Bild 2–20:</b> Ansätze zur Verbesserung des Einsatzes der FMEA nach ZENNER.....	33
<b>Bild 2–21:</b> Problemfelder bei der Anwendung von Qualitätsmethoden .....	34
<b>Bild 2–22:</b> Häufig genannte Lösungsmöglichkeiten.....	35
<b>Bild 2–23:</b> Bestandsanalyse der Studien zur Verbesserung des Methodeneinsatzes.....	36
<b>Bild 3–1:</b> Vereinfachte Fügefolge zur Herstellung einer Karosserie.....	39
<b>Bild 3–2:</b> Differenzierte Qualitätsansprüche an eine Karosserie .....	41
<b>Bild 3–3:</b> 3-Ebenen-Zielableitung der Karosseriequalität.....	42
<b>Bild 3–4:</b> Anforderungen an eine Karosserie nach MEYER .....	44
<b>Bild 3–5:</b> Anforderungen an die Karosserie nach WALLENTOWITZ .....	45
<b>Bild 3–6:</b> Karosserieanforderungen nach ROGAL.....	45
<b>Bild 3–7:</b> Anforderungen an eine Fahrzeug-Karosserie nach BRAESS .....	46
<b>Bild 3–8:</b> Bedürfnisrangfolge nach MASLOW.....	47
<b>Bild 3–9:</b> Priorisierung der Kundenanforderungen mit Hilfe der MASLOW-Pyramide .....	48
<b>Bild 3–10:</b> Anforderungen an die Produkteigenschaften Karosseriegeometrie .....	49
<b>Bild 3–11:</b> Fahrzeug-Koordinatensystem.....	50
<b>Bild 3–12:</b> Qualitätsbeeinträchtigungen an der Karosseriegeometrie .....	51

<b>Bild 3–13:</b> Prinzipdarstellung zur Blocksituation im Bereich Vorderbau.....	52
<b>Bild 3–14:</b> Prozeßkette lackierte Karosserie .....	53
<b>Bild 3–15:</b> Vereinfachte Darstellung des Produktentstehungsprozesses .....	55
<b>Bild 3–16:</b> Entwicklungszeiträume für heutige Fahrzeuge.....	55
<b>Bild 3–17:</b> Qualitätsforderungen an die Entwicklung und Planung.....	56
<b>Bild 3–18:</b> Zuordnung der Fehlerbilder am Beispiel Türen- und Klappenfertigung .....	58
<b>Bild 3–19:</b> Probleme beim Einsatz von Qualitätsmethoden.....	59
<b>Bild 3–20:</b> Spannungsdreieck zwischen Qualitätsfachstellen, Anwendern und Methoden.....	61
<b>Bild 4–1:</b> Basismodell zur Anwendung einer Qualitätsmethode .....	64
<b>Bild 4–2:</b> Konkretisierung des Teilprozesses 1 .....	67
<b>Bild 4–3:</b> Konkretisierung des Teilprozesses 2 .....	69
<b>Bild 4–4:</b> Konkretisierung des Teilprozesses 3 .....	70
<b>Bild 4–5:</b> Grundsätzliche Formen der Methodenkombination.....	71
<b>Bild 4–6:</b> Aufwand zur Umsetzung einer Qualitätsmethode .....	78
<b>Bild 4–7:</b> Nutzen des Qualitätsmanagements für ein Fahrzeugprojekt (Beispiele).....	79
<b>Bild 4–8:</b> Primärer und Sekundärer Nutzen einer Qualitätsmethode.....	81
<b>Bild 4–9:</b> Aufwand-Nutzen-Portfolio.....	83
<b>Bild 5–1:</b> Generierung qualitätsthematischer Schwerpunkte.....	88
<b>Bild 5–2:</b> Thematische Bündelung der Methoden in Handlungsfeldern .....	90
<b>Bild 5–3:</b> Verknüpfung Schwachstellenanalyse & Qualitätsstrategie .....	93
<b>Bild 5–4:</b> Beispiele zum Handlungsfeld Qualitätsziel- und Merkmalsfindung .....	96
<b>Bild 5–5:</b> Beispiele zum Handlungsfeld Risikomanagement.....	100
<b>Bild 5–6:</b> Handlungsfeld Produkt- und Prozeßbeherrschung.....	104
<b>Bild 5–7:</b> Beispiele zum Handlungsfeld Nachweis der Produkt- und Prozeßqualität .....	107
<b>Bild 5–8:</b> QM-Plan für Qualitätsmethoden-Einsatz .....	109
<b>Bild 5–9:</b> Schritte für ein Umsetzungskonzept.....	113
<b>Bild 6–1:</b> Erprobungsbeispiel 1 – Handlungsfelder 1&4 - Projekt A .....	120
<b>Bild 6–2:</b> Erprobungsbeispiel 2 - Handlungsfeld 2 - Projekt B.....	123
<b>Bild 6–3:</b> Qualitätsarbeit innerhalb der neuen Organisation „Lackierte Karosserie“ .....	125
<b>Tabelle 3-1:</b> Typische Fügeverfahren in der Rohbaufertigung.....	40
<b>Tabelle 3-2:</b> Konkurrierende Anforderungen an eine Karosserie.....	45
<b>Tabelle 3-3:</b> Nacharbeitserfassung an Türen und Klappen (Zeitraum 27.01. - 18.03.98) .....	57
<b>Tabelle 4-1:</b> Zusammenfassung potentieller Kombinationseffekte.....	76

## Abkürzungsverzeichnis

ASP.....	Aufnahme- und Spannplan
bzgl. ....	bezüglich
bzw. ....	beziehungsweise
CAQ.....	Computer Aided Quality Management
CAD.....	Computer Aided Design
d. h. ....	das heißt
DoE .....	Design of Experiments
ED .....	Entwicklung Design Fahrzeugaußenhaut
EK.....	Entwicklung und Konstruktion
ET.....	Einzelteil
EVA.....	Eingabe-Verarbeitung-Ausgabe
FMEA .....	Fehler-Möglichkeiten- und Einflußanalyse
FTA, FBA .....	Fehlerbaumanalyse
GAM.....	Ganzheitliches Anforderungsmanagement
GWK.....	Gewährleistungs- und Kulanzkosten
IEX .....	Integrations-Erprobungs-Fahrzeug (Prototyp)
KLV .....	Kunden-Lieferanten-Vereinbarung
LO.....	Lack / Oberfläche
M7 .....	Sieben Management-Werkzeuge
MFU .....	Maschinen-Fähigkeits-Untersuchung
MnS .....	Monate nach Serie
MvS .....	Monate vor Serie
OEE.....	Overall Equipment Effectiveness
PEP.....	Produktentstehungsprozeß
PFU.....	Prozeß-Fähigkeits-Untersuchung
PPP .....	Prozeß-Produkt-Prototyp
PW.....	Preßwerk
Q7 .....	Sieben Elementare Qualitätswerkzeuge
QI.....	Qualitätsingenieur
QFD.....	Quality Function Deployment
QM .....	Qualitätsmanagement
QM-Inhalt .....	Qualitätsmanagementinhalt
QM-Plan.....	Qualitätsmanagementplan
QS.....	Qualitätssicherung
QSL .....	Qualitäts-Steuer-Liste
QZ.....	Qualitätszahl
RB.....	Rohbau
SOP.....	Start of Production
SPC, SPR.....	Statistical Process Control, Statistische Prozeßregelung
TQM .....	Total Quality Management
usw. ....	und so weiter
VFB .....	Versuchsfahrzeugbau
WB.....	Werkzeugbau
ZB.....	Zusammenbau
z. B. ....	zum Beispiel

# 1 Einleitung

## 1.1 Problemstellung

Qualitätsmethoden operationalisieren die Funktionen des Qualitätsmanagements im Produktentstehungsprozeß. Diese Methoden wurden entworfen, um qualitätsbezogene Problemstellungen lösen zu können. Die gestiegene Komplexität der Entwicklungs- und Planungsprozesse hat in vielen Unternehmensbereichen zu einer breiten Vernetzung gemeinsamer Aufgaben geführt: Fachbereiche verbinden sich zu Prozeßketten und überwinden damit die Grenzen bisheriger organisatorischer Schnittstellen; Mitarbeiter stimmen ihre Teilaufgaben untereinander im Dialog ab; die kundeninternen Belange werden stärker berücksichtigt, damit dem externen Kunden eine überzeugende Leistung geliefert werden kann. Dieser Trend hat sich bei der Bearbeitung von qualitätsbezogenen Aufgaben bislang noch nicht in der gleichen Ausprägung durchgesetzt.

Die Karosserieentwicklung und -planung repräsentiert einen komplexen Entwicklungsprozeß mit einer großen Zahl von Schnittstellen. Die Herstellung von Fahrzeugkarosserien erlebt seit einigen Jahren einen beachtlichen technischen Fortschritt. Mit erhöhter Präzision in den Werkzeugen und Fertigungsanlagen aber auch mit enormer CAD-Unterstützung konnten etwa die Fugen- und Spaltmaße der Außenhautpartien deutlich gesenkt werden.<sup>1</sup> Viele Unternehmen sprechen inzwischen vom „Karosseriefeinbau“<sup>2</sup> oder von der „Präzisionskarosserie“<sup>3</sup>. Allerdings gelingt es derzeit noch nicht, die „verschärften“ konstruktiven Anforderungen in technisch beherrschte Fertigungsabläufe umzuwandeln. Vor Auslieferung der Fahrzeuge sichern die Hersteller mit immer größerem Prüf- und Meßaufwand ihre Fertigungsprozesse hinsichtlich Qualität ab. Diesem Prüfaufwand sind aber Grenzen gesetzt, es treten weiterhin Fehlerbilder sowohl vor als auch nach Auslieferung der Fahrzeuge auf, obwohl präventive Maßnahmen wie FMEA vielfach eingesetzt werden.<sup>4</sup> Das Zusammenspiel zwischen Fehlerprävention und prüfender Qualitätsarbeit ist noch nicht verstanden. Die in vielen

---

<sup>1</sup> Vgl. Warmedinger, M.; Treptow, N. (1996), S. 380 ff.

<sup>2</sup> Vgl. Selzle, H. (1997)

<sup>3</sup> Vgl. Raess, E. (1998), S. 142

<sup>4</sup> Einige Fehlerbilder wie beispielsweise beim Türen- und Klappeneinbau treten bei neuen Fahrzeugen immer wieder auf, obwohl präventive Qualitätsmethoden wie FMEA zum Einsatz kamen Die Ergebnisse beruhen

Unternehmen angestrebte Verkürzung der Entwicklungszeiten hat den Spielraum für den Einsatz von Qualitätsmethoden zusätzlich beschränkt.

Die Qualitätswissenschaft hat in zahlreichen Studien die Problematik des unkoordinierten Methodeneinsatzes erkannt und liefert vielfältige Verbesserungsansätze, die meisten dieser Ansätze sind allerdings eher theoretischer Natur und wurden nicht in der Praxis nachgewiesen. Ein jüngerer Ansatz zur Beherrschung von Produktentstehungsprozessen definiert sich als Kombination mehrerer Methoden zu einem Methodenverbund.<sup>5</sup> Dabei könnten sich einzelne Methoden wie die Glieder einer Kette gegenseitig ergänzen. Die bisherigen Ausarbeitungen lassen aber wichtige Fragen unbeantwortet: Es fehlt an einer praktikablen Systematik zur Beschreibung, wie die Methoden miteinander zu kombinieren sind. Es ist ungeklärt, wie die Fachkräfte einer Prozeßkette in einem Netzwerk aus einer Vielzahl von Methoden als Kunde und zugleich als Lieferant von Qualitätsinformationen eingebunden sind. Ferner ist die Berücksichtigung begrenzter Ressourcen des Gesamtprojekts wie Zeit, Kosten und Personalkapazitäten während der Durchführung kombinierter Qualitätsmethoden nicht genügend integriert worden. Folglich bleibt die Anwendbarkeit und Ausnutzung eines Methodenverbundes bis heute praxisfremd und unsicher.

## 1.2 Methodischer Ansatz

Die Schwierigkeit, die Vorgänge und Mechanismen einer Methodenkombination zu erklären, resultiert aus den vielfältigen Möglichkeiten und Randbedingungen des jeweiligen Anwendungsfalls, denen die Qualitätsmethoden unterworfen sind. Eine isoliert angewandte Qualitätsmethode kann in komplexen Prozessen mit einem breiten Spektrum an divergierenden Problemstellungen nur zur Lösung eines in sich abgegrenzten Teilproblems eingesetzt werden. Die Einsetzbarkeit ist zusätzlich limitiert hinsichtlich der verfügbaren Unternehmensressourcen. Ein Zusammenschluß sich ergänzender Qualitätsmethoden könnte die Chance schaffen, die Vielzahl von Anforderungen des Produktentstehungsprozesses während der Qualitätsarbeit besser zu berücksichtigen. Es bedarf des Nachweises, daß durch einen sinnvoll

---

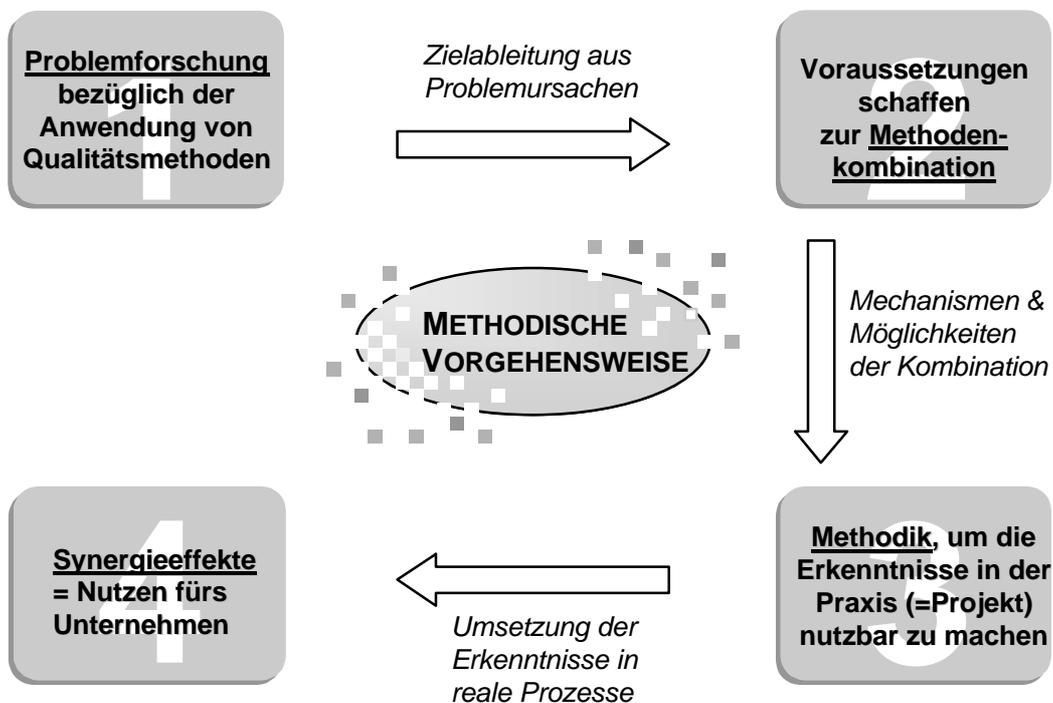
auf einer vom Verfasser durchgeführten Untersuchung der Nacharbeitsumfänge am Türen- und Klappeneinbau eines Automobilherstellers; vgl. a. Kap. 3.3.1

<sup>5</sup> Vgl. Kersten, G. (1994), S. 427 ff.; Dürrschmidt, S. et al. (1999), S. 54; vgl. Plötz, M.; Biehl, M. (1999), S. 580 ff.; vgl. Vossmann, D. (1999), S. 22 ff.; vgl. a. Frank, R.; Gärtner, K.-F. (1998), S. 1035 ff.; Pfeifer, T.; Siegler, S. (1999), S. 612 ff.; Pfeifer, T.; Prefi, T. (1994), S. 55 ff., Mai, C. (1999)

zusammengestellten Methodenmix ein Verbesserungs- und Rationalisierungspotential zur Beherrschung der vielschichtigen Qualitätsforderungen freigesetzt werden kann. Diesem Anspruch verpflichtet, definiert folgende methodische Vorgehensweise den weiteren Ablauf der Untersuchungen:

1. Unsicherheiten und Schwierigkeiten in der Anwendung von Qualitätsmethoden sind auf ihre Kernursachen zu analysieren. Daraus abzuleiten ist ein entsprechendes Anforderungsprofil für einen neuen Lösungsansatz: Die Methodenkombination.
2. Es bedarf gewisser Voraussetzungen und Regeln, Qualitätsmethoden zu kombinieren. Die theoretisch möglichen Arten und Grundmuster einer Verknüpfung sind zu erarbeiten.
3. Die Erkenntnisse aus 2. sind in eine Umsetzungsmethodik zu überführen. Diese Methodik soll die Qualitätsarbeit im Produktentstehungsprozeß abbilden und die Methodenkombination für den Produktentstehungsprozeß anwendbar machen.
4. Die positiven Effekte aus dem Anwendungsmodell stellen, nachgewiesen durch reale Beispiele in der Praxis, den Nutzen für die Unternehmensprozesse dar.

**Bild 1–1** verdeutlicht den methodischen Ansatz.



**Bild 1–1:** Methodischer Ansatz der Arbeit

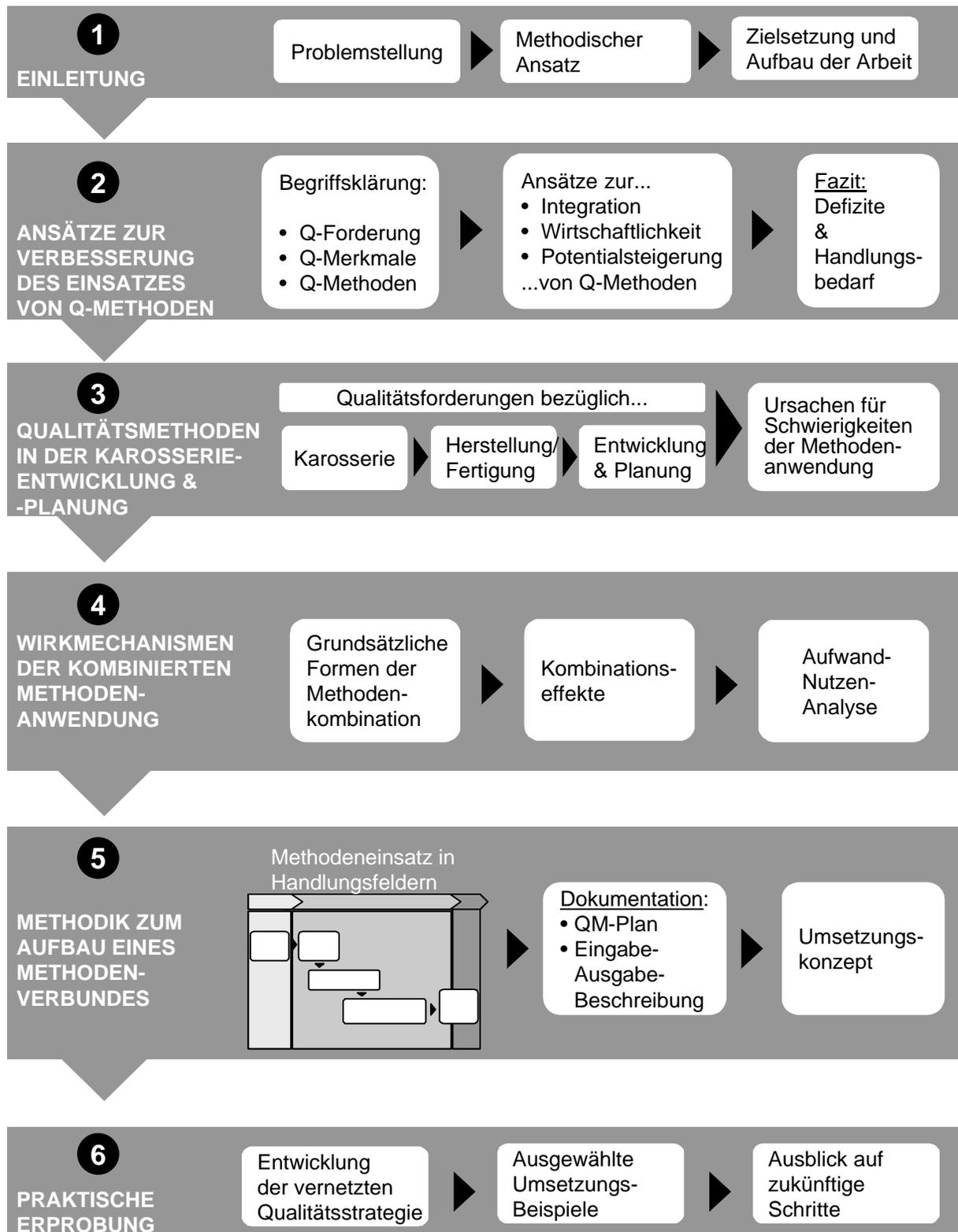
### 1.3 Zielsetzung und Aufbau der Arbeit

Am Beispiel der Prozeßkette Karosserie entwickelt diese Arbeit eine Methodik zur Gestaltung des Einsatzes von Qualitätsmethoden in einem Methodenverbund. Es wird das Ziel verfolgt, die Chancen eines solchen Verbundes darzustellen und Gestaltungsmöglichkeiten zu entwickeln. Mit dieser Zielsetzung und unter Einbeziehung des methodischen Ansatzes ergeben sich die Inhalte der jeweiligen Kapitel. Einen Überblick zum Aufbau dieser Arbeit zeigt **Bild 1–2**.

Das **Kapitel 2** erörtert den aktuellen Stand der Wissenschaft bezüglich des Einsatzes von Qualitätsmethoden in Entwicklungsprozessen. Zunächst werden die für diese Arbeit relevanten Begriffe des Qualitätsmanagements definiert und eingehend erläutert. Daran schließt sich die Vorstellung der in der Literatur diskutierten Optimierungsansätze an, welche zur besseren Orientierung in mehrere Themenschwerpunkte gruppiert werden. In einer Gegenüberstellung werden die vorgestellten Studien verglichen und zu einem ganzheitlichen Bild zusammengesetzt. Aus diesem Bild lassen sich bislang nicht behandelte Aspekte als Handlungsbedarf für diese Arbeit ableiten.

Das **Kapitel 3** untersucht am Beispiel des Entwicklungs- und Planungsprozesses Karosserie, welchen konkreten Problemursachen die Anwendung von Qualitätsmethoden unterworfen ist. Diese Problemanalyse differenziert die karosseriespezifischen Qualitätsforderungen vor dem Hintergrund der betreffenden Teilprozesse des Produktentstehungsprozesses. Überdies werden die Beziehungen zwischen den diversen Anwendern der Qualitätsmethoden und den Qualitätsfachstellen erforscht.

Das **Kapitel 4** untersucht die Möglichkeiten und Formen, Qualitätsmethoden miteinander zu kombinieren. Dazu wird der Prozeß der Methodenanwendung in seine Bestandteile zerlegt und Ansatzpunkte der Verknüpfung gesucht. Die resultierenden Kombinationseffekte und Synergiepotentiale werden übersichtlich zusammengefaßt. Überdies werden mit der Analyse der grundsätzlichen Aufwand- und Nutzengrößen auch Kriterien zur Bewertung des Erfolgs einer Methodenanwendung angesprochen.



*Bild 1-2: Aufbau der Arbeit*

Das **Kapitel 5** entwickelt eine Methodik zur Gestaltung eines Methodenverbundes bei gleichzeitiger Ausrichtung an die spezifischen Bedingungen eines Fahrzeugprojekts. Die Methodik nutzt hierzu die Kombinationstheorie des Kapitels 4 und unterteilt die Projektphasen in qualitätsthematische Handlungsfelder. Auf diese Weise wird der gesamte

Produktentstehungsprozeß mit geeigneten Methoden abgedeckt. Zur Dokumentation der Ergebnisse wird die Form des Qualitätsmanagementplans (QM-Plan) gewählt. Für eine Implementierung des QM-Plans in die betriebliche Praxis der Methodik wird ein Umsetzungskonzept entwickelt, welches die Projektmitarbeiter zur Durchführung vernetzter Qualitätsmethoden befähigen soll.

In **Kapitel 6** wird das Grundlagenprojekt zur Entwicklung der vernetzten Qualitätsstrategie in einem Rückblick vorgestellt. Weiterhin wird die Kombinationsmethodik in mehreren ausgewählten Fallbeispielen exemplarisch angewandt. Die Anwendungen sind so ausgewählt, daß ein möglichst breites Spektrum der Qualitätsaufgaben in der Fahrzeugentwicklung abgedeckt wird. Die praktischen Beispiele und Verifizierungen basieren auf diversen Projekten eines deutschen Automobilunternehmens, die Ergebnisse gewinnen auf diese Weise einen repräsentativen Charakter für die gesamte Automobilbranche.

Das **Kapitel 7** faßt die Vorgehensweise und die wesentlichen Ergebnisse zusammen und stellt damit den Beitrag und Wert dieser Arbeit für die angewandte Qualitätswissenschaft heraus.

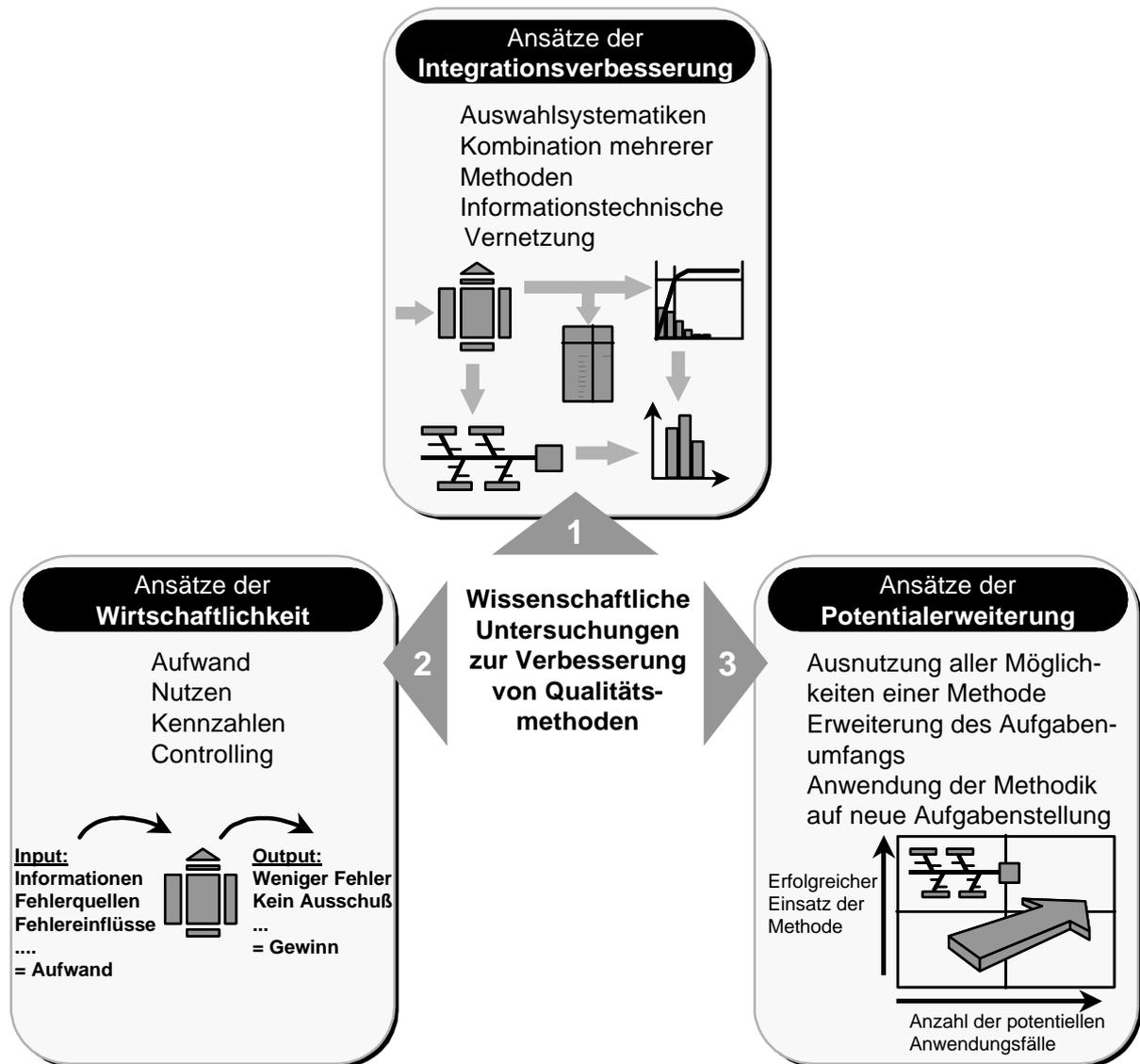
## 2 Bisherige Ansätze zur Optimierung des Qualitäts- Methodeneinsatzes in Entwicklungsprozessen

Die Diskussion über den effizienten Einsatz von Qualitätsmethoden findet in der Wissenschaft auf mehreren voneinander unabhängigen Ebenen statt. Die Fülle der Untersuchungen auf diesem Gebiet macht eine gedankliche Einteilung des Materials notwendig. Es lassen sich drei Themengruppen identifizieren (**Bild 2–1**). Die Literaturlauswertung wird anhand dieser Gruppen durchgeführt. Zuerst wird die Systematik erläutert.

Das Thema der verbesserten Integration von Qualitätsmethoden (Gruppe 1) beschreibt Möglichkeiten zum günstigen Einbau unterstützender Werkzeuge in komplexen Strukturen. Besonders hervorgehoben werden die Beziehungen und Wechselwirkungen naher verwandter Methoden zueinander. Aus den vielfältigen Bereichen der betrieblichen Qualitätsaufgaben werden inhaltlich zusammengehörige oder ähnliche Methoden zueinander positioniert und ein sinnvoller Austausch qualitätsbezogener Informationen entwickelt. Diese Verflechtung soll zu einer besseren Integration beitragen. Ein weiterer Gegenstand der Integrationsgruppe ist die Empfehlung geeigneter Systematiken zur Auswahlentscheidung der für die betriebliche Aufgabe sinnvollen Qualitätsmethoden.

Die Themengruppe der Wirtschaftlichkeit (Gruppe 2) untersucht Qualitätsmethoden nach betriebswirtschaftlichen Gesichtspunkten. Die Darstellung und Bewertung in monetären Größen wird genutzt zum Erkennen von Erfolg oder Verschwendung solcher Maßnahmen. Charakteristisch für diese Gruppe ist die Differenzierung nach Aufwands- und Nutzengrößen unter Verwendung geeigneter Kennzahlen. Aufbauend auf der klassischen Dreiteilung der Qualitätskosten wird die Weiterentwicklung bis heute aufgezeigt. Methodisch-technische Inhalte fließen nicht in die Betrachtungen dieser Gruppe ein.

Das Thema der Erweiterung der Methodenpotentiale (Gruppe 3) untersucht die Weiterentwicklung der Eigenschaften einer erfolgreichen Methode, um das Nutzenpotential für andere oder neue betriebliche Aufgaben (Beispiel Umweltschutz) nutzbar zu machen. Es werden Möglichkeiten gesucht, die Methode für breitere Anwendungsgebiete zu erweitern. Gleichzeitig bietet sich mit diesem Ansatz die Chance, bekannte Schwächen gezielt zu korrigieren und Wünsche oder Anregungen aus Kritiken zu berücksichtigen.



**Bild 2-1:** Gruppierung der Ansätze zur Verbesserung des Einsatzes von Qualitätsmethoden

Zunächst bedarf die Verwendung relevanter Begriffe wie „Qualitätsmethode“ einer eingehenden Klärung mit der in der Literatur definierten Terminologie aus dem Bereich des Qualitätsmanagements. Weitere damit korrelierende, für diese Arbeit benötigte Termini werden in Abschnitt 2.1 erläutert. In den Abschnitten 2.2 bis 2.4 werden die ausgewählten Fachbeiträge zu jeder Themengruppe vorgestellt. Die verwendeten Quellen sollen einen repräsentativen Ausschnitt der Literatur darstellen. Um die Ergebnisse der Arbeiten am Ende dieses Kapitels vergleichen zu können, wird zu jeder Studie zunächst die untersuchte Problemstellung knapp erläutert, und der dafür entwickelte Lösungsansatz beschrieben. Aus der abschließenden Gegenüberstellung der Studienergebnisse lassen sich mögliche offene oder bislang nicht behandelte Fragen feststellen.

## 2.1 Begriffsklärung

Die aktuellen Bestimmungen des Begriffes Qualität betonen die Übereinstimmung zwischen den Merkmalen einer Einheit und den an sie gestellten Forderungen. Eine besonders wichtige Gruppe der Forderungen sind für ein Unternehmen die Erwartungen der externen Kunden, also der Abnehmer der betrieblichen Erzeugnisse oder Dienstleistungen. Gemäß der internationalen Norm DIN EN ISO 9000:2000 ist Qualität definiert als „Grad, in dem ein Satz inhärenter Merkmale (...) Anforderungen (...) erfüllt“<sup>6</sup>. Die Definition der DEUTSCHEN GESELLSCHAFT FÜR QUALITÄT E.V. lautet in enger Anlehnung: „Realisierte Beschaffenheit (...) einer Einheit (...) bezüglich Qualitätsforderung (...)“<sup>7</sup>. Für das betriebliche Qualitätswesen ist die Qualität der Produkte, der Prozesse sowie der Systeme gleichermaßen zu berücksichtigen.<sup>8</sup> Für ein Automobilunternehmen bedeutet dies, die Produktqualität als das Ergebnis der betrieblichen Prozesse (Beispiel Fertigung) zu begreifen.

Für das weite Feld der qualitätsbezogenen Methoden und Werkzeuge hat sich mittlerweile in der Wissenschaft die Sammelbezeichnung „Qualitätstechnik“ etabliert.<sup>9</sup> Hierzu zählen neben Problemlösungstechniken wie die sieben Qualitätswerkzeuge Q7 sowie die sieben Managementwerkzeuge M7 auch analytische (Beispiel: QFD, FMEA), statistische (Beispiel: SPC, Versuchsplanung) sowie psychologische (Beispiel: Moderation, Coaching) Verfahren.<sup>10</sup> Qualitätstechnik ist nach DGQ definiert als: „Anwendung wissenschaftlicher und technischer Kenntnisse sowie von Führungstechniken für das Qualitätsmanagement (...)“<sup>11</sup>. Dieser Definition folgt eine Anmerkung mit der Betonung der Erfüllung der Forderungen als alleinigem Ziel. Für diese Arbeit sollen im Gegensatz zu THEDEN und WALTER nicht nur problemlösende Techniken, sondern auch problemvermeidende und prozeßverbessernde Methoden in die Definition einbezogen werden.<sup>12</sup> Aus diesem Grund wird in dieser Arbeit durchgängig die Bezeichnung „Qualitätsmethode“ bzw. „Q-Methode“ verwendet.

---

<sup>6</sup> DIN EN ISO 9000:2000 (2000), S. 18 f.

<sup>7</sup> DGQ (1995), S. 30 f.

<sup>8</sup> Vgl. auch Herrmann, J. (2000), S. 216 ff.; Herrmann, J. (1998a), S. 9

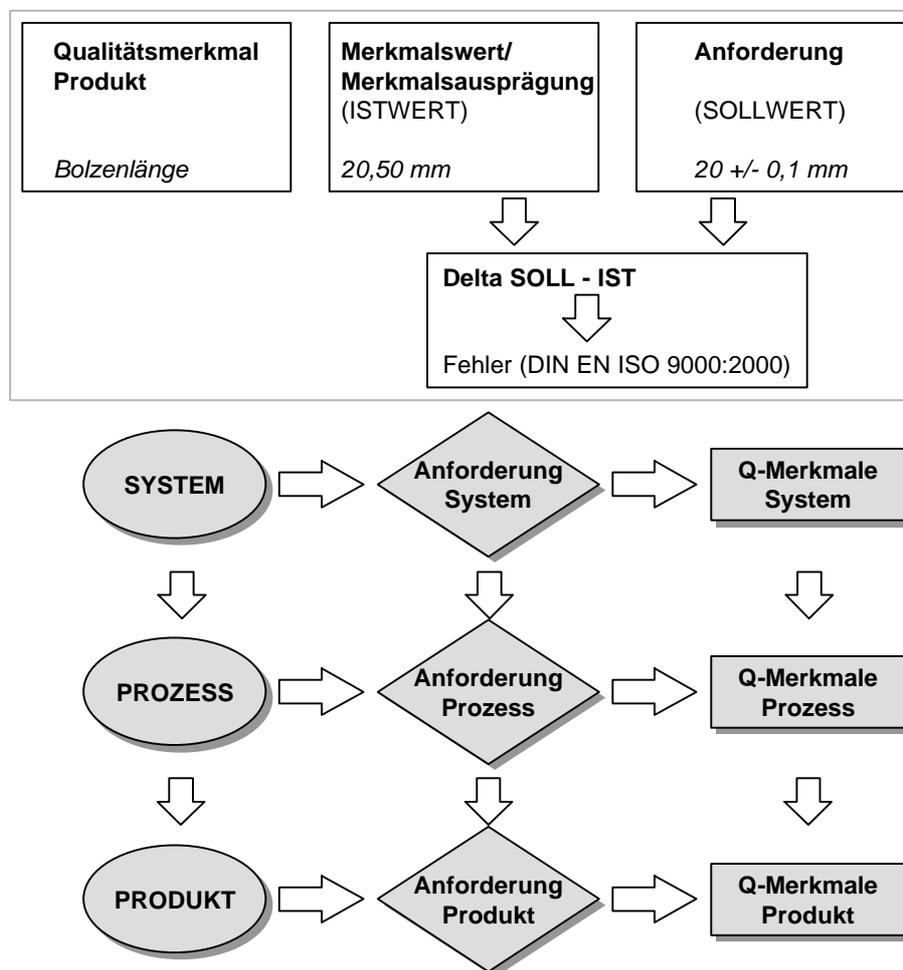
<sup>9</sup> Vgl. Walter, T. (1996), S. 70 ff.; Theden, P. (1997), S. 58; Pfeifer, T. (1996), S. 516 ff.; Seghezzi, H. D. (1996), S. 242; Cichon, K.-U. (1997), S. 207 ff.

<sup>10</sup> Vgl. Herrmann, J. (1998b), S. 153 ff.; zu Definitionen zu Q7 und M7 vgl. a. Gogoll, A. (1994), S. 516 ff.; Kamiske, G. F.; Brauer, J.-P. (1995), S. 99ff. und 164 ff.; vgl. a. Kamiske, G. F.; Brauer, J.-P. (1996), S. 47 ff. und S. 66 ff.; vgl. a. Theden, P.; Colmsan, H. (1997), S. 5 ff. und S. 41 ff.

<sup>11</sup> DGQ (1995), S. 49

<sup>12</sup> Vgl. Theden, P. (1997), S. 58 und Walter, T. (1996), S. 70 f.

Ein Qualitätsmerkmal ist definiert als „inhärentes Merkmal (...) eines Produkts (...), Prozesses (...) oder Systems (...), das sich auf eine Anforderung (...) bezieht“.<sup>13</sup> JURAN unterscheidet Qualitätsmerkmale selbst in produkt- und prozeßbezogene Merkmale.<sup>14</sup> Die Ausprägung eines Qualitätsmerkmals ist definiert über seinen Merkmalswert. Dieser Wert beschreibt entweder die bereits realisierte Eigenschaft einer Einheit (Ist-Zustand) oder legt als Sollwert die Anforderung fest. Die Differenz zwischen Soll- und Istwert ergibt den Fehler gemäß DIN EN ISO 9000:2000 (**Bild 2–2**). Das Wissen um die geforderten Qualitätsmerkmale der Produkte und der Fertigungsprozesse motiviert und erzieht die Mitarbeiter zu einer ergebnisorientierten Arbeit.



*Bild 2–2: Definition Qualitätsmerkmal*

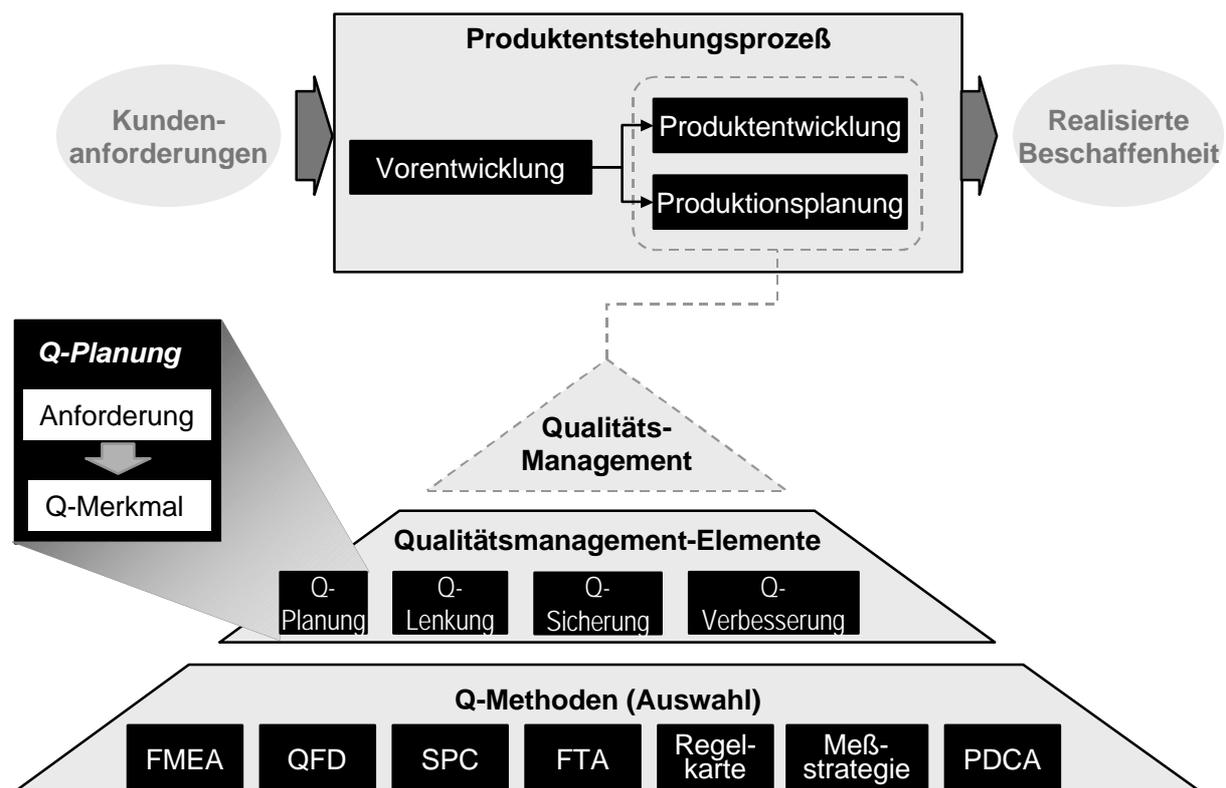
<sup>13</sup> DIN EN ISO 9000:2000 (2000), S. 25 f.

<sup>14</sup> Vgl. Juran, J. M. (1989), S. 214

Eine Anforderung wird in DIN EN ISO 9000:2000 definiert als „Erfordernis oder Erwartung, das oder die festgelegt, üblicherweise vorausgesetzt oder verpflichtend ist“.<sup>15</sup>

Qualität vollzieht sich generell in den drei Ebenen System, Prozeß und Produkt. Für jede Ebene lassen sich, abgeleitet aus den Kundenanforderungen, entsprechende Anforderungen beschreiben und in geeignete Qualitätsmerkmale überführen. Diese Qualitätsmerkmale sollten zentraler Gegenstand der Qualitätsmethodenanwendung sein und in allen entwicklungsbezogenen und planerischen Tätigkeiten des Produktentstehungsprozesses Berücksichtigung finden.

**Bild 2–3** stellt abschließend den Zusammenhang zwischen Anforderung, Qualitätsmanagement und Qualitätsmethode grafisch dar. In Kapitel 3 werden diese Begriffe durch Beispiele aus der Karosserieentwicklung konkretisiert.



**Bild 2–3:** Zusammenhang zwischen Anforderung, Q-Merkmal und Q-Methode

<sup>15</sup> DIN EN ISO 9000:2000 (2000), S. 19

## 2.2 Ansätze der verbesserten Integration von Qualitätsmethoden

Qualitätsmethoden haben oftmals den Anschein des Unveränderlichen, einer Prozedur, die stets gleich bleibt. Jedoch ergibt die gleiche Methodik immer unterschiedliche Ergebnisse. Die Anpassung der Systematik erfolgt im wesentlichen durch den Mitarbeiter, mehr oder weniger unterstützt durch die zuständige Qualitätsfachstelle. Seit einigen Jahren nimmt der Trend zu einer Übertragung der Qualitätsverantwortung auf die Mitarbeiter der Entwicklung und Fertigung stetig zu. Damit einhergehend ist der Schulungsbedarf für diese Arbeitskräfte gestiegen. Allerdings ist nicht immer klar, welche Kenntnisse zur Umsetzung benötigt werden, welche Methoden die Anwender tatsächlich unterstützen können. Überdies stehen die Unternehmen vor der Schwierigkeit, aus der Vielfalt der Qualitätsmethoden die geeigneten auszuwählen und in die Abläufe zu integrieren.<sup>16</sup> Die Integration einer Qualitätsmethode versteht sich als ein Vorgang der Auswahl und Anpassung an die Aufgabe sowie als Verknüpfung mit anderen Methoden bzw. Fachstellen.

### 2.2.1 Ansatz nach BRAUNSPERGER (1993)

BRAUNSPERGER stellt in seiner Studie ein Qualitätssicherungskonzept für die Karosserieentwicklung vor.<sup>17</sup> Dieses Konzept umfaßt entsprechend der Phasen des Produktentstehungsprozesses sieben "Qualitäts-Schritte" mit jeweils festgelegten Inhalten. In der Konzeptabsicherung als ersten Schritt werden die Projekt- und Fahrzeugproduktkonzepte in mehreren Reviews auf offene (Problem-)punkte überprüft und gegebenenfalls Maßnahmen vereinbart. In einer Risikoanalyse werden die traditionellen Risiken und die Schwachstellen des Vorgängermodells eingehend untersucht. Während der Erprobungsabsicherung müssen Fehler in den Versuchsteilen unbedingt abgestellt werden, um Auswirkungen in der späteren Serie zu vermeiden. Zur Anlaufabsicherung ist es erforderlich, die Probleme der ersten Vorserien noch kurz vor Serienstart schnellstmöglich abzustellen. Angewandt wird ein FMEA-ähnliches Verfahren zur Beurteilung der Anlauftauglichkeit. Zur Markteinführung zeigt sich die Wirksamkeit der vorherigen Qualitätsschritte. Auftretende Mängel können nur noch mit sehr großem Aufwand beseitigt werden, Instrument ist auch hier die Steuerliste. Die Phase der Serienbetreuung umfaßt den Zeitraum ab Ende Serienanlauf bis Produktionsende. Die

---

<sup>16</sup> Vgl. Pfeifer, T. (1996), S. 516 ff.

<sup>17</sup> Vgl. Braunsperger, M. (1993)

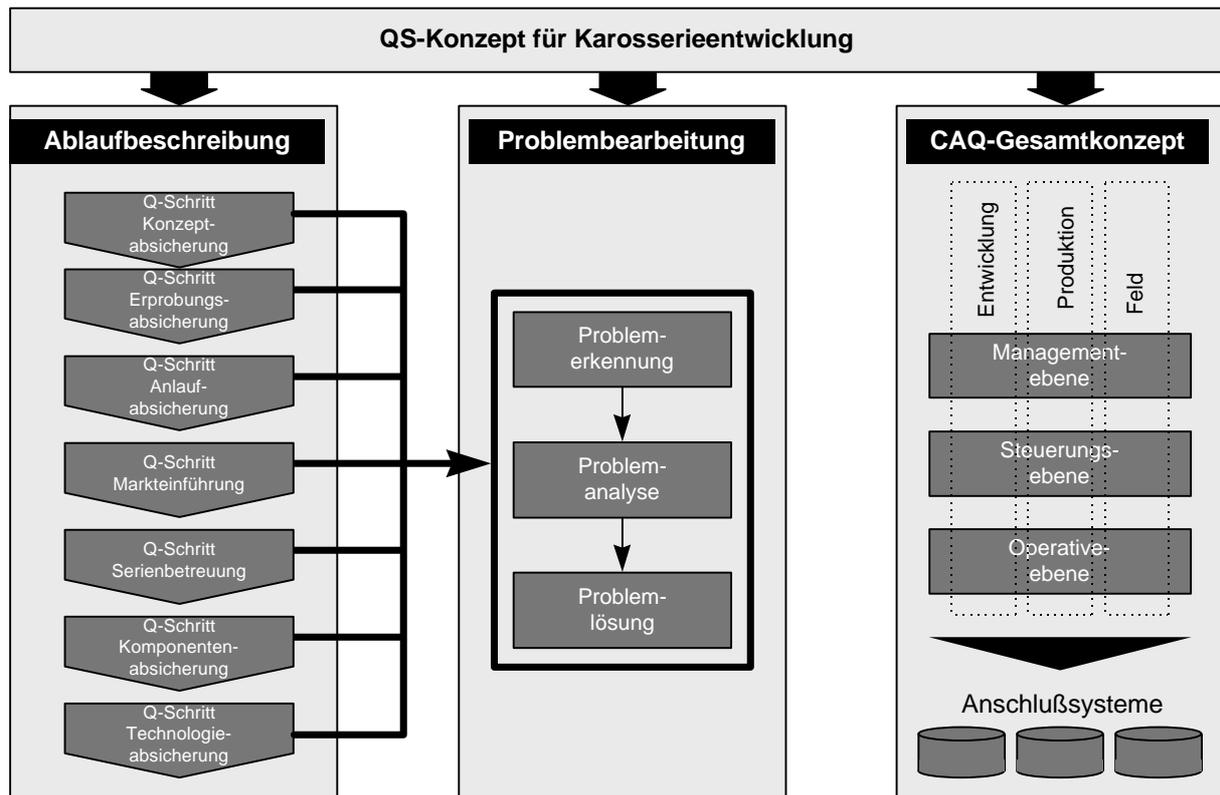
Komponentenabsicherung bereitet die Entwicklung neuer Komponenten für das Nachfolgermodell vor. Das Konzept schließt ab mit der Technologieabsicherung, in der die Planung der Betriebsmittel sowie die fertigungstechnischen Prozesse abgesichert werden.

Die in diesen Qualitätsschritten zur Anwendung empfohlenen Qualitätsmethoden werden ausführlich beschrieben, eine Systematik zur Auswahl und Integration weiterer Q-Methoden liegt aber nicht vor.

Ergänzend zu den Q-Schritten ist die Methodik der systematischen Problembearbeitung nach dem PAL-Prinzip integriert: Problemerkennung-Analyse-Lösung. Dieses Prinzip drückt aus, daß zur Freigabe einer Projektphase sämtliche Problempunkte zwingend abgearbeitet sein müssen. Als Instrument zur Problembearbeitung wird die Steuerliste eingeführt. Probleme werden hierin beschrieben nach Ort des Auftretens, Art, Ursache, Abstellmaßnahmen, Verantwortliche zur Lösung. Entscheidend für die Freigabe ist die Erledigung, also erfolgreiche Umsetzung der gefundenen Lösungsansätze. Nach Ende jedes Schritts müssen also alle Probleme beseitigt sein. Ein Qualitätsingenieur je Modulteam übernimmt die Betreuung der Steuerliste. Die Modulteams steuern als interdisziplinäre Arbeitsgruppen die Entwicklung und Planung der verschiedenen Fahrzeugbaugruppen.

Die in den Q-Schritten generierten Qualitätsdaten benötigen eine informationstechnische Vernetzung. Das hierzu entworfene CAQ-Konzept strebt die softwaretechnische und inhaltliche Abstimmung der Produktphasen Entwicklung, Produktion und Feld an. Gleichzeitig sind die Daten entsprechend den verschiedenen Anwendern aufzubereiten, es werden die drei Ebenen Management, Steuerung und Operation unterschieden. Als Beispiele für die Produktionsphase sind zu nennen die Maschinen-Prüfsysteme auf operativer Ebene, die Prüfplanung auf Steuerungsebene und die Überwachung des Betriebserfolges auf Managementebene. Eine phasenübergreifende Bearbeitung von Qualitätsdaten gelingt nur durch einen eindeutigen Objektbezug. Es bieten sich hierzu an die Sachnummer des Bauteils in der Entwicklungsphase, die Fahrgestellnummer in der Fertigung und die Befundnummer im Feld.

**Bild 2–4** veranschaulicht die Ergebnisse von BRAUNSPERGER.

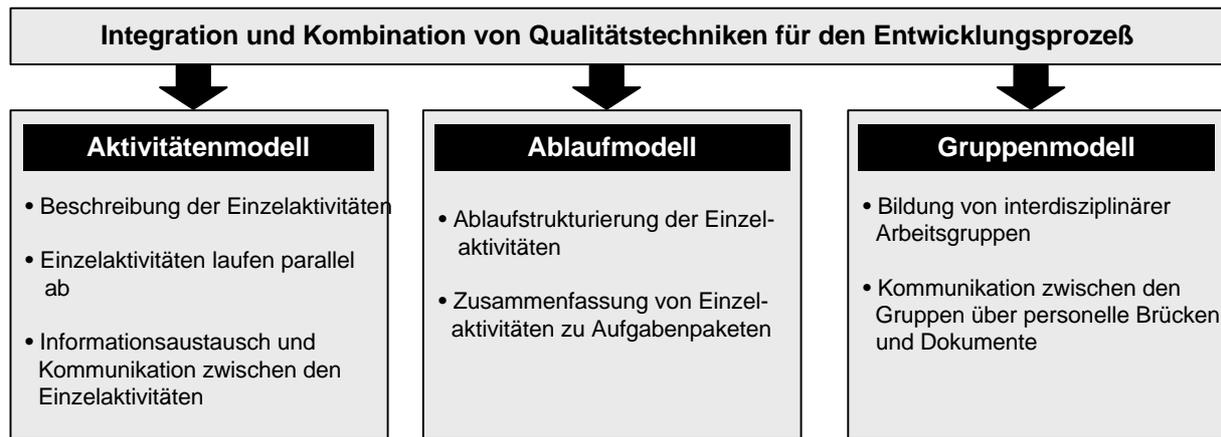


*Bild 2-4: Qualitätssicherungs-Konzept nach BRAUNSPERGER*

### 2.2.2 Ansatz nach HARTUNG (1994)

HARTUNG erklärt die in einer Befragung festgestellten Anwendungsdefizite von Qualitätsmethoden in der deutschen Industrie durch Schwierigkeiten im Umgang mit der Vielzahl an Methoden.<sup>18</sup> Ein hoher Schulungs- und Einarbeitungsaufwand der Mitarbeiter belastete die Unternehmen. Ein weiteres Problem ergab sich aus den sich in der Praxis oft festgestellten widersprüchlichen Ergebnissen der Methoden. Hier zeigte sich die unzureichende Abstimmung der Methoden. Ziel der Studie ist es, gewöhnliche Qualitätsmethoden gesamthaft in die Produktplanung zu integrieren. Hierzu teilt HARTUNG die Qualitätsmethoden in 2 Gruppen ein: Methoden zur Erfüllung der Kundenanforderungen, und Methoden zur Fehlervermeidung. Zur Integration und Kombination der Qualitätsmethoden wird ein Modell entwickelt, bestehend aus 3 Modellteilen (**Bild 2-5**).

<sup>18</sup> Vgl. Hartung, S. (1994)



*Bild 2-5: Modell zur Integration von Qualitätstechniken nach HARTUNG*

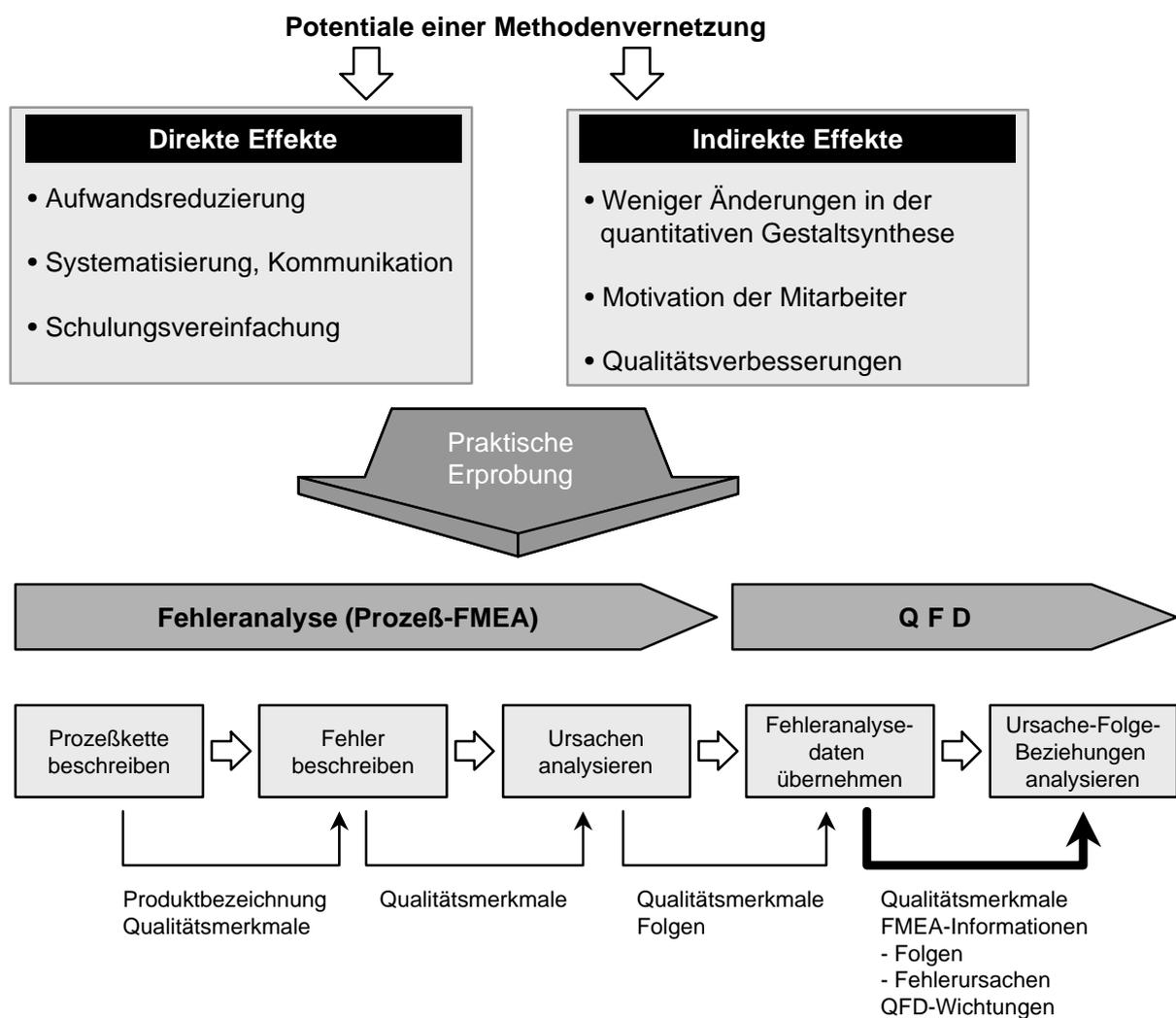
Das Aktivitätenmodell umfaßt die Darstellung der Einzelaktivitäten für die einzelnen Produktphasen. In dem Ablaufmodell werden die Aktivitäten hinsichtlich der Methodenbereiche Produktplanung, Produktgestaltung und Prozeßgestaltung unterschieden. Im Mittelpunkt des Modells stehen die Analyse der Kundenanforderungen und die Spezifizierung der notwendigen Qualitätsmerkmale sowie die Fehleranalyse zum rechtzeitigen Erkennen von Risiken. Die personelle Umsetzung der Methoden wird im Gruppenmodell beschrieben. Interdisziplinäre Teams betreuen die festgesetzten Aktivitäten in Teilarbeit ständig miteinander vernetzt. Mitglieder, die in mehreren Gruppen vertreten sind, sorgen für den Austausch der Informationen.

Für die einzelnen Modellteile werden Hilfsmittel zur Unterstützung entworfen. Zur Erfassung der Kundenanforderungen werden Funktionsdatenblätter empfohlen, mit denen für jedes Teilprodukt (genannt "Produkt-Struktur-Element", PSE) die Funktionen und die Qualitätsmerkmale übersichtlich dargestellt werden, und dann in einer Matrix miteinander in Beziehung gesetzt werden. Die Fehleranalyse hingegen basiert auf dem Ansatz, daß ein Fehler als nicht erfüllte(s) Qualitätsmerkmal(e) charakterisiert werden kann. Demzufolge müssen die produkt- und prozeßbezogenen Merkmale hinsichtlich Risiken und Herstellbarkeit geprüft werden.

Die Möglichkeit zur Methodenverknüpfung wird anhand der Verfahren FMEA, QFD und FTA aufgezeigt, die Ergebnisse werden am Beispiel eines Papiereinzuges eines Fotokopierers verifiziert. Vereinfacht gesprochen können die genannten Methoden derart verbunden werden, daß die aus den Produkthanforderungen identifizierten Qualitätsmerkmale während der FMEA auf mögliche Fehlereinflüsse untersucht werden, und dann im House of Quality gewichtet und hinsichtlich des Prozeßrisikos priorisiert werden. Die Fehlerbaumanalyse unterstützt die FMEA

in der Fehlerursachenforschung. Einen Überblick gibt **Bild 2-6**. Mit Hilfe der Methodenkombination konnten folgende Effekte erzielt werden:

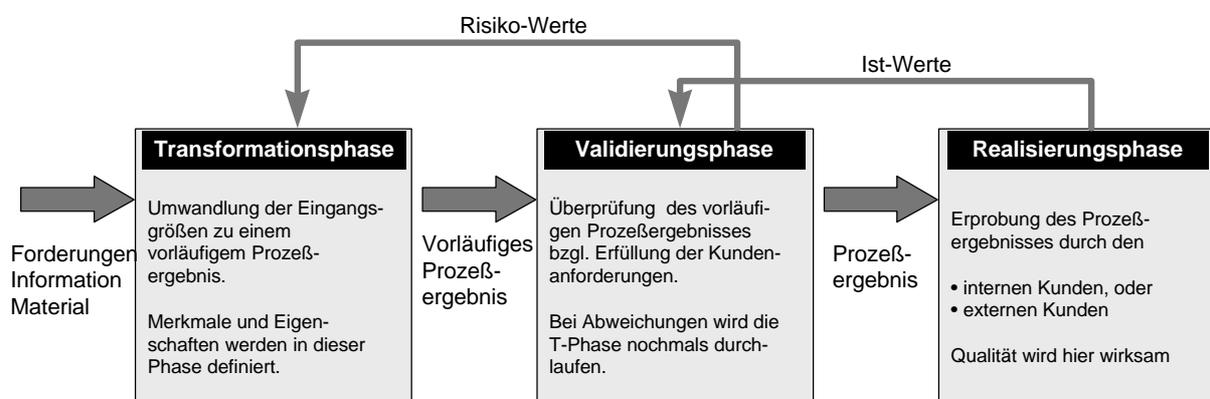
- Drastisch verkleinerte Matrizengrößen bei FMEA und QFD durch Konzentration auf gemeinsame Qualitätsmerkmale
- Dadurch leichtere Abstimmprozesse in Gruppenbesprechungen und geringerer Dokumentationsaufwand
- Ebenfalls verringerter Aufwand bei Durchführung der Fehleranalyse



**Bild 2-6:** Kombination von FMEA und QFD nach HARTUNG

### 2.2.3 Ansatz nach PREFI (1995)

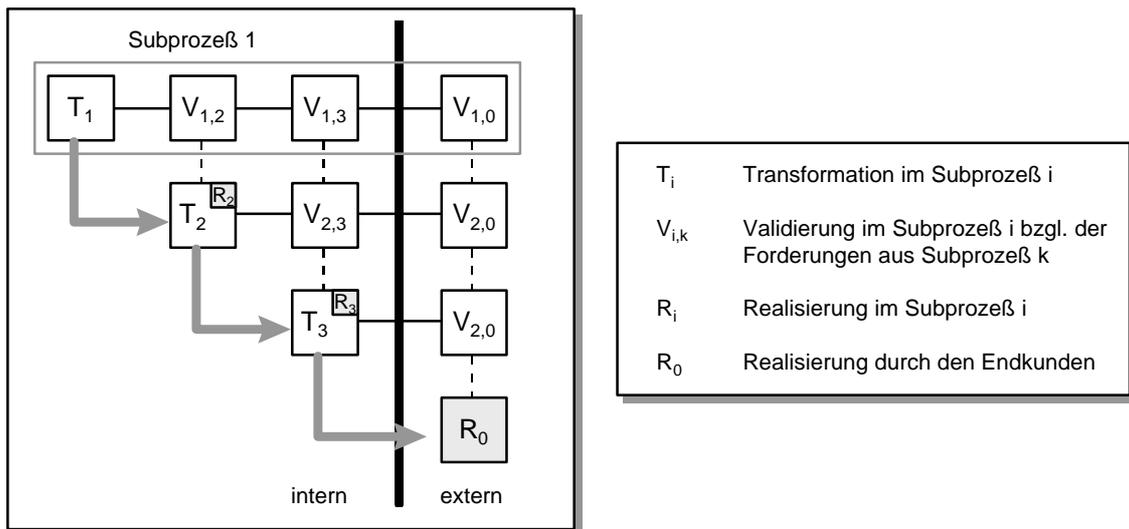
PREFI sieht in der komplexen Struktur heutiger Unternehmen mit ihrer Vielzahl an Hierarchien, Abteilungen, Funktionen das Risiko, den Anforderungen der Kunden nicht mehr ausreichend gerecht werden zu können.<sup>19</sup> Sein Ansatz verfolgt die Reorganisierung der Geschäftsprozesse durch Reduzierung der Komplexität, durch Abbau von Schnittstellen und durch Überwindung von Abteilungsdenken. Zu diesem Zweck wird das "generische Prozeßmodell" zur qualitätsorientierten Gestaltung der Unternehmensabläufe im Sinne eines Kunden-Lieferanten-Verhältnisses entwickelt (**Bild 2-7**).



**Bild 2-7:** Generisches Prozeßmodell nach PREFI

Die wesentliche Anwendung des Modells liegt in der Kombination und Integration fehlerpräventiver Qualitätsmethoden. Die Transformationsphase wandelt die für einen Prozeß notwendigen Eingangsgrößen, z. B. Informationen oder Materialien, um in ein Ergebnis, welches bereits die vom nachfolgenden Kunden benötigten Eigenschaften besitzt. Dieses noch vorläufige Prozeßergebnis wird während der Validierung hinsichtlich der Erfüllung der Kundenanforderungen geprüft. Diese Phase dient gewissermaßen als Puffer oder „Versuchsstrecke“. Nach der Freigabe kann das Prozeßergebnis in der Realisierungsstufe umgesetzt werden. Verbesserungen des Prozesses werden ermöglicht durch Rückmeldungsschleifen zwischen den Phasen.

<sup>19</sup> Vgl. Prefi, T. (1995)



**Bild 2–8:** Aufbau und Logik einer Produkt-Struktur-Matrix

Als Beispiel für das generische Prozeßmodell kann die Produktentwicklung genannt werden. Während der Produktplanung (=T-Phase) werden die Qualitätsmerkmale unter anderem mittels QFD ermittelt, und dann durch FMEA validiert. Die spätere Produktion des Produkts (=Realisierung) kann durch eine Qualitätsprüfung unterstützt werden.

Mit diesem Modell lassen sich beliebige Subprozesse unabhängig voneinander optimieren, so daß eine Prozeßkette entsteht. Durch die Addition mehrerer Transformationsphasen entsteht die Prozeß-Struktur-Matrix (abgekürzt PSM), mit der sich die Auswirkungen der Prozesse auf die internen und externen Kundenanforderungen gleichzeitig abbilden (**Bild 2–8**). Der vorausschauende, präventive Charakter der Matrix zeigt am Beispiel von  $V_{1,3}$ , dieses Validierungselement dient nicht nur zur Risikoabsicherung von  $T_1$ , sondern integriert bereits die Anforderungen von  $T_3$ .

Die Prozeß-Struktur-Matrix konnte im Rahmen einer Fallstudie als Modell zur Integration präventiver Qualitätsmethoden verifiziert werden.<sup>20</sup>

#### 2.2.4 Ansatz nach GROB (1996)

GROB erkennt in den Aufgaben des Qualitätsmanagements Defizite bezüglich der Wissens- und Informationsweitergabe.<sup>21</sup> Besonders betroffen sind die Schnittstellen zwischen planenden und ausführenden Stellen im Unternehmen. Bisherige CAQ-Systeme unterstützen im wesentlichen

<sup>20</sup> Vgl. a. Pfeifer, T.; Forkert, S. (1997), S. 286 ff.

<sup>21</sup> Vgl. Grob, R. (1996)

nur die Umfänge der Qualitätsprüfung. Planende und lenkende Tätigkeiten sind kaum rechnerunterstützt. Bisherige computerunterstützte Systeme weisen folgende Mängel auf:

- Ungenügende Unterstützung des Informationsaustausches zwischen den Anwendern, insbesondere hinsichtlich Team-/Gruppenarbeit,
- Die Interpretation der Ergebnisse verbleibt nach wie vor beim Anwender,
- CA-Systeme unterstützen nur einzelne Qualitätsmethoden.

Unter Zuhilfenahme technischer Informationssysteme wird in GROB's Arbeit eine Methodik zur Abbildung von Informationsflüssen im Qualitätsmanagement entwickelt (**Bild 2–9**).

Im ersten Teilschritt werden die Anforderungen, Aufgaben und Ziele an das Gesamtsystem definiert. Die Aufgaben werden mit dem zur Ausführung benötigtem Wissen hinterlegt. Weiterhin wird geprüft, ob und mit welchen Informationssystemen die beschriebenen Aufgaben unterstützt werden können.

Schritte von TISQ	Teilschritte	Hilfsmittel
<u>Schritt 1:</u> Detaillierung der Problemstellung und Anforderungsanalyse	1.1 Bestimmung von Aufgaben und Zielen	Interviews, Formblatt
	1.2 Analyse der Ziele der Wissensebene	Formblatt, Portfolio
	1.3 Gewichtung der Wissens Elemente	House-of-Quality, Portfolio
<u>Schritt 2:</u> Konzeption der organisatorischen Einbindung	2.1 Modellierung der Aufbauorganisation	Interviews, Ablaufdiagramme
	2.2 Aufstellung des Ablaufmodells	Interviews, Szenarien, Ablaufdiagramme
	2.3 Review und Dokumentation der Modelle	Reviewtechnik, Gruppendiskussion
<u>Schritt 3:</u> Definition von Handelnden und Informationsflüssen	3.1 Formalisierung der Wissenstransfers	Formblatt, Modifizierte SADT-Methode
	3.2 Bestimmung organisatorischer Aspekte	Gruppendiskussion, Formblatt
	3.3 Review der Aufgabenmodelle	Wissensfluß-FMEA
<u>Schritt 4:</u> Modellierung der erforderlichen Expertise	4.1 Aufstellen des Sprachenmodells	WibQuS-Sprachmodell
	4.2 Erarbeitung der Begriffsbasis	Sprachmodell, Beispiele
	4.3 Praxisabgleich des Begriffsmodells	Szenario-Technik
<u>Schritt 5:</u> Vorbereitung der Implementierung	5.1 Dokumentation der Planungsergebnisse	Lastenheft

**Bild 2–9:** Teilschritte zur Methodik TISQ nach GROB

Der zweite Schritt modelliert aus den Zielen die geeignete Aufbau- und Ablauforganisation. Sinn und Zweck dieser Maßnahme ist die Zuordnung der Aufgaben mit den organisatorischen Stellen bzw. Teams im Unternehmen. Der Schwerpunkt in der Ablaufgestaltung liegt im Nachvollziehen der bei der Anwendung einer Methode ablaufenden Kommunikationsvorgänge

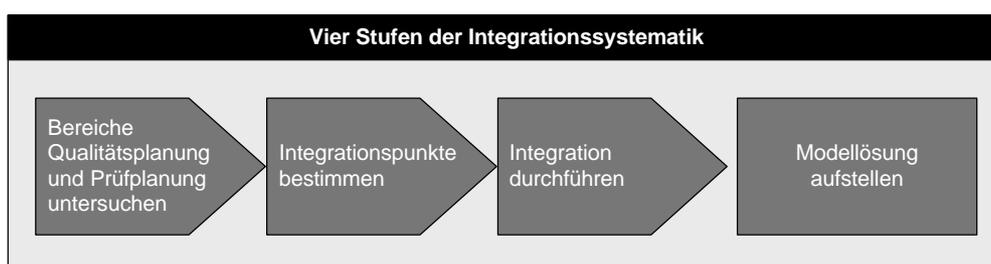
zwischen den daran beteiligten Mitarbeitern. Jede Kommunikation ist einem Wissens- oder Informationsaustausch gleichzusetzen.

Für jede einzelne Aufgabe werden im dritten Schritt die "Wissenselemente" zusammengestellt und die Aufgabenbearbeitung in allen Einzelschritten beschrieben. Für die Aufgabe werden „Meilensteine“ festgelegt und hierfür die Verantwortlichkeiten, Kosten und Ressourcen zugeordnet.

Der vierte Schritt beinhaltet die Beschreibung und Strukturierung der Wissenselemente mit Hilfe von Sprachmodellen. Der letzte Schritt faßt die ersten vier Schritte zu einem Lastenheft zusammen und bereitet damit die Softwareentwicklung der Methodik vor.

### 2.2.5 Ansatz nach TUETE KWAM (1996)

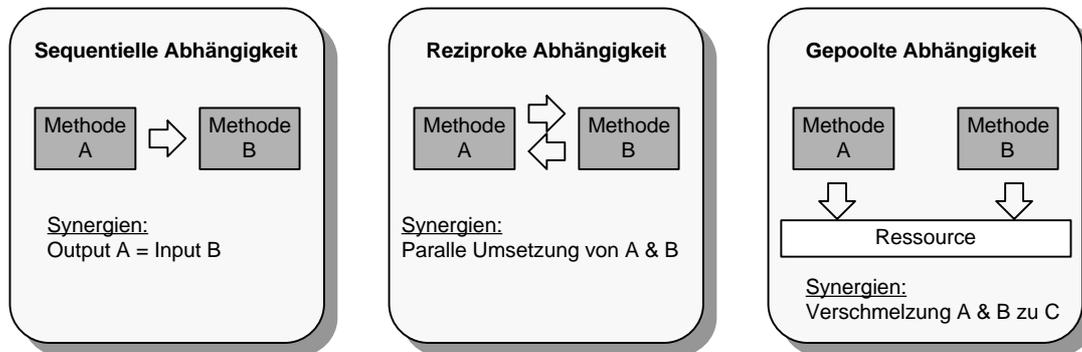
Die bislang praktizierte Trennung von Prüfplanung und Qualitätsplanung hat nach TUETE KWAM zur Konsequenz, daß Erkenntnisse aus der Überwachung der Qualitätsmerkmale zu wenig in die konstruktiven Betrachtungen einfließen.<sup>22</sup> Die sequentielle Durchführung der beiden Prozesse läßt die Rückführung von Erkenntnis im Sinne einer Lernschleife kaum zu. Doppelarbeiten sind die Folge, wenn die Konstruktionsunterlagen zur Findung der Qualitätsmerkmale wiederholt studiert werden müssen. In seiner Studie entwickelt TUETE KWAM deshalb eine Methodik zur Integration der Prüfplanung in die Qualitätsplanung, bestehend aus vier Stufen (**Bild 2–10**).



**Bild 2–10:** Integration der Prüfplanung in die Qualitätsplanung nach TUETE KWAM

In der ersten Stufe werden beide Bereiche hinsichtlich ihrer eingesetzten Qualitätsmethoden verglichen. Als wesentliche Methoden werden die QFD, FMEA und FBA genannt. Das Zusammenspiel zwischen diesen Methoden gestaltet sich derart, daß die FMEA und FBA vorrangig die in der QFD als kritisch identifizierten Merkmale aufgreifen.

In der zweiten Stufe wird die Verknüpfung dieser Methoden über "Integrationspunkte" definiert. Solche Punkte entstehen, wenn für Elemente beider Bereiche, z. B. Ermittlung der Qualitätsmerkmale bzw. Prüfmerkmale, eine informationstechnische und funktionale Anbindung entsteht.



**Bild 2-11:** Beziehungen zwischen Methoden nach TUETE KWAM

Die Umsetzung der Integrationspunkte durch Zusammenfassung von gleichartigen Funktionen und Informationen ist Bestandteil der dritten Stufe. Drei grundsätzliche Fälle sind hier zu unterscheiden, wie **Bild 2-11** zeigt. Die "sequentielle" Abhängigkeit zweier Funktionen drückt aus, daß die zweite Funktion die Ergebnisse der ersten Funktion benötigt, und erst nach vollständiger Fertigstellung der ersten Funktion begonnen werden kann. Eine Methodenkombination ist hier nur möglich, wenn die Ausgangsinformationen der ersten Methode mit den Eingangsinformationen der zweiten Methode abgeglichen werden. Eine "reziproke" Abhängigkeit kennzeichnet intensive gegenseitige Wechselwirkungen, beide Funktionen können nicht losgelöst voneinander ausgeführt werden. Ziel ist hier die parallele Umsetzung beider Funktionen. "Gepoolt" abhängige Funktionen verwenden die gleichen Ressourcen und Informationen. Ziel muß es sein, beide Funktionen zu einer zu verschmelzen. Unter gewissen Voraussetzungen kann die Ermittlung der Qualitäts- und Prüfmerkmale als gepoolte Funktion definiert werden.

Die Beschreibung der neu entstandenen Abläufe schließt in der vierten Stufe die Integration ab.

<sup>22</sup> Vgl. Tuete Kwam, A. M. (1996)

### 2.2.6 Ansatz nach WALTER (1996)

WALTER untersucht in seiner Studie die Umsetzung bestandsarmer Produktionskonzepte für die Just-in-time-Fertigung.<sup>23</sup> Ziel seiner Arbeit ist es, durch ein ganzheitliches Qualitätsmanagement die Prozesse unempfindlich gegenüber Störgrößen zu gestalten. Hierbei kommt dem Einsatz geeigneter Qualitätsmethoden eine zentrale Bedeutung zu. Allerdings sind viele Betriebe mit dem Problem der unzureichenden Anwendung dieser Methoden konfrontiert. Nach WALTER kann es keine allgemeingültige Empfehlung für bestimmte Methoden in Unternehmen geben, da dort jeweils spezifische Bedingungen herrschen.<sup>24</sup> Zur Lösung dieses Problems wird in seiner Studie eine allgemeingültige Vorgehensweise zum Aufbau einer anforderungsgerechten Auswahlstrategie, ausgerichtet an sechs Beschreibungsmerkmalen, entwickelt (**Bild 2–12**).



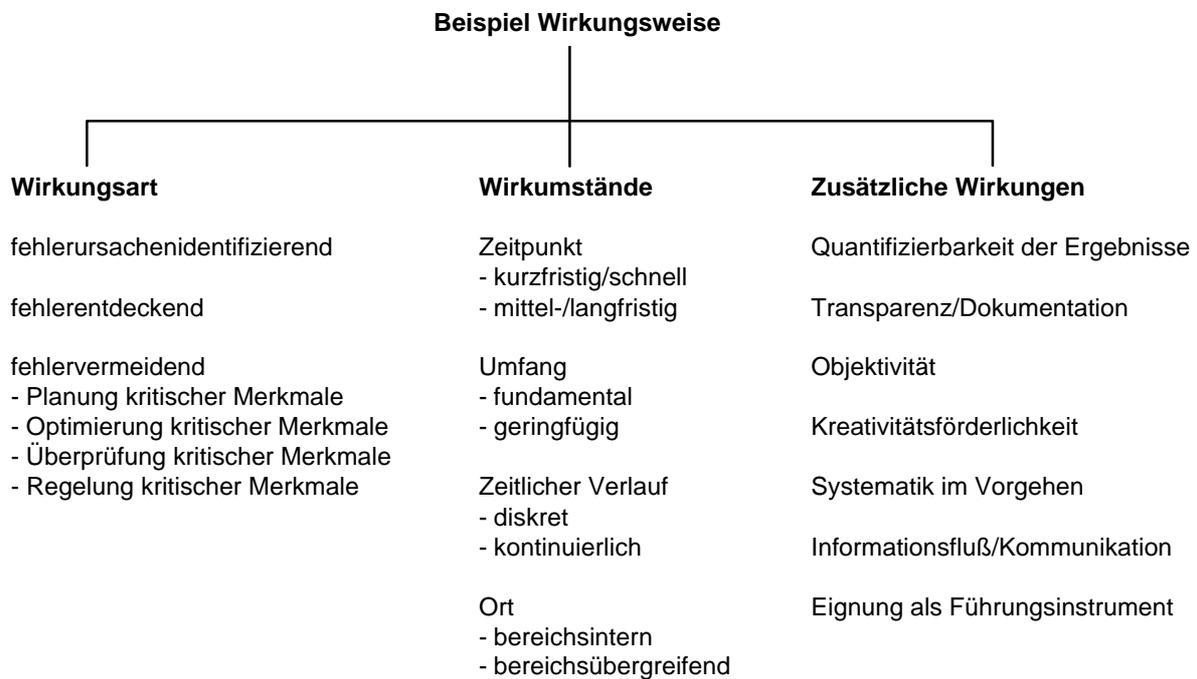
**Bild 2–12:** Beschreibungsmodell für Qualitätstechniken nach WALTER

Die Aufgabenträger sind für die Umsetzung der Methoden verantwortlich. Interessant ist die Nennung des Managements. Der Anwendungsgegenstand beschreibt das Objekt, auf welches die Methode inhaltlich bezogen wird. Die für die Anwendung notwendigen Ressourcen werden zu Einsatzfaktoren zusammengefaßt. Der Zeitpunkt der Anwendung ist abhängig von der Verfügbarkeit der notwendigen Eingangsgrößen. Oder anders ausgedrückt: Zu einem festgelegten Zeitpunkt müssen alle Voraussetzungen zur erfolgreichen Anwendung geschaffen sein. Der Anwendungsbereich kennzeichnet die organisatorische Einheit, hier wird die

<sup>23</sup> Vgl. Walter, T. (1996)

<sup>24</sup> Vgl. Walter, T. (1996), S. 91

bereichsübergreifende Abstimmung ausdrücklich genannt. Die wesentlichen Effekte der Anwendung von Qualitätsmethoden sind die Fehlervermeidung, Fehlerursachenerkennung und Fehlerentdeckung. Weitere Details zur Wirkungsweise zeigt **Bild 2–13**.



**Bild 2–13:** Systematisierung der Wirkungsweise von Qualitätsmethoden

Zwischen den sechs Beschreibungsmerkmalen und den Anforderungen an ein Qualitätsmanagement bestehen Beziehungen, welche in einer Relevanzanalyse nachgewiesen werden. In besonderer Weise wird in der Studie auf die Auswahl und Qualifizierung der Mitarbeiter eingegangen. Hervorgehoben wird das interdisziplinäre Arbeitsteam als „Anwendungsbereich“ der Problemlösung. Exemplarisch nachgewiesen wird die Wirksamkeit der neu entwickelten Qualitätsstrategie am Beispiel eines mittelständischen Unternehmens.

### 2.2.7 Ansatz nach KAMPHAUSEN (1998)

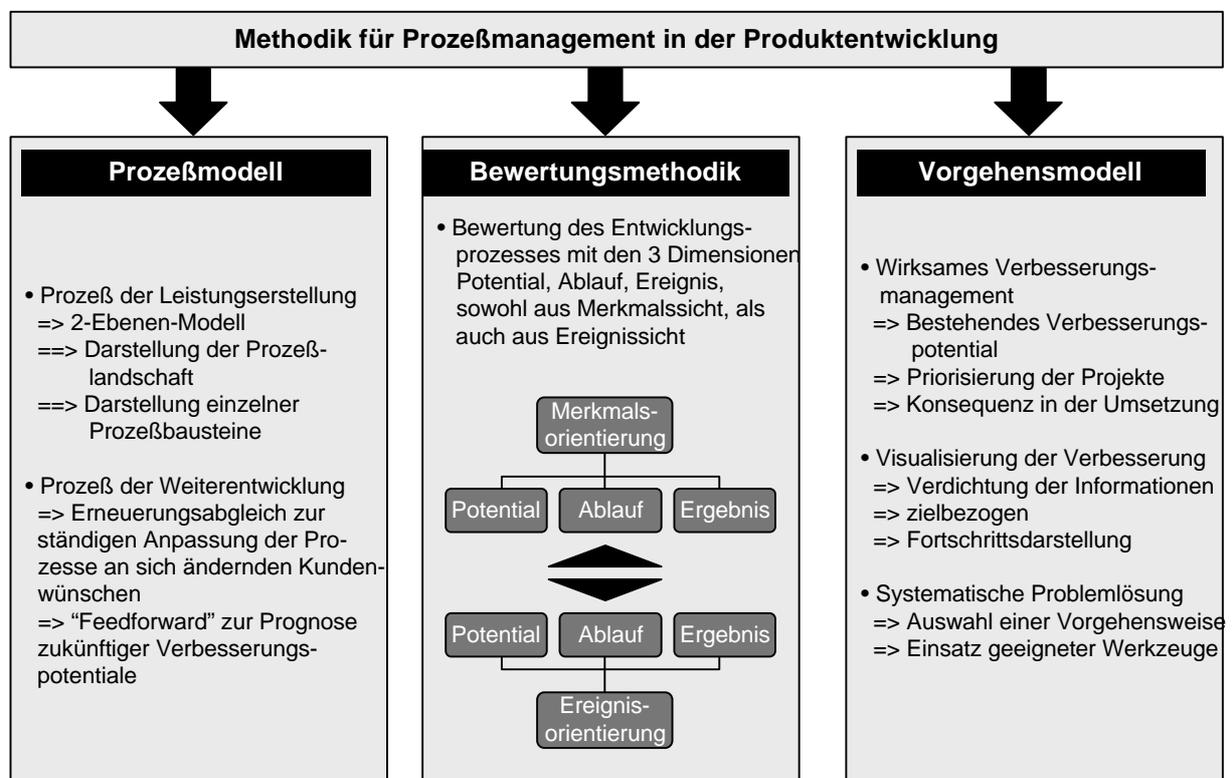
KAMPHAUSEN führt die Schwächen in den industriellen Entwicklungsprozessen auf die unzureichende Integration eines ganzheitlichen Qualitätsmanagements in der Produktentwicklung zurück.<sup>25</sup> Die Schwierigkeiten in der Einführung von TQM liegen in der organisatorischen Starre vieler Betriebe. Die Studie entwickelt zur Lösung dieses Problems

<sup>25</sup> Vgl. Kamphausen, J. E. (1998)

eine Methodik für das Prozeßmanagement in der Produktentwicklung mit dem Ziel, Prozeßverständnis, Prozeßtransparenz und Prozeßverbesserung zu schaffen (**Bild 2–14**).

Kamphausen stellt in seiner Studie die Wichtigkeit des kombinierten Einsatzes von Qualitätsmethoden heraus. Folgende Synergieeffekte seien denkbar:

- Gegenseitige Verstärkung,
- Verbesserte Kommunikation zwischen den Methodenanwendern,
- Überwindung von organisatorischen Schnittstellen durch gemeinsame Bearbeitung, und
- Fokussierung auf die für die Aufgabe relevanten Informationen.



**Bild 2–14:** Prozeßmanagement in der Produktentwicklung nach KAMPHAUSEN

Das Prozeßmodell beschreibt die in der Produktentwicklung ablaufenden Aktivitäten (Prozesse), und integriert gleichzeitig Verbesserungsansätze, so daß eine Weiterentwicklung von Beginn an berücksichtigt wird. Die Prozeßlandschaft ergibt sich aus der Überlagerung aller an der Produktentwicklung beteiligten Prozeßketten. Prozeßbausteine als autarke Standardprozeduren unterstützen die Entwicklung und werden wesentlich von den Arbeitsteams getragen. Die Potentiale des Prozeßmodells müssen nun hinsichtlich der Erfüllung der Unternehmensziele bewertet werden. Die für eine Messung benötigten

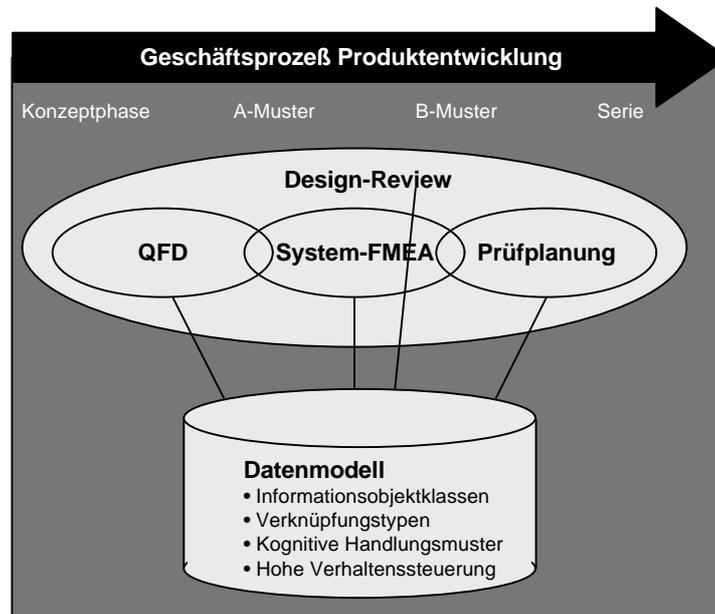
Qualitätsmerkmale werden im Bewertungsmodell in potentialbezogenen (Ressourcen, Equipment, usw.), ablaufbezogen (Umsetzungsdauer, Kosten, usw.) und ergebnisbezogen (Produkteigenschaften) unterschieden. Je nach Perspektive spricht man von einer Merkmalsorientierung zur Darstellung der Managementziele, während die Ereignisorientierung auf die konkreten Belange des Prozesses (z. B. Fertigung) eingeht. Das Vorgehensmodell liefert nun die geeignete Hilfestellung zur Umsetzung Prozeßtätigkeiten. Wirksam ist die Umsetzung, wenn die begrenzten personellen Ressourcen zielgerichtet eingesetzt werden. Systematisch ist die Umsetzung, wenn die beste Vorgehensweise und die geeigneten und aufeinander abgestimmten Werkzeuge angewendet werden. Die Visualisierung der Ergebnisse ermöglicht die Kommunikation und damit das nachträgliche Lernen aus Fehlern.

### **2.2.8 Ansatz nach VOSSMANN (1999)**

Nach VOSSMANN ist der Konflikt aus steigender Produktkomplexität und sinkenden Produktlebenszyklen vor allem durch eine Verkürzung und Verbesserung der Entwicklungszeiten zu lösen.<sup>26</sup> Hierbei kommt der Integration von präventiven Qualitätsmethoden und der Bereitstellung von Qualitätsinformationen und Qualitätswissen eine Schlüsselrolle zu. Der Aufbau eines unternehmensweiten Qualitätsinformationssystems wird erschwert durch semantische, organisatorische/kommunikative sowie informations- und verarbeitungstechnische Probleme. Zur Lösung dieser Probleme wird die Software "Q-Step" zur Realisierung eines informationstechnischen Verbundes mehrerer Qualitätsmethoden entwickelt. In das Konzept einbezogen wurden die Methoden QFD, Produkt-FMEA, Prozeß-FMEA, Prüfplanung, Design Review und Projektmanagement (**Bild 2–15**).

In einem gemeinsamen Datenmodell wird das Wissen der Methoden abgelegt und strukturiert. Dazu werden die Informationen in "Informationsobjektklassen" zerlegt. Jede dieser Klassen wird durch geeignete "Attribute" beschrieben und die Vernetzung durch "Verknüpfungstypen" realisiert. Ohne auf die programmierungstechnischen Schritte einzugehen, sollen hier einige Ausführungen zur inhaltlichen Verknüpfung der genannten Methoden genannt werden. Die in der QFD gefundenen Produktmerkmale, insbesondere die sich negativ beeinflussenden, geben Anhaltspunkte für potentielle Fehler und können in der Produkt-FMEA näher untersucht werden (vgl. Abschnitt 2.2.2). Die Prozeß-FMEA baut auf die identifizierten,

fertigungstechnisch relevanten Fehler der Produkt-FMEA auf und nutzt so Synergieeffekte. Die kritischen Merkmale fließen im nächsten Schritt als Prüfmerkmale in die Prüfplanung ein.



*Bild 2–15: Konzept zum datengesteuerten Verbund von Qualitätsmethoden nach VOSSMANN*

## 2.3 Ansätze der Bewertung der Wirtschaftlichkeit von Qualitätsmethoden

Neben den Anstrengungen zur bestmöglichen Integrierbarkeit müssen sich die Aufgaben des Qualitätsmanagements zunehmend einer kritischen Betrachtung bezüglich der durch sie verursachten Kosten stellen.<sup>27</sup> Historisch begründet richtete sich zunächst das Interesse auf die Reduzierung der Kosten der Qualitätsaufwendungen, erst seit kurzem werden Möglichkeiten gesucht, auch die Effekte und Auswirkungen monetär zu erfassen.<sup>28</sup>

### 2.3.1 Ansatz gemäß DIN EN ISO 8402 (1995)

Die betriebswirtschaftliche Betrachtung des Qualitätsmanagements geht auf die Erfassung der Qualitätskosten bei General Electric in den vierziger Jahren zurück. Dort wurden Ansätze zur Reduzierung der Qualitätssicherungsaufwände gesucht, und eine Dreiteilung der Qualitätskosten erarbeitet, aufgeteilt in:

<sup>26</sup> Vgl. Vossmann, D. (1999)

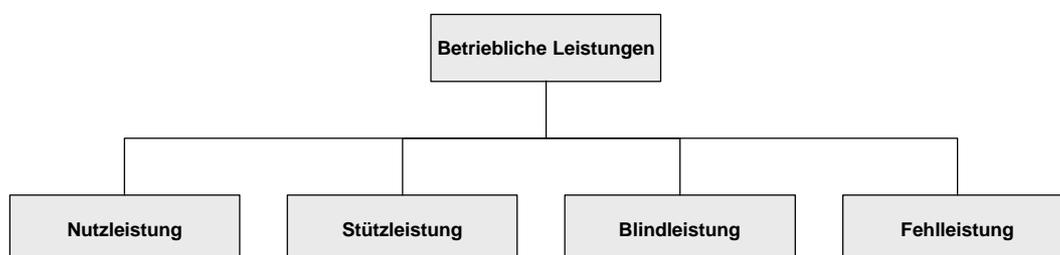
<sup>27</sup> Bezüglich einer Zusammenstellung der Definitionen zu Qualitätskosten vgl. a. Herrmann, J. (1999a), S. 121 ff.

- Fehlerverhütungskosten (prevention costs),
- Prüfkosten (appraisal costs), und
- Fehlerkosten (failure costs).

Diese Begriffsdefinition wurde in der deutschen Norm DIN ISO 55350 wortgemäß übernommen. In der Nachfolgenorm DIN EN ISO 8402 wurde 1995 der Begriff „Qualitätskosten“ durch „Qualitätsbezogene Kosten“ und „Qualitätsbezogene Verluste“ ersetzt.<sup>29</sup> Diese Maßnahme wurde veranlaßt durch den Vorwurf, daß „Qualitätskosten“ auf die simple Formel „Qualität kostet Geld“ reduziert werden könne und zu einer negativen Einstellung gegenüber Qualitätsaufgaben führe.

### 2.3.2 Ansatz nach TOMYS (1995)

TOMYS entwickelt die Methode des kostenorientierten Qualitätsmanagements, mit der Fehlleistungen kostenmäßig erfaßt werden und durch geeignete Qualitätsmethoden gezielt bekämpft werden können. Die betrieblichen Prozesse werden nach dem Grad ihrer Wertschöpfung in die Leistungsarten „Nutzleistung“, „Stützleistung“, „Blindleistung“ und „Fehlleistung“ (**Bild 2–16**) unterteilt.<sup>30</sup> Die Nutzleistung ist die eigentlich werterhöhende Leistung, während die Stützleistung rein unterstützend wirkt ohne daß auf sie verzichtet werden kann (z. B. Teiletransport, Werkzeugwechsel). Die beiden anderen Leistungsarten können als Verschwendung betrachtet werden und sind unbedingt zu minimieren. Zu den Blindleistungen gehören beispielsweise Puffer oder Konstruktionsänderungen. Fehlleistungen wie Ausschuß oder Nacharbeit schmälern die Nutzleistung und wirken dem Leistungsprozeß entgegen.



**Bild 2–16:** Bewertung von betrieblichen Leistungen nach Leistungsarten nach TOMYS

<sup>28</sup> Vgl. a. Kudernatsch, D. (1998), S. 918 ff.

<sup>29</sup> Vgl. DIN EN ISO 8402 (1995), S. 22

Qualitätsbezogene Kennzahlen sollen dabei helfen, die Prozesse den Leistungsarten zuzuordnen. Interessant ist die Definition des Wirkungsgrades eines Prozesses  $W_p$ , ausgedrückt durch die genannten Leistungsarten:

$$W_p = \text{Nutzleistung} / (\text{Nutzleistung} + \text{Stützleistung} + \text{Blindleistung} + \text{Fehlleistung})$$

### 2.3.3 Ansatz nach ROWEDDER (1997)

Zwar erweitert TOMYS (und andere Autoren) die wirtschaftlichen Auswirkungen von Qualitätsaufwendungen um die Erfassung der dadurch ausgelösten Nutzenaspekte. Als problematisch jedoch beurteilt ROWEDDER den hohen Abstraktionsgrad aller bis dato durchgeführten Studien und die geringe Anwendbarkeit dieser Erkenntnisse auf den konkreten Einzelfall.<sup>31</sup> ROWEDDER stellt sich dem Thema der Bestimmung möglicher Qualitätseffekte durch die Einführung von drei Nutzendimensionen (siehe auch **Bild 2-17**):<sup>32</sup>

- Sicherung heutiger und zukünftiger Erlöse,
- Optimierung der qualitätsbezogenen Kosten, und
- Schaffung von Qualitätsfähigkeit.

Die Nutzendimensionen werden durch Nutzenkriterien konkretisiert. Jedes Kriterium kann durch Nutzenkennzahlen quantifiziert und damit meßbar dargestellt werden. Auch der Nutzen von Qualitätsmethoden wird von ROWEDDER aufgegriffen, hier unter dem Nutzenkriterium "Systematisierung qualitätsbezogener Maßnahmen" unter der Dimension "Schaffung von Qualitätsfähigkeit". Hierbei besteht die Schwierigkeit, das Potential der Qualitätsfähigkeit eines Unternehmens darzustellen. Einen Beitrag hierzu leistet die sichere Beherrschung von Qualitätsmethoden durch die dazu vorgesehenen Anwender. Bezüglich der Qualitätsmethoden werden folgenden Kennzahlen definiert:

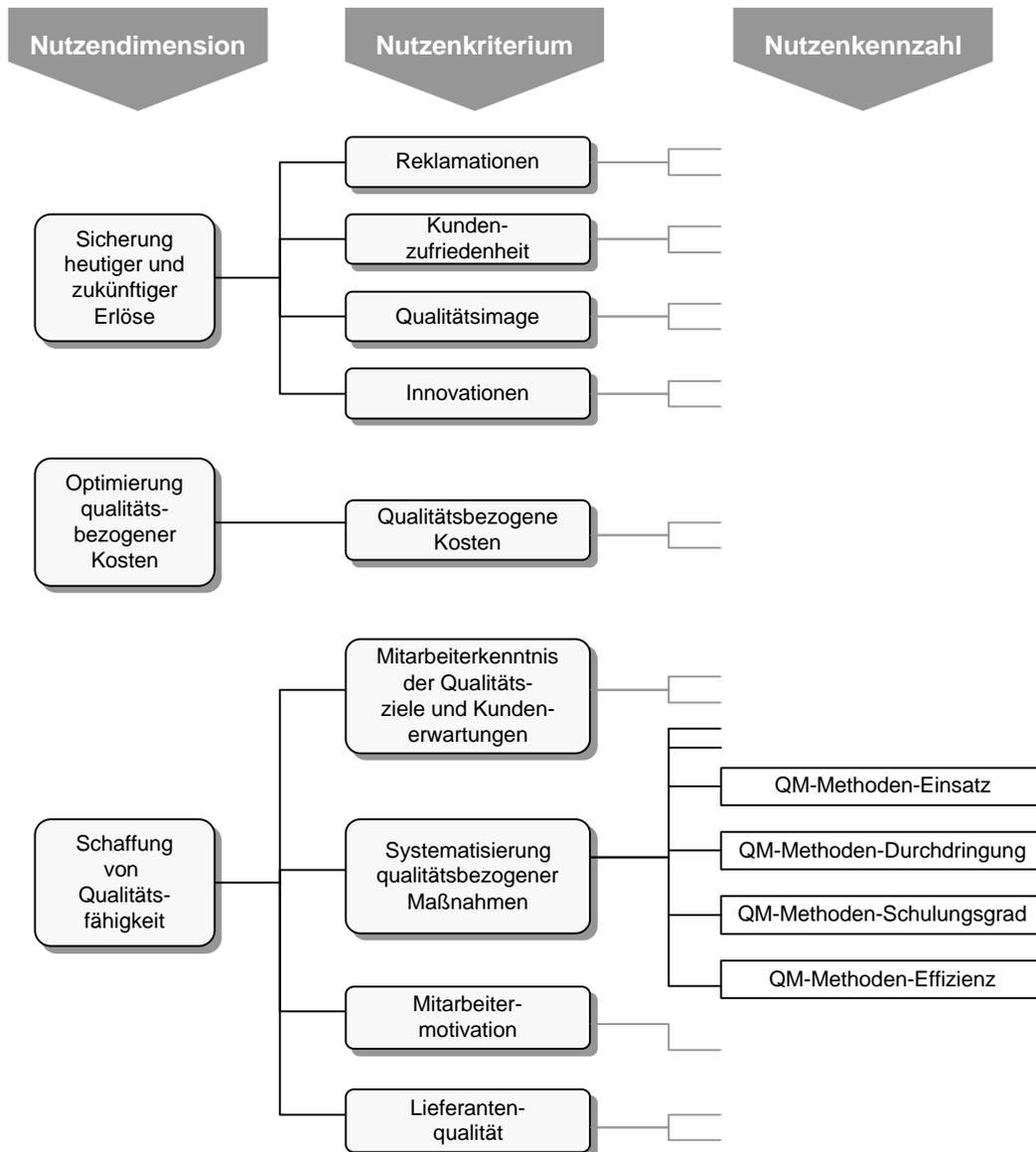
- Q-Methodeneinsatz: Anzahl der eingesetzten Q-Methoden pro Zeiteinheit,
- Q-Methoden-Durchdringung: Anzahl der mit Q-Methoden durchgeführten Projekte im Verhältnis zur Gesamtzahl durchgeführter Projekte,

<sup>30</sup> Vgl. Tomys, A.-K. (1995), S. 71 ff.

<sup>31</sup> Vgl. Rowedder, D. (1997), S. 206

<sup>32</sup> Vgl. ebenda, S. 209

- Q-Methoden-Schulungsgrad: In Q-Methoden geschulte Mitarbeiter im Verhältnis zur Gesamtzahl aller Mitarbeiter,
- Q-Methoden-Effizienz: Verhältnis aus realisierten Zielen zu angestrebten Zielen.

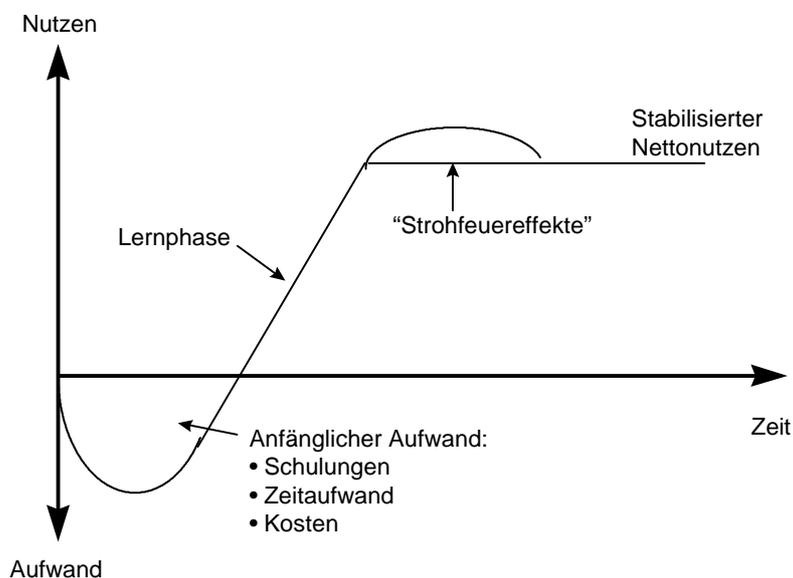


**Bild 2-17:** Nutzendimensionen von Qualitätsmanagement nach ROWEDDER

### 2.3.4 Ansatz nach THEDEN (1997)

Laut THEDEN genügt die reine Erfassung von Kostengrößen nicht, um Verbesserungen bei den Qualitätsmethoden einzuleiten.<sup>33</sup> Vielmehr müssen auf Basis der ermittelten Werte Kennzahlen zur Steuerung der Qualitätsmaßnahmen im Sinne eines Qualitätscontrollings gefunden werden.

Dazu wurde eine empirische Untersuchung zum Umfang und Erfolg eingesetzter Qualitätsmethoden in deutschen Unternehmen durchgeführt.<sup>34</sup> Zu den untersuchten Qualitätsmethoden zählen QFD, FMEA, SPR, DOE, Q7 und M7. Die wichtigsten Erkenntnisse in Kürze: Es wurden großen Abweichungen in der Anwendungstiefe der genannten Methoden zwischen verschiedenen Industriebranchen festgestellt. Interessanterweise ist die Kombinationsanwendung mehrerer Methoden, beispielsweise QFD und FMEA, mit 25% ausgesprochen gering. Diese Aussage wird allerdings nicht mit konkreten Ausführungen dargelegt. Als positive Folgen aus dem Methodeneinsatz wurden eine Verringerung der Nacharbeit und der Kundenbeanstandungen genannt. Auch konnten QFD und FMEA eine Reduzierung der Bauteiländerungen verringern. In allen Fällen trugen die Methoden zu einer Senkung der durch Fehler bedingten Kosten bei.



**Bild 2–18:** Zeitverzögertes Entstehen von Aufwand und Nutzen nach THEDEN

Insgesamt sind die Effekte von Qualitätsmethoden eher langfristig anzusetzen. **Bild 2–18** verdeutlicht, daß der Nutzen von Qualitätsmethoden sich erst nach einer Phase des Aufwandes einstellt und dann sich auf einem stabilen Niveau einpegelt; kurzfristig aber überwiegen die Aufwendungen.

Zur Steuerung des Einsatzes von Qualitätsmethoden wird ein Kennzahlensystem bestehend aus den Dimensionen Qualität, Kosten, Zeit und Humanfaktoren gebildet. Eine Vielzahl von Beispielen für solche Kennzahlen runden die Studie ab.

<sup>33</sup> Vgl. Theden, P. (1997)

<sup>34</sup> Vgl. a. Kamiske, G. F.; Theden, P. (1995), S. 530 ff. Für die Ergebnisse anderer Studien vgl. a. Specht, G.; Schmelzer, H. J. (1991), S. 49 ff.; Czeranowsky, G.; Unger, O. (1997), S. 313 ff.

### 2.3.5 Ansatz nach WILDEMANN (1997)

Die bisherige einseitige Betrachtung der Kostenaspekte vernachlässigte die Integration der Effekte aus durchgeführten Qualitätsmethoden, nämlich die Erfüllung der Kundenanforderungen. So sieht WILDEMANN in der bisherigen Dreiteilung der Qualitätskosten die Gefahr, Mängel und Fehler als betriebswirtschaftlich sinnvoll zu deklarieren.<sup>35</sup> Der neue Ansatz umfaßt die Einteilung der Qualitätskosten in „Kosten der Übereinstimmung“ und in „Kosten der Abweichung“ (**Bild 2–19**). WILDEMANN schlägt außerdem vor, Qualitätsmaßnahmen als betriebliche Investition einer Aufwand-/Nutzen-Betrachtung zu unterziehen.



*Bild 2–19: Übereinstimmungskosten und Abweichungskosten nach WILDEMANN*

Die grundsätzliche Schwierigkeit bei der Nutzenbestimmung bleibt die eindeutige Zuordnung einer Qualitätsmaßnahme bezüglich der durch sie ausgelösten Effekte.<sup>36</sup>

## 2.4 Ansätze der Potentialerweiterung von Qualitätsmethoden

Die Potentiale von Qualitätsmethoden liegen nicht in der formalistischen Systembefriedigung von Checklisten und Formularen. Vielmehr ist es die strukturierte Vorgehensweise, die auch auf andere Aufgabengebiete übertragbar ist. Besonders zu den Methoden QFD oder FMEA existiert eine Vielzahl von Arbeiten, die beweist wie vielseitig einsetzbar solche Methoden sein können. Hierzu ist es notwendig, den Spielraum dieser Werkzeuge zu erkennen und zu maximieren. Damit sind Methoden auch dann einsetzbar, wenn sich die Eingangsgrößen ändern.

<sup>35</sup> Vgl. Wildemann, H. (1997), S. 43 ff.

<sup>36</sup> Vgl. Krohn, R.; Mai, C. (1998), S. 172

### 2.4.1 Ansatz nach DANNER (1996)

DANNER untersucht in seiner Studie den Umgang mit der steigenden Komplexität der Anforderungen an die Entwicklung und Konstruktion. Externe Kundenanforderungen und interne Unternehmensanforderungen beeinflussen sich in gegenseitiger Wechselwirkung und führen zu Zielkonflikten. Diese Konflikte gilt es möglich frühzeitig zu lösen. Zu diesem Zweck entwickelt DANNER die Methodik des Ganzheitlichen Anforderungsmanagements.<sup>37</sup> Basierend auf der Methode QFD wird eine Vorgehensweise zur ganzheitlichen und umfassenden Bestimmung der Anforderungen aller Prozeßbeteiligten generiert. Es werden Einbindungsmöglichkeiten von Werkzeugen wie FMEA in die QFD-Struktur aufgezeigt. Gerade für die Handhabung der Vielzahl an präzisen und unscharfen Informationen in der frühen Entwicklungsphase kann eine erweiterte QFD-Struktur eine Unterstützung bewirken.

### 2.4.2 Ansatz nach ZENNER (1996)

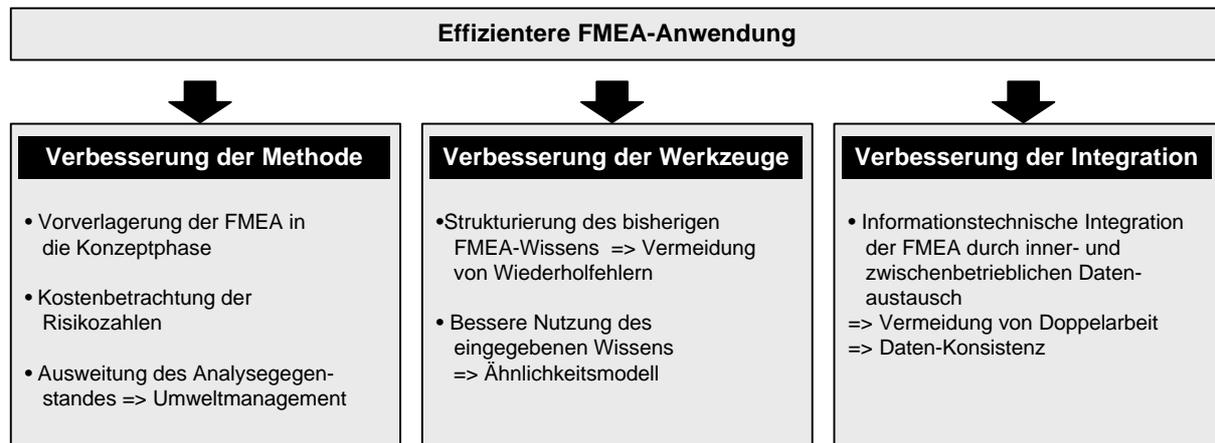
ZENNER liefert mit seiner Studie einen Beitrag zur Erweiterung und Optimierung einer einzelnen Qualitätsmethode.<sup>38</sup> Hierin werden die unzureichende Akzeptanz und Umsetzung der FMEA als wichtigste Methode der Qualitätsplanung beklagt. Dazu zählen Defizite in den Bereichen Methodik, Werkzeug und Integration. Für diese drei defizitären Bereiche werden gemäß **Bild 2–20** folgende Verbesserungsansätze entwickelt.

Hier liegt die Potentialerweiterung in der Anwendung der FMEA-Methodik auf Bereiche des Umweltmanagements, der Umwelt-FMEA. Außerdem wird die FMEA als Instrument zur Speicherung von Wissen und Know-how genutzt bei gleichzeitiger Vermeidung von Redundanzen.

---

<sup>37</sup> Vgl. Danner, S. (1996)

<sup>38</sup> Vgl. Zenner, T. (1996)



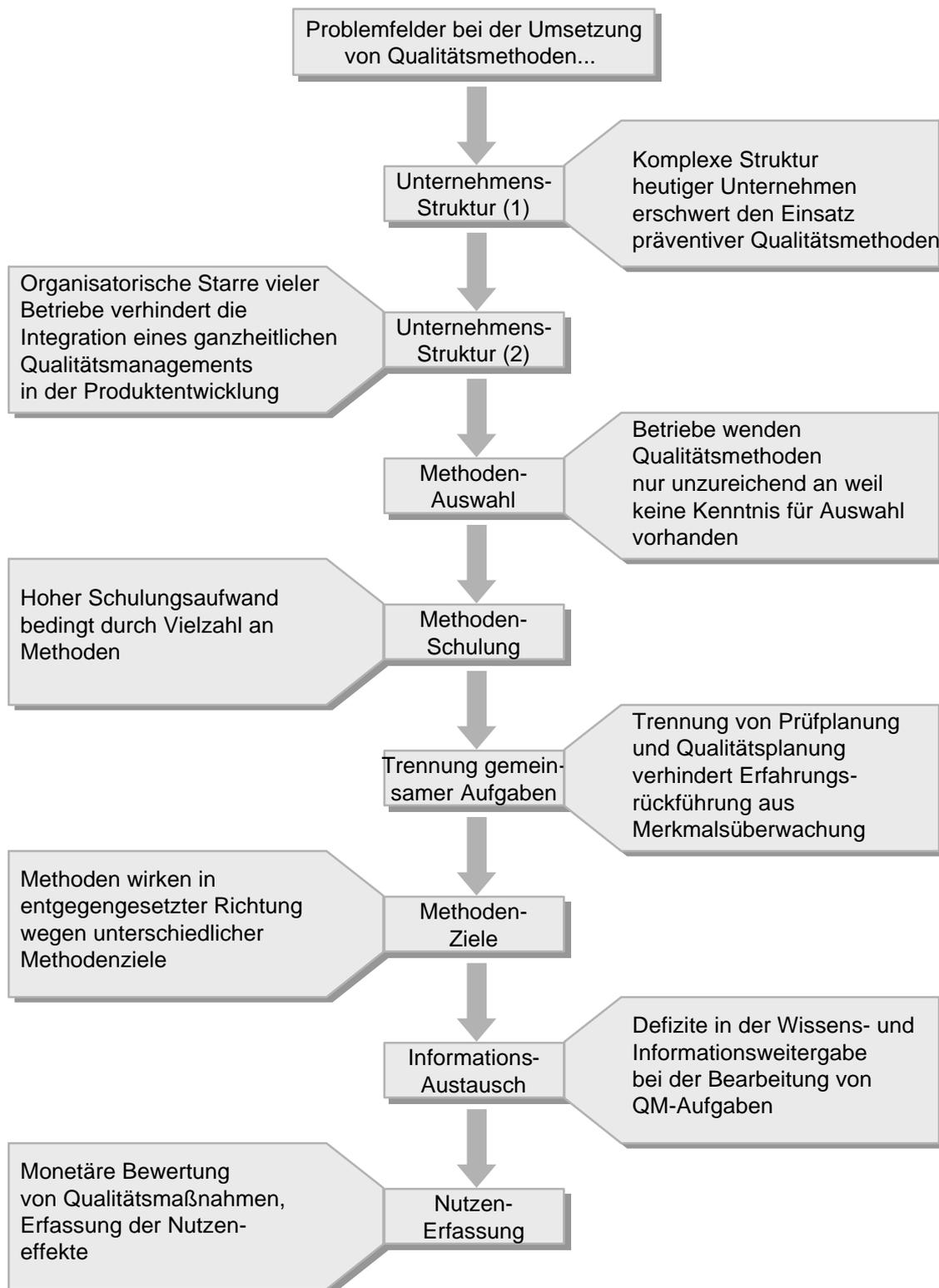
*Bild 2–20: Ansätze zur Verbesserung des Einsatzes der FMEA nach ZENNER*

## 2.5 Fazit: Defizite der bisherigen Ansätze

Jede der vorgestellten Studien beleuchtet eine individuelle Problemstellung zum Einsatz von Qualitätsmethoden. Trotzdem kristallisieren sich einige wenige Problembereiche heraus, **Bild 2–21** zeigt eine Zusammenfassung. Als eine der Hauptursachen für Anwendungsschwierigkeiten wurde die gestiegene Komplexität der Produktentstehungsprozesse mehrfach genannt.<sup>39</sup> Die meisten der genannten Studien belegen, daß viele Unternehmen der inhaltlichen Breite und Tiefe ihrer Entwicklungsprojekte durch einen massiven Einsatz von Qualitätsmethoden begegnen, deren Vielfalt und Anzahl wiederum neue Hindernisse schafft, beispielsweise in der Handhabung, im Abgleich der Inhalte und Ziele oder in der Schulung. Das Kapitel 3 beschäftigt sich deshalb besonders intensiv mit diesem Phänomen. Aus dem Vergleich der Studien leiten sich weitere interessante Fragen ab:

1. Sind die erkannten Problemfelder vollständig oder sind noch welche unerkannt bzw. unberücksichtigt geblieben?
2. Inwieweit gibt es eine Wechselwirkung oder Abhängigkeit zwischen den Problemfeldern?
3. Sind die genannten Lösungsansätze vollständig und ausreichend?
4. Lassen sich aus den Lösungsansätzen Regeln für die Gestaltung eines Methodenverbundes ableiten und weiterentwickeln?

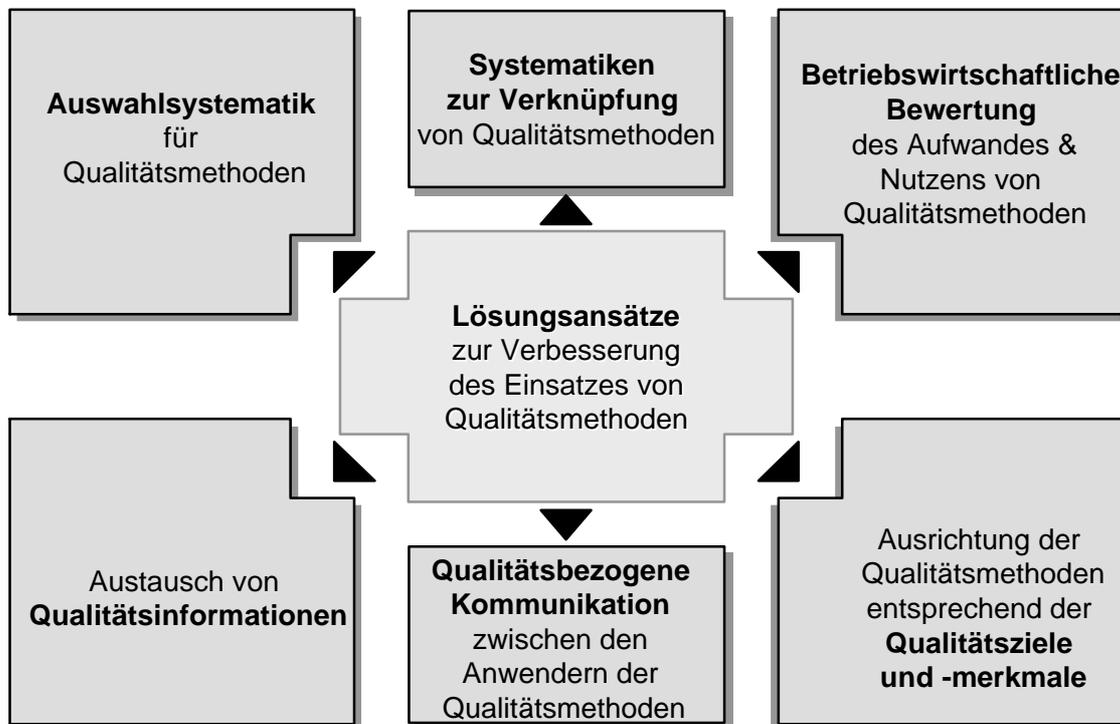
<sup>39</sup> Vgl. a. Spies, S. (1994), S. 51 ff.; Pfeifer, T.; Reinecke, R. et al. (1999), S. 14



**Bild 2–21:** Problemfelder bei der Anwendung von Qualitätsmethoden

Bezüglich dieser Problemfelder wurden in den Publikationen vielfältige Lösungsvorschläge entworfen, die wichtigsten Ansätze sind in **Bild 2–22** zusammenfassend dargestellt. Sehr schnell könnte nun die Idee entstehen, diese Angelegenheit durch die Anwendung aller genannten Empfehlungen in einem ganzheitlichen Ansatz aufzugreifen. Dazu ist allerdings mehr

Wissen über das Wesen einer Qualitätsmethode erforderlich. Eine nur auf Rationalisierung und Aufwandsminimierung ausgerichtete Strategie kann bei dieser Aufgabenfülle nicht der richtige Weg sein. Vielmehr müssen an gezielten Stellen im System potentielle Synergieeffekte erkannt und freigesetzt werden, um das gewünschte Gesamtoptimum zu erreichen.



*Bild 2–22: Häufig genannte Lösungsmöglichkeiten*

Die sechs meistgenannten Lösungsansätze werden dazu verwendet, die inhaltlichen Schwerpunkte der in den Abschnitten 2.2 bis 2.4 vorgestellten Studien einschließlich dieser Arbeit thematisch einzuordnen und vergleichen zu können. Es ergibt sich eine Matrix wie in **Bild 2–23** dargestellt. In keiner Schrift wurden alle drei Optimierungsansätze bei gleichzeitiger Umsetzung der Lösungsansätze gleichermaßen integriert und behandelt. Für diese Arbeit ist jede Spalte mit einer Markierung besetzt, weil der Anspruch erhoben wird, durch eine intelligente Vorgehensweise und in einem neuen Ansatz das Problemgebilde wissenschaftlich zu bearbeiten und einem Optimum näherzubringen. Zwar gibt es für eine Praxisorientierung keine allgemeingültigen Richtlinien, doch sollen diese eigendefinierten Kriterien eine Bewertung ermöglichen: Eindeutigkeit der Anwendungsvorgaben (wer, wann, mit wem, wie oft, mit welchen Hilfsmitteln), Beachtung unternehmensspezifischer Eigenschaften (Organisationsstrukturen, Mitarbeiter, Kultur Meßbarkeit des Erfolges bei Umsetzung).

	Auswahlsystematik für Q-Methoden	Systematik zur Verknüpfung von Q-Methoden	Betriebswirtschaftl. Bewertung Aufwand / Nutzen	Ausrichtung auf Q-Ziele und auf Q-Merkmale	Q-bezogene Kommunikation zw. Anwendern	Austausch von Qualitätsinformationen
<b>Integrationsverbesserung</b>						
Braunsperger	●	○				○
Hartung	○			●		○
Prefi	○					
Grob						●
Tuete Kwam		●		●		●
Walter	●					
Kamphausen		○		○		○
Vossmann	○	●				●
<b>Bewertung der Wirtschaftlichkeit</b>						
Tomys			● /			
Rowedder			● / ○			
Theden			● / ○			
Wildemann			● /			
<b>Potentialerweiterung</b>						
Danner		●		○		●
Zenner			○ /	●		
Eigene Arbeit	●	●	○ / ○	●	●	●

Legende:

● behandelt      ○ teilweise behandelt

*Bild 2-23: Bestandsanalyse der Studien zur Verbesserung des Methodeneinsatzes*

Ein neuer Ansatz kann nur gefunden werden, wenn ein tieferes Verständnis über die genannten Probleme aus der Sicht der Methodenanwender vorliegt. Mehr Informationen über die Ursachen können dazu beitragen, einen sinnvollen und für die betriebliche Praxis tatsächlich relevanten Beitrag zu erarbeiten. Eine Ursachenanalyse vor dem Hintergrund einer realen Projektaufgabe folgt deshalb im nächsten Kapitel.

### 3 Analyse typischer Probleme bei der Anwendung von Qualitätsmethoden im Produktentstehungsprozeß Karosserie

Neben einer wissenschaftlichen Bestandsaufnahme sind auch Erfahrungen aus der betrieblichen Praxis im Umgang mit Qualitätsmethoden zu berücksichtigen, wenn man sich ein vollständiges Bild der Problemlandschaft verschaffen möchte. In diesem Zusammenhang rücken der Methodenanwender und sein organisatorisches Projektumfeld in den Blickpunkt. Seine Erfahrungen im Umgang mit den Qualitätsmethoden sind als ein Spiegel der Qualitätsarbeit und als ein Maß der Unterstützungsleistung durch die Qualitätsfachstellen zu bewerten. Allein die Betrachtung der Qualitätsmethoden genügt nicht, um die Probleme zu verstehen; es müssen ausgehend von den vielfältigen Qualitätsansprüchen an eine Karosserie auch die an der Entwicklung beteiligten Mitarbeiter einschließlich der Qualitätsfachstellen in die Betrachtungen einbezogen werden.

#### 3.1 Aufbau und Herstellung von Fahrzeugkarosserien

Zum besseren Verständnis folgt an dieser Stelle ein kurzer Abriß zum Aufbau und zur Herstellung von Fahrzeugkarosserien. Die Vielfalt der heutigen Karosserieformen resultiert aus der zunehmenden Produktdiversifikation der Fahrzeugtypen, Modelle wie Roadster oder Sport Utility Vehicle entstehen ergänzend zu den klassischen Fahrzeugvarianten wie Limousine oder Coupe. Allen Fahrzeugen gemeinsam ist der Aufbau bestehend aus fünf Hauptbaugruppen. Jede Baugruppe ist das Ergebnis aus zusammengefügteten Komponenten und Einzelteilen.

- Karosserie: Außenhaut, Struktur, usw.
- Ausstattung: Instrumententafel, Sitze, Räder, usw.
- Antrieb: Motor, Getriebe, usw.
- Fahrwerk: Stoßdämpfer, Radaufhängung, usw.
- Elektrik: Zündanlage, Lichtmaschine, usw.

Der für den Kunden wichtige optische Eindruck eines Automobils wird von der Erscheinung der Karosserie definiert, dem Design.<sup>40</sup> Die Gestalt der äußeren Hülle spricht in Fragen der Nutzbarkeit die rationale Einstellung des Käufers an, in Fragen der Ästhetik hingegen wird die emotionale Seite geweckt. Dabei folgt die Gewichtung dieser Kriterien einer Bedürfnisrangfolge, Ausführungen hierzu folgen in Abschnitt 3.2.2.

Die Karosserie besitzt folgende wesentliche Aufgaben:<sup>41</sup>

- Darstellung des Fahrgastraums und Gepäckraums,
- Abschirmung des Fahrgastraumes gegenüber Umwelteinflüssen, z. B. Zusammenprall mit Hindernissen („Crash“),
- Aufnahme des Antriebes und des Fahrwerks.

Ist die Karosserie unlackiert und unbehandelt, dann wird von einer Rohkarosserie gesprochen. Die Rohkarosserie ist ein „kastenförmiger Hohlkörper“, deren häufigste Konstruktionsform die sogenannte selbsttragende Karosserie ist.<sup>42</sup> Dieses Konstruktionsprinzip integriert die Motoraufnahme und das Fahrgestell mit der Karosserie als eine gemeinsame Einheit im Gegensatz zur Rahmenkonstruktion, wo ein Rahmenträger die Aufnahmefunktion übernimmt.

Zur Herstellung der Blecheinzelteile wird das Verfahren der Blechumformung eingesetzt.<sup>43</sup> Durch Ausnutzung der plastischen Dehneigenschaften der Werkstoffe kann durch Aufbringen hoher Druckkräfte die gewünschte Formgebung des Bauteils realisiert werden. Allerdings sind diesem Prozeß durch die spezifischen Materialeigenschaften wie Streckgrenze oder Blechdicke physikalische Grenzen gesetzt.

Die Rohkarosserie entsteht durch die stufenweise Verbindung von Blecheinzelteilen zu kleineren Zusammenbauten, welche zu größeren Zusammenbauten bis zur Gesamtkarosserie gefügt werden (**Bild 3–1**). Am Beispiel des Vorderbaus wird das Prinzip verständlich: Aus den kleineren Zusammenbauten Motorträger, Radhaus und Stirnwand (und weiteren Teilen)

---

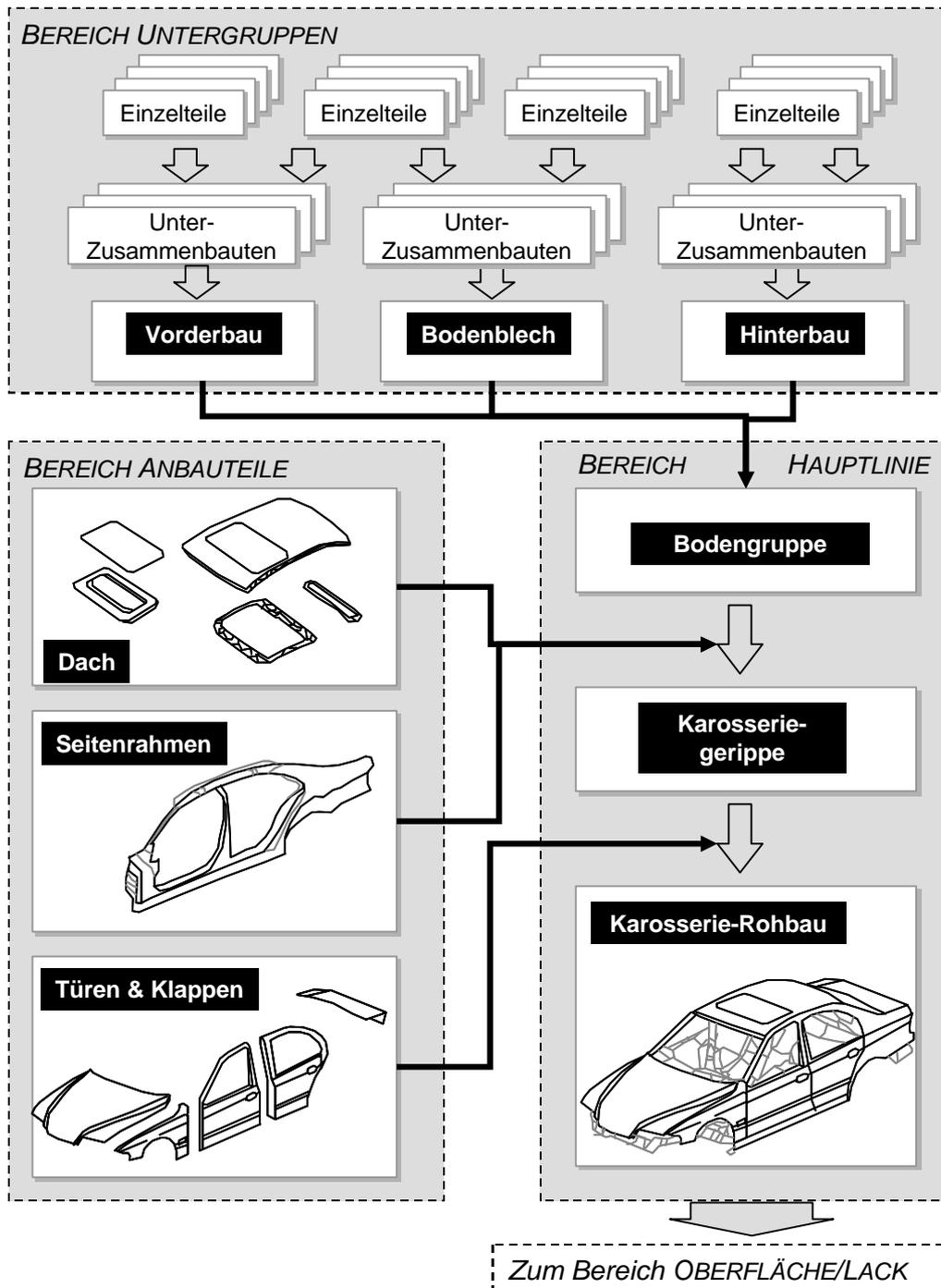
<sup>40</sup> Für eine ausführliche Beschreibung des Designfindungsprozesses vgl. Sorgatz, U. (1994c) und Sorgatz, U. (1994d); vgl. a. Wallentowitz, H. (1995), S. 179 ff. und Braess, H.-H.; Seiffert, U. (2000), S. 82 ff.

<sup>41</sup> Vgl. Kleemann, W. (1984)

<sup>42</sup> Vgl. Pippert, H. (1993), S. 17

<sup>43</sup> Vgl. Pippert, H. (1993), S. 67 f.

entsteht der Vorderbau komplett. Vorderbau, Hinterbau und Bodenblech bilden zusammengefügt die Bodengruppe der Karosserie. Bodengruppe und Seitenrahmen links und rechts ergeben das Karosserierippen, das Skelett des Fahrzeugs ist entstanden. Türen, Klappen und Dach bilden die Beplankung der Karosserie.



**Bild 3-1:** Vereinfachte Fügefolge zur Herstellung einer Karosserie

Die im Rohbau zur Verbindung der Bleche derzeit populärsten Fügeverfahren (mit Beispielen) zeigt **Tabelle 3-1**. Neue Verbindungstechnologien in Verbindung mit alternativen Werkstoffen

wie beispielsweise Punktschweißkleben werden zukünftig die bisherigen Verfahren ergänzen oder ersetzen. Die Auswirkungen auf die Fertigungsprozesse der Rohbauten werden derzeit innerhalb der Automobilindustrie intensiv diskutiert, dieses soll hier aber nicht weiter vertieft werden.<sup>44</sup>

Fügeprozeß	Anwendungsbeispiel
Widerstandspunktschweißen	Gesamte Karosserie
Schutzgasschweißen	Buchse für Hinterachsaufnahme
Laserschweißen	Dach, Heckklappe, Stirnwand
Löten	Übergang Heckverkleidung zur Seitenwand hinten
Kleben	Frontklappe, Tunnel zur Stirnwand
Bördeln	Verbindung Außenhautteile mit Innenblechen bei Türen und Klappen, Tankklappe, Schiebedachdeckel
Stanznieten	Frontklappe, Vorderwand
Clinchen	Hardtop
Schrauben	Seitenwand vorn, Tür-/Klappenscharniere

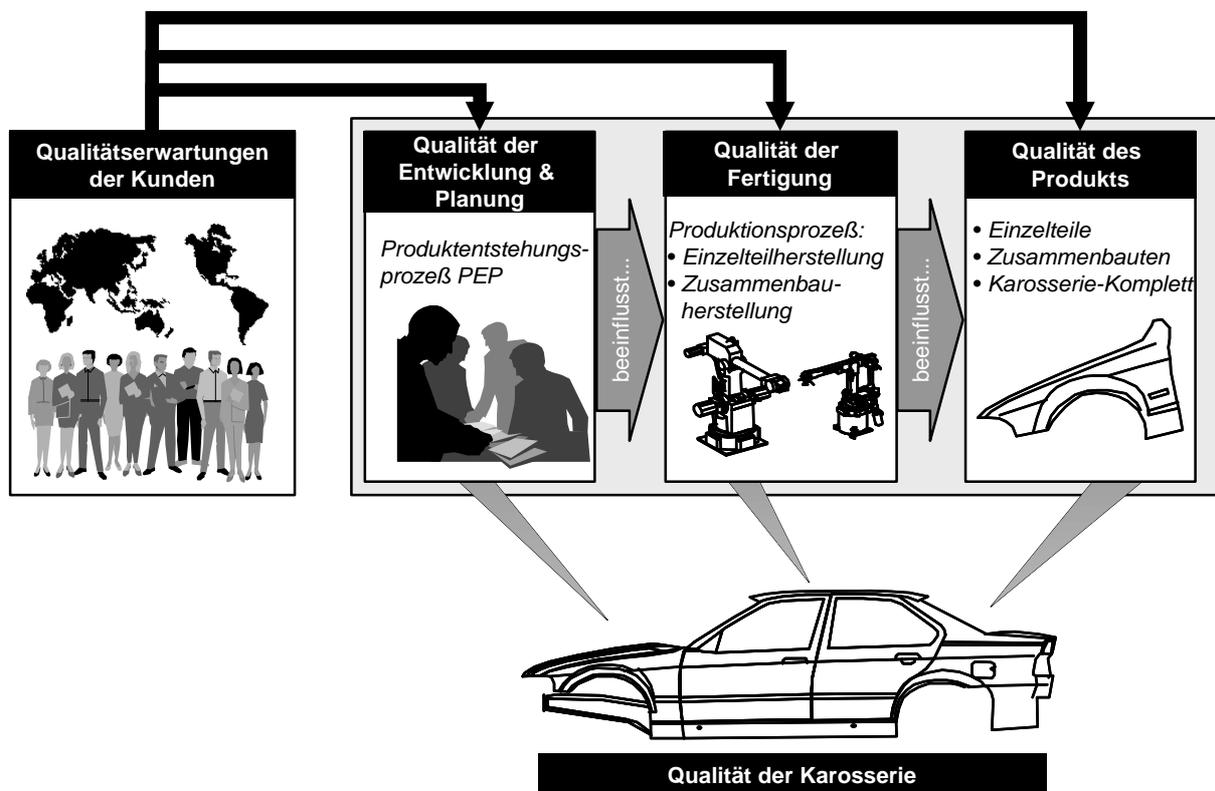
*Tabelle 3-1: Typische Fügeverfahren in der Rohbaufertigung*

### 3.2 Differenzierung der Qualitätsansprüche an eine Karosserie

Der interessierte Käufer beurteilt die Qualität einer Fahrzeugkarosserie anhand der Beschaffenheit des Automobils. Die Wertschätzung des fertigen Produkts ohne Hinterfragung der Umstände seiner Entstehung charakterisiert diese Sichtweise. Für ein Automobilunternehmen ist dieses Produkt das Ergebnis von hochkomplexen Entwicklungs-, Planungs- und Fertigungsprozessen, somit sind die Qualitätsansprüche an eine Karosserie entsprechend zu differenzieren in Forderungen an das Produkt (=Karosserie), an die Fertigung sowie an die Entwicklung und Planung. Defekte oder Mängel am Produkt sind ursächlich entweder auf Schwächen der Herstellungsprozesse einschließlich der Qualitätssicherungssysteme oder zeitlich vorgelagert sogar auf den Produktentstehungsprozeß eines neuen Fahrzeugmodells zurückzuführen. Mehrere Jahre vor Beginn der Serienproduktion werden die Fahrzeugkomponenten entwickelt und konstruiert, sowie die Fertigungsanlagen und Werkzeuge geplant und in den Werken installiert. Bereits in diesem frühen Stadium beginnen

<sup>44</sup> Zum Thema neue Werkstoffe und Fügeverfahren im Karosserie-Rohbau der Automobilindustrie fand am 11./12.03.1999 in Bad Neuheim eine Sondertagung statt. Vgl. hierzu auch Ebert, F.; Woydt, M. (1999).

die Qualitätsspezialisten mit Untersuchungen zur rechtzeitigen Erkennung von Risiken und deren Auswirkungen. Das saubere Einschwingen der Produktionsstufen ist zwingende Voraussetzung für einen reibungslosen Fertigungsbeginn. Während dieser Phase besteht die letzte Chance, konstruktions- oder fertigungsbedingte Schwachstellen noch vor Kundenerreichung zu erkennen und zu beseitigen. Die Qualität einer Karosserie wird also maßgeblich beeinflusst von der Qualität der Fertigung und Fertigungsvorbereitung und der Qualität der Entwicklung und Produktionsplanung. **Bild 3-2** veranschaulicht diesen Zusammenhang.

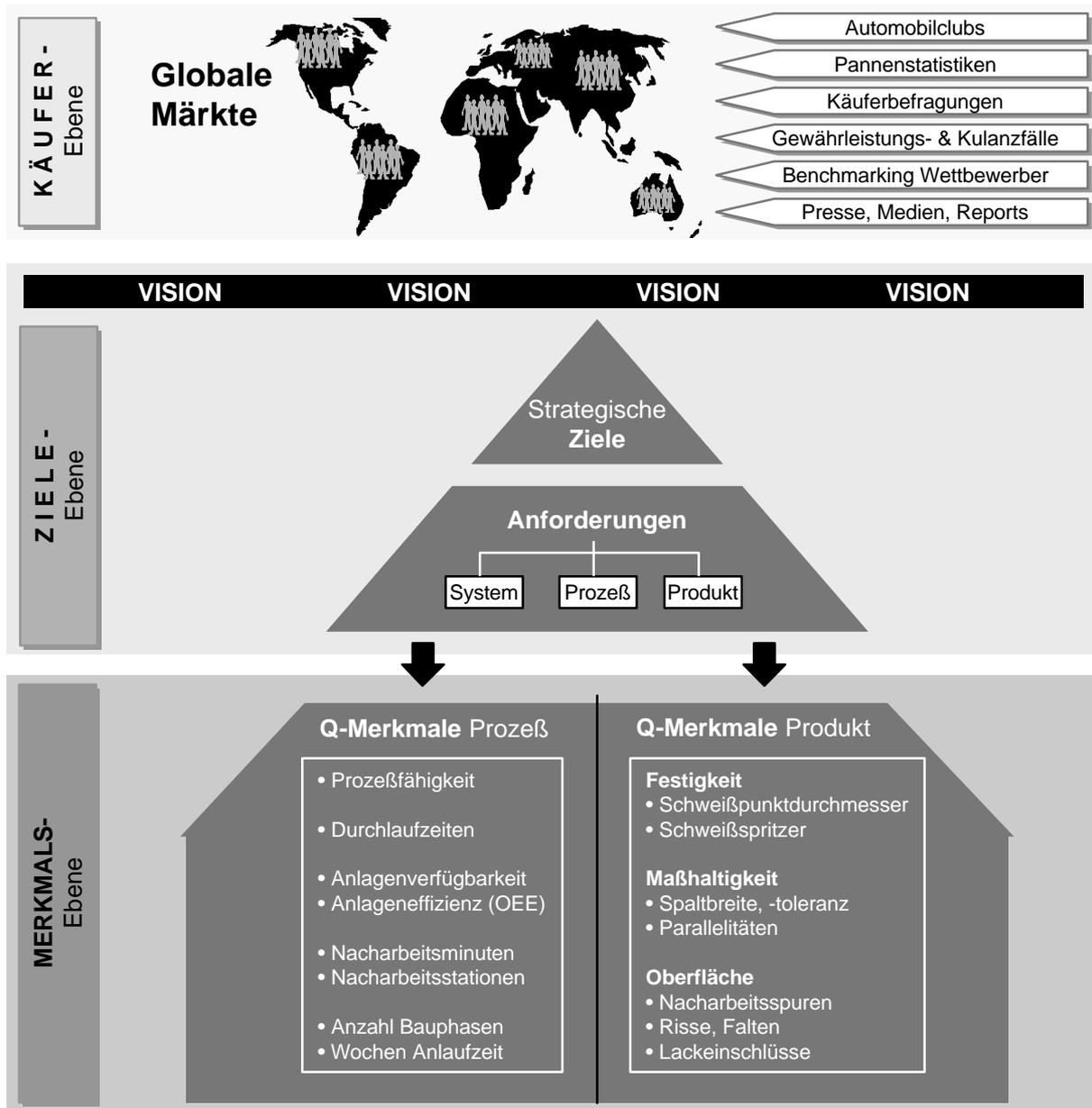


*Bild 3-2: Differenzierte Qualitätsansprüche an eine Karosserie*

### 3.2.1 Zielableitungsprozess zur Generierung karosseriespezifischer Qualitätsmerkmale

Die Ableitung der produktspezifischen Qualitätsmerkmale aus der Vielzahl der Kundenforderungen wird in einem mehrstufigen Top-down-Verfahren praktiziert (**Bild 3-3**). Zunächst ist aus den aktuellen Rückmeldungen des Marktes eine Zielvision zu entwickeln. Hierfür stehen den Unternehmen eine sehr große Zahl an Quellen und Erhebungsmöglichkeiten zur Verfügung, welche Auskunft geben über die eigene Popularität bis hin zu Ranglisten bezüglich Zuverlässigkeit, Sicherheit und anderer Merkmale der verkauften Fahrzeuge. Auf

dieser Grundlage werden für das neue Projekt strategische Ziele (Beispiel: „sicherstes Fahrzeug seiner Klasse“) formuliert und diese wiederum in Anforderungen (Beispiele: zulässige Fehlerzahlen, Gewährleistungsfälle) überführt. Mit diesen Vorgaben können die Entwickler und Planer die geeigneten Qualitätsmerkmale für das Produkt und die Prozesse ermitteln.



**Bild 3-3: 3-Ebenen-Zielableitung der Karosseriequalität**

Es werden nachstehend einige typische Qualitätsmerkmale einer Karosserie erläutert. Zur Erfüllung der Kundenanforderung hinsichtlich der Schaffung einer hochwertigen Anmutung der Fahrzeugaußenhaut haben vier Merkmale eine elementare Bedeutung: (I) Strakverlauf, (II) Spaltmaße der Fahrzeugbeplankung, (III) Aufsprungverhalten der Bleche, und (IV) Funktionsmaße bzw. -flächen der Einzelteile. Diese Merkmale werden definiert und die hiervon

betroffenen Bereiche an der Karosserie genannt (Einzelteil oder Zusammenbau). Es werden außerdem die Indikatoren zur Beurteilung sowie die Instrumente zur Prüfung und zur Nachweisführung des Qualitätsmerkmals angesprochen.

### **(I) Merkmal Strakverlauf**

Der Strakverlauf ist definiert als Oberflächenverlauf an der Außenhaut der Karosserie. Der Strakverlauf zeigt in der Bündigkeit der Anschlußkonturen benachbarter Teile, sowie in der sauberen Fluchtung und Stimmigkeit der Charakterlinie. Störungen des Straks äußern sich durch Welligkeiten am Blech, Lichtverlauf auf der Blechoberfläche, sowie Beulen und Dellen auf den Außenhautpartien. Als Beispiele für den Strakverlauf sind zu nennen der Verlauf der vorderen Seitenwand über die vordere und hintere Tür zur Seitenwand hinten, ebenso der Verlauf der Frontklappe über die Frontscheibe zum Dach. Geprüft wird der Strakverlauf durch Beurteilung der Reflexionen des Lichtverlaufs (objektiv), Verwendung des Straklineals (objektiv), Abtasten mit der Hand (subjektiv), sowie Messen der Meßpunkte und Qualitätsmerkmale.

### **(II) Merkmal Fugen- / Spaltmaß**

Mit Spaltmaß wird der Abstand zwischen zwei oder mehr Einzelteilen und/oder Zusammenbauten im verbauten Zustand einer Rohkarosserie bezeichnet. Besonders kundenrelevant ist das fugentechnische Verhältnis der Türen zueinander (beim Viertürer) bzw. zur Seitenwand vorn, zum Seitenrahmen sowie die Anbindung der Klappen. Zur Beurteilung eines Spaltmasses wird die Parallelität und Keiligkeit des Fugenverlaufs herangezogen. Als Referenz dienen die Nennmaß- und Toleranzangaben im Fugenplan, vorgegeben von der Konstruktion. Geprüft wird das Spaltmaß mit Koordinatenmeßgerät am Aufbaubock Außenhaut (Aufbau werkzeugfallender Teile in der Prototypphase), oder einfach manuell mittels Schiebelehre oder Spaltmaßkeil.

### **(III) Merkmal Aufsprung**

Mit Aufsprung wird die unerwünschte Auffederung des Blechs bezeichnet. Es sind primär Strukturteile betroffen, die gefährdeten Bereiche sind die Flansche. Die Auswirkungen der Auffederung sind: Spannungen im Zusammenbau, die entweder sofort oder nach der Wärmebehandlung in der Lackieranlage Effekte zeigen. Die Geometrie der Zusammenbauten wird negativ beeinflusst, die Spannungen gefährden die Stabilität der Schweißverbindungen.

Zusätzlich führen Aufsprünge zu Störungen in den Geometriestationen des Rohbaus. Der Aufsprung der Teile wird durch eine messende Prüfung ermittelt, wobei die Aufnahme in der Ziehform liegen muß.

#### (IV) Merkmal Funktionsmaß, Funktionsfläche

Das Funktionmaß/-fläche beschreibt das funktionsrelevante und damit kundenrelevante Maß oder die Fläche und die Toleranz zweier definierter Merkmale eines Bauteils oder mehrerer Bauteile zueinander. Es sind alle funktionskritischen Bereiche mit Auswirkungen auf die Optik und Funktion betroffen. Dieses Merkmal hat deshalb große Bedeutung für den Karosserie-Außenhautbereich wie Türen und Seitenrahmen, sowie im Strukturbereich, der Bodengruppe. Als Indikatoren zur Beurteilung werden Fugen und Fugenverlauf zwischen funktional zusammengehörenden Teilen sowie Übergänge zu angrenzenden Teilen herangezogen. Nachgewiesen wird das Funktionsmaß während der verschiedenen Bauphasen und Serie durch Messungen der Einzelteile und Zusammenbauten.

### 3.2.2 Anforderungen der Käufer an die Karosserie und ihre Komponenten

Verbunden mit der Vielzahl von Aufgaben, die ein Fahrzeug zu erfüllen hat, werden an eine Karosserie umfangreiche Anforderungen gestellt. In der Literatur lassen sich nur wenige Hinweise bezüglich einer Strukturierung solcher Anforderungen finden. Nachfolgend werden einige Quellen zitiert. **Bild 3–4** zeigt die generellen Anforderungen nach MEYER:



**Bild 3–4:** Anforderungen an eine Karosserie nach MEYER<sup>45</sup>

Nach WALLENTOWITZ liegen die Schwerpunkte der Forderungen bei der Raumökonomie, der passiven Sicherheit und dem Komfort wie in **Bild 3–5** dargestellt.<sup>46</sup>

<sup>45</sup> Vgl. Meyer, R. (1992), S. 212

<sup>46</sup> Vgl. Wallentowitz, H. (1995), S. 115



*Bild 3-5: Anforderungen an die Karosserie nach WALLENTOWITZ*

ROGAL unterscheidet die Anforderungen hinsichtlich der Werkstoffauswahl und den Fertigungsanforderungen.<sup>47</sup> **Bild 3-6** zeigt die entsprechenden Kriterien.



*Bild 3-6: Karosserieanforderungen nach ROGAL*

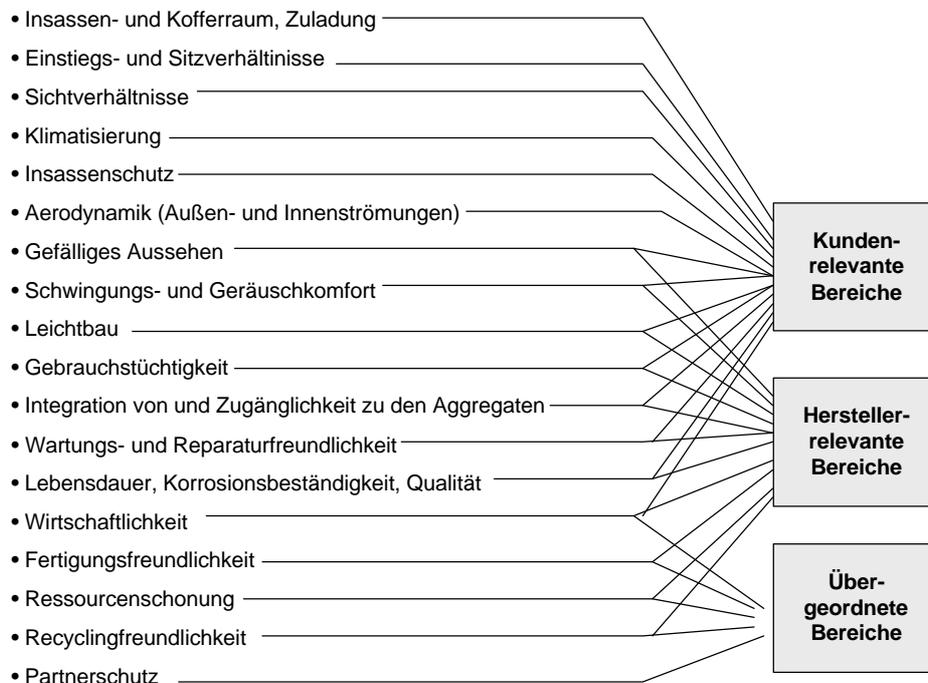
Wie komplex und vielfältig die technischen Anforderungen miteinander konkurrieren, zeigen einige Beispiele in **Tabelle 3-2**:<sup>48</sup>

Anforderung A	Anforderung B
Kompakte Bauweise der Karosserie durch optimierte Anordnung der <b>Komponenten</b>	Gute Zugänglichkeit der <b>Komponenten</b> bei Wartung und Reparatur
Gute Be- und Entlüftung des <b>Innenraums</b> durch eine Vielzahl von Öffnungen am Fahrzeug	Akustische Kapselung des <b>Innenraums</b> durch Störgeräusche von außen oder dem Fahrzeug selbst
Hohe Steifigkeit und Verformungsfestigkeit der <b>Karosserie</b>	Minimales Gewicht der <b>Karosserie</b> zur Senkung des Treibstoffverbrauchs

*Tabelle 3-2: Konkurrierende Anforderungen an eine Karosserie*

<sup>47</sup> Vgl. Rogal, S. (1999)

BRAESS differenziert die Anforderungen bezüglich ihrer Bedeutung für den Kunden, für den Hersteller sowie für übergeordnete Bereiche (**Bild 3–7**). Viele Eigenschaften können mehrere Bereiche tangieren. Die Herausforderung besteht darin, die Vorstellungen der Käufer und des Herstellers sowie Dritter, beispielsweise der Gesetzgeber, in Einklang zu bringen.



**Bild 3–7:** Anforderungen an eine Fahrzeug-Karosserie nach BRAESS<sup>49</sup>

Die zitierten Ordnungssysteme weisen in ihrer Systematik einige Defizite auf. Die von MEYER erstellten Anforderungskriterien wirken unsystematisch und ungeordnet. Notwendig wäre insbesondere eine Erläuterung der Anforderung "Qualität". Unklar ist bei ROGAL die inhaltliche Abgrenzung der Position „Kundennutzen“ zu den anderen Kriterien. Feinere Ordnungsmerkmale wenden WALLENTOWITZ und BRAESS an. Bei allen Quellen ist eine fehlende Priorisierung der Merkmale auffällig.

Einen neuen Versuch zur Priorisierung der Anforderungen soll der folgende Ansatz zeigen. Eine Karosserie kann bezüglich der Erreichung der genannten Kriterien immer nur eine Kompromißlösung sein. Aus Qualitätssicht kann nicht die Vollzähligkeit der Kriterien entscheidend sein, wesentlich ist das Erkennen der wichtigen Kundenerwartungen. Hierfür soll

<sup>48</sup> Vgl. Braess, H.-H. (1992), S. 13 ff.

<sup>49</sup> Braess, H.-H. (1992), S.4

die Hierarchie der Grundbedürfnisse nach MASLOW angewendet werden. Die Rangfolge ist pyramidenförmig in **Bild 3–8** dargestellt.



*Bild 3–8: Bedürfnisrangfolge nach MASLOW<sup>50</sup>*

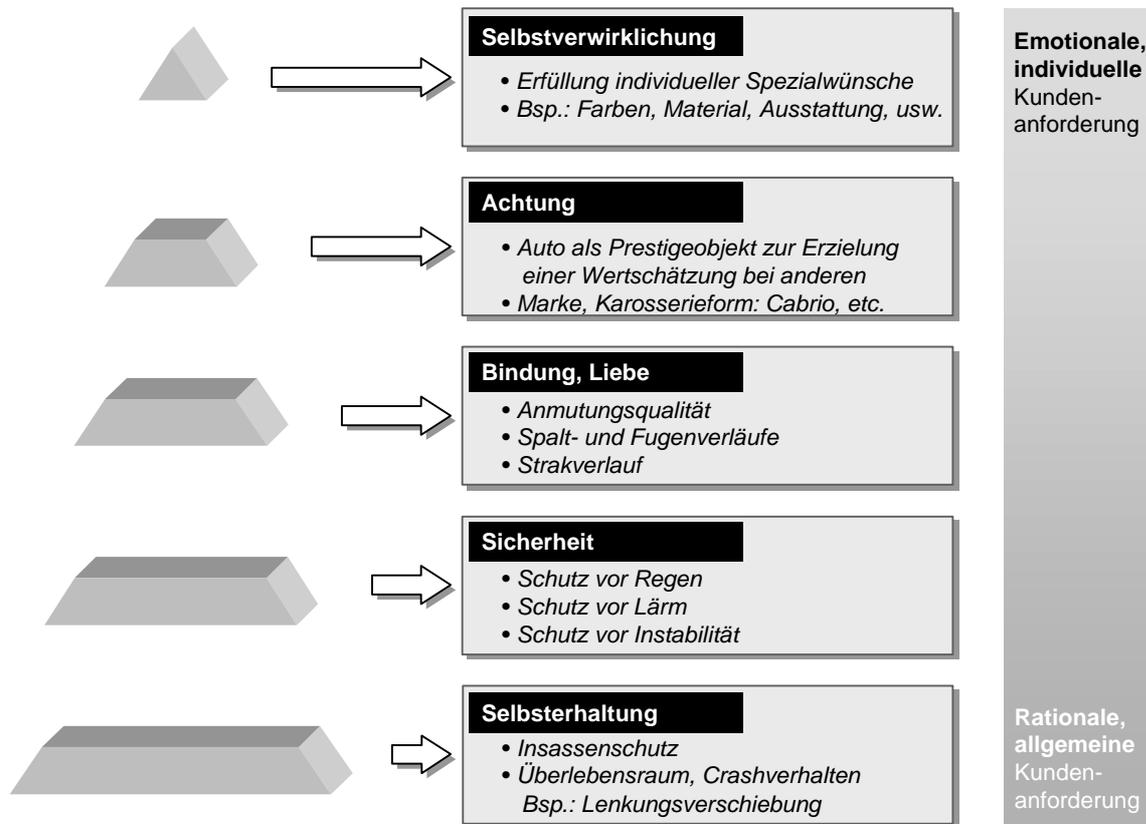
Es gilt das Prinzip, daß die nächsthöhere Stufe erst dann relevant ist, wenn die darunter liegende Ebene ausreichend berücksichtigt wurde. Damit wird deutlich, daß die Selbsterhaltung des eigenen Lebens die oberste Priorität genießt, gleichzeitig ist aber die Selbstverwirklichung des Käufers das schwierigste Ziel, weil hier individuelle, käuferspezifische Belange berücksichtigt werden müssen. Insgesamt kann die Pyramide charakterisiert werden als ein Übergang von rein rational-vernunftgesteuerten Anforderungen bis hin zu rein emotional getriebenen Anforderungen.

Wendet man die Ebenen der Bedürfnis-Pyramide auf die Anforderungen einer Karosserie an, dann ergibt sich eine Priorisierung der Anforderungen wie in **Bild 3–9** gezeigt. Die Selbsterhaltung als Mindest Erwartung aller Kunden zwingt die Entwickler und Konstrukteure, ihre Anstrengungen auf dem Gebiet der Fahrzeugsicherheit bzw. des Aufprallschutzes weiter zu erhöhen, um keine Wettbewerbsnachteile in Kauf nehmen zu müssen. Die Frage der Selbstverwirklichung stellt gerade Hersteller von Massensegmenten vor das Problem, einer breiten Kundschaft das Gefühl von Individualität zu geben. Zwischen den Sicherheitsansprüchen und dem Prestigeverlangen liegt ein weiter Raum für die Fahrzeuggestaltung. Für die Karosserie ist zu bemerken, daß das "Veredeln" der Außenhaut-Partien durch sowohl stilistische Elemente als auch durch oberflächentechnische Versiegelung

---

<sup>50</sup> Vgl. Maslow, A. H. (1999), S. 62 ff.

wichtige Ansatzpunkte für die Kategorie *Selbstverwirklichung* darstellen. Dem Styling eines Fahrzeuges ist ein maßgeblicher Anteil bei der Kaufentscheidung zuzusprechen.<sup>51</sup>



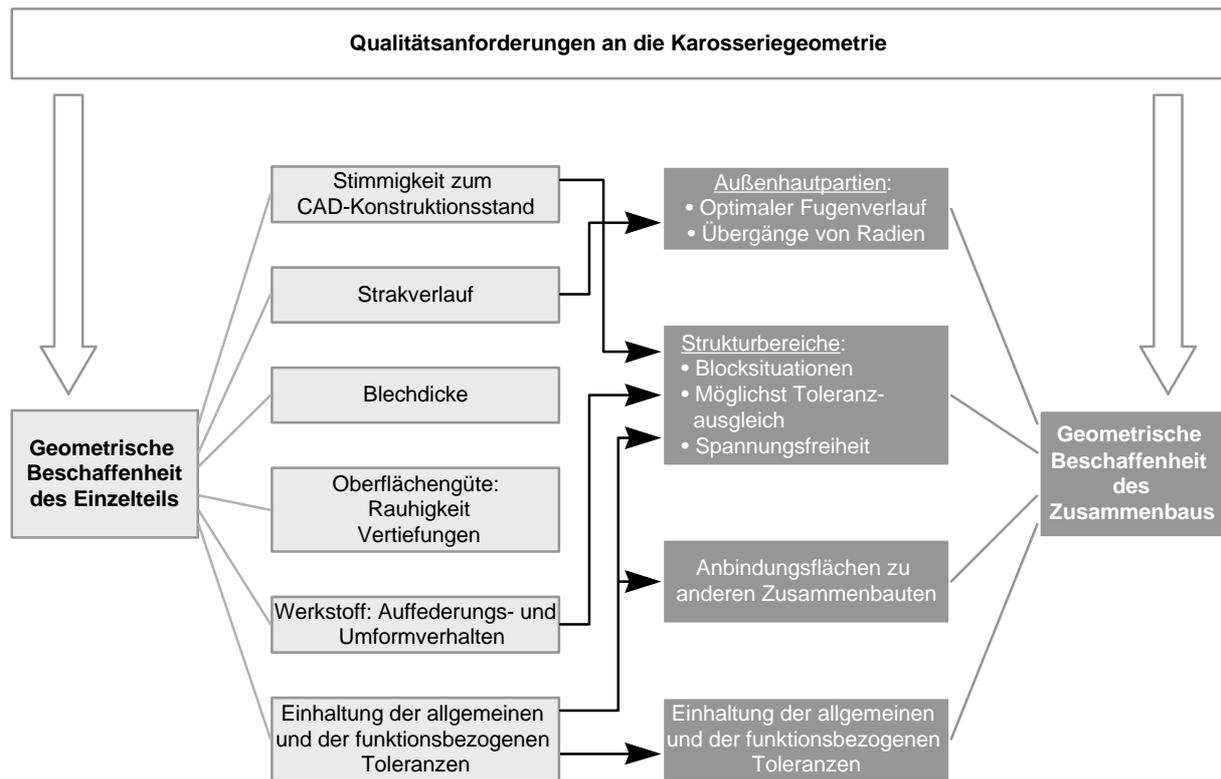
**Bild 3–9:** Priorisierung der Kundenanforderungen mit Hilfe der MASLOW-Pyramide

### 3.2.3 Unternehmensinterne Anforderungen an die Beschaffenheit der Zusammenbauten und Einzelteile

Um die unternehmensinternen Anforderungen analysieren zu können, werden nun die Anforderungen aus Sicht des Herstellers an sein Produkt beschrieben:

Das Erfassen der Kundenanforderungen an eine Karosserie gestaltet sich als schwierig, weil für jeden Kunden unterschiedliche Kriterien wichtig sind, was sich besonders bei Volumenmodellen als ein kritischer Umstand erweist. In jedem Fall ergeben sich Zielkonflikte, die im Produktentstehungsprozeß zu lösen sind. Bei der karosseriegeometrischen Ausprägung der Karosserie ist zu unterscheiden zwischen den dimensionellen Eigenschaften des Einzelteils und des Zusammenbaus wie **Bild 3–10** zeigt.

<sup>51</sup> Vgl. Hannemann, P. (1999a); Hannemann, P. (1999b); Hannemann, P. (2000); vgl. a. Braess, H.-H.; Seiffert, U. (2000), S. 82 ff. und S. 298;



**Bild 3–10:** Anforderungen an die Produkteigenschaften Karosseriegeometrie

### Geometrische Beschaffenheit des Einzelteils

Die geometriebezogene Qualität eines Blecheinzelteils definiert sich durch die maßliche Genauigkeit seiner Abmessungen. Zur Gewährleistung einer reibungslosen Verbaubarkeit sind die Einzelteile entsprechend des Konstruktionsstandes unter Berücksichtigung der vorgegebenen Toleranzfenster herzustellen. Für die maßliche Beurteilung der Blech-Einzelteile gibt es folgende Toleranzarten:<sup>52</sup>

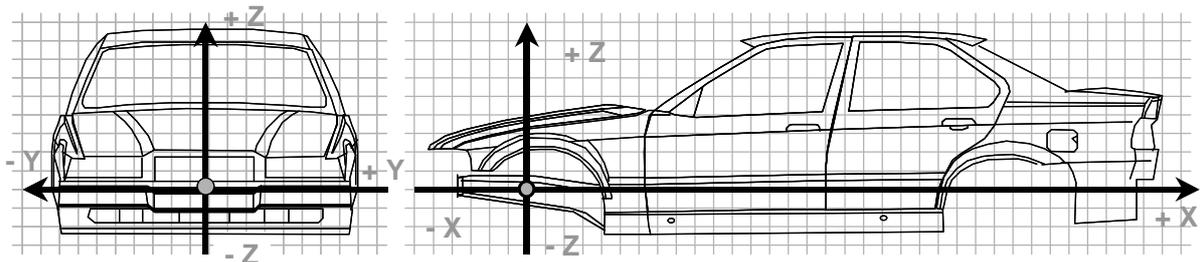
- Freiformflächen ohne Anschlußfunktion: +/- 1,5 mm
- Anschluß- und Funktionsflächen: +/- 0,5 mm
- Aufnahmelöcher:
  - Lage des Loches: +/- 0,25 mm
  - Durchmesser des Loches: +0/-0,2 mm
- Linienform für Beschnittkanten: +/- 0,5 mm

Für die Toleranzen der Zusammenbauten gibt es keine Normen. Jeder Fahrzeughersteller legt solche Toleranzen nach eigenem Ermessen fest unter Berücksichtigung von Standard-

Empfehlungen für Einzelteile, Zusammenbauten und Karosserie komplett. Jedoch wird in Toleranzanalysen die Vergabe einer Zusammenbau-Toleranz individuell geprüft. Dabei wird untersucht, welche Toleranzfelder technisch notwendig und machbar sind und welche zulässigen Abweichungen die Verbauer des Rohbau und der Montage untereinander mit dem Preßwerk vereinbaren.

### Geometrische Beschaffenheit des Zusammenbaus

Die Lage jedes Einzelteils ist definiert in Bezug zu den Positionen der anderen Einzelteile im gemeinsamen Zusammenbau, die Zusammenbauten wiederum sind ausgerichtet am Karosseriegerippe. Die exakte Lage aller Teile ist in einem gemeinsamen Koordinatensystem mit den Achsen X (Fahrzeuglängsachse), Y (Fahrzeugquerachse) und Z (Fahrzeughöhe) in den CAD-Konstruktionsmodellen angegeben. Es gibt für alle Teile einen gemeinsamen Koordinaten-Ursprung, beispielsweise ist es die Mitte/Höhe der Fahrzeug-Vorderachse wie in **Bild 3–11** gezeigt.<sup>53</sup>



**Bild 3–11:** Fahrzeug-Koordinatensystem

Im Karosserie-Rohbau, wo die Einzelteile zum Zusammenbau gefügt werden, kommt es darauf an, diese Einzelteile unter Berücksichtigung der Toleranzen in Position zu halten, und bei optimaler Aufnahme und Ausrichtung im Werkzeug zu heften. Hier wirkt sich das Auffederungsverhalten der Bleche besonders störend aus. Zwei Fälle sind zu unterscheiden:

- Ungewolltes Aufsprungverhalten durch Fertigungstoleranzen und Verfahren im Preßwerk,
- Gezieltes Vorhalten von Teilen zum Ausgleich von Gegenkräften in der Einbausituation.

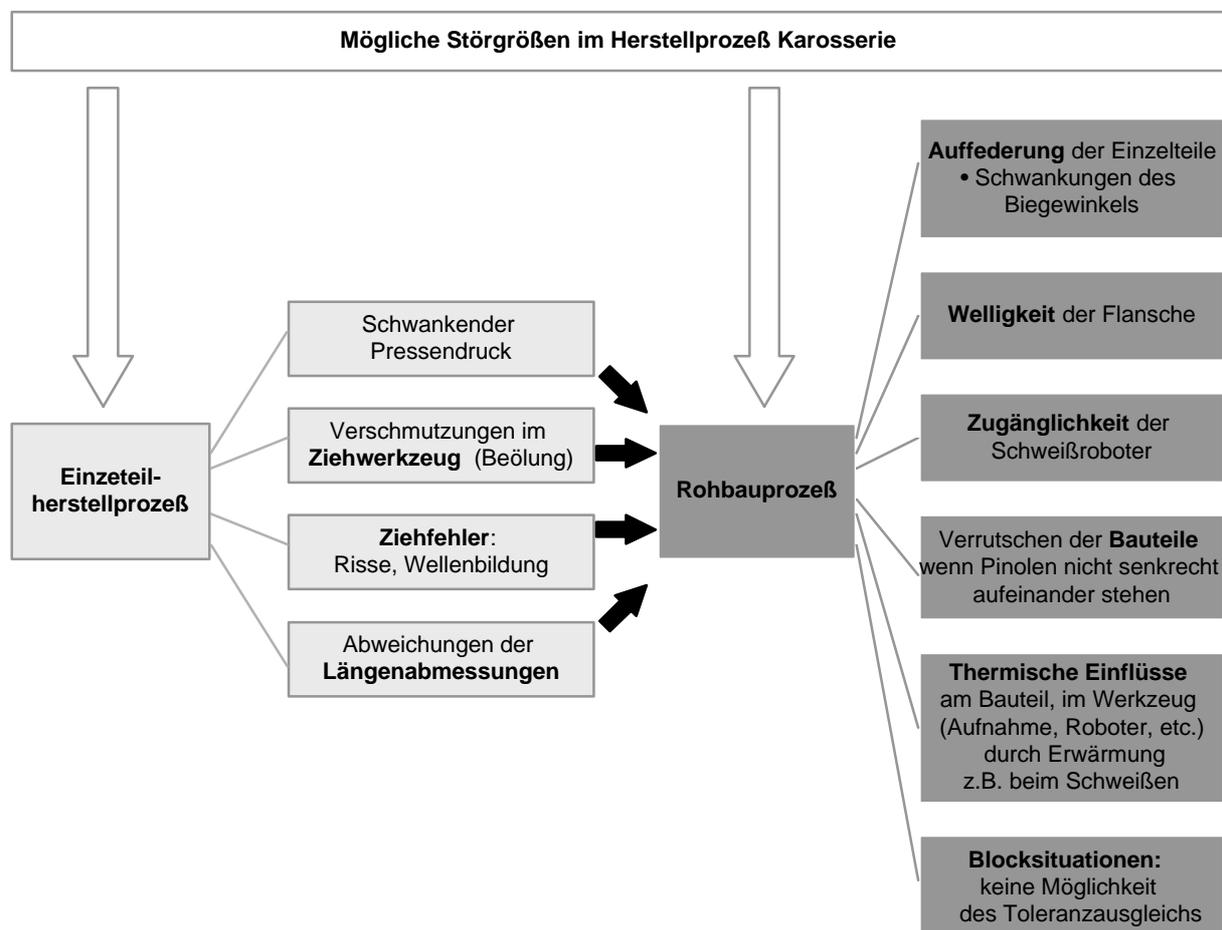
<sup>52</sup> Diese Angaben sind entnommen der Hausnorm „Allgemeintoleranzen“ (Februar 1998) eines deutschen Automobilherstellers und dem Verfasser bekannt.

<sup>53</sup> Diese Festlegung des Koordinatensystems ist Vereinbarungsstand eines deutschen Automobilherstellers. Schriftlich festgehalten ist dieses System zum Beispiel in der hausinternen „Bauvorschrift Prüfmittel“ (1994), Quelle ist dem Verfasser bekannt.

Ein Beispiel für den zweiten Fall ist die Fahrzeugtür, die eingebaut den Gegendruck der Türdichtung und Strömungen im Fahrbetrieb aufnehmen muß. Ein weiteres Beispiel ist die Überbombierung am Dach. Hier wird das Pressenwerkzeug mehr zugestellt, um abzüglich der Auffederung die gewünschte Wölbung am Bauteil zu erzielen.

### 3.2.4 Anforderungen an den Herstellprozeß Karosserie

Die Produktionseinheiten zur Herstellung der Rohkarosserie sind das Preßwerk und der Karosserie-Rohbau eines jeden Automobilwerkes. Der Rohbau ist aufgebaut aus Geometrie- und Ausschweißstationen, in denen die jeweiligen Zusammenbauten entstehen.

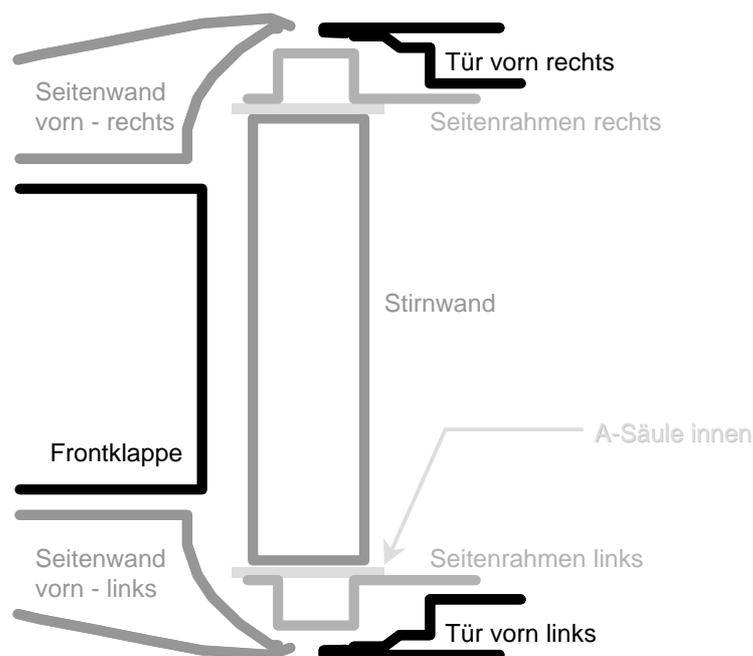


**Bild 3–12:** Qualitätsbeeinträchtigungen an der Karosseriegeometrie

Eingangsgrößen für den Rohbau sind die Blech-Einzelteile des Preßwerks. Das Preßwerk gibt durch hohe Preßkräfte den Rohblechen/Platinen die gewünschte Form. Jede Rohbaustation beinhaltet prinzipiell die Arbeitsschritte Heften und Fügen. Die Heftstation bringt die zu

vereinigenden Bauteile in Position und verhindert durch Setzen einiger Schweißpunkte das Auseinanderspringen der Bleche. Die Teile werden dann in einer oder in mehreren Stationen der Rohbauanlage ausgeschweißt.

Auf den Herstellprozeß wirken eine Vielzahl von Störgrößen, die teilweise schwer zu beherrschen sind. Solche Störgrößen wirken sowohl im Preßwerk als auch im Rohbau (**Bild 3–12**). Blocksituationen stellen für den Rohbau stets einen kritischen Zustand dar, weil sich hier die Toleranzen von zusammengefügt Einzelteilen aufsummieren und es keine Möglichkeit des Ausgleiches gibt. In **Bild 3–13** wird dieser Zustand am Beispiel einer Stirnwand gezeigt: Stirnwand, A-Säule innen, Seitenrahmen und Tür werden im Prinzip aufeinandergesetzt, so daß sich die einzelnen Toleranzen aufaddieren und zu einer übergroßen Fahrzeugbreite führen können. Die Seitenwand muß dann zur Tür ausgerichtet werden, um die Außenhaut sauber abzuschließen, allerdings kann der Spalt zur Frontklappe sehr groß und spitzförmig werden.

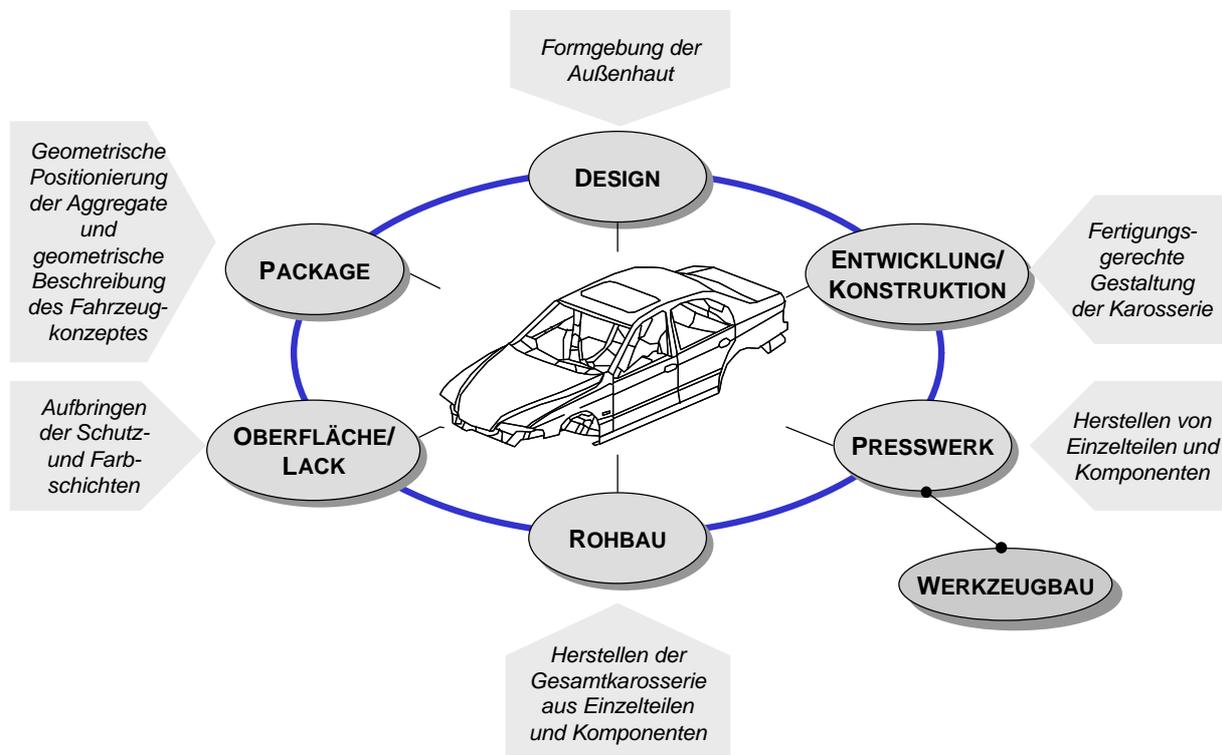


*Bild 3–13: Prinzipdarstellung zur Blocksituation im Bereich Vorderbau*

### 3.2.5 Anforderungen an die Entwicklungs- und Planungsprozesse

Die Produktionsplaner (im folgenden kurz Planer genannt) und Produktentwickler (im folgenden kurz Entwickler genannt) haben die Aufgabe, die konstruktive Entwicklung und die Planung aller Werkzeuge und Fertigungsanlagen des neuen Fahrzeugmodells zu steuern und zu

realisieren. Die an diesen Prozessen beteiligten Organisationseinheiten und Fachbereiche arbeiten sehr intensiv zusammen, oft im Sinne einer gemeinsamen Prozeßkette.



**Bild 3-14:** Prozeßkette lackierte Karosserie

Ein Prozeß ist eine Abfolge von Tätigkeiten. Für den Produktentstehungsprozeß lackierte Karosserie ergeben sich folgende elementare Prozeßinhalte (**Bild 3-14**):<sup>54</sup>

- Fahrzeugkonzipierung: Festlegung der Außen- und Innenabmessungen, Positionierung der Aggregate (Package),
- Formgebung der Karosserieaußenhaut unter Berücksichtigung der Packagevorgaben (Styling),
- Auskonstruieren der Karosserieaußenhaut und -struktur unter Berücksichtigung der Herstellbarkeit (Entwicklung und Konstruktion),
- Herstellen der Preßwerkzeuge, Festlegen der Art und Anzahl der Preßoperationen, (Werkzeugbau und Preßwerk),

<sup>54</sup> Vgl. Klass, R.; Köhler, G. (1992), S. 130; vgl. a. Ziebart, W. (1985), S. 23-25

- Planen der Fertigungsstufen, der Fügefolgen, und der Fertigungsanlagen auf Basis des Mengengerüsts und der Stückzahlen. Auswählen der geeigneten Aufnahmepositionen und Anlagenkomponenten (Rohbau),
- Planung der Lackiereinrichtungen (Oberfläche, Lack).

Die Zusammenarbeit der einzelnen Fachstellen miteinander läßt sich durch eine Abfolge von Kunden-Lieferanten-Beziehungen charakterisieren. Mit jedem Prozeßschritt wird am Produkt Karosserie ein wertschöpfender Beitrag geleistet, welcher von anderen internen Kunden weiterbearbeitet wird. Folgende Ausführungen verdeutlichen diesen Vorgang: Die Produktentwicklung startet auf Basis des Lastenheftes des Package, welches die wesentlichen Anforderungen an die Karosserie festlegt: 2-Sitzer oder 4-Sitzer, Größe des Kofferraums und der Antriebsaggregate, Sitzverhältnisse der Kunden. Diese Vorgaben werden im Stylingprozeß berücksichtigt und im Karosserieplan dokumentiert. Der Karosserieplan ist die Geometrieabsicherung der Stylingkonzepte für den Einbau von Komponenten und das ausreichende Platzangebot der Passagiere. Die Karosseriekonturen wie Spaltverläufe sind hierin integriert. Als nächstes wird der Fugenplan mit den Angaben zu den Sollmaßen der Außenhautpartien einschließlich der Fugentoleranzen erstellt. Mit der Auswahl der endgültigen Designvariante beginnt die konstruktive Gestaltung der Außenhaut und des Skeletts der Karosserie. Die Fertigungsplanung umfaßt die Planung der Fertigungsabläufe, das Layout der Fabrik und trägt die Verantwortung für den Anlagenaufbau. Die an der Produktentstehung beteiligten Fachbereiche schließen sich zusammen zur Prozeßkette Karosserie.

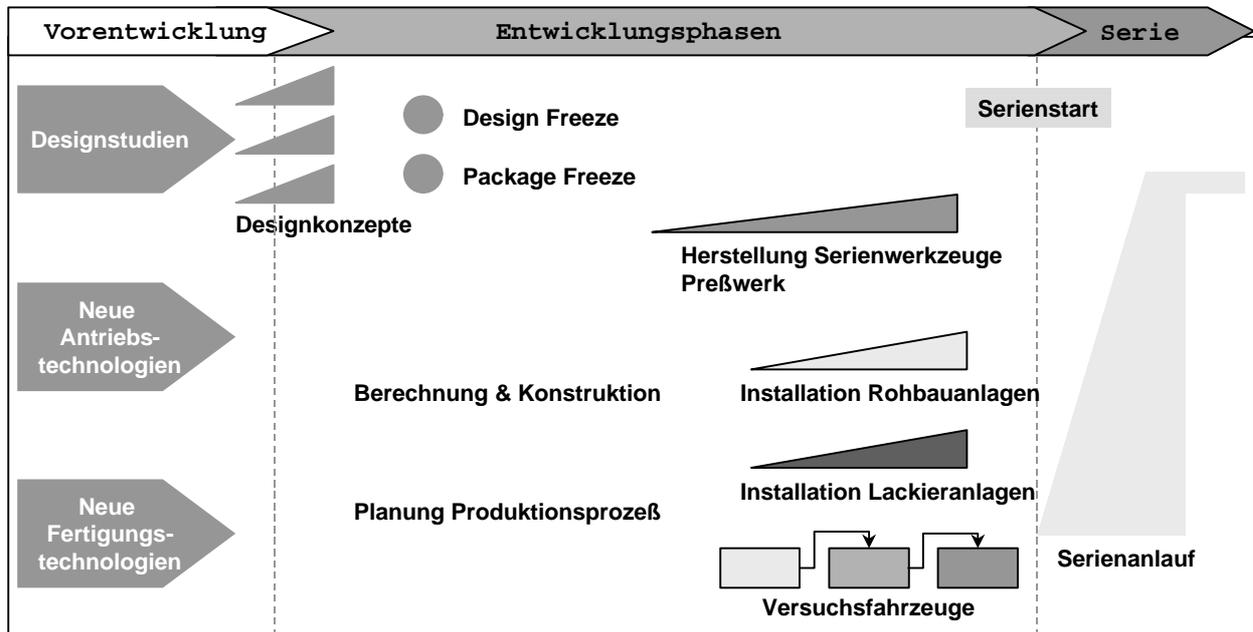
Die Zusammenarbeit der Planungs- und Entwicklungsstellen ist in Ablaufplänen beschrieben.

**Bild 3-15** zeigt eine vereinfachte Darstellung eines solchen Ablaufes. Der Produktentstehungsprozeß ist in drei Phasen einzuteilen:

- Vorentwicklungsphase,
- Entwicklungsphasen,
- Serienanlauf.

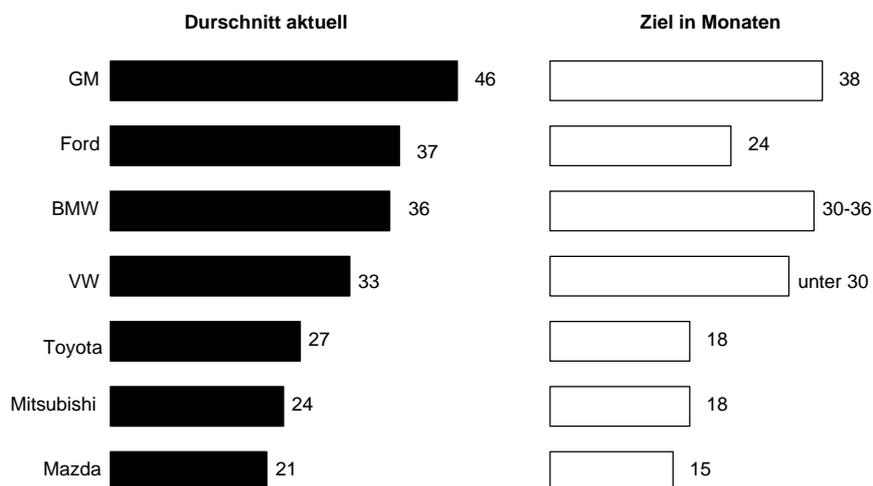
Die Vorentwicklungsphase ist modellunabhängig und dient zur Weiterentwicklung zukünftiger Fertigungstechnologien, neuer Antriebskonzepte und zukünftiger Stylingtrends. Die eigentliche Entwicklung ist stets bezogen auf ein neues Fahrzeug und gliedert sich in mehrere Teilabschnitte. Die wichtigsten Meilensteine sind die Generierung der Designkonzepte und

deren Festlegung beim „Designfreeze“, der Beginn der Herstellung der Serienwerkzeuge und der Serienstart.



**Bild 3-15:** Vereinfachte Darstellung des Produktentstehungsprozesses<sup>55</sup>

Lag die Entwicklungszeit früher bei durchschnittlich sechs bis sieben Jahren, so ist sie in den vergangenen Jahren drastisch reduziert worden (**Bild 3-16**).

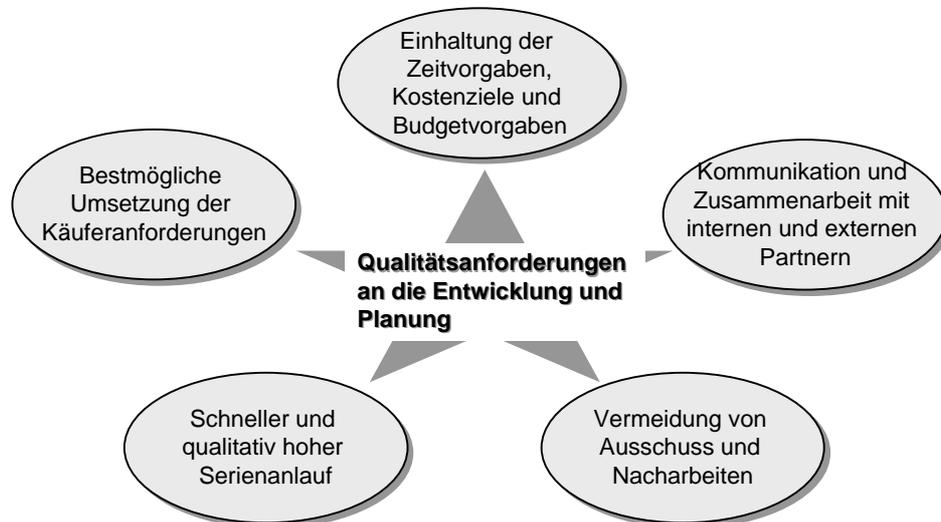


**Bild 3-16:** Entwicklungszeiträume für heutige Fahrzeuge<sup>56</sup>

Für die Planer und Entwickler bedeutet dies eine erheblich Verdichtung der Arbeitsinhalte. Besonders für die Abarbeitung von Qualitätsaufgaben und Qualitätsschleifen steht nicht mehr

<sup>55</sup> Vgl. auch Sorgatz, U. (1994a), S. 6 und Sorgatz, U. (1994b), S. 2

dieselbe Zeit zur Verfügung. Deshalb müssen neue Wege gefunden werden, Qualitätsmethoden über die gesamte Prozeßkette abgestimmt zu planen und durchzuführen. **Bild 3–17** faßt die Qualitätsanforderungen an die Produktentwicklung und Produktionsplanung zusammen.



*Bild 3–17: Qualitätsforderungen an die Entwicklung und Planung*

### 3.3 Ursachenbetrachtung der Schwierigkeiten der Methodenanwendung

#### 3.3.1 Nacharbeitsaufwendungen als Problemindikator

Das operative Qualitätsmanagement im Produktentstehungsprozeß hat die Aufgabe, die Kundenanforderungen zu beschreiben, daraus Qualitätsmerkmale zu entwickeln und geeignete Qualitätsmaßnahmen anzuwenden. Wie schwierig es ist, diesen Prozeß in der Praxis umzusetzen, zeigt eine interne Studie eines deutschen Automobilherstellers aus dem Jahr 1994. Sie kommt zu folgenden drei Erkenntnissen:<sup>57</sup>

1. Käuferanforderungen bleiben unerfüllt, da nicht im Zielkatalog fixiert,
2. Mangelhafte Kommunikation von Käuferanforderungen innerhalb des Unternehmens,
3. Qualitätsmerkmale im Rohbau entsprechen nicht den Käuferanforderungen.

<sup>56</sup> Vgl. Pfannenschmidt, H.; Beinke, T. (1997), S. 83

Die Konsequenz dieser Probleme sind Fehler und Mängel am Produkt. Bedenklich ist es, wenn sich bestimmte Fehler von Modell zu Modell über mehrere Fahrzeuggenerationen wiederholen. Im Rahmen dieser Arbeit wurde eine Untersuchung der Nacharbeitsaufwendungen in der Türen- und Klappenherstellung zu drei ausgewählten Modellen beim vorhin genannten Automobilhersteller durchgeführt. Es wurde Zahlenmaterial aus dem Fertigungszeitraum 27.01. bis 18.03.1998 ausgewertet. Die Ergebnisse verdeutlichen, daß eine Vielzahl von Fehlerbildern über die verglichenen Modelle wiederholt aufgetreten ist, teilweise sogar in höherer Intensität. Das Ergebnis überrascht insofern, als daß die Qualitätsaufwendungen während der Produktentwicklung dieser Modelle gesteigert wurden. **Tabelle 3-3** zeigt auszugsweise einige Ergebnisse<sup>58</sup>:

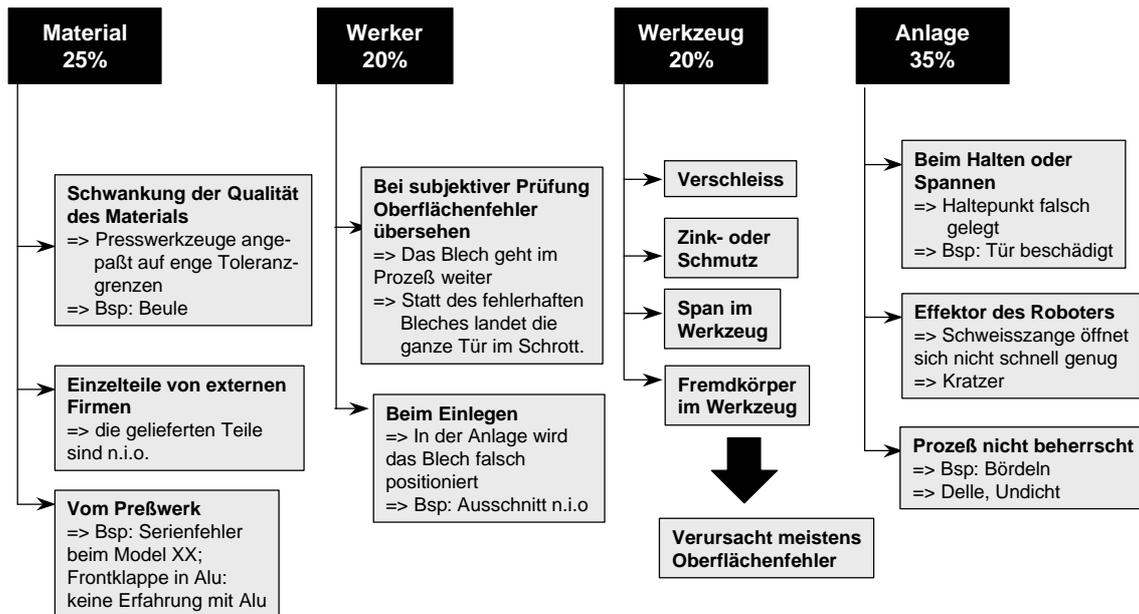
Nacharbeitsort	Fahrzeug-Modell 1			Fahrzeug-Modell 2			Fahrzeug-Modell 3		
	Fehlerursache	Anzahl Fehler *)	Nacharbeitsaufwand *)	Fehlerursache	Anzahl Fehler *)	Nacharbeitsaufwand *)	Fehlerursache	Anzahl Fehler *)	Nacharbeitsaufwand *)
Zusammenbau Tür Aussenhaut links	Delle, Beule, Schlagstelle	1 x	2 x	Delle, Beule, Schlagstelle	2 x	1 x	Delle, Beule, Schlagstelle	3 x	4 x
Zusammenbau Tür Aussenhaut links				Beschädigt	1 x	1 x	Beschädigt	2 x	1,5 x
Zusammenbau Tür Aussenhaut links	Rohbaufehler	1 x	1 x				Rohbaufehler	3 x	2 x
Frontklappe	Konturverlauf	33x	32x	Konturverlauf	1x	1x	Konturverlauf	4,5x	5x
Frontklappe				Passt nicht	1x	1x	Passt nicht	22x	9x
Frontklappe	Einstellung Mangelhaft	1x	1x	Einstellung Mangelhaft	1,5x	1,5x	Einstellung Mangelhaft	4x	4x
Frontklappe	Spaltverlauf	9x	5x	Spaltverlauf	1x	1x	Spaltverlauf	21x	35x
Frontklappe	Delle / Beule / Schlagstelle	2x	20x	Delle / Beule / Schlagstelle	1x	1x	Delle / Beule / Schlagstelle	9x	45x
Frontklappe	Rohbaufehler	1x	2,5x				Rohbaufehler	1x	1x
Frontklappe	Falsches Teil	1x	1x				Falsches Teil	2x	1x

**Tabelle 3-3:** Nacharbeitserfassung an Türen und Klappen (Zeitraum 27.01. - 18.03.98)

Eine weitere Auswertung der Ergebnisse zeigt die Verteilung der Fehlerbilder auf die Fehlerquellen Mensch, Material, Maschine (Beispiel Rohbauvorrichtung), Werkzeug (**Bild 3-18**).

<sup>57</sup> Untersuchungsbericht „Auswirkungen von Käuferanforderungen auf die Qualität im Rohbau“ (1994). Die Quelle ist dem Verfasser bekannt.

<sup>58</sup> Dem Verfasser liegt die vollständige Tabelle vor.



**Bild 3–18:** Zuordnung der Fehlerbilder am Beispiel Türen- und Klappenfertigung

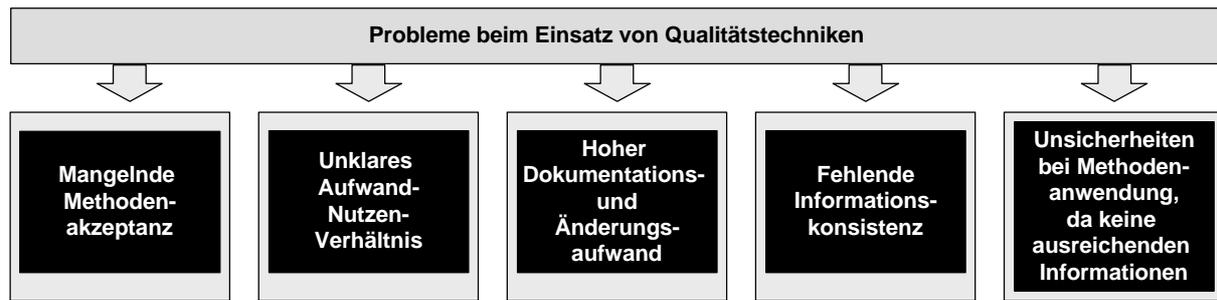
Die Ergebnisse der Untersuchung deuten an, daß allein die quantitative Steigerung der Qualitätsanstrengungen nicht die Probleme der Fertigung beseitigen kann. Es stellt sich weiterhin die Frage nach der Beziehung zwischen den Ergebnissen und dem Einsatz von Qualitätsmethoden.

### 3.3.2 Problemuntersuchung aus Sicht der Methodenanwender

DOBBERKAU und RAUCH-GEELHAAR identifizieren die Ursachen der oft erfolglosen Methodenanwendung in dem mangelnden Bewußtsein der Mitarbeiter bezüglich der Gestaltung der Qualitätsmethoden. Demzufolge fehle die Abstimmung zwischen Unternehmen und Methode.<sup>59</sup>

Die von NIESTADTKÖTTER/WESTKÄMPER geschilderten Problemsymptome zeigen interessanterweise weitgehende Übereinstimmung mit den in Bild 2–21 gezeigten Problemfeldern (**Bild 3–19**). Die nun folgenden Ausführungen diskutieren diese Punkte aus der Sicht der Anwender und Mitarbeiter, wobei für die Ursachenanalyse eigene Interpretationen vorgenommen werden, gestützt auf die betrieblichen Erfahrungen des Verfassers.

<sup>59</sup> Vgl. Dobberkau, K.; Rauch-Geelhaar, C. (1999), S. 605 ff.



*Bild 3–19: Probleme beim Einsatz von Qualitätsmethoden<sup>60</sup>*

Mangelnde Methodenakzeptanz beschreibt die innere Ablehnung einer Aufgabe. Diverse Gründe können eine solche Inakzeptanz hervorrufen:<sup>61</sup>

- Der Anwender ist nicht ausreichend geschult oder informiert worden bezüglich einer Qualitätsmethode und versteht die Zusammenhänge nicht,
- Die Methode erscheint dem Anwender losgelöst von seinen eigentlichen Kernaufgaben und deshalb im Extremfall als kontraproduktiv,
- Die Methode wurde mehrmals erfolglos angewendet, und jede weitere Anwendung erscheint sinnlos,
- Die Art und Weise wie die Methode beim Anwender eingesteuert wurde, führt zu einer Gegenwehr. Der Anwender fühlt sich übersteuert und überfordert.

Eine Nichtakzeptanz ist immer ein individuelles Problem, auch wenn es bei einer größeren Zahl von Personen auftritt. Sicherlich spielt auch die Persönlichkeitsstruktur eine Rolle, so könnten Berufspraktiker beispielsweise eher Schwierigkeiten mit theorielastigen oder formalistischen Methoden haben.

Ein unklares Aufwand-Nutzen-Verhältnis impliziert einen befürchteten übergroßen zeitlichen und kapazitiven Aufwand bei einem vergleichsweise geringen Nutzen. Aufschlußreich ist dieser Aspekt, da in Kapitel 2.3 bereits auf die Schwierigkeiten der Nutzenbestimmung von Qualitätsaufgaben hingewiesen wurde. Das Attribut „unklar“ bezieht sich damit nicht auf ein Ungleichgewicht zu Lasten des Nutzens, sondern auf die generelle Wirksamkeit einer solchen Qualitätsmaßnahme. Etwas zu tun, ohne den Sinn für eine solche Aktion zu erkennen, dürfte ein sehr großer Hemmfaktor sein.

<sup>60</sup> Vgl. Niestadtötter, J.; Westkämper, E. (1997), S. 42

Ein übergroßer Dokumentationsaufwand oder Änderungsaufwand weist auf bürokratisierte Durchführungspraktiken hin. Insbesondere wenn sich die Eingangsgrößen (z. B. Konstruktionsdaten) mehrmals ändern, sinkt die Motivation, noch einmal die Methode durchzuführen, da der Mitarbeiter mit einer wiederholten Änderung rechnet. Viele Bearbeitungsprozeduren haben den Charakter der Papier- und Listenverwaltung, und es kommen oft neue Vorgaben hinzu. Das eigentliche Problem liegt in der ungenügenden Transparenz. Der Sinn eines Methodenwerkzeugs sollte es sein, den Anwender bei der Ausführung zu entlasten und die zügige Bearbeitung zu gewährleisten, ohne den kreativen Freiraum zu sehr einzuengen.

Ein fehlender oder ungenügender Informationsaustausch zwischen den Prozeßpartnern findet seine Ursachen in Schwierigkeiten auf der kommunikativen Ebene. In einem komplexen Projekt mit einer netzwerkartigen Struktur ist jeder Mitarbeiter Empfänger und Sender zugleich. In multidimensionalen Abstimmungsprozessen ist das Prozeßmanagement zur Beschreibung der Abläufe eine wichtige Technik, allerdings noch eine junge Disziplin in den meisten Unternehmen.<sup>62</sup>

Unsicherheiten bei der Methodenanwendung sind zuallererst auf mangelnde Kenntnisse aufgrund ungenügender Schulungsmaßnahmen zurückzuführen. Überdies fehlt bei geringen Erfahrungen im Umgang mit einer Methode das Gefühl für die Leistungspotentiale.<sup>63</sup>

Als eine weitere kritische Größe wurde das Verhältnis zwischen den Qualitätsfachstellen und den Methodenanwendern beobachtet, diese spezielle Beziehung ist geprägt von unterschiedlichen Sichtweisen und Erwartungen auf beiden Seiten. Diese divergierenden Einstellungen ergeben ein Spannungsdreieck zwischen den Qualitätsmethoden, den Anwendern und den Qualitätsfachstellen des Unternehmens (**Bild 3-20**). Möglicherweise zählen die bisher nicht sauber beschriebenen Schnittstellen zu den Haupthindernissen für ein anwenderfreundliches Unternehmensklima. Das Spannungsdreieck erlaubt drei wesentliche Schlußfolgerungen:

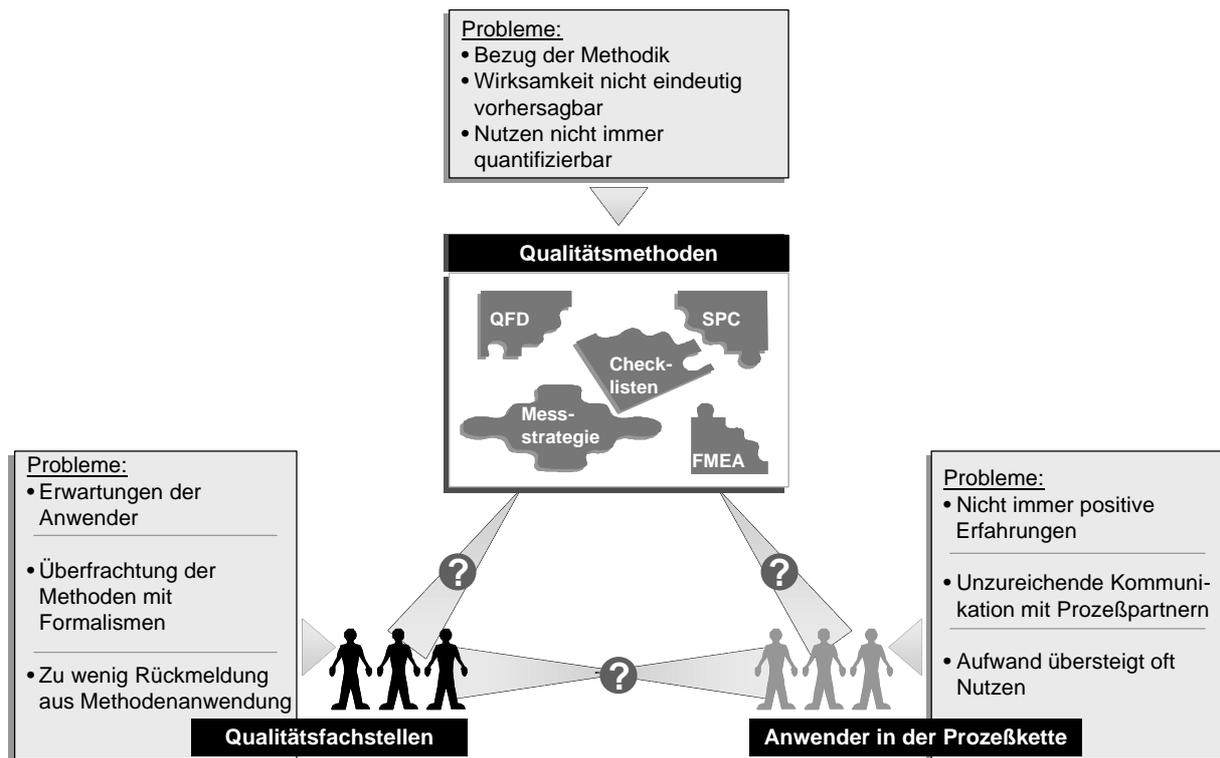
---

<sup>61</sup> Vgl. a. McKinsey & Company (1995), S. 40 f.

<sup>62</sup> Weitere Ausführungen zur Komplexität von Qualitätsinformationen siehe Kolleck, K. D. (1995), S. 45 ff.

<sup>63</sup> Bezüglich der methodischen Qualifikation der Mitarbeiter vgl. a. Beisheim, M. (1995), S. 27

1. Ohne die Kenntnis um die Wirksamkeit und den Nutzen einer Methode besteht die Gefahr der Nicht- oder Teilausführung.
2. Bei der Anwendung einer Methode wird ein Meßinstrument benötigt, welches den zu erwartenden Nutzen anzeigt.
3. Qualitätsmethoden stellen sich immer noch als Einzelwerkzeuge dar, deren Vernetzung ist noch zu wenig transparent.



**Bild 3–20:** Spannungsdreieck zwischen Qualitätsfachstellen, Anwendern und Methoden<sup>64</sup>

Mit der Betrachtung der Anwender von Qualitätsmethoden rückt die betriebliche Struktur und Organisation wieder näher ins Blickfeld. Für das Scheitern von Qualitätsanstrengungen kann nicht allein die Unvollkommenheit einer Methode verantwortlich gemacht werden. Ebenso sind die Mitarbeiter in ihrem betrieblichen Umfeld gefordert. Sie sind nicht nur Ausführende, sondern auch Mitgestalter.

<sup>64</sup> Vgl. Grasse, J., Niesen, N. (1999), S. 1239

## 4 Möglichkeiten und Wirkmechanismen der kombinierten Methodenanwendung

Die Motivation, Methoden miteinander zu verknüpfen, besteht im wesentlichen darin, daß eine einzige Methode nur eine Teilaufgabe eines komplexen Projekts zu lösen vermag, jedoch erst durch eine sinnvolle Kombination das ganze Spektrum der Gesamtaufgabe eher bewältigt werden kann. Im allgemeinen Sprachgebrauch wird der Begriff „Kombination“ gleichbedeutend mit „Verbindung“, „Verknüpfung“, „Zusammenfügung“ oder „Zusammenstellung“ verwendet.<sup>65</sup> Diese Wortgruppe wird in Zusammenhang mit der Kombination von Qualitätsmethoden in vielen der ausgewerteten Studien als ein möglicher Ansatz zur Bewältigung komplexer Problemstellungen genannt (siehe Kapitel 2). Eine einheitliche wissenschaftliche Vorgehensweise ist damit aber nicht beschrieben. Diese Arbeit fokussiert auf die gezielte Abstimmung von Tätigkeiten bzw. Handlungen und dem Austausch von Informationen im Sinne einer arbeitsteiligen Abarbeitung der Qualitätsinhalte eines Projekts. Begriffe wie Vernetzung oder Verknüpfung werden in diesem Zusammenhang synonym zu Kombination verwendet, da sie ein Beziehungssystem mit ausgeprägten gegenseitigen Abhängigkeiten implizieren.

Eine erfolgreiche Vernetzung von Methoden setzt eine genaue Kenntnis der dabei ablaufenden Vorgänge voraus. Es besteht ein dringendes Interesse zu erfahren, welche Voraussetzungen einen Kombinationsvorgang begünstigen und welche positiven Effekte sich in einem Methodenverbund einstellen. Bis heute läßt sich die Wirksamkeit von Qualitätsmethoden nicht eindeutig nachweisen. Zu diesem Zweck wäre eine Differenzierung der Bandbreite des Erfolgs in graduelle Abstufungen erforderlich, beispielsweise:

- Einwandfreies Funktionieren der Methodenausführung,
- Positive Einflußnahme auf den Projektverlauf,
- Direkte (Aus-)Wirkung der Ergebnisse auf die Erfüllung der Kundenforderungen.

Diese Beispiele zeigen die Problematik der Entwicklung einer allgemeingültigen Formel für eine Berechnung des Erfolgs. Immerhin ist ein Wandel von der rein aufwandsbezogenen Bewertung hin zur Erfassung und Integration der Nutzenaspekte zu beobachten. Während

beispielsweise eine Konstruktionsleistung im Voraus mit einer durchschnittlich benötigten Anzahl an Arbeitsstunden festgesetzt werden kann, so ist eine solche Vorgehensweise nicht ohne weiteres auf das Qualitätsmanagement übertragbar. Die geleisteten Arbeitsstunden der Qualitätsingenieure für beispielsweise eine FMEA geben noch kein hinreichendes Indiz über den Erfolg der Methode. Nach Abschluß des Projekts kann die tatsächlich aufgewendete Zeit ermittelt werden und so der durchschnittliche personelle Kapazitätsbedarf für diese Qualitätsmethode ermittelt werden, und damit ein Anhaltswert für zukünftige Anwendungen beschrieben werden. Die Zufriedenheit der Kunden mit den gekauften Produkten und damit der Unternehmenserfolg können nur höchst unpräzise einer einzelnen Qualitätsmaßnahme zugeordnet werden. Es ist zu untersuchen, inwiefern eine Methodenkombination einen Beitrag zur Effektivitäts- und Effizienzsteigerung liefern kann.

## **4.1 Untersuchung der Inhalte und Abläufe einer Methodenanwendung**

### **4.1.1 Formulierung eines Basismodells zur Beschreibung der Bestandteile und Phasen**

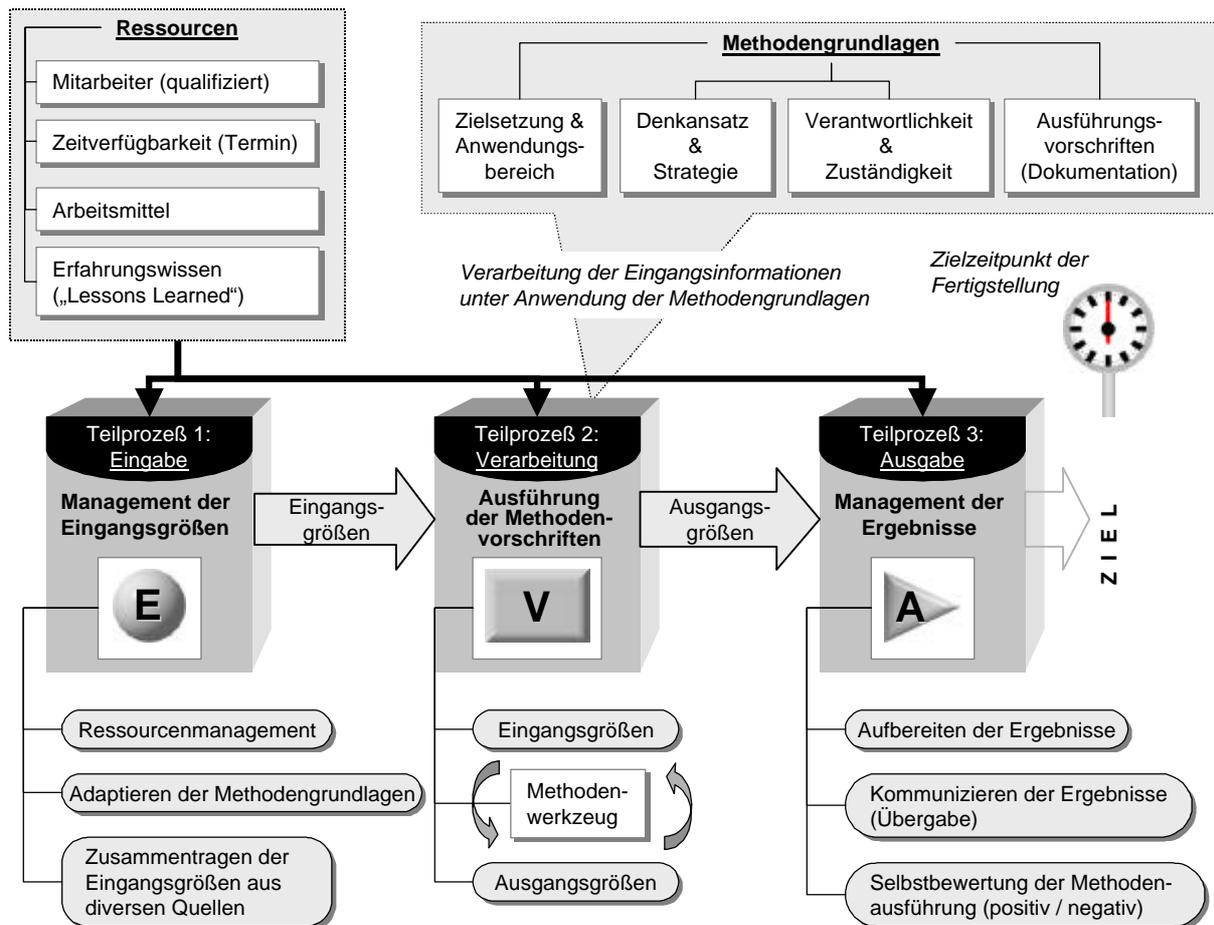
Die Voraussetzung zur Findung von Ansatzpunkten zur Methodenvernetzung wird geschaffen durch ein tieferes Verständnis der grundsätzlichen Abläufe und Inhalte, welche bei jedem (erstmaligen oder wiederholten) Gebrauch einer Qualitätsmethode durchlaufen und realisiert werden. Dazu ist dieser Gesamtprozeß über die Zeitachse in seine Teilphasen inklusive der entsprechenden Subprozesse und deren wesentlichen Inhalte zu zerlegen. Das Fundament dieses mehrteiligen Ablaufes bilden die substantiellen Grundlagen der Methode, sowie die für die Ausführung verfügbaren Ressourcen. Es entsteht auf diese Weise ein allgemeingültiges Basismodell, welches auf jede existierende oder noch zu entwickelnde Methode anwendbar ist (**Bild 4–1**).

Das Kernstück des Basismodells bildet das Eingabe-Verarbeitung-Ausgabe-Modell (EVA), welches begrifflich und gedanklich der Elektronischen Datenverarbeitung entlehnt ist.<sup>66</sup> Entsprechend unterscheidet die Methodenanwendung drei wesentliche Phasen, welche jede in sich mehrere Subprozesse vereinigt. So beschreibt die Eingabephase sämtliche vorbereitende Tätigkeiten vor Beginn der eigentlichen Methodenausführung. Dazu zählen neben dem Erfassen der benötigten Eingangsinformationen auch die Sicherstellung ausreichender

---

<sup>65</sup> Vgl. N. N. (1998), S. 212; N. N. S. 426 f.

Ressourcen und Abstimmungen mit den Projektpartnern. Die Verarbeitungsphase ist der zentrale Ausführungsprozeß, welcher entsprechend dem Methodenziel und der Vorschriften die Eingangsinformationen für eine bestimmte Projektaufgabe in ein verwertbares Ergebnis überführt. Die Ausgabe-phase enthält die Maßnahmen zur Aufbereitung der Ergebnisse in der zur Weiterverarbeitung benötigten Form sowie deren Bereitstellung und Kommunikation mit den Kunden<sup>67</sup>. Mit dem Abschluß der dritten Teilphase ist der vom Projekt geforderte Termin zur Fertigstellung der Methode zu erfüllen.



**Bild 4-1:** Basismodell zur Anwendung einer Qualitätsmethode

Die Verfügbarkeit von Ressourcen in Form von qualifiziertem Personal sowie Arbeitsmitteln (Büroausstattung, Kommunikation, usw.) ist entscheidend für die termingerechte und zielorientierte Ausführung der Methode. Der gesamte theoretische Unterbau einer Qualitätsmethode einschließlich Zielvorstellung, Ausführungsvorschriften, Normen usw. ist

<sup>66</sup> Vgl. N. N. (1991), S. 154 sowie S. 33 und S. 143. Vgl. a. N. N. (1993), S. 243 f. sowie S. 45 und S. 222

<sup>67</sup> Im Sinne eines projektinternen Kunden-Lieferanten-Verhältnisses sollen die Abnehmer und Verwerter von Ergebnissen einer ausgeführten Qualitätsmethode als Kunde bezeichnet werden.

zusammengefaßt in den Methodengrundlagen. Detaillierte Ausführungen zu den genannten Bestandteilen des Methoden-Basismodells befinden sich in den folgenden Abschnitten des Kapitels 4.1.

#### **4.1.2 Methodengrundlagen und Wirkprinzipien**

Das Fundament einer Qualitätsmethode leitet sich ab aus dem Anspruch auf Verbesserung eines Zustandes und implementiert den Sinn und Zweck seiner Existenz und damit verbunden die strategische Vorgehensweise zur Erreichung dieses Ziels. Die Grundlage für die Anwendbarkeit einer Methode entsteht durch die ausführliche Beschreibung von vier Aspekten:

Zielsetzung & Anwendungsbereich: Die Zielbeschreibung erläutert, mit welcher Intention bestimmte qualitätsrelevante Eigenschaften einer Einheit (also Produkt bzw. Teilprodukt, oder Dienstleistung) untersucht werden. Es skizziert die Anwendungsgebiete und zeigt auf, in welcher Entwicklungsphase die Methode einzusetzen ist, welche Prämissen zu beachten sind und welche Ressourcen benötigt werden, wobei gegebenenfalls die speziell entworfenen Werkzeuge genannt werden.

Denkansatz & Strategie: Für die methodische Untersuchung sind verschiedene strategische Vorgehensweisen möglich: Gestützt auf Annahmen/Erfahrungen, oder durch Simulation, durch Anwendung mathematisch-wissenschaftlicher oder empirischer Verfahren, faktenorientiert, erfahrungsgestützt usw.

Verantwortlichkeit & Zuständigkeit: Es sind zwei Typen zu unterscheiden: Der Hauptverantwortliche der Methode initiiert, steuert und überwacht die Gesamtanwendung (Durchführung), während die beteiligten Projektkollegen einen festgelegten fachlichen Beitrag leisten und gewisse Teilprozesse unterstützen (Mitwirkung).

Ausführungsvorschriften (Dokumentation): 1) In Normen oder firmeninternen Standards dokumentierte Anleitungen zur Umsetzung der Methoden einschließlich Nennung der Verantwortlichkeiten in Form von Flußdiagrammen oder Formblättern. 2) Arbeitsunterlagen der dazugehörigen Werkzeuge (Beispiele: House-of-Quality Matrix, Formblatt der FMEA). Diese Werkzeuge können durch speziell entwickelte Software unterstützt bzw. mit aktuellen Büro-Anwendungen am Computerarbeitsplatz bearbeitet werden.

### 4.1.3 Einteilung der benötigten Ressourcenarten

Der Ausdruck Ressource bezeichnet im erweiterten Sinn Hilfs- und Geldmittel, Rohstoffe, und Arbeitskraft. Angesprochen werden sämtliche Betriebsmittel, welche zur Realisierung der betrieblichen Aufgaben benötigt werden. Hierzu zählen: Mitarbeiter, Systeme, Material, Gegenstände, Werkzeuge.<sup>68</sup> Der Ressourceneinsatz erstreckt sich über die gesamte Methodenanwendung. Das Ressourcenmanagement ist eine entscheidende Maßnahme zur Schaffung der Durchführbarkeit. Für die Ausführung einer Qualitätsmethode sind folgende Ressourcenarten relevant:

Personelle Kapazitäten: Qualifizierte Mitarbeiter im Sinne der Durchführung und Mitwirkung (siehe „Verantwortlichkeit & Zuständigkeit“ in Absatz 4.1.2).

Zeitverfügbarkeit: Die zur Erfüllung der Aufgabe verfügbare Zeit definiert sich als die Spanne beginnend mit der Bereitstellung der erforderlichen Eingangsgrößen und endend mit dem spätestmöglichen Abgabetermin der Ergebnisse (=Zielzeitpunkt der Fertigstellung). In komplexen Arbeiten wie Risikoanalysen sind entsprechende Zwischenschritte (Meilensteine) zu berücksichtigen.

Arbeitsmittel: Technische Hilfsmittel wie Büroausstattung, Kommunikationsmittel usw.

Erfahrungswissen („Lessons Learned“): Dokumentierte, persönlich erlebte Erfahrungen aus vorangegangenen Methodenanwendungen. Gerade in Unternehmen mit einer hohen Anzahl wechselnder Teammitarbeiter fördert abgelegtes Wissen die Kontinuität der Qualitätsarbeit über mehrere Projektgenerationen.

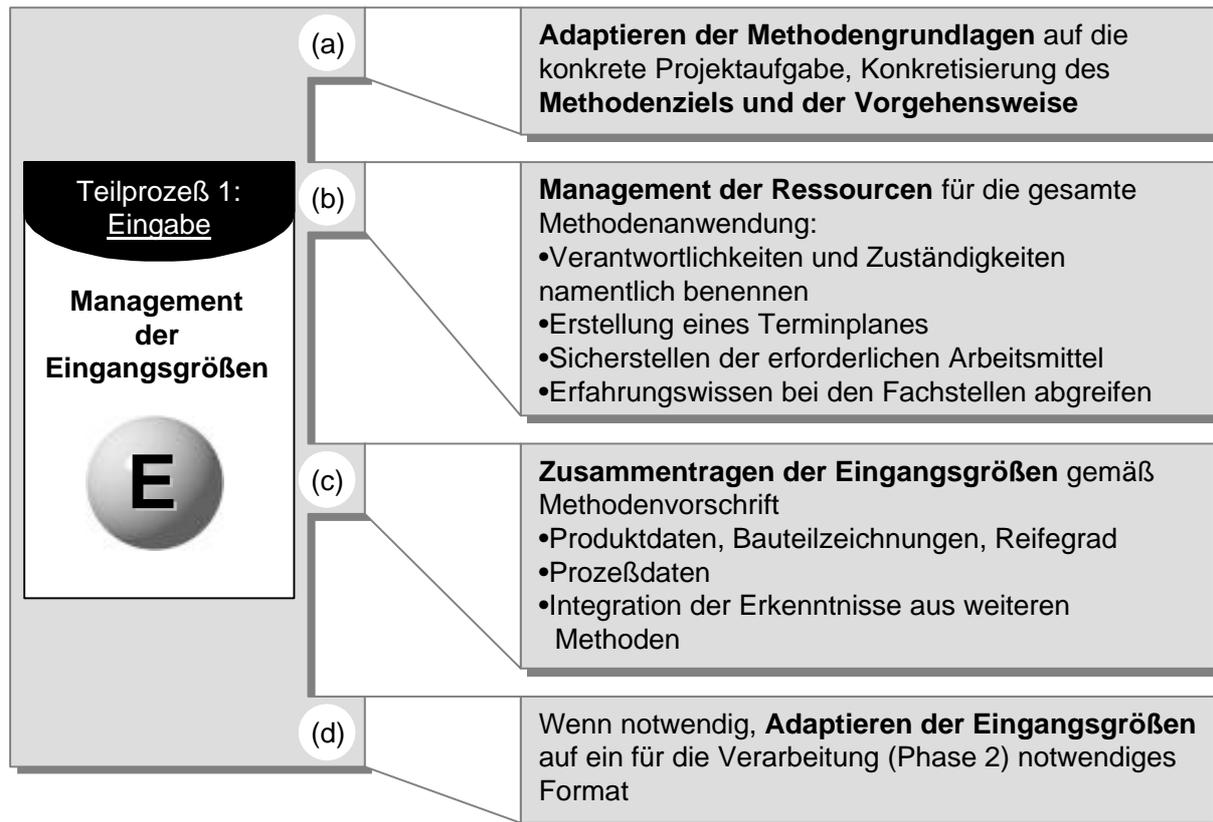
### 4.1.4 Beschreibung Teilprozeß 1 (=Management der Eingangsgrößen & Vorbereitung)

Die erste Phase trägt den Charakter der Vorbereitung und Bereitstellung aller notwendigen Eingangsgrößen und Ressourcen, um eine möglichst erfolgreiche Verarbeitung in der Phase 2 zu gewährleisten. Die gesamte Methodenanwendung liegt in der Zuständigkeit des entsprechend in der Methodenvorschrift mit „Durchführungsverantwortung“ gekennzeichneten Mitarbeiters. Diese Person ist Ansprechpartner für das Projekt in allen Fragen dieser Methode. Zu seinen Aufgaben gehört es, die Planungs- und Entwicklungs-Fachstellen sowie die Qualitätsstellen zu kontaktieren und mit den Projektleitern die benötigte personelle

---

<sup>68</sup> Vgl. N. N. (1997), S. 704; N. N. (1998), S. 297

Unterstützung (Mitwirkung) zu vereinbaren. Alle Beteiligten bilden ein Methodenteam. Gemeinsam mit diesem Team konkretisiert der Durchführungsverantwortliche die Methodengrundlagen vor dem Hintergrund der spezifischen Projektaufgaben und erstellt einen Terminplan für alle drei Phasen mit dem Ziel, den vorgegebenen Abgabetermin zu erfüllen. Weiterhin charakteristisch für die Phase 1 ist die frühe Einbeziehung der Anforderungen der späteren Nutzer der Methodenergebnisse.



*Bild 4-2: Konkretisierung des Teilprozesses 1*

Eine bedeutende Aufgabe der Methodenteams in dieser Phase ist die Beschaffung der für die Verarbeitung (=Teilprozeß 2) erforderlichen Eingangsgrößen. Hiermit werden Informationen bzw. Daten bezeichnet, die das Produkt (und Teile davon) oder der Prozesse (z. B. Fertigung) beschreiben, ebenso auch Kundenforderungen oder Erkenntnisse aus parallelen Projekttätigkeiten und aus bisherigen Methodenanwendungen (Erfahrungswissen, vgl. Absatz 4.1.3). Diese Größen müssen sorgfältig recherchiert und der Methodenvorschrift entsprechend aufbereitet werden. Die Aufbereitung erfolgt beziehungsweise auf die Phase 2, die „rohen“ Eingangsgrößen müssen gegebenenfalls zuerst auf ein ausführbares Format transformiert werden. Eine besondere Schwierigkeit im Umgang mit Informationen betrifft den Zeitversatz

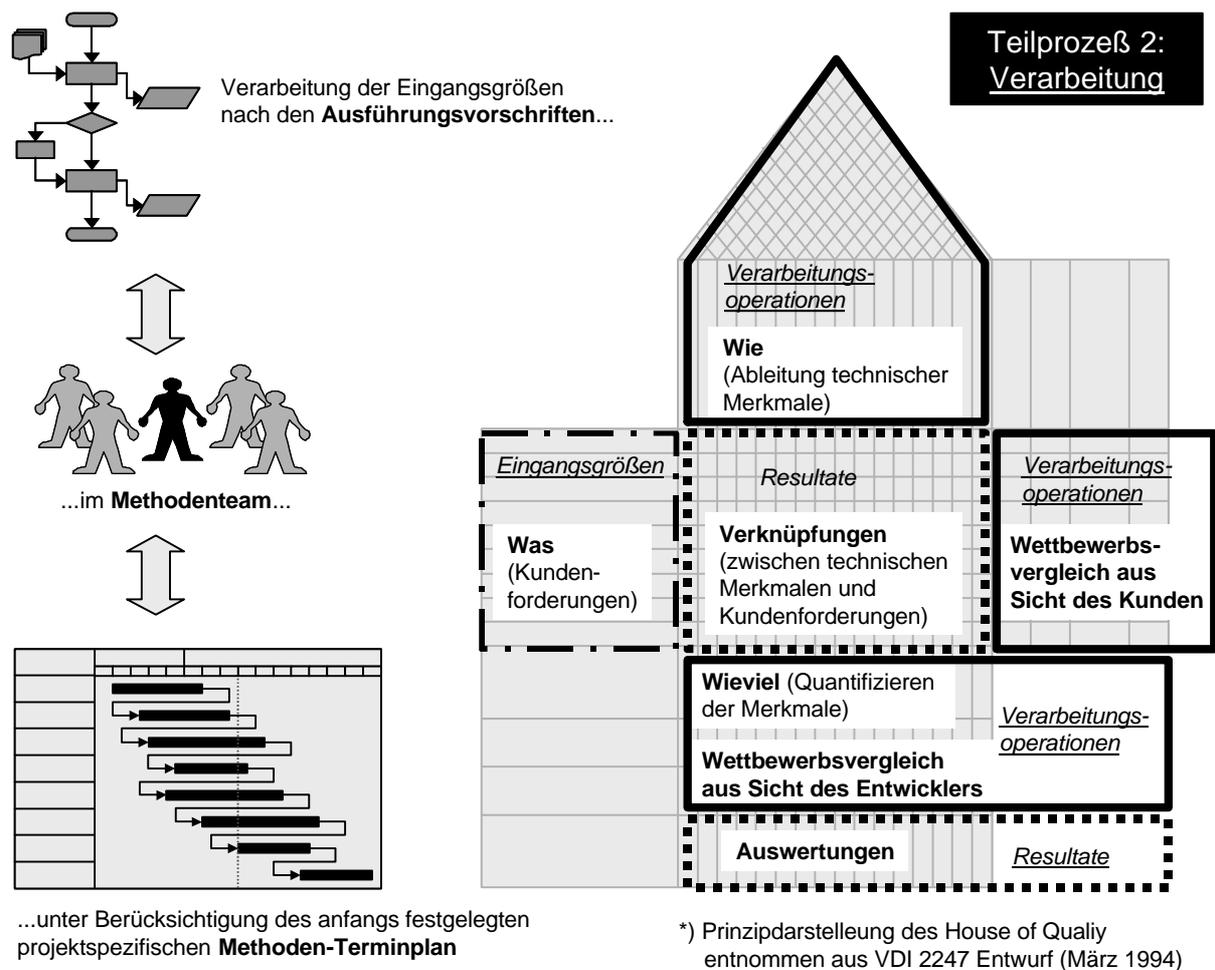
zwischen Generierung und Eintreffen beim Anwender. Eine punktgenaue Aktualität ist nicht immer gewährleistet. **Bild 4–2** faßt die wesentlichen Inhalte des Teilprozesses 1 zusammen.

#### **4.1.5 Beschreibung Teilprozeß 2 (=Verarbeitung der Eingangsgrößen)**

Die Verarbeitungssysteme der zweiten Phase markieren das Zentrum der Methodenanwendung, in dessen Mittelpunkt sich das Methodenteam befindet. Die Vorgehensweise des Verarbeitungsprozesses ist in den dazu angelegten Bereichen der jeweiligen Werkzeuge vorgegeben und standardisiert so die Prozedur für die diversen Anwendungsfälle. In den meisten Fällen stehen entsprechende Mustervorlagen, Formblätter oder Checklisten zur Verfügung. Dabei folgt der Ablauf stets dem gleichen Prinzip: Eingabe der (aufbereiteten) Eingangsgrößen in die Eingabebereiche, Durchführung der Verarbeitungsoperationen und schließlich Ermittlung und Eintragung der Zwischenresultate bzw. Endresultate in den Ausgabebereichen.

Am Beispiel der Methode QFD soll dies verdeutlicht werden (**Bild 4–3**): Wichtigstes Werkzeug dieser Qualitätsmethode ist die House of Quality Matrix. Mit diesem Instrument werden die (bekannten oder vermuteten) Kundenanforderungen in die technischen Merkmale und Funktionen des Produkts mit den entsprechenden Gewichtungen überführt. Den allgemeinen Ablauf zum Thema QFD entnimmt das Methodenteam den hierzu vorliegenden Ausführungsvorschriften, z.B. den Normen VDI 2247 oder nach VDA.

Zunächst werden die im Vorfeld ermittelten Kundenanforderungen (gesamte Menge oder Auswahl) in den Eingabebereich der Maske eingegeben. In der ersten Operation wird die tatsächliche Umsetzung dieser Forderungen in den derzeit auf dem Markt erhältlichen Produkten bewertet. Die darauffolgende Operation umfaßt die Ableitung und Generierung technischer Merkmale, welche die gewünschten Eigenschaften realisieren. Deren gegenseitige Abhängigkeiten können dann auf dem „Dach“ des Hauses dargestellt werden. Diese Merkmale werden im nächsten Schritt quantifiziert und das Maß ihrer Umsetzung im Wettbewerb untersucht. Im Zentrum des Hauses entsteht so als erstes Zwischenresultat die Gegenüberstellung der externen und der internen Merkmalsarten einschließlich einer Kennzeichnung wichtiger Korrelationen. Abgeschlossen wird die Befüllung der Matrix durch eine Gewichtung der technischen Merkmale und Festlegen der passenden Entwicklungsstrategie zur Verwirklichung dieses Profils im späteren Produkt. Aufbauend auf diesen Ergebnissen lassen sich noch eine Reihe weiterer Untersuchungen anschließen.



**Bild 4-3: Konkretisierung des Teilprozesses 2**

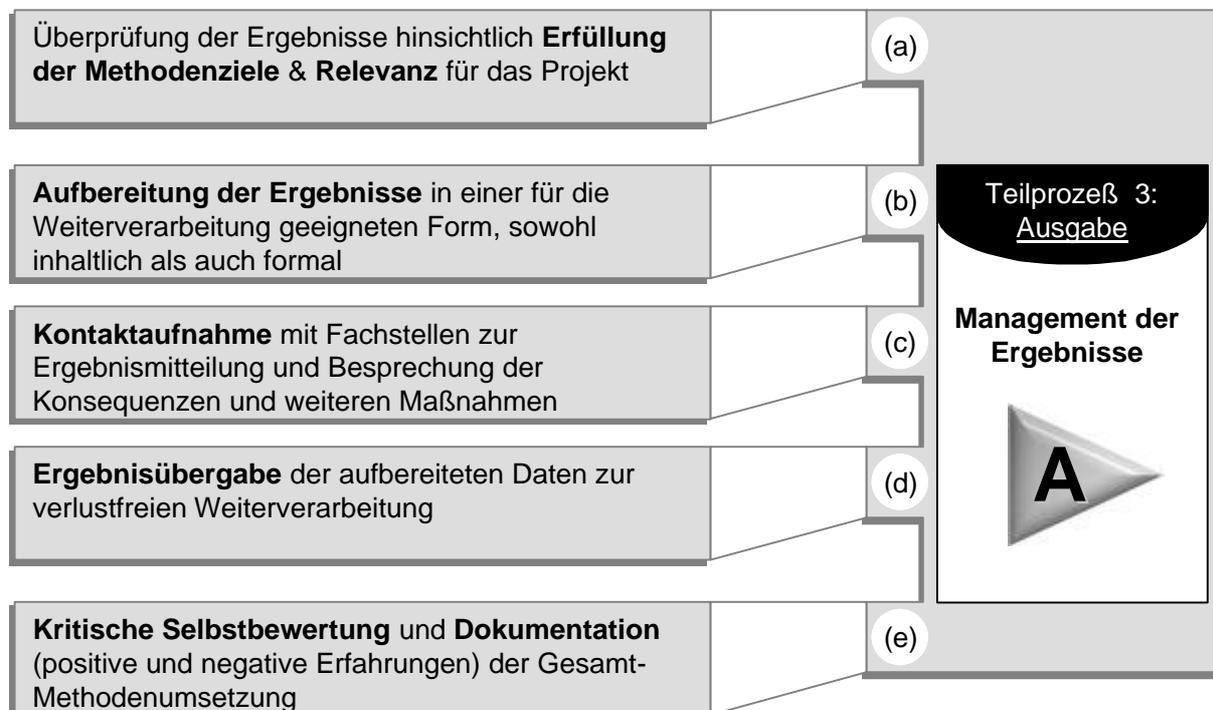
#### 4.1.6 Beschreibung Teilprozess 3 (=Management der Ergebnisse)

Die in den Verarbeitungsstufen generierten Ergebnisse schließen die Methode noch nicht ab, sondern sind zunächst als vorläufig zu deklarieren. Vor der Freigabe bedürfen die Resultate einer Auswertung innerhalb der Methodenteams. Es ist zu prüfen, inwiefern die Methodenziele erfüllt wurden und welcher Beitrag für das Gesamtprojekt geliefert werden konnte. Vergleichbar mit der Aufbereitungsprozedur der Eingangsgrößen im Teilprozess 1 sollen die erzeugten Ausgangsgrößen gegenüber dritten Projektmitarbeitern aufbereitet werden, welche diese für weiterführende Qualitätsmethoden oder andere Methoden benötigen und verwerten. Hierzu sind folgende Fragestellungen zu berücksichtigen:

- Welche Weiterbearbeitungsmöglichkeiten gibt es? Beispiel: Berücksichtigung eines in einer FMEA identifizierten risikobehafteten Produktbereiches in der Meßplanerstellung durch Festlegung geeigneter Meßpunkte.

- Wer sind die Ansprechpartner der nachfolgenden Prozesse? Für das vorhergehende Beispiel: Meßplaner der Abteilung Meßtechnik.
- In welcher formalen und inhaltlichen Aufbereitung benötigen diese Fachstellen die Ergebnisse der Qualitätsmethode, um mit minimalem Zeitaufwand und möglichst verlustfrei fortsetzen zu können? Beispiel: Kennzeichnung der risikobehafteten Produktbereiche im Bauteilmodell gemeinsam mit Konstrukteur und Meßplaner.
- Die aufbereiteten Ergebnisse werden (im Sinne einer Bringschuld) in einem gemeinsamen Übergabegespräch den Projektpartnern vorgestellt und weitere Maßnahmen erörtert. Damit wird ein reibungsloses Ineinandergreifen der diversen Methoden und der damit zusammenhängenden Projektstätigkeiten gewährleistet.

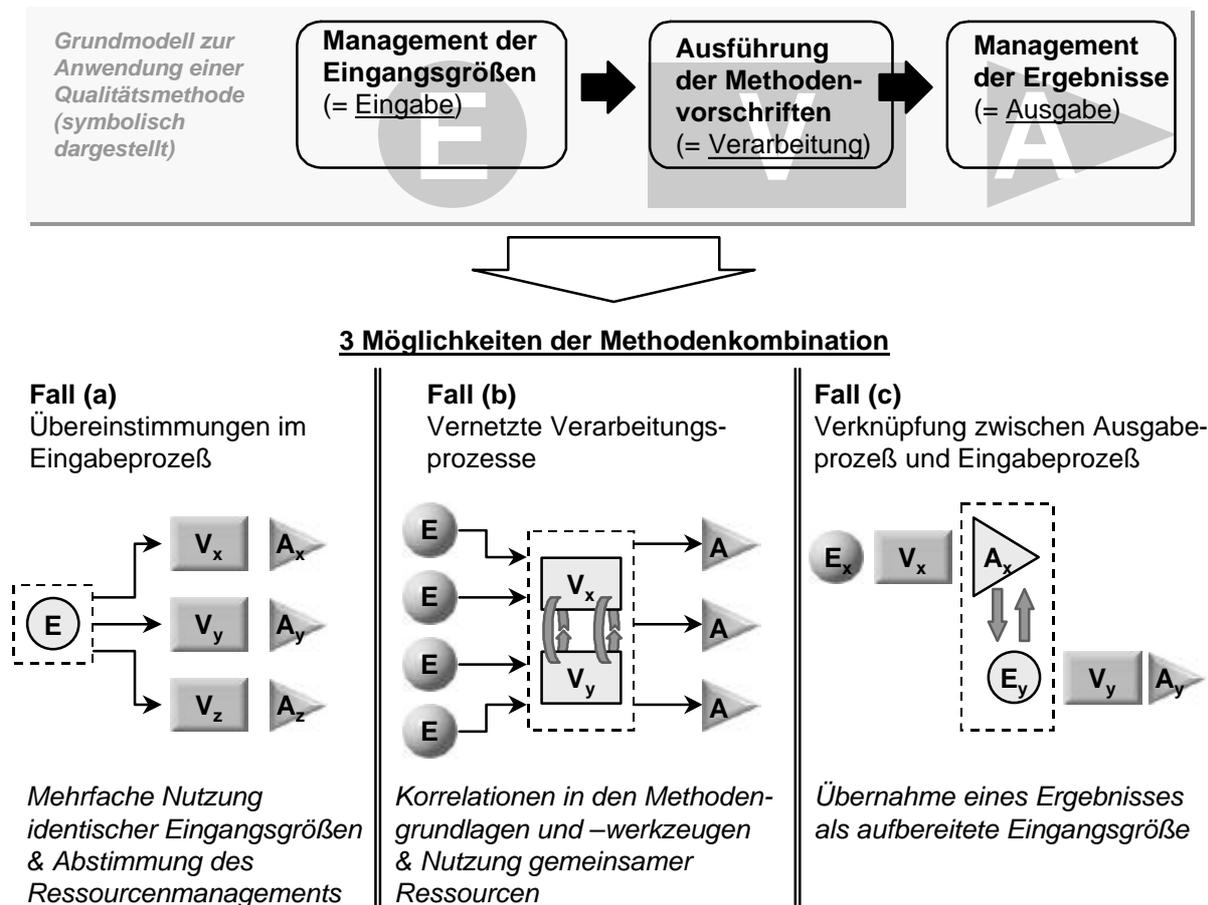
Ein intensiver Austausch im Sinne einer Kunden-Lieferanten-Beziehung stellt die Brücke zur Projektorganisation als auch zum nächsten Ablaufschritt dar. Eine kritische Selbstbewertung der Anwender hinsichtlich der erreichten Methodenziele ist wünschenswert und kann durch einen Trainer unterstützt werden. In dokumentierter Form haben spätere Methodenanwender die Chance, auf die gemachten Erfahrungen vergangener Projekte zurückzugreifen. Eine zusammenfassende Darstellung des dritten Teilprozesses zeigt **Bild 4-4**.



**Bild 4-4:** Konkretisierung des Teilprozesses 3

## 4.2 Grundsätzliche Formen der Methodenkombination

Das Basismodell deutet bereits die möglichen Arten einer Methodenkombination an. Den drei Teilprozessen der Methodenanwendung entsprechend ergeben sich grundsätzlich drei Formen der Vernetzung, dargestellt in **Bild 4-5**.



**Bild 4-5:** Grundsätzliche Formen der Methodenkombination

Diese Formen entstehen durch eine Überlagerung der Phasen mehrerer Methoden:

- Mehrere Methoden zeigen Übereinstimmungen in den Eingabeprozessen. Wichtigste Form ist die Verwendung gemeinsamer Eingangsgrößen, welche dann entsprechend der jeweiligen Methodenvorschrift unterschiedlich verarbeitet werden.
- Die Verarbeitungsprozesse mehrerer Methoden sind eng miteinander verknüpft. Diese Möglichkeit ergibt sich durch inhaltliche und zeitliche Korrelationen in den Methodengrundlagen oder in den Methodenwerkzeugen (oder Teilen davon).

- (c) Der Ausgabeprozess und Eingabeprozess verschiedener Methoden sind miteinander vernetzt. Wichtigste Form ist die Aufbereitung der Ergebnisse einer Methode als aufbereitete Eingangsgrößen einer nachgelagerten Methode.

Diese drei Standard-Kombinationsfälle werden im folgenden näher diskutiert.

#### 4.2.1 Übereinstimmungen im Eingabeprozess - Fall (a)

Für Übereinstimmungen im Eingabeprozess mehrerer Methoden ergeben sich zwei denkbare Möglichkeiten. Als wichtigste Form gilt die mehrfache Verwendung derselben Eingangsgrößen. Um den Methodenteams eine gewisse Chancengleichheit beim Zugriff auf die zugrundeliegenden Informationen zu ermöglichen, sind gewisse Regeln als Prämissen zu postulieren:

- Art der Information: z. B. Datenformat, Maßeinheit, usw.
- Informationsquelle: Jede wichtige Information ist einer einzigen Quelle eindeutig zugeordnet und jedem bekannt. Generell problematisch ist die doppelte oder mehrfache Haltung von gleichen Informationen.
- Informationswege / -kanäle: Die Zugriffsmöglichkeiten auf die Eingangsgrößen sind direkt und einheitlich, es gibt keine „Umwege“ über Dritte.
- Informationseingang: Ist die Information in ihrer Quelle abgelegt, so werden alle Fachbereiche und Teams gleichermaßen benachrichtigt, es gibt keinen Zeitversatz.

Ein interessantes Beispiel für diese Form ist die QFD-Analyse mit der Festlegung der kundenrelevanten Qualitätsmerkmale, welche konsequent in den sich anschließenden Qualitätsmethoden desselben Projekts verwendet werden können. Durch die Konzentration auf ein einmal vereinbartes Eigenschaftsprofil erhöht sich die Chance, Blindleistung durch Verfolgung falscher/abweichender Ziele zu verringern.

Als weitere Kombinationsform ist ein abgestimmtes Ressourcenmanagement zu untersuchen. Unter der Voraussetzung, daß mehrere Methoden in einer gemeinsamen Durchführungsverantwortung zusammengefaßt sind, ergeben sich Rationalisierungseffekte für diese Tätigkeit: Terminpläne zur Umsetzung lassen sich miteinander harmonisieren, die personelle

Zusammenstellung der Methodenteams befindet sich in einer Hand. Überdies richtet sich das Augenmerk auf eine bessere Integration des Erfahrungswissens früherer Projekte zu bestimmten Qualitätsthemen. Die Dokumentation des Wissens muß den Zugriff auf die relevanten Informationen in sehr kurzer Zeit ermöglichen: Methoden, Ressourcen, Ergebnisse, Vorgehensweise, Ansprechpartner.

Die Bedeutung des Erfahrungswissens läßt sich veranschaulichen am Beispiel der Schwachstellenanalyse. In einer Studie werden die Hauptfehler des Vorgängerprodukts identifiziert und zu jeder Phase des Produktentstehungsprozesses in allen Qualitätsmethoden gezielt untersucht. Diese Durchgängigkeit kann dazu beitragen, die sich in jedem Projekt oftmals wiederholenden Fehler zukünftig zu vermeiden.

#### **4.2.2 Vernetzte Verarbeitungsprozesse - Fall (b)**

In Abgrenzung zu den Fällen (a) und (c) diskutiert der Fall (b) ein Zusammenwirken der Verarbeitungsphasen inhaltlich verwandter Qualitätsmethoden. Ein Ansatz der Anwendung besteht darin, thematisch ähnliche Methoden miteinander zu vergleichen und die mehr oder weniger stark ausgeprägten Kongruenzen in den Methodengrundlagen und Werkzeugen für diese Art der Kombination zu nutzen.

Gleichartige Anwendungsgebiete indizieren die Zusammengehörigkeit verwandter Methoden in besonderem Maße. Unterschiede mögen in den alternativen Ansätzen der Vorgehensweise bestehen. Damit ist die Bearbeitung eines breiteren Qualitätsthemas möglich. Diese Strategie kommt besonders in den frühen Projektphasen im Bereich des Risikomanagements zum Einsatz. Eine Vielzahl von Methoden wird hierbei eingesetzt mit dem Zweck, mögliche Fehler zu identifizieren, deren Auswirkungen zu prüfen und Lösungen zu entwickeln. Eine attraktive Idee ist die abgestufte Risikoanalyse, in der zuerst mit einfachen Mitteln der Risikograd ermittelt wird, und bei hohem Risikopotential eine vertiefende Analysemethode eingesetzt wird. Als Beispiel zu nennen ist die Bearbeitung der Prozeßcheckliste<sup>69</sup> durch die Fertigungsplaner, in welcher bekannte Fehlermöglichkeiten abgefragt werden. Sollten Risiken offen bleiben, so ist der Einsatz einer Prozeß-FMEA zu erwägen. Diese Vorgehensweise ist ein Schritt zur Schonung der knapp bemessenden Personalressourcen.

---

<sup>69</sup> Die Prozeßcheckliste ist dem Autor bekannt als ein internes Werkzeug eines Automobilherstellers. Diese Liste ist ein Instrument zur Anlagenplanung und enthält eine Auflistung aus bekannten Fehlermöglichkeiten. Der Planer überprüft seinen Planungsentwurf auf diese Fehler und kann diese korrigieren bzw. abstellen.

Im Bereich der Werkzeugangleichung ist beispielsweise eine Verständigung auf einheitliche Kennzahlen vorstellbar. Abgestimmte Bereiche für Risikoprioritätszahlen helfen den Anwendern, einen schnellen Überblick über die kritischen Umfänge zu erhalten.

Bei verwandten Methoden bietet sich die Verwendung gemeinsamer Ressourcen als weitere Kombinationsmöglichkeit besonders an:

- Personelle Kapazitäten: Mitarbeiter begleiten diverse Qualitätsmethoden in einem Fahrzeugprojekt, und gewährleisten auf diese Weise eine durchgängige Qualitätsarbeit. Beispiel: Anlagenplaner bringen ihre Fertigungssicht in die QFD-Analyse ein, sichern danach identifizierte Risikobereiche durch Prozeß-FMEA's ab und steuern schließlich diese Erfahrung in die Meßplanung ein.
- Arbeitsmittel: Derzeit gibt es kein allumfassendes Werkzeug im Sinne eines Computerprogramms, mit dem sich sämtliche Qualitätstätigkeiten in einer einzigen Anwendung umsetzen lassen. Immer noch ist die Produktentwicklung und Prozeßplanung von einer Flut spezifischer, nur für einzelne Anwendungszwecke entwickelte Lösungen geprägt. Beispiele: Kommerzielle Standard-Software, eigenentwickelte Software, Tabellenkalkulation (EXCEL), Textverarbeitung (WORD), Papierlösungen (schriftliche Notizen), usw.
- Erfahrungswissen: Positive und negative Erlebnisse bisheriger Qualitätsarbeit in Form eines kurzen Reports mit den wichtigsten Details durchgeführter Methoden aus früheren Projekten erleichtern den Erfahrungsaustausch zwischen den diversen Methodenteams.

#### **4.2.3 Verknüpfung zwischen Ausgabeprozess und Eingabeprozess - Fall (c)**

Verwendet eine Methode Y die Ergebnisse einer Methode X als Eingangsgröße, und sind diese Informationen derart aufbereitet, daß eine verlustfreie Integration in Methode Y möglich ist, so liegt die grundlegende Form des Kombinationsfalls (c) vor. Diese Art der Aufbereitung ist in der Beschreibung des Teilprozesses 3 (Ausgabephase) des Basismodells ausdrücklich gefordert (Absatz 4.1.6). Der Kombinationseffekt äußert sich in einer Reduzierung des Rechercheaufwands während der Eingabephase der Methode Y sowie dem Entfall zusätzlicher Aufbereitungsarbeiten.

Exemplarisch kann diese Kombinationsform illustriert werden durch die Festlegung der Qualitätsvereinbarungen zwischen den sehr eng zusammenarbeitenden Fachstellen Preßwerk

(Einzelteil) und Rohbau (Zusammenbau). In diesem vertragsartigen Abkommen werden die Qualitätszustände jedes Einzelteils zu jeder Bauphase zwischen beiden Parteien präzise beschrieben, die gegenseitigen Erwartungen definiert und Maßnahmen und Termine zur Umsetzung definiert. Dieser Katalog ist ein entscheidender Bestandteil einer gemeinsamen Qualitätsplanung. Beide Seiten verpflichten sich hiermit zu der Verantwortung, über abgestimmte Qualitätsziele und Qualitätsabläufe das gemeinsame Produkt (Karosserie) bestmöglich herzustellen.

In einigen Fällen ist die inhaltliche Verflechtung zweier Qualitätsmaßnahmen so ausgeprägt, daß eine getrennte Ausführung nicht sinnvoll ist. In der Praxis erscheint dieses Phänomen bei der Meßplanung für die Versuchsfahrzeuge (Prototypen) und für die Serienfahrzeuge. Hier ist man bestrebt, die Meßpunkte unter Berücksichtigung der Aufnahme- und Spannstellen festzulegen und diese weitgehend in die Serienmeßplanung zu übernehmen und so die gewünschte Durchgängigkeit zu erzeugen. Dazu müssen sich die beteiligten Meßplaner sowie Teile-/Rohbauplaner und Methodiker rechtzeitig zusammensetzen. Das Problem der Inkompatibilität unterschiedlicher Verarbeitungsformate gibt es in diesem Fall nicht, da die Meßpläne ein gemeinsames Meßprogramm und einheitliches Datenformat verwenden.

### 4.3 Freisetzung und Bewertung der Kombinationseffekte

Die Ausführungen zur Methodenkombination des Abschnitts 4.2 wurden an zahlreichen Beispielen illustriert und hierbei die potentiellen Kombinationseffekte genannt. Eine Zusammenfassung präsentiert **Tabelle 4-1**. In diesem Abschnitt sollen die diversen Ausprägungen vollständig aufgezählt und strukturiert werden. Die Anwender erhalten damit einen Beleg über den Nutzen der kombinierten Methoden75anwendung für die Projektarbeit. Aus Unternehmenssicht wäre es wünschenswert, solche Effekte nicht dem Zufall zu überlassen, sondern präzise planen zu können. Eine geeignete Vorgehensweise ist in Kapitel 5 beschrieben. Unter einem Kombinationseffekt ist eine aus einer Methodenverknüpfung resultierende Wechselwirkung zu verstehen, welche die positiven Wirkpotentiale der Einzelmethode verstärken kann. In den Beispielen sind diese essentielle Formen aufgetreten:

- Rationalisierung sämtlicher Vorbereitungstätigkeiten zu Beginn einer Methoden75anwendung.

- Förderung der Dokumentation und Nutzung von Erfahrungswissen. Verstärkter Erfahrungsaustausch.
- Intensivierte Zusammenarbeit der beteiligten Methodenteams.
- Bedienung eines breiten Qualitätsthemas durch intelligenten Einsatz spezialisierter Methoden.

Nr.	Kombinationseffekt	Form der Kombination	Praxisbeispiel
1	Herstellung von <b>Ordnungskriterien und Regeln</b> im Umgang mit mehrfach genutzten Eingangsgrößen (Informationen)	<u>Fall a:</u> Mehrfache Nutzung identischer Eingangsgrößen	<b>QFD-Analyse</b> zur Bestimmung der Q-Merkmale als Eingabe in diverse nachfolgende Methoden
2	Rationalisierung bei der Erstellung <b>gemeinsamer Terminpläne</b> und bei den <b>Kapazitätenabsprachen mit Fachstellen</b> , bessere <b>Integration des Erfahrungswissens</b>	<u>Fall a:</u> Abgestimmtes Ressourcenmanagement	<b>Schwachstellenanalyse</b> zur Identifizierung der Hauptfehler und Beanstandungen des Vorgängerprojekts als Eingabe in diverse nachfolgende Methoden
3	<b>Beherrschung eines breiten Qualitätsthemas</b> durch inhaltliche Zusammenführung spezialisierter Methoden =>Schonung knapper Ressourcen	<u>Fall b:</u> Korrelationen der Methodengrundlagen	<b>Abgestufte Risikoanalyse:</b> Zeit- und kapazitätsintensive Analysen (z.B. FMEA) erst nach Indikation durch Risikofilter
4	Abbau der Methodenschranken durch eine Angleichung der Werkzeuge	<u>Fall b:</u> Korrelationen der Methodenwerkzeuge	<b>Vergleichbare Kennzahlen</b> zur Repräsentation der Ergebnisse (z.B. Risikoprioritätszahlen)
5	<b>Intensivierung der Methoden-zusammenarbeit</b> durch Integration der Wissensträger, Abstimmung der Werkzeuge sowie Förderung des Erfahrungsaustausches der Methodenteams	<u>Fall b:</u> Nutzung gemeinsamer Ressourcen	<b>Diverse Applikationsformen</b> , von simpler Papierlösung, über Standard Büroprogrammen bis zu speziellen Software-Anwendungen
6	<b>Reduzierter Rechercheaufwand</b> bei der Durchführung der Eingabephase einer beliebigen Methode, Entfall zusätzlicher Aufbereitungsarbeiten	<u>Fall c:</u> Übernahme eines Ergebnisses als aufbereitete Eingangsgröße	1) <b>Q-Vereinbarungen</b> zwischen den Fachstellen Preßwerk und Rohbau 2) <b>Gemeinsame Meßplanung</b> der Prototypen- und Serienfahrzeuge

*Table 4-1: Zusammenfassung potentieller Kombinationseffekte*

#### 4.4 Aufwand-Nutzen-Analyse einer Methodenanwendung

Jede Methode muß für sich den Nachweis erbringen, daß sie einen Nutzenbeitrag für das Projekt erarbeitet und gleichzeitig die durch sie verursachten Aufwendungen decken und somit rechtfertigen kann. Diese Forderung wird in der betrieblichen Praxis immer häufiger erhoben, gleichgültig ob eine Methode in Kombination mit anderen Werkzeugen ausgeführt wird oder nicht. Eine Differenzierung der qualitätsbezogenen Tätigkeiten in Aufwand und Nutzen soll eine Heranführung an die Thematik ermöglichen. Unter der Voraussetzung, daß eine

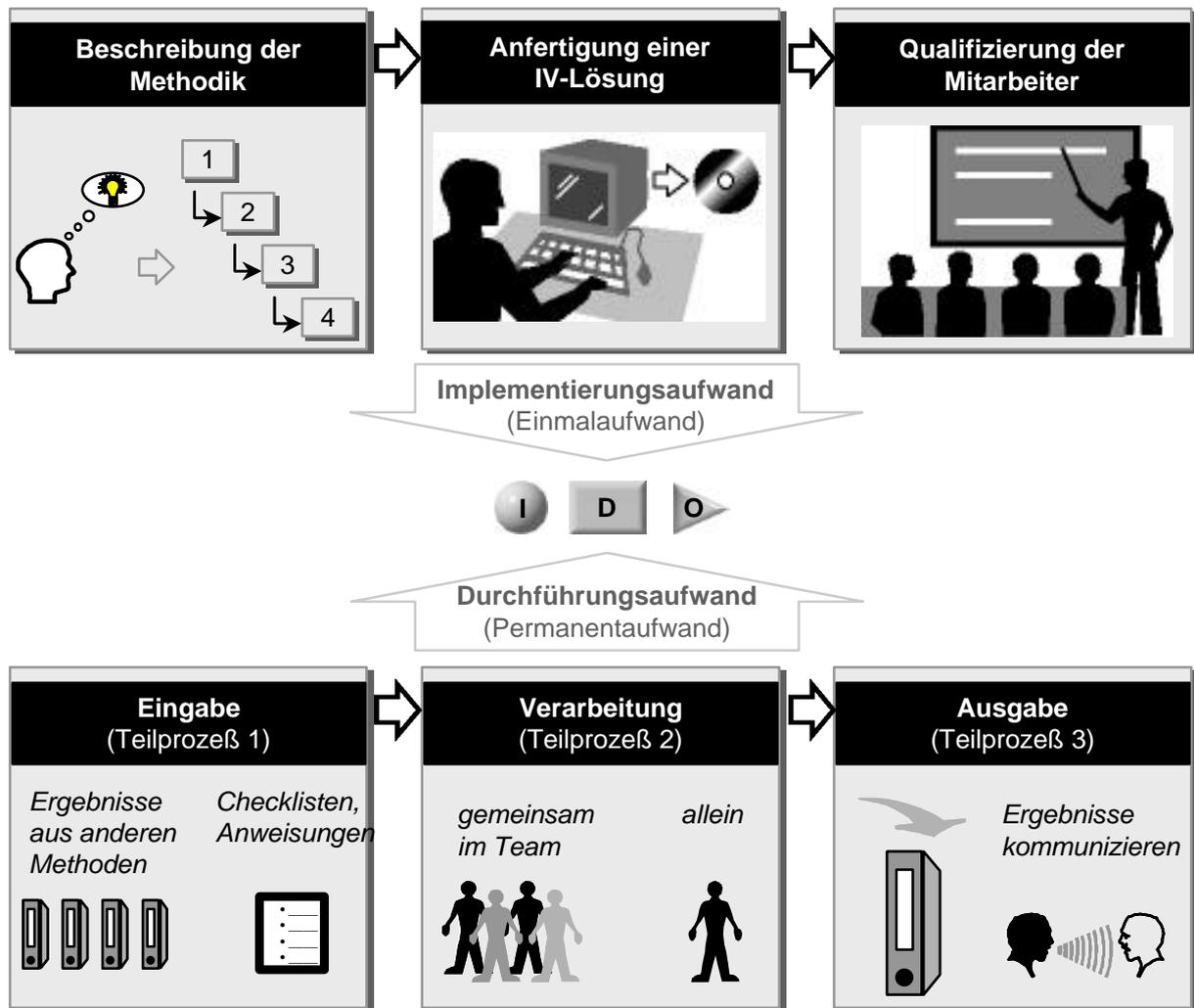
Qualitätsmethode, richtig umgesetzt, effektive und zielführende Leistungen erbringt, sollen die Ergebnisse als „Nutzen“ formuliert werden. Im Gegensatz dazu werden sämtliche für die Anwendung zu erbringenden Leistungen als "Aufwand" bezeichnet. Das Verhältnis aus Aufwand und Nutzen kann als ein Indikator für die Effizienz der Qualitätsmaßnahme gewertet werden. Dazu werden geeignete Definitionen der relevanten Aufwands- und Nutzengrößen benötigt.

#### 4.4.1 Erfassung des Aufwands

Grundsätzlich sollen zwei Arten von Aufwendungen unterschieden werden:

- Implementierungsaufwand, und
- Durchführungsaufwand.

Der Implementierungsaufwand kann auch als Einmalaufwand bezeichnet werden. Damit sind einmalige Aufwendungen gemeint, die bei jeder erstmalig im Unternehmen einzusetzenden Qualitätsmethode aufzubringen sind. Es werden die Grundlagen geschaffen, welche die Projektteams in die Lage versetzen, solche Methoden einsetzen zu können. Zu den Einmalaufwendungen zählen die Beschreibung der ursprünglichen Idee, daraus abgeleitet die Festlegung der methodischen Abläufe, die Anfertigung einer computergestützten Lösung (Anwendungssoftware) sowie die Schulung der Mitarbeiter. Der Durchführungsaufwand ist demgegenüber als Permanentaufwand zu bezeichnen, weil hier Aufwendungen in Form von Ressourcen bei jeder Umsetzung der Qualitätsmethode aufzubringen sind. Der Permanentaufwand gliedert sich in die bekannten drei Phasen des Basismodells (**Bild 4-1**): Eingabe der Eingangsgrößen (Teilprozeß 1), Verarbeitung der Eingangsgrößen (Teilprozeß 2) sowie die Ausgabe und Kommunikation der erzielten Ergebnisse mit den Partnern der Prozeßkette (Teilprozeß 3). Der Zusammenhang zwischen den beiden Aufwandsarten ist in **Bild 4-6** grafisch dargestellt. Inwiefern sich ein Unternehmen für beide Aufwandsarten eine externe Unterstützung sucht, hängt von der Gewichtung und Betonung der eigenen Kernkompetenzen ab. Besonders die Phasen der Methodenausführung erfordern ein starkes Engagement der beteiligten Mitarbeiter. Die selbstgemachten Erfahrungen befähigen sie zu Kompetenzträgern für die weiteren Anwendungen in den nächsten Projekten.



*Bild 4-6: Aufwand zur Umsetzung einer Qualitätsmethode*

#### 4.4.2 Erfassung des Nutzens

Schwieriger ist es, den Beitrag einer einzelnen Qualitätsmaßnahme am Gesamt-Qualitätserfolg eines Projektes zu quantifizieren. Umgekehrt lassen sich spätere Mängel an den produzierten Automobilen nicht einer einzelnen, nicht durchgeführten Methode zuordnen. Um dieses Problem verständlicher zu machen, sollen zunächst die Nutzenaspekte der Gesamtfunktion Qualitätsmanagement und darauffolgend in Beispielen die grundsätzlichen Effekte einer Qualitätsmethode dargestellt werden.



**Bild 4-7:** Nutzen des Qualitätsmanagements für ein Fahrzeugprojekt (Beispiele)

**Bild 4-7** zeigt sechs wichtige Leistungen, welche vom Qualitätssystem im Projekt insgesamt zu erbringen sind: Eine zeitliche Verkürzung der Anlaufkurve reduziert den Raum für den Einsatz von Qualitätsmaßnahmen nach Serienstart auf ein Minimum. Deshalb müssen bereits vor oder spätestens zum Serienstart fähige und beherrschte Prozesse zur Gewährleistung der Produktqualität geschaffen sein. Eine Reduzierung der Fehler oder Mängel am Auto senkt die Gewährleistungs- und Kulanzkosten aufgrund Beanstandungen und Reklamationen. Mit zunehmender Fehlerrate am ausgelieferten Fahrzeug steigt die Unzufriedenheit beim Käufer. Die daraus resultierende Kundenabwanderung ist eine besonders schwer abzuschätzende Größe, wenn die durch das Negativbeispiel abgeschreckten potentiellen Kunden berücksichtigt werden.<sup>70</sup> Selbst eine nachträgliche Korrektur am Auto und die großzügige Übernahme der Reparaturkosten durch das Unternehmen schützen vor einer solchen Abwanderung nicht. Intern lassen sich durch beherrschte Prozesse Ausschuß- und Nacharbeitsaufwendungen einsparen. Dazu zählen nicht nur die Personalkosten (Prüfer, Schweißer, usw.), sondern auch die Nacharbeitsflächen und die Nacharbeitswerkzeuge sowie die unerwünschten Ein- und

<sup>70</sup> Vgl. Pfeifer, T. (1996), S. 4

Ausschleuswege mit den daraus resultierenden Störungen der Abläufe. Zukünftig erlauben die immer kürzeren Entwicklungszeiten nur noch eine stark verminderte Anzahl an Fahrzeugprototypen und reduzieren damit die Korrekturmöglichkeiten zur Werkzeugverbesserung und zum Einrichten der Fertigungsanlagen.

Analysiert man die Effekte einer einzigen Qualitätsmaßnahme, soll eine Differenzierung in primären und sekundären Nutzen vorgenommen werden. Als primärer Nutzen wird die erfolgreiche Erreichung des Methodenziels bewertet. Zusätzlich zum Methodenziel zeigen alle Qualitätsmethoden weitere positive Effekte, welche für das Projekt wertvoll sind. Beide Nutzenaspekte treten eher unabhängig voneinander auf, die Korrelationen sind eher als gering einzustufen. Selbst wenn das Methodenziel nicht erreicht werden konnte, können sich die Sekundärleistungen eingestellt haben. Einige Beispiele sind in **Bild 4-8** illustriert.

Ein Fahrzeugprojekt stellt in der frühen Phase an das Projektteam die Herausforderung, neue Technologien auf ihren Einsatz zu überprüfen. Diese Inhalte sind in jede Qualitätsmethode zu integrieren. Für diese neuen Technologien können mit der Methodenunterstützung potentielle Risiken ermittelt werden, welche im weiteren Projektverlauf abzusichern sind. Wenn es durch die Anwendung von Qualitätsmethoden gelingt, einen Beitrag zur Realisierung fähiger Fertigungsprozesse zu liefern, dann stellt dies insgesamt einen primären Nutzen dar.

Zu den Sekundäreffekten zählt die Verbesserung der Teamarbeit im Projekt. Durch die strukturierte Arbeitsweise können Probleme schneller identifiziert werden, und die Kommunikation wird gefördert. Die Qualitätsingenieure unterstützen mit ihrer Erfahrung aus Vorgängerprojekten den Lernprozeß aus Fehlern und tragen somit entscheidend zur Vermeidung einer Wiederholung derselben Schwachstellen bei. Gleichzeitig wird der Blick in die Zukunft geschärft. Zu erwartende Probleme werden nicht an ihren Symptomen bekämpft, sondern es werden systematisch mögliche Fehlerursachen ermittelt und der Arbeitsgruppe widergespiegelt, um die geeigneten Lösungen entwickeln zu können. Durch ihre Querschnittsfunktionen kommen die Qualitätsingenieure mit allen Partnern in der Prozeßkette in Kontakt. Somit kann in der Bearbeitung einer Qualitätsmethode stets die Sicht der vor- und nachgelagerten Fachstellen bzw. Kollegen integriert werden und damit ein Beitrag zu den Kunden-Lieferanten-Verhältnissen geleistet werden.

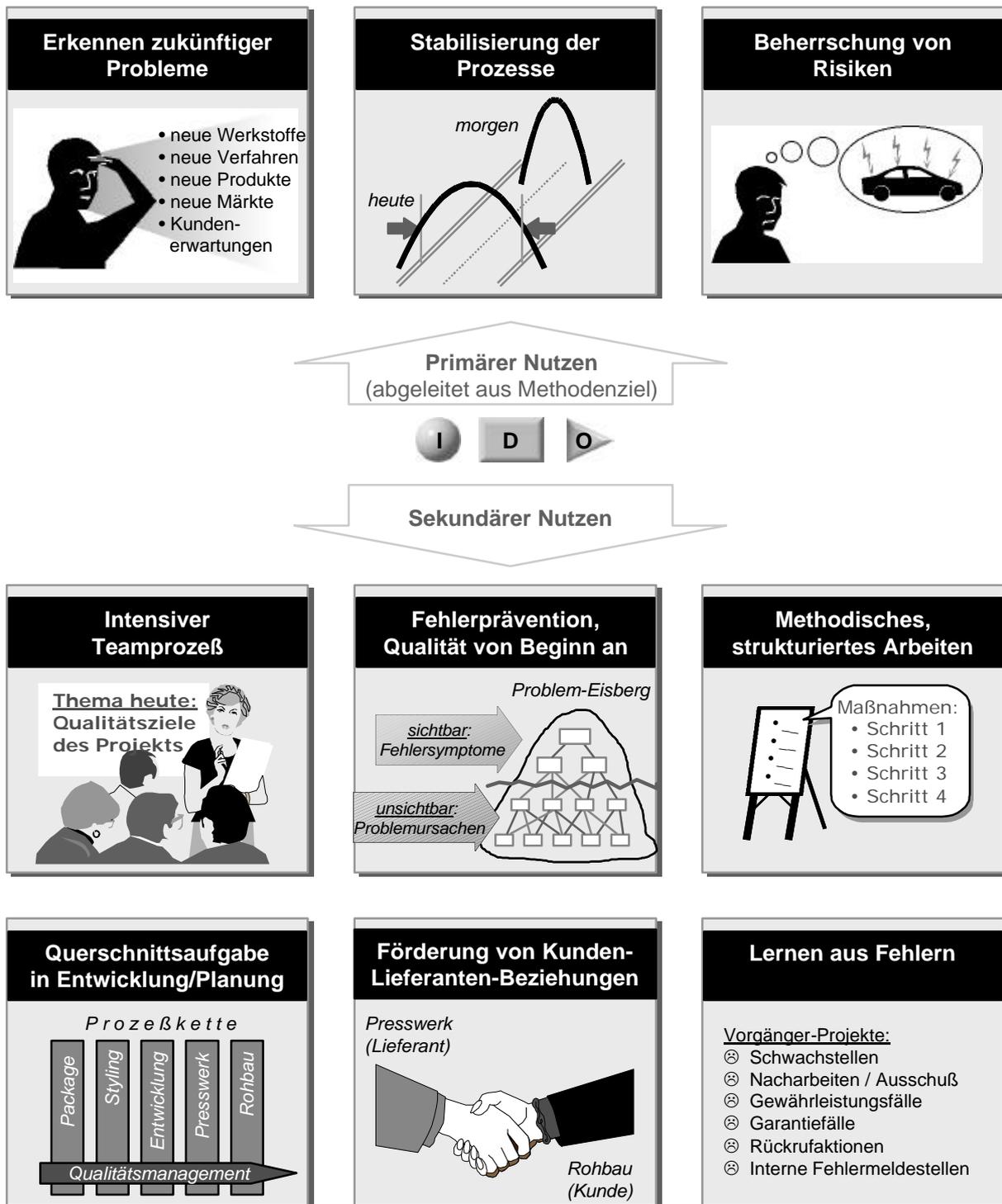


Bild 4-8: Primärer und Sekundärer Nutzen einer Qualitätsmethode

#### 4.4.3 Erkenntnisgewinn durch Gegenüberstellung des Aufwandes und Nutzens

Die Gegenüberstellung von Aufwand und Nutzen kann die Bewertung der Effektivität einer Methodenanwendung unterstützen. Um eine Vergleichbarkeit verschiedener Methoden zu

ermöglichen, sollte sich eine Analyse grundsätzlich auf die tatsächlich identifizierbaren und quantifizierbaren Größen konzentrieren.

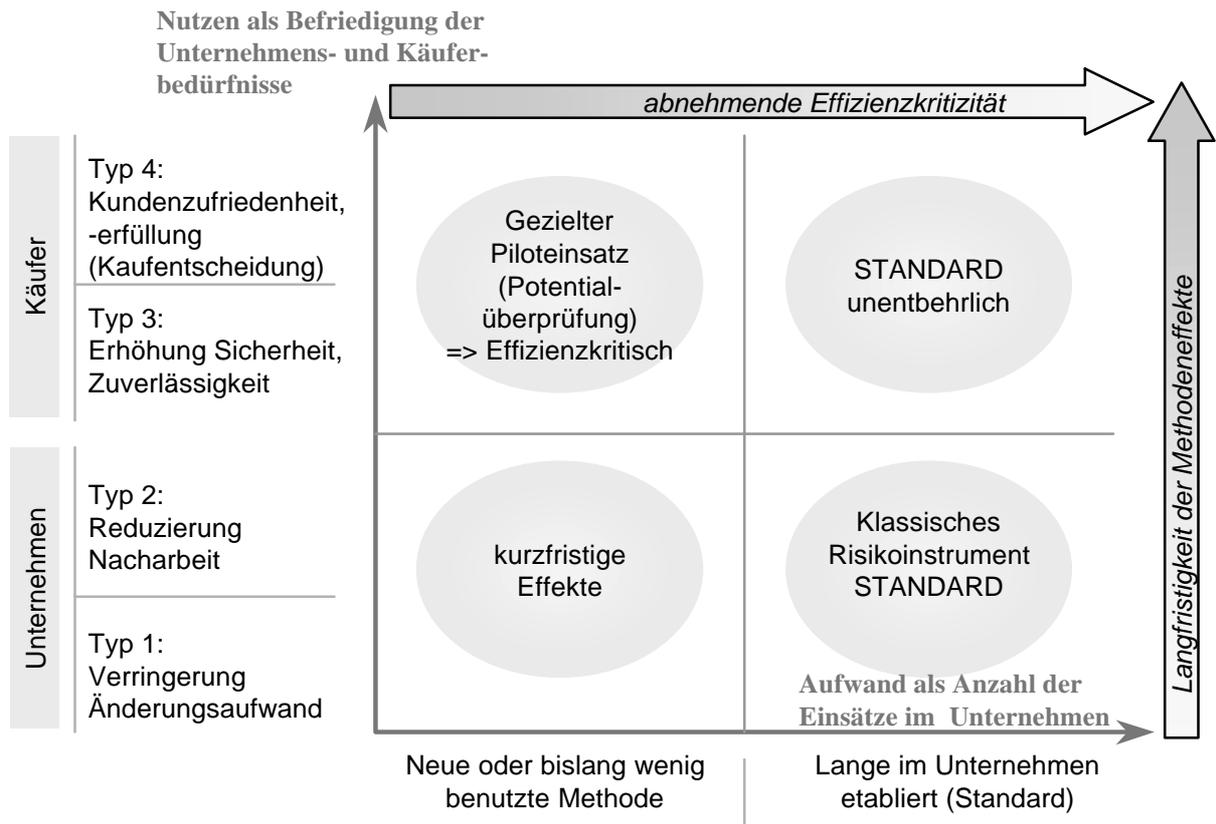
Die Wirksamkeit einer durchgeführten Methodenanwendung ist in hohem Maße abhängig von weiteren Faktoren, welche den Ausgang und die Ergebnisse deutlich beeinflussen können. Diese Faktoren sind schwer erfaßbar oder quantifizierbar und bleiben so verborgen:<sup>71</sup>

- Motivation der ausführenden Mitarbeiter, wiederum abhängig von Qualifikation, persönlichen Erfahrungen, eigene und fremde Wertschätzung der Aufgabe, usw.
- Präsenz der geeigneten Informationen (siehe Phase 1).
- Hürden während der Integration der Methode in die bestehende Projektarbeit.

Da sich die genannten Faktoren von Methode zu Methode stets sehr unterschiedlich auswirken, sollten sie nicht in eine Bewertung einfließen.

Eine aussagefähigere Aufwand-Nutzen-Analyse erhält man durch Einbeziehung der langfristigen Erfahrungen mit Qualitätsmethoden und deren möglicherweise mittel- und langfristige Auswirkungen nicht nur auf Unternehmensseite, sondern auch auf die Erfüllung der Kundenbedürfnisse. In einem Portfolio können die potentiellen positiven Auswirkungen für Unternehmen und Kunden in Abhängigkeit von den Nutzungserfahrungen der in der Vergangenheit eingesetzten Qualitätsmethoden (**Bild 4–9**) dargestellt werden.

Mit zunehmender Anwendung relativiert sich der Implementierungsaufwand, und mit steigenden Erfahrungen kann auch der Durchführungsaufwand auf ein sinnvolles Maß begrenzt werden. Solche Methoden können sich dann als Standard-Unternehmenslösungen zur Beherrschung der jeweiligen Prozesse etablieren. Die Nutzbarkeit sollte nach Möglichkeit an den Auswirkungen für potentielle Käufer gemessen werden. Die Merkmale „Zuverlässigkeit“ und „Sicherheit“ eines Produkts sind zeitabhängige Größen, mit zunehmender Dauer eines betrachteten Zeitraums steigt deren Bedeutung. Im Sinne der Kundenorientierung müssen die langfristig erzielbaren Effekte gegenüber den kurzfristigen höher gewichtet werden. Eine fundierte Effektivitätsaussage zu Qualitätsmethoden berücksichtigt die langfristigen Unternehmenserfahrungen sowie die Auswirkungen auf die Kundenzufriedenheit.



**Bild 4-9:** Aufwand-Nutzen-Portfolio

<sup>71</sup> Vgl. a. Däfler, M.-N. (1997), S. 976; Walsh, I. (1995), S. 21 f.

## 5 Handlungsfelder zur Integration kombinierter Methoden im Produktentstehungsprozeß Karosserie

Die in den bisherigen Kapiteln diskutierten vielfältigen Problemstellungen und Fragestellungen zum Thema Qualitätsmethoden erfordern eine neue, ganzheitliche Vorgehensweise. Bevor dieser Ansatz vorgestellt wird, sollen noch einmal die Ausmaße des Problemkomplexes in knapper Form skizziert werden: Die Anwendung von Qualitätsmethoden ist in vielen Fällen zahlreichen Hindernissen unterworfen (**Bild 2–21**). Die Ausschöpfung der Potentiale der eingesetzten Methoden ist noch ungenügend (Abschnitt 2.4). Überdies entspricht die Komplexität der Qualitätsarbeit eines Fahrzeugprojekts den komplizierten Strukturen und Abläufen des Unternehmens (Kapitel 3). Ein Indiz dafür sind die differenzierten, mehrstufigen Anforderungen von externer und interner Seite, die an eine Karosserie gestellt werden. Als ein Schlüssel zur Lösung wurde wiederholt der Ansatz der Methodenkombination genannt.

Um einen Beitrag zur Verbesserung dieser Situation zu liefern, wird die Entwicklung und der Aufbau eines Verbundes vorgeschlagen, bestehend aus miteinander kombinierten Qualitätsmethoden und ergänzenden Qualitätsaufgaben, zur Unterstützung der Entwicklungs- und Planungstätigkeiten eines Fahrzeugprojekts im Bereich der Karosserie.<sup>72</sup> Die Kenntnisse der Kombinationsformen und Wirkmechanismen aus Kapitel 4 sind eine wesentliche Grundlage hierfür. Für die Gestaltung eines Methodenverbundes wird in diesem Kapitel eine Methodik entwickelt mit folgenden Leistungen:

- Systematik zur Selektion und Zusammenführung der geeigneten Methoden,
- Entwicklung von Gestaltungsmöglichkeiten zur optimalen Abstimmung,
- Anpassung und Ausrichtung der Qualitätsmethoden an die Inhalte der Karosserie-Entwicklung und -Planung.

Diese Leistungen können erbracht werden, wenn die Methodik die vielschichtigen Prozesse des Fahrzeugprojekts auf ein praxisgerechtes Maß vereinfacht. Dazu werden die Teilprozesse der gesamten Qualitätsarbeit zu den Kernaufgaben der Projektarbeit in Beziehung gesetzt.

---

<sup>72</sup> Vgl. a. Schmitt, L. (1995), S. 634 ff.; Bourdon, R. (1996), S. 1402 ff.; Spath, D.; Vossman, D.; Kobinger, J. et al. (1998), S. 567 ff.; Spath, D.; Vossman, D.; Schmitt, L. (1998), S. 1478 ff.; Wildemann, H. (1993), S. 53 ff.

## 5.1 Beschreibung der Qualitätsarbeit der Fahrzeugprojektphasen

Es werden nun die wesentlichen Entwicklungsabschnitte eines Fahrzeugprojekts herangezogen und für jede Projektphase die elementaren Inhalte der Entwicklung/Konstruktion und der Produktionsplanung sowie der Qualitätsarbeit in Kurzform beschrieben.<sup>73</sup>

### Vorentwicklungsphase, Meilenstein Projektkonkretisierung

Während der Vorentwicklung werden unter anderem neue Fahrzeugkomponenten und Fertigungsmethoden auf ihre Serieneinsatzfähigkeit geprüft bzw. weiterentwickelt. Am Ende dieser Phase konkretisieren sich die Visionen des neuen Automobils in Gestalt von Styling- und Packagekonzepten. Aus Qualitätssicht wird die Absicherung der neuen Lösungen durch Analysen und Tests gefordert, bezüglich der Machbarkeit und Herstellbarkeit werden Prognosen aufgestellt. Ein weiteres Thema der Qualitätsarbeit liegt in der Erfassung der Schwachstellen der aktuellen Projekte bzw. der Modellvorgänger, welche dann im neuen Fahrzeug zu beseitigen oder zu verbessern sind. Überdies ist eine auf das Projekt zugeschnittene Qualitätsstrategie zu entwerfen und die erforderlichen Prüf- und Meßmittel zu bestimmen.

### Projekt-Zielfindungsphase, Meilenstein Zielfestlegung

Abgeleitet von der Zielvision werden in dieser Phase die spezifischen Produkt- und Fertigungsziele gemeinsam mit der auftraggebenden Fahrzeugprojektführung konkretisiert einschließlich der zu produzierenden Stückzahl, der Fertigungsstätten, der Vertriebsmärkte usw. Die Qualitätszielsetzungen sind integraler Bestandteil des Projekt-Zielpaketes.

### Zielbestätigungsphase, Meilenstein Produkt- und Fertigungskonzepte

Abgeleitet aus den Projektzielen werden die geeigneten Produkt- und Fertigungsansätze der Projektleitung vorgestellt unter Auflistung aller zu erwartenden Investitionspositionen. Im Rahmen der Risikountersuchungen ist hier ein Maßnahmenpaket zu schnüren, welches sämtliche Lösungsansätze zur störungsfreien Absicherung der erwarteten Risiken und Schwächen zusammenträgt.

---

<sup>73</sup> Vgl. Braess, H.-H.; Seiffert, U. (2000), S. 609 ff.; Fischer, W. et al. (1998), S. 164 f.; vgl. a. Verband der Automobilindustrie (1986), S. 11; Birch, S. (1999), S. 45; Herrmann, J. (1999b), S. 74 ff.

### Realisierungsphase, Meilensteine Funktionsbestätigung und Freigabe Produktherstellung

Während dieser Phase werden die Werkzeuge, Vorrichtungen und Anlagen bei den externen Systempartnern angefertigt. Die Qualitätsfachstellen sprechen ihre Empfehlungen aus bezüglich einer mit allen Fachstellen abgestimmten Aufnahme- und Spanntechnik und realisieren die vereinbarte, durchgängige Meß- und Prüfstrategie. Überdies sind die Einzelteil- und Rohbauplaner derart zu unterstützen, daß eventuell vorhandene Stör- und Einflußgrößen der Prozesse erkannt und beseitigt werden, damit die Herstellung in den folgenden Bauphasen möglichst fehlerfrei gelingt.

### Diverse (Prototypen-) Bauphasen, Meilenstein Serienanlauf

Mit dem Aufbau der Fertigungsanlagen und nach Abschluß der letzten Produktänderungen werden die ersten Fahrzeuge in kleinen Stückzahlen hergestellt und dabei alle Einrichtungen sorgfältig auf Störungen untersucht. Die Zeit zwischen den Bauphasen wird für Korrekturschleifen und Optimierungsmaßnahmen genutzt. Hier zeigt sich die Wirksamkeit der Qualitätsplanung. Das Qualitätsziel dieser Phase ist die Realisierung wiederholgenauer und fähiger Prozesse bei Einhaltung der geforderten Toleranzen unter seriennahen Bedingungen, möglichst unter Abwendung ungeplanter Nacharbeit. In den Audituntersuchungen muß die Zahl der Abweichungen kundenrelevanter Merkmale je Fahrzeug unterhalb einer festgelegten kritischen Marke nachgewiesen sein.

## **5.2 Ableitung der Handlungsfelder aus den Realisierungsstufen der Qualitätsarbeit**

Herausgelöst aus den Entwicklungsphasen eines Fahrzeugprojekts können auch für die Qualitätsarbeit verschiedene Projektabschnitte mit eigenen thematischen Schwerpunkten und Zielen definiert werden. Damit ergibt sich die Chance, die Qualitätsmethoden dort einzusetzen, wo sie für das Projekt den größten Nutzen haben. Mit der Auswahl, Kombination und Gruppierung geeigneter Methoden aus dem Methodenbaukasten kann dann für jedes Qualitätsthema ein wirksames Netzwerk qualitätsfördernder Maßnahmen aufgebaut werden. Für die Auswahl und Zusammenstellung der Methoden bieten sich verschiedene Strategien an. PLÖTZ und BIEHL favorisieren einen Qualitätsmethodenverbund in einer Mischung aus neuen und bereits etablierten Qualitätsmethoden. Der Sinn einer Methodenkombination liege darin,

ein Gesamtoptimum der Methodenanwendung herzustellen.<sup>74</sup> Aus dem Kombinationsfall (b) (Abschnitt 4.2.2) ist bekannt, daß dafür besonders Qualitätsmethoden mit ähnlichen oder vergleichbaren Zielsetzungen in Frage kommen.

Jeder Teilprozeß der Qualitätsarbeit symbolisiert ein Betätigungsfeld für Qualitätsmethoden mit entsprechenden Gestaltungsmöglichkeiten. Im vorherigen Abschnitt 5.1 wurden für jede Projektphase die wesentlichen Inhalte der Qualitätsarbeit skizziert. Zusammengefaßt ergeben sich für die relevanten Phasen folgende Kernaufgaben:

1. Vorentwicklungsphase: Lernen aus den Qualitätsproblemen des Vorgängerprojekts und Entwickeln einer neuen Qualitätsstrategie,
2. Zielfindungsphase: Auswählen und Quantifizieren der Qualitätsziele und Qualitätsmerkmale,
3. Zielbestätigungsphase: Überprüfen der vereinbarten Qualitätsziele auf Risiken,
4. Fahrzeugaufbau: Erfassen der Stör- und Einflußgrößen,
5. Fahrzeugaufbau und Serienanlauf: Nachweisen und Überwachen der Qualitätsmerkmale.

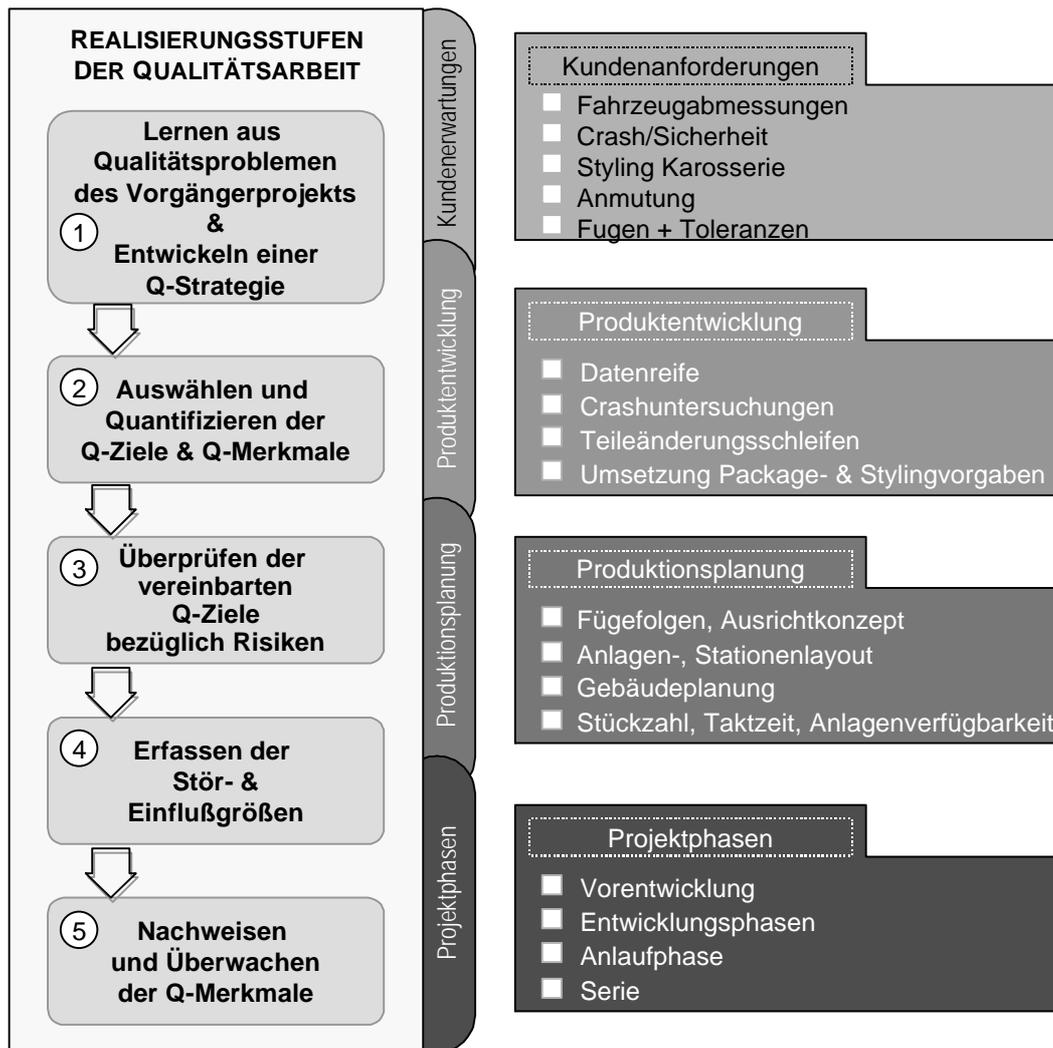
Umgekehrt sollen beim Aufbau eines Methodenverbundes einige wesentliche Projektinhalte in die Gestaltung berücksichtigt werden. Hierzu zählen die Kundenanforderungen an die Karosserie, die relevanten Produktvorgaben, die Kennzahlen der Produktionsplanung, sowie die Meilensteine des Fahrzeugprojekts. Diesen Zusammenhang zeigt **Bild 5–1**.

- Kundenanforderungen an die Karosserieeigenschaften,
- Inhalte der Produktentwicklung:

Die Berücksichtigung der Anforderungen während der Produktentwicklung gewährleistet den sicheren Umgang mit den Bauteilen im Stadium der virtuellen Produktreife, also bis zum Aufbau der ersten Fahrzeuge aus Serienanlagen. Zu den wesentlichen Inhalten zählen: Die verschiedenen Designkonzepte und deren Auswirkungen auf die Machbarkeit und Herstellbarkeit, Fugen- und Spalterfordernisse im Bereich der Außenhaut (dokumentiert im Fugenplan), Toleranzen der Einzelteile und Zusammenbauten mit Schwerpunkt auf die kritischen Außenhaut- und Strukturbereiche (z. B. Türen- und Klappeneinbau, Fahrzeuglänge und –breite).

---

<sup>74</sup> Vgl. Plötz, M.; Biehl, M. (1999), S. 580 ff.



*Bild 5-1: Generierung qualitätsthematischer Schwerpunkte*

- Inhalte der Produktionsplanung:

Die Kennzahlen der Produktionsplanung sind ebenso in die Qualitätsarbeit einzubeziehen.

- Fügefolgen, Fügetechnologien,
- Aufnahme- und Spanntechnik in den Anlagenvorrichtungen, Ausrichtkonzepte durchgängig vom Einzelteil bis zum Zusammenbau, von der Meßaufnahme bis zum Fertigungsmittel,
- Anlagenaufbau und -layout,
- Taktzeiten, Stückzahl, Mengengerüst,
- Prüf- und Meßstrategie im Projekt einschließlich der Notfallmaßnahmen ("Nacharbeit")
- Kunden-Lieferanten-Beziehungen zwischen Preßwerk (Pressings), Rohbau (Body Shop), Lack (Paint), und Ausstattung (Trim).

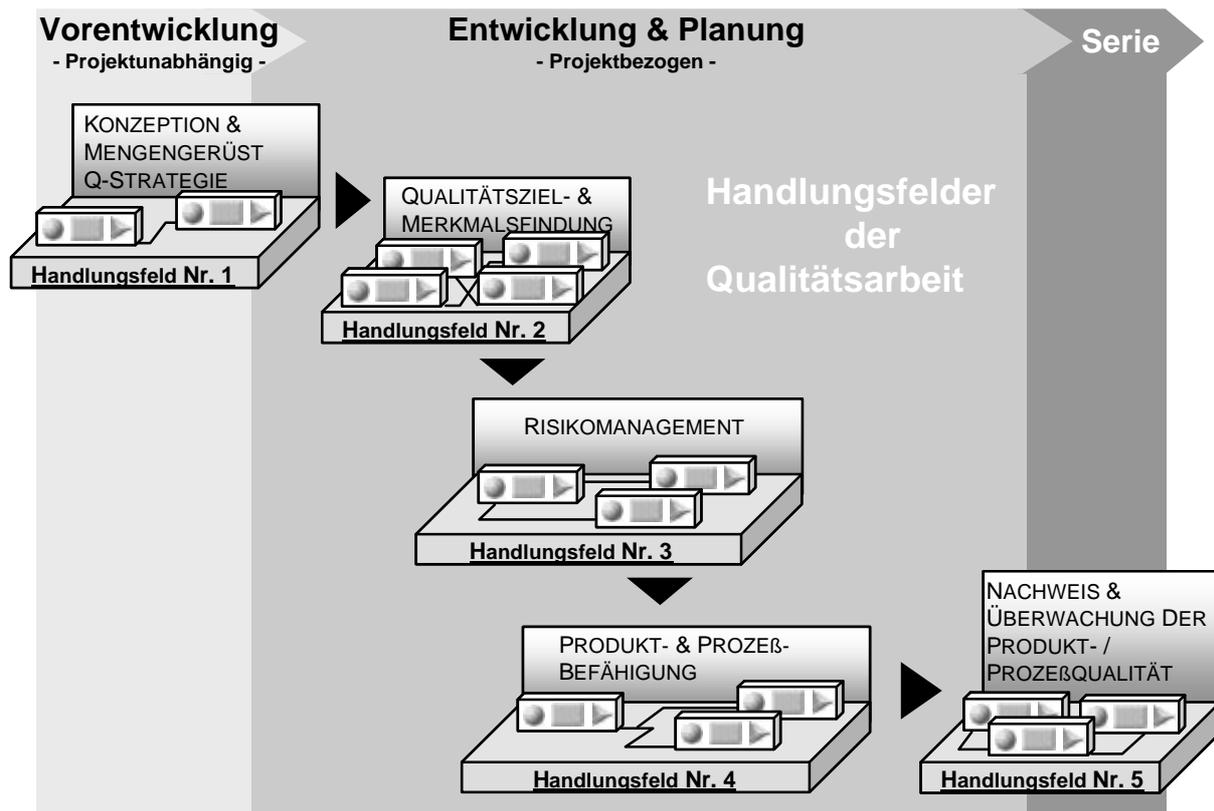
- Meilensteine der Entwicklungsphasen:

Für den Aufbau des Methodenverbunds werden die Kernprojektphasen gemäß Abschnitt 5.1 berücksichtigt. Die Serie (ab Produktionsbeginn der Kundenfahrzeuge) ist mit Ausnahme des Fahrzeuganlaufes (endet bei Erreichen der Kammlinie) nicht Gegenstand der Untersuchungen.

In den weiteren Ausführungen dieser Arbeit werden die fünf identifizierten Schwerpunkte der Qualitätsarbeit jeweils unter der Bezeichnung "Handlungsfeld" diskutiert. Einen Gesamtüberblick über die Handlungsfelder im Fahrzeugprojekt illustriert **Bild 5–2**.

Folgende Merkmale charakterisieren jedes Handlungsfeld:

- Definiertes Handlungsziel: Das Ziel repräsentiert den inhaltlich-thematischen Schwerpunkt der Qualitätsarbeit innerhalb der zugehörigen Projektphase.
- Inhaltliche Ausrichtung auf die zugehörige Projektphase: Die Ergebnisse des Handlungsfelds liefern einen qualitätsspezifischen Beitrag zu den Inhalten der Fertigungsplanung und der Produktentwicklung.
- Definierter Zeitrahmen: Die Ergebnisse sind in einem vom Projekt vorgegebenen Terminraster zu erarbeiten.
- Auswahlsystematik geeigneter Qualitätsmethoden: Die Methoden werden hinsichtlich ihres Potentials zur Erfüllung der Handlungsziele ausgesucht.
- Netzwerkartige Beziehungsstrukturen: Alle eingesetzten Qualitätsmethoden innerhalb eines Handlungsfelds sind über eine der definierten Kombinationsformen (a, b, oder c) miteinander verknüpft und bilden so eine gemeinsame Beziehungseinheit.
- Freisetzung der Kombinationseffekte: Steigerung der Effizienz des Qualitätsmethodeinsatzes durch Realisierung der positiven Kombinationseffekte.



*Bild 5–2: Thematische Bündelung der Methoden in Handlungsfeldern<sup>75</sup>*

### 5.3 Idealtypischer Q-Methodeneinsatz je Handlungsfeld

Den Zielvorgaben entsprechend werden für jedes der fünf Handlungsfelder in diesem Abschnitt geeignete Qualitätsmethoden sowie ergänzende Qualitätsaufgaben ausgesucht und zu einem Verbund zusammengeführt. Die Handlungsfelder werden in der Reihenfolge ihres zeitlichen Einsatzes im Projekt aufgezählt, die Beschreibung erfolgt stets in drei Schritten. Diese Abfolge gewährleistet eine einheitliche Darstellung sowie die inhaltliche Vergleichbarkeit der Handlungsfelder:

- I. Charakterisierung und Zielsetzung des Handlungsfeldes anhand der in 5.2 genannten Merkmale.
- II. Einsatz geeigneter Qualitätsmethoden.
- III. Darstellung ausgewählter Kombinationsbeispiele und Eingabe-Verarbeitung-Ausgabe-Beziehungen einiger Methoden.

<sup>75</sup> Vgl. a. **Bild 3-15**

Allgemeine Bemerkung: Der Aufbau der Handlungsfelder sowie der Auswahlprozeß der Methoden ist vor dem Hintergrund eines Forschungsprojekts eines bekannten Automobilunternehmens zu verstehen. Weitere Informationen hierzu finden sich in Kapitel 6.

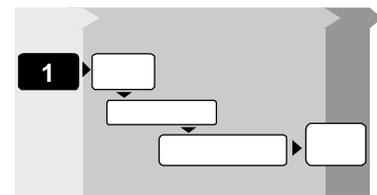
Bemerkung zu II.: Es handelt sich um eine Mischung aus Standardmethoden (z. B. System-FMEA) sowie speziellen Techniken, welche in diesem Unternehmen für interne Zwecke entwickelt wurden.

Bemerkung zu III.: In kurzen Beispielen werden die Vernetzungsmechanismen erläutert. Eine vollständige Beschreibung der hauptsächlichen Inhalte aller erwähnten Qualitätsmethoden bezüglich Eingabe, Verarbeitung und Ausgabe sowie potentieller Kombinationsmöglichkeiten mit anderen Methoden befindet sich in Anhang B.

### 5.3.1 Konzeption & Mengengerüst Qualitätsstrategie

#### I. Charakterisierung und Zielsetzung des Handlungsfelds:

Dem Beginn der eigentlichen Qualitätsarbeit zeitlich vorgelagert ist die Festlegung einer auf das Projekt zugeschnittenen Qualitätsstrategie. Während in früher Phase bereits umfangreiche Aussagen zum Investitionsvolumen



getätigt werden, sind auch für das Qualitätskonzept monetäre Bewertungen vorzunehmen und an geeigneter Stelle einzusteuern. Die wesentlichen Inhalte müssen rechtzeitig berücksichtigt werden, um sowohl die finanziellen Mittel zu sichern, aber auch die inhaltlichen „Auswirkungen“ auf andere Bereiche zu gewährleisten. Ein Einsatz mehrerer Laser-Inline-Meßzellen würde direkt Forderungen an die Position der Anlagen- und Layoutplanung auslösen. Solche Inhalte können zu fortgeschrittenem Zeitpunkt nicht mehr berücksichtigt werden. Ein Konfliktpotential ergibt sich aus dem Umstand, daß die Inhalte der Qualitätsmethoden erst nach Festlegung der Qualitätsziele definiert werden können, aber vorher bereits Kostenaussagen getroffen werden müssen. Demzufolge divergieren zwei wesentliche Aufgaben der frühen Phase:

- Reihenfolge der Qualitätsaufgaben: Die Inhalte der Qualitätsmethoden werden nach Festlegung der Qualitätsziele definiert (vgl. Handlungsfeld Nr. 2), um bestmöglich den Anforderungen entsprechen zu können.
- Prüfung des Projektvorhabens auf Basis von Kostenaussagen: Monetäre Bewertung des Investitionsvolumens für qualitätsbezogene Positionen, wie Meß- und Prüfausstattungen.

Gelöst wird dieser Konflikt durch eine Kombination aus Erfahrungsrückführung der bisherigen Projektarbeit in Form einer Schwachstellenanalyse bei gleichzeitiger Einarbeitung der neuen Erkenntnisse aus nicht-fahrzeuggebundenen Forschungs- und Entwicklungsarbeiten.

## **II. Einsatz geeigneter Qualitätsmethoden:**

Schwachstellenanalyse: Zusammengefaßt unter dem Begriff „Schwachstelle“ werden die innerhalb des Unternehmens (intern) sowie außerhalb des Unternehmens (extern) erkannten Auffälligkeiten, Fehler, Unzulänglichkeiten des Produkts oder dessen Gebrauchs erhoben. Zur Auswertung stehen nationale sowie internationale Quellen zur Verfügung, z. B. die verfügbaren Einschätzungen führender Automobilclubs, Beurteilungen der Fachpresse, Rückmeldungen der Call Centers und der Kundenbetreuung, Testergebnisse des TÜV, sowie die durchgeführten Gewährleistungsarbeiten der Werkstätten.

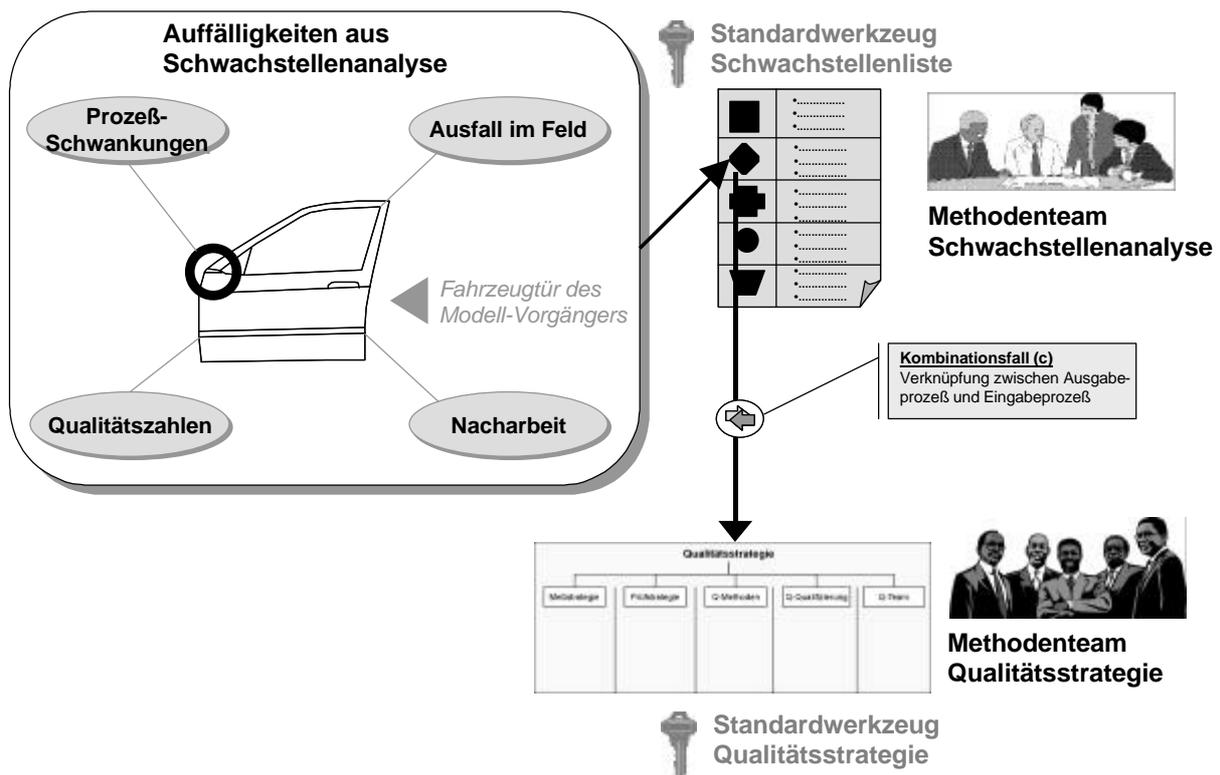
Interne Schwachstellen resultieren aus den persönlichen Erfahrungen der Planer und Entwickler, hinzugerechnet werden auch die Nacharbeitszahlen sowie Auditerkenntnisse. Jede Schwachstelle wird ausgewertet, priorisiert und katalogisiert. Diese Ergebnisse werden schließlich den Entwicklungsteams zur Verfügung gestellt.

Qualitätsstrategie inklusive Kostenbewertung: Der für das Projekt designierte Qualitätsverantwortliche definiert die Bausteine der Qualitätsstrategie unter Einbeziehung der Erfahrung von Vorgängerprojekten bzw. Parallelprojekten sowie der neuesten Erkenntnisse aus der Qualitätsforschung. Es sind die Aufwendungen für die Investmittel aus dem Bereich der Meß- und Prüfmittel sowie die Budgetmittel für die benötigten personellen Kapazitäten monetär zu bewerten und einzusteuern. Grundlage ist eine projektunabhängige Qualitätsstrategie, welche an die konkreten Gegebenheiten anzupassen ist. Es ist ein Qualitätsterminplan zu erstellen, der die Start- und Zielzeitpunkte der Qualitätsmaßnahmen festlegt. In einer Leistungsvereinbarung werden die für die Qualitätsarbeit benötigten Mitarbeiter mit der Projektleitung „vertraglich“

vereinbart. Es obliegt dem Qualitätsverantwortlichen, ein ein gut vorbereitetes Qualitätsteam aufzubauen und für die anstehenden Arbeiten vorzubereiten.

### III. Kombinationsbeispiele und Eingabe-Verarbeitung-Ausgabe-Beziehungen:

Die Schwachstellenanalyse findet Anwendung während der Vorbereitung für die Aufstellung einer projektspezifischen Qualitätsstrategie und startet in einer sehr frühen Phase der Vorleistungsphase. In einer Kombination der Form c werden die konkreten Befunde aufbereitet an das Qualitätsstrategieteam übermittelt. Das bedeutet konkret, die Angaben so zu präzisieren, daß eine strategische Formulierung möglich ist. Beispielsweise sind für Windgeräusche im Türenbereich die Ursachen zu benennen, hierzu zählen Ungenauigkeiten im Dichtgummi oder ungenügender Dichtdruck der Tür wegen Zusammenbauschwankungen. Daraus kann ein strategischer Qualitätsansatz für ein neues Dichtkonzept des Modell-Nachfolgers vorgeschlagen werden (**Bild 5-3**).



**Bild 5-3:** Verknüpfung Schwachstellenanalyse & Qualitätsstrategie

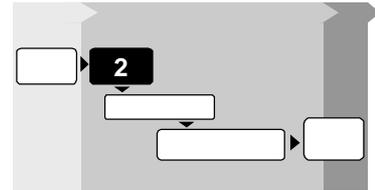
Die Schwachstellen müssen konsequent nach einer einheitlichen Methodik abgefragt werden, um die Wiederholung von Fehlerbildern im Feld und in der Fertigung zu vermeiden. Damit soll auch der Lernprozess aus bisherigen Projekten verbessert werden. Es sind die Fehlerursachen gemeinsam in der Prozesskette zu besprechen. Dieser Aspekt ist deshalb so wichtig, weil der

Ort der Fehlerentstehung und der Ort des Fehlerentdeckens selten identisch sind, und nur eine prozeßdurchgängige Betrachtung zur Aufklärung führt. Daraus werden fehlerbereinigte Lösungen erarbeitet und dem neuen Projekt zur Verfügung gestellt.

### 5.3.2 Qualitätsziel- & Merkmalsfindung

#### I. Charakterisierung und Zielsetzung des Handlungsfelds:

Analog zum Zielableitungsprozeß aus **Bild 3–3** sind die für das Fahrzeugprojekt relevanten Anforderungen der Käufer und der Projektorganisation, daraus abgeleitet die Qualitätsziele sowie die Qualitätsmerkmale des Produkts und



der Fertigung festzulegen und in einem gemeinsamen Zielkatalog zu dokumentieren. Die Inhalte des Zielkatalogs haben Auswirkungen auf die Investmittel für die meß- und prüftechnischen Maßnahmen und beeinflussen das Investitionsvolumen des Projekts deutlich. Mangelnde Abstimmung birgt ein Konfliktpotential (vgl. Handlungsfeld 1). Die Produktvorgaben werden differenziert bezüglich optischer und funktioneller Merkmale:

- Karosseriebereich: Beispielsweise Vorderbau, Bodenbereich, Hinterbau, Bodengruppe, Dach-/Seitenbereich, Anbauteile, usw.
- Erlebbarkeit optischer Merkmale für den Käufer: Die für die Käufer erlebbaren optischen Merkmale werden je Fahrzeugbereich gewichtet. Somit liegen die höchsten Ansprüche an der Fahrzeugaußenhaut. Reduzierte Ansprüche im Bereich Motorraum/Türeinstieg/Kofferraum. Stärker reduzierte Ansprüche bei nicht direkt einsehbaren Bereichen wie z.B. Radhaus.
- Funktionelle Qualität (für den Kunden nicht direkt erkennbar): Versiegelungen, Verklebungen, Dichtheit, Anti-Korrosionsmaßnahmen, Fügeverbindungen, Steifigkeit, usw.

Die Zielvorgaben der Fertigung repräsentieren neben der Sicherstellung der Prozeßspezifikationen zusätzlich eine Selbstbewertung der eigenen Qualitätsarbeit. Damit verpflichten sich die Projektteams gegenüber der Projektleitung zur Erfüllung hoher Standards.

## **II. Einsatz geeigneter Qualitätsmethoden:**

GAM / QFD: Mit Hilfe der Methode QFD werden die Anforderungen der externen Käufer erfaßt und in technische Qualitätsmerkmale formuliert. Hierzu eignet sich die Matrixstruktur in Form eines House-of-Quality. Der Nutzen von QFD läßt sich steigern, wenn auch die internen Anforderungen der Technologien wie Preßwerk und Rohbau in der konstruktiven Gestaltung der Bauteile berücksichtigt werden. Damit erhöht sich die Wahrscheinlichkeit, daß die Belange der externen Kunden auch tatsächlich im Produkt realisiert werden. Die in ihrer Bedeutung als besonders hoch priorisierten Merkmale fließen ein in den Projekt-Zielkatalog.

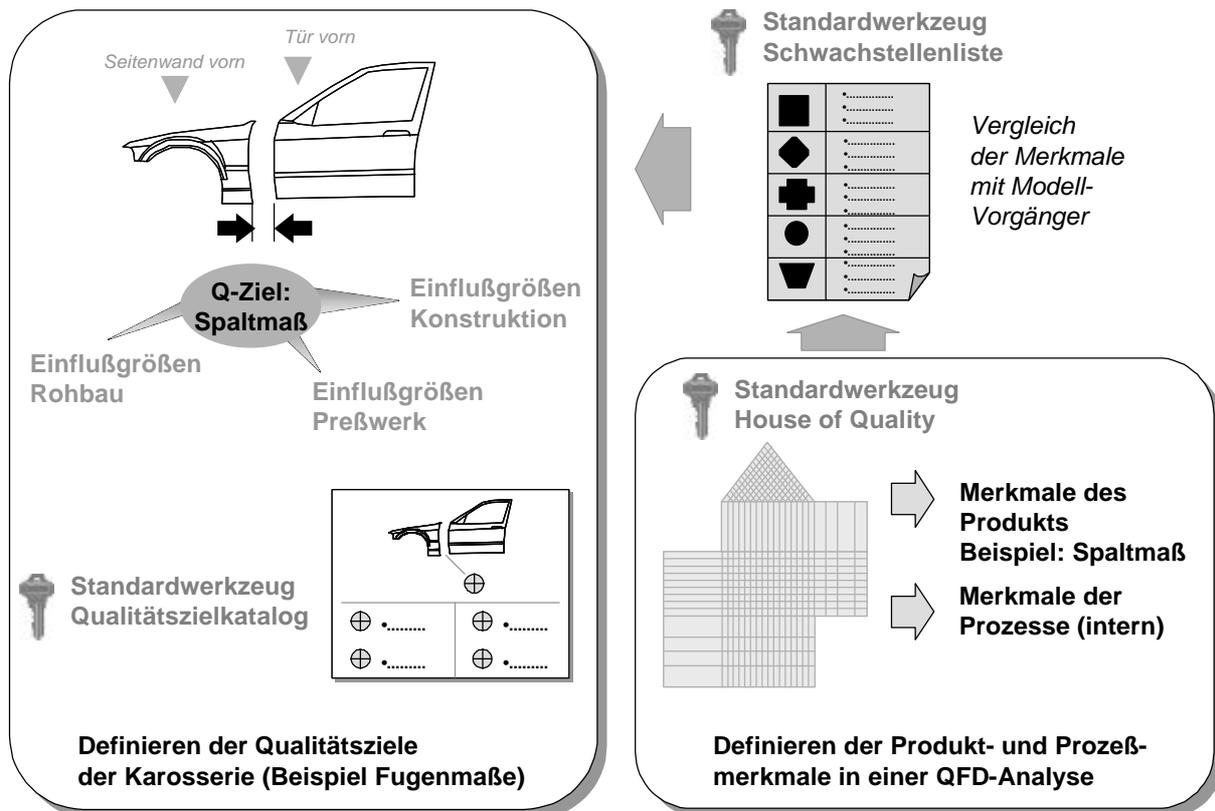
Qualitätsziele-Paket: Die Qualitätsziele des Produkts und der Fertigung der Karosserie sind katalogartig zusammengefaßt. Der Katalog dient der internen Absicherung der Prozesse und ermöglicht eine Selbstbewertung der Planungs- und Entwicklungsleistungen. Die Ziele umfassen: a) Qualitätskennzahlen für die Auditbewertungen; b) Bemusterungsziele der einzelnen Bauphasen bezogen auf Einzelteile sowie Zusammenbauten; c) Grenzmustervereinbarungen zur Oberflächenbeschaffenheit der Fahrzeugaußenhaut; d) Nacharbeitsziele; e) MFU-/PFU-Werte bzgl. Maßhaltigkeit und Festigkeit; f) Toleranzketten g) Anforderungen an die Lieferanten von Zukaufteilen, Material, Halbzeug und Werkzeugen.

Kunden-Lieferanten-Vereinbarung Preßwerk-Rohbau: Gesonderte Vereinbarungen zur Regelung bilateraler Anforderungen zwischen Einzelteil- und Zusammenbaufertigung. Die KLV erweitert den Zielkatalog um spezielle Erfordernisse, welche aus den spezifischen Arbeitsinhalten der Fertigung resultieren. Beispielsweise hat ein Laserbeschnitt von Außenhauteinzelteilen Konsequenzen auf die Bördelprozesse des Zusammenbaus. Die sich ergebenden Beschnittschwankungen sollten aber nicht nachträglich durch aufwendige (=teure) Maßnahmen reduziert werden, sondern möglichst als problemlos verbaubar im Rohbau konzipiert werden.

Kunden-Lieferanten-Vereinbarung Rohbau-Lack: Diese Vereinbarung ist ebenfalls ein bilaterales Abkommen, in diesem Fall zwischen den Technologien Rohbau und Oberfläche/Lack. Festgelegt werden die Voraussetzungen, welche der Rohbau zu schaffen hat, um in den Lackieranlagen einen problemlosen Farb- und Schutzschichtauftrag zu gewährleisten. Sollte der Rohbau die trotz aller Absicherungen fehlerhafte Karosserien ausliefern, so sind in den Gesprächen auch Möglichkeiten der Nacharbeit im Lack zu erörtern.

**III. Kombinationsbeispiele und Eingabe-Verarbeitung-Ausgabe-Beziehungen:**

Grundsätzlich gelten die Qualitätsmerkmale für die gesamte Prozeßkette, alle Fachstellen richten sich daran aus. Diese Merkmale sind mit geeigneten Merkmalswerten zu quantifizieren. Ausschlaggebend für den Erfolg ist die Betrachtung von möglichen Konflikten und die frühzeitige Entdeckung von Störgrößen auf diese Merkmale. Im Ergebnis werden die wichtigsten und einflußreichsten Merkmalsgruppen als Qualitätsziele in den Projekt-Zielkatalog integriert, der für alle Fachstellen verbindlich ist. Der Zielkatalog faßt die Qualitätsziele, die Anforderungen und Merkmale übersichtlich zusammen und ist die Vorgabe für den gesamten Qualitätsprozeß. Ein typisches Qualitätsmerkmal vieler Projekte ist das Spaltmaß (vgl. Abschnitt 3.2.1). Als Beitrag zum Fugenbild und damit zur Anmutung der Karosserie erhält es seine hohe Bedeutung durch die Festlegung im Fugenplan, in dem sämtliche Spalte mit entsprechenden Werten quantifiziert abgelegt sind. Dieses Merkmal sollte mit den Ergebnissen der Schwachstellenanalyse abgeglichen werden, um so die kritischen Erfahrungen des Vorgängermodells einzubeziehen. Siehe hierzu auch **Bild 5-4**.



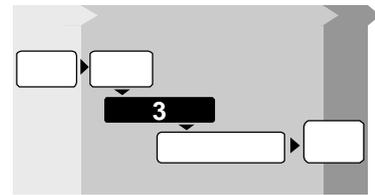
*Bild 5-4: Beispiele zum Handlungsfeld Qualitätsziel- und Merkmalsfindung*

### 5.3.3 Risikomanagement

#### I. Charakterisierung und Zielsetzung des Handlungsfelds:

Das Risikomanagement umfaßt ein Maßnahmenpaket zur systematischen Identifizierung und Beseitigung von Risiken aus den Bereichen:

- Styling: Auswirkung der Geometrien der äußeren Fahrzeughülle auf die Herstellbarkeit,
- Konstruktion der gesamten Karosserie einschließlich der Einzelteile, der Zusammenbauten, sowie der großen Baugruppen. Es werden die Risiken der geometrischen, materialbezogenen, sowie die fertigungsrelevanten Aspekte der Entwürfe bewertet.
- Fertigung: Fügefolgen, Fügeverfahren, Zugänglichkeit der Werkzeuge, Aufnahme- und Spanntechnik, Prozeßsicherheit.



Um die begrenzten Projektressourcen nur in den entscheidenden Risikoschwerpunkten einzusetzen und nicht an falscher Stelle zu binden, wird das Risikomanagement in zwei Intensivitätsstufen durchgeführt<sup>76</sup>:

1. Schnelle und grobe Überprüfung der drei Einsatzbereiche (Styling, Konstruktion, Fertigung) auf mögliche Gefährdungspotentiale,
2. Intensive Analyse der Risiken bezüglich der Auftretenswahrscheinlichkeit und der Konsequenzen unter Ableitung von geeigneten Problemlösungsmaßnahmen zur Eliminierung.

Können die erkannten Risiken nicht beseitigt werden, so hat dies Auswirkungen auf die Handlungsfelder 3 und 4 in Form einer hundertprozentigen Produktprüfung der entsprechenden Merkmale, verbunden mit potentiellen Nacharbeitsaufwendungen. Eine Prozeßregelung im Sinne einer statistischen Prozeßüberwachung (SPC) ist in diesem Fall nicht mehr gegeben.

#### II. Einsatz geeigneter Qualitätsmethoden:<sup>77</sup>

Risikofilter Produkt: Tabellarische Checkliste zur Beurteilung des Karosseriekonzepts im frühen Konstruktionsstadium. Festgelegte Bewertungskriterien werden bewertet und ergeben

<sup>76</sup> Vgl. a. Wallisch, F. (1999), S. 462

in Summe die entsprechende Prioritätszahl. Das Überschreiten eines definierten Grenzwertes erfordert weitere Untersuchungen in Form einer Produkt- bzw. Prozeß-FMEA.

Fertigungstechnische Bewertung (=Risikofilter Prozeß): Einfache Checkliste mit Kriterien zur Beurteilung der Einzelteile und Rohbau-Zusammenbauten hinsichtlich Gestaltung der Werkzeuge und Fertigungsanlagen sowie einer Einschätzung der Fertigbarkeit. Eine Bewertungsergebnis mit roter Ampel löst automatisch eine intensivere Fehleranalyse in Form einer Prozeß-FMEA aus.

Bauteil-Toleranzanalyse: Aufbau lokaler Toleranzsysteme in zusammenbaukritischen Fahrzeugbereichen, insbesondere in anschußrelevanten Sektionen bei Anbauteilen (Türen, Klappen). Es handelt sich um eine mehrstufige Methode, es wird zuerst die Risikobereiche festgelegt, die möglichen Einflüsse hierzu definiert, und in rechnerischer Toleranzkettenbetrachtung die zulässige Bauteilstreuung ermittelt.

System-FMEA Produkt: Fehler-Möglichkeiten-und-Einflußanalyse, produktbezogen.

System-FMEA Prozeß: Fehler-Möglichkeiten-und-Einflußanalyse, fertigungsbezogen.

Diese Auswahl kann um andere risikovermeidende Methoden erweitert oder ausgetauscht werden, wenn geeignete Kombinationsmöglichkeiten vorliegen.

### **III. Kombinationsbeispiele und Eingabe-Verarbeitung-Ausgabe-Beziehungen:**

Die Stufe 1 der Risikoabschätzung erfolgt begleitend zur Auswahl der Designkonzepte. Spätestens mit der endgültigen Entscheidung für ein Designmodell bei 27-24 Monate vor Serie beginnen die Fehlerursachenanalysen. Diese sind bis zu Beginn der Herstellung der Preßwerkzeuge bei ca. 17 Monaten abzuschließen. Es sind drei Größen von Umformwerkzeugen zu unterscheiden, nämlich die Langläufer, die Mittelläufer und die Kurzläufer. Zu den Langläuferteilen zählen große Bauteile wie das Seitengerippe, welches in vielen Fällen aus Toleranzgründen nur noch einteilig hergestellt wird. Solch massive Werkzeuge müssen entsprechend frühzeitig geplant und entwickelt werden im Vergleich zu den Kurzläuferten.

---

<sup>77</sup> Zur Auswahl von Risikoanalyse-Werkzeugen vgl. a. Lenk, R. et al. (1995), S. 845 ff.

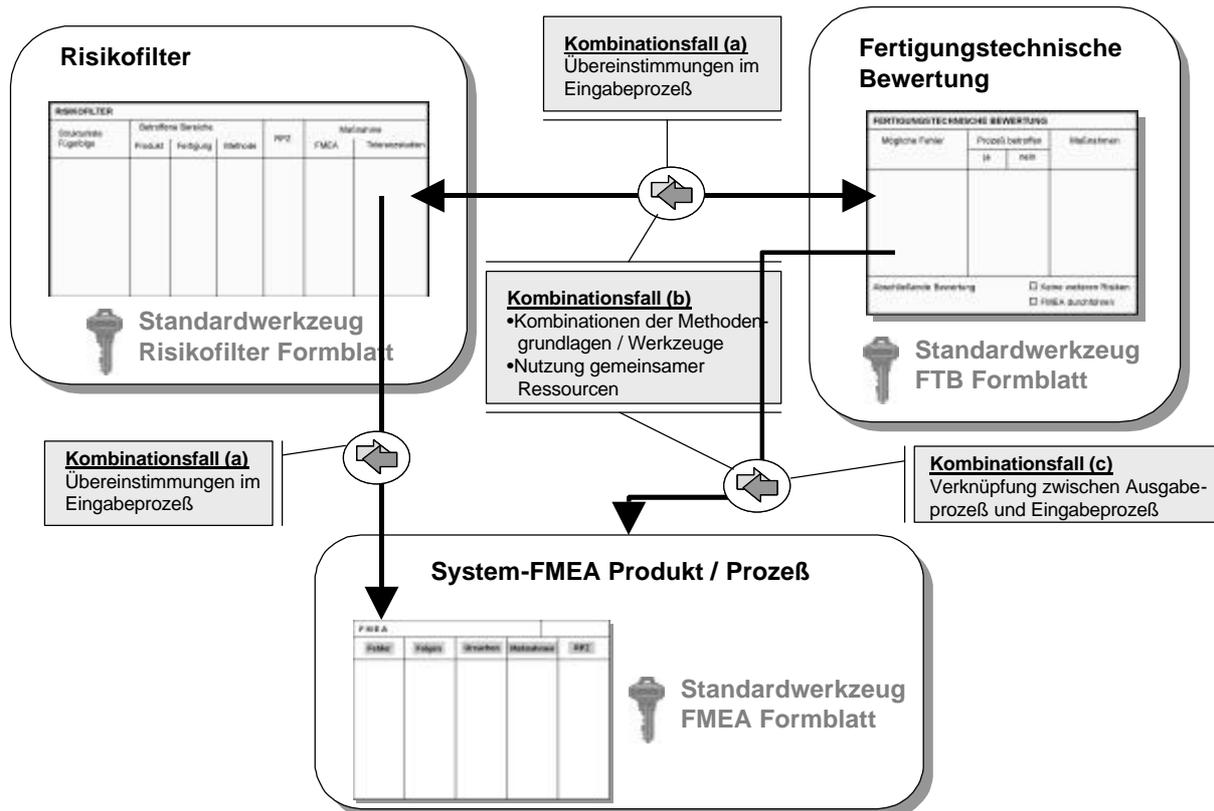
Der Risikofilter Produkt wird angewendet in einer sehr frühen Phase, in der es noch keine oder nur grobe Konstruktionsdaten gibt. Ein Fahrzeug besteht aus ungefähr 3500 Einzelteilen, somit ist es zu aufwendig, für jedes dieser Teile eine intensive Fehleruntersuchung in Form einer FMEA durchzuführen. Der Risikofilter wird von allen Modulteams entsprechend der Komponenten angewendet. Die Anwender schätzen das Risiko nach festgelegten Bewertungskriterien wie z. B. „Neues Material“, „Neue Technologie“ oder „Erfüllung der Sicherheitsforderungen“. Dabei wird jedes Kriterium mit einem Multiplikator versehen, und mit der Risikozahl 0 (kein Risiko), 1 (Risiko existiert) oder 2 (Risiko hoch) multipliziert. Die Summe dieser Zahlen ergibt die sogenannte Prioritätszahl. Ist diese Prioritätszahl unterhalb eines festgelegten Grenzwertes, dann ist der Untersuchungsbereich aus Produktsicht ohne Risiken, bei Überschreitung des Grenzwertes wird auf die weitere Untersuchung in einer Produkt- oder Prozeß-FMEA hingewiesen. Entscheidend ist die Anwendung des Risikofilters auf die Qualitätsmerkmale des Zielkatalogs.

Der Risikofilter Prozeß wird eingesetzt zur Untersuchung der Fertigungsprozesse beim Einzelteil und den Zusammenbauten. Hier geben die Fertigungs- und Anlagenplaner den Konstrukteuren eine Beurteilung zur Herstellbarkeit der neuen Bauteile. Benötigt werden die Fertigungsstruktur und Fertigungsdaten für die Preßwerk- und Rohbauprozesse, sowie Einzelteilkonstruktionsdaten. Wie beim Risikofilter Produkt können erkannte Gefahren in einer FMEA analysiert und bewertet werden.

Die Toleranzanalyse zerlegt die Karosserie in sogenannte Funktionsmaße. Es wird die Tolerierung der Bauteile und Baugruppen zueinander definiert, um besonders kundenrelevante Anforderungen besser erfüllen zu können. Es müssen Toleranzschätzungen zu den Fügeprozessen aufgestellt werden. Wenn die Anforderungen an den Fertigungsprozeß vorliegen, dann ist zu überprüfen, ob die Ist-Toleranzen die Funktion (=Anforderung) erfüllen können.

In der FMEA (Fehlermöglichkeits- und Einflußanalyse) werden potentielle Fehler und deren Folgen für das Produkt oder den Fertigungsprozeß analysiert. Als Ergebnis einer FMEA wird eine Risikobewertung der Fehlereinflüsse (Risikoprioritätszahl) erwartet sowie die Festlegung von Lösungsmaßnahmen, um ein Entstehen solcher Fehler zu vermeiden.

Bislang neuartig ist die abgestufte Risikoabfrage. Umfangreiche und kapazitätsbindende Analysen kommen erst zum Einsatz, wenn in den Risikofiltern ein Mindest-Gefährdungspotential entdeckt wird. Hierfür ist die gemeinsame Anwendung der Methoden in sogenannten Modulteams notwendig. Die Hauptkomponenten des Fahrzeugs wie Karosserie, Antrieb, Elektrik werden in interdisziplinären Teams bearbeitet.<sup>78</sup> Jedes Modul wird qualitätsmethodisch gesteuert vom Modul-Qualitätsingenieur.



**Bild 5-5:** Beispiele zum Handlungsfeld Risikomanagement

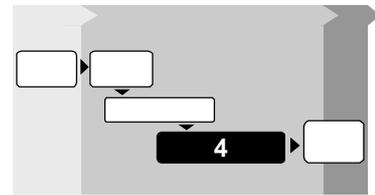
**Bild 5-5** zeigt die Kombination der Methoden Risikofilter, Fertigungstechnische Bewertung und FMEA. Gerade das Handlungsfeld 3 ist geprägt von methodisch ähnlichen Konzepten. Da überdies auch in vielen Risikostudien dieselben Personen beteiligt sind, kommt die Kombinationsform b häufig zur Anwendung. Die Resultate des Risikofilters sind Eingangsgrößen für die nachfolgenden Prüfungen und Methoden, hier ist die Form a bestimmend. Kritische Prozesse des FTB-Bewertungsblatts sollten direkt als Eingangsgröße ins FMEA-Blatt eingetragen werden (Fall c).

<sup>78</sup> Vgl. Braunsperger, M. (1992), S. 34

### 5.3.4 Produkt- & Prozeßbefähigung

#### I. Charakterisierung und Zielsetzung des Handlungsfelds:

Dieses Paket beinhaltet sämtliche meß- und prüftechnischen sowie planerischen Maßnahmen zur Herstellung und Gewährleistung einer wiederholgenauen Fertigungsqualität. Diese Maßnahmen dienen nicht dem Zweck, Fehler zu



identifizieren, sondern Störmöglichkeiten des Prozesses im Vorfeld zu erkennen und später während der Produktion regelnd einzugreifen, um Fehler erst gar nicht entstehen zu lassen. Hinsichtlich des Prüfungszwecks sollen zwei unterschiedliche Prozeßtypen unterschieden werden:

- Fehlereingrenzung: Es wird davon ausgegangen, daß prinzipiell jeder Prozeßschritt Fehler produziert. Die Konsequenz daraus wäre eine hundertprozentige Kontrolle der Fertigung. Die Messungen und Prüfungen bezwecken demzufolge das Eingrenzen, Aufspüren und Finden der Fehler. Die Meßergebnisse dienen der Nacharbeitssteuerung.
- Prozeßregelung: Prozesse werden mit Unterstützung des Risikomanagements (Handlungsfeld 3) hinsichtlich Fähigkeit und Beherrschbarkeit geplant. Übereinstimmend mit den Ideen der statistischen Prozeßregelung werden die Qualitätsmerkmale in Stichproben geprüft und auf diese Weise die Prozeßstabilität nachgewiesen.

Die Handlungen der Produkt- und Prozeßbefähigung wirken in hohem Maß auf die Prozeßregelung hin und unterstützen die risikoarme fertigungstechnische Umsetzung der im Handlungsfeld 2 definierten Qualitätsmerkmale sowie der im Risikomanagement definierten toleranzsensitiven Merkmale (Handlungsfeld 3).

#### II. Einsatz geeigneter Qualitätsmethoden:

*Durchgängige Meßstrategie*: Die gemeinsame Meßstrategie der Preßwerk(e) und des Rohbaus beinhaltet die frühzeitige Planung der benötigten Meßeinrichtungen in einem gesamthaften Konzept. Hier ist das Zusammenspiel zwischen Meßmitteln innerhalb der Produktionsbereiche wie den Laser-Meßanlagen (=Inline) und den Meßräumen (=Offline) zu beachten. Da zum Zeitpunkt der Strategieauslegung meist keine ausreichenden Produktangaben zur Verfügung stehen, sind Annahmen auf Basis des Vorgängertyps zu treffen. Die Reaktionsgeschwindigkeit der Meßtechnik richtet sich nach den Fertigungsinhalten, der Taktzeit, Stückzahl,

Schichtmodellen, usw. Davon betroffen ist die Anzahl der Sensoren, Meßköpfe, Meßplatten. Ergänzend zur Hardware-Planung werden die nutzbaren Ressourcen an Meßtechnikern, Meßräumen, und weiteren Meßleistungen diskutiert.

*Durchgängige Prüfstrategie:* Die Auslegung der Prüfverfahren und der Prüfzyklen der Festigkeit von Rohbauverbindungen ist getrieben von der Wahl eines Prozeßtyps (Abschnitt 5.3.4 / I.). Jede überflüssige Prüfung stört den Fertigungsfluß (Prüfplätze, Ausschleuswege, Puffer, usw.), deshalb sind die Prüfmaßnahmen auf ein minimal notwendiges Maß zu reduzieren. Sinnvoller sind präventive Anstrengungen wie vorsorgende Instandhaltung, Reduzierung aller Risiken, Einsatz hochwertiger Fertigungseinrichtungen.

*Ausrichtkonzept (inkl. Aufnahme- & Spanntechnik):* Die Durchgängigkeit der Bauteilaufnahme über die verschiedenen Fertigungseinheiten innerhalb der gesamten Prozeßkette ist zwingend notwendig zur Erreichung der geforderten Karosserie-Maßhaltigkeit. Die Erstellung der Ausrichtkonzepte<sup>79</sup> vollzieht sich in drei Stufen:

- (1) Aufnahme- und Spannpläne (kurz: ASP) für die Einzelteile.
- (2) ASP-Pläne für die Zusammenbauten und Übernahme ausgewählter Stellen der Einzelteile.
- (3) ASP-Pläne für die Werkzeuge, Vorrichtungen und Meß- und Prüfmittel.

*Meß- & Prüfplanung (Versuchsfahrzeuge):* Die Meß- und Prüfpläne werden erstellt für Prototypenteile und -komponenten sowie für komplette Karosserien. Erforderlich hierfür sind die Aufnahme- und Spannstellen des Bauteils.

*Meß- & Prüfplanung (Serienfahrzeuge):* Die Meß- und Prüfpläne für die Serienlaufzeit sind quasi aktualisierte Pläne der Prototypenbauphasen und beziehen sich auf die nach dem endgültigen „Datenfreeze“ freigegebenen CAD-Bauteilstände der Serienfertigung.

*Festlegung MFU/PFU-Merkmale (Merkmale zur Prozeßregelung):* Die Prozeßfähigkeit der Fertigungseinrichtungen erfordert die präzise Planung der für einen wiederholgenauen Prozeß notwendigen Merkmale. Da der MFU-Nachweis üblicherweise in der Verantwortung des Werkzeugherstellers liegt, sind durch geeignete Verfahrensanweisungen die Vorgaben des Automobilherstellers durchzusetzen. Bezüglich der PFU ergibt sich in vielen Projekten ein

---

<sup>79</sup> Das Prinzip jeder Ausrichtung im Einzelteil beruht auf Anwendung der 3-2-1-Regel: 3 Punkte für die Hauptausrichtung, je 2 und 1 für die Nebenausrichtungen.

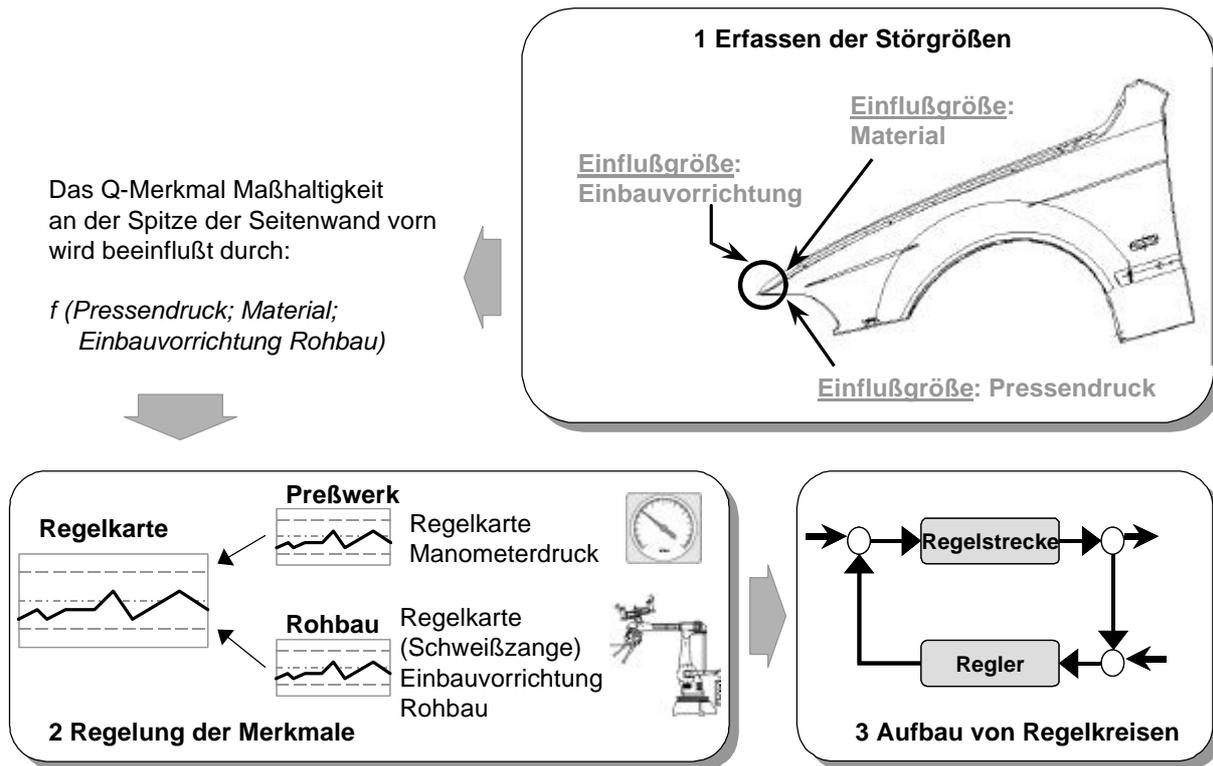
Problem aus der für einen statistischen Vergleich notwendigen Stückzahl, da in den frühen Bauphasen nur wenige Teilesätze hergestellt werden, und sämtliche Erzeugnisse für den weiteren Verbau in kompletten Karosserien zu Testzwecken (z. B. Sommererprober, Wintertest) benötigt werden. Zerstörende Prüfungen machen eine Weiternutzung des Teils unmöglich, und umfangreiche Messungen im Messraum verzögern den Weiterverbau. Viele Hersteller behelfen sich in solchen Situationen mit eingeschränkten PFU-Maßnahmen.

*Planung & Installation Prozeßregelkreise:* Auf Basis der definierten MFU-/PFU-Merkmale werden die Einfluß- und Stellgrößen des Prozesses und die sich daraus ergebenden Korrelationen analysiert. Es ist gefordert, daß kein fehlerhaftes Bauteil an die nächste Fertigungseinheit geliefert wird. Mit der Installation der Regelkreise sind die Voraussetzungen zur statistischen Prozeßüberwachung mit Regelkarte geschaffen, eine hundertprozentige Fehlereingrenzung ist nun nicht mehr möglich. Während des Serienanlaufs werden die Regelkreise mit steigender Produktions-Stückzahl optimiert.

### **III. Kombinationsbeispiele und Eingabe-Verarbeitung-Ausgabe-Beziehungen:**

Ein wichtiger Schritt zur Effizienzsteigerung stellt die Prozeßfähigkeit der im Handlungsfeld 2 identifizierten Qualitätsmerkmale dar. Hierzu zählt die Steuerung der Karosseriefertigung über Prozeßstellgrößen bei gleichzeitiger Reduzierung der einfachen Produktprüfung mit Nacharbeit. **Bild 5–6** zeigt die Installation eines geregelten Prozesses für eine Seitenwand.

Die Planung der Prozeßregelkreise startet mit der Auftragsvergabe an die Fertigungsmittel-Lieferanten kurz nach dem Design-Freeze und ist beendet mit der Übergabe an das Produktionswerk nach dem Serienanlauf.



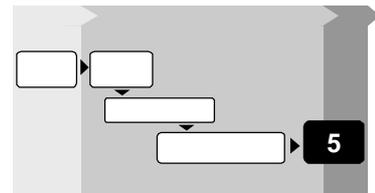
**Bild 5–6:** Handlungsfeld Produkt- und Prozeßbeherrschung

### 5.3.5 Nachweis & Überwachung der Produkt- / Prozeßqualität

#### I. Charakterisierung und Zielsetzung des Handlungsfelds:

Dem Automobilunternehmen stehen eine Vielzahl von Überwachungsinstrumenten und Nachweisverfahren zur Bewertung der hergestellten Produkte zur Verfügung, bevor überhaupt ein Fahrzeug an den Käufer ausgeliefert wird. Die

Überprüfung der Erreichung der geforderten Qualitätsziele kann wichtige Rückschlüsse auf die Projektarbeit liefern. Die Abstimmung der verschiedenen Instrumente wird erschwert durch die teils unterschiedliche Handhabung und Inhalte der Qualitätsnachweisführung:



- Unterschiedliche Durchführende der Qualitätsprüfung: Das Spektrum reicht von der Werkerselbstprüfung über der Prüfung in einer Fertigungsgruppe bis hin zur Fremdprüfung durch den Meßraum oder die Auditfachstellen. Daraus ergeben sich...
- Unterschiedliche Sichtweisen und Inhalte: Ein Gesamtfahrzeugaudit beurteilt die Fahrzeugqualität aus Käufersicht zum Zeitpunkt der Fahrzeugübergabe. Obwohl letztlich die Kundenzufriedenheit im Mittelpunkt der Anstrengungen steht, bleiben wichtige

Informationen „verborgen“. Sektorenaudits diagnostizieren den Zustand der Fertigungsgüte, indem nach Zwischenoperationen die Spezialisten der Fertigung auch zerstörend prüfen. Die unterschiedlichen Bedingungen können so zu anderen Ergebnissen als beim Gesamtaudit führen. Vergleichbares gilt für die Messung von Karosserien in den Meßräumen.

Das fünfte Handlungsfeld beinhaltet das komplette Maßnahmenpaket zum meßtechnischen oder prüftechnischen Nachweis der Qualitätsmerkmale.

## **II. Einsatz geeigneter Qualitätsmethoden:**

Bemusterung Bauteile: Die Bemusterungen der Einzelteile und Zusammenbauten werden durchgeführt unter Verwendung der (im Handlungsfeld 4) erstellten Meß- und Prüfpläne sowie der geforderten Meßaufnahmen. Die Durchsprache erfolgt im Team bestehend aus Einzelteil- und/oder Rohbauplaner, Konstrukteur, Meßtechnikern und Methodikern. Die Statusvergabe erfolgt nach den Einzelkriterien (Funktion, Maßhaltigkeit, Oberflächengüte, usw.), aus welchem sich der Gesamtstatus ergibt. Vier Teile-Status werden unterschieden:

4 = Nicht verbaubar. 3 = Nur mit Nacharbeit verbaubar. 2 = Ohne Einschränkung verbaubar.

1 = Prozeßsicher nachgewiesen.

Eine Statusergebnis schlechter 3 erfordert Überarbeitungen und zusätzliche Abstimmungen am Werkzeug. Dieser Prozeß steht in permanenter Wechselwirkung mit den konstruktiven Bauteiländerungen, welche ebenso in das Werkzeug einzupflegen sind.

Gesamtfahrzeugaudit: Eine unabhängige Auditstelle des Werkes prüft die fertig montierten Fahrzeuge aus Sicht eines kritischen Käufers, also rein visuell ohne zerstörende Methoden. Grundlage ist ein Fehlerartenkatalog, alle relevanten Fehler sind hier mit Punkten bewertet, die Summe der Punkte dividiert durch 100 ergibt die Qualitätszahl (QZ). Die Auditresultate sind aufgeteilt in die drei Kategorien: Karosserie, Lack/Oberfläche und Montage. Ein prozentualer Schlüssel gibt die zulässigen Anteile der drei Hauptfertigungsbereiche an das QZ-Ergebnis vor.

Maschinenfähigkeitsuntersuchung MFU: Die MFU wird durchgeführt für die Merkmale Maßhaltigkeit und Festigkeit gemäß betriebsinternen Technologie- bzw. Verfahrensanweisungen.

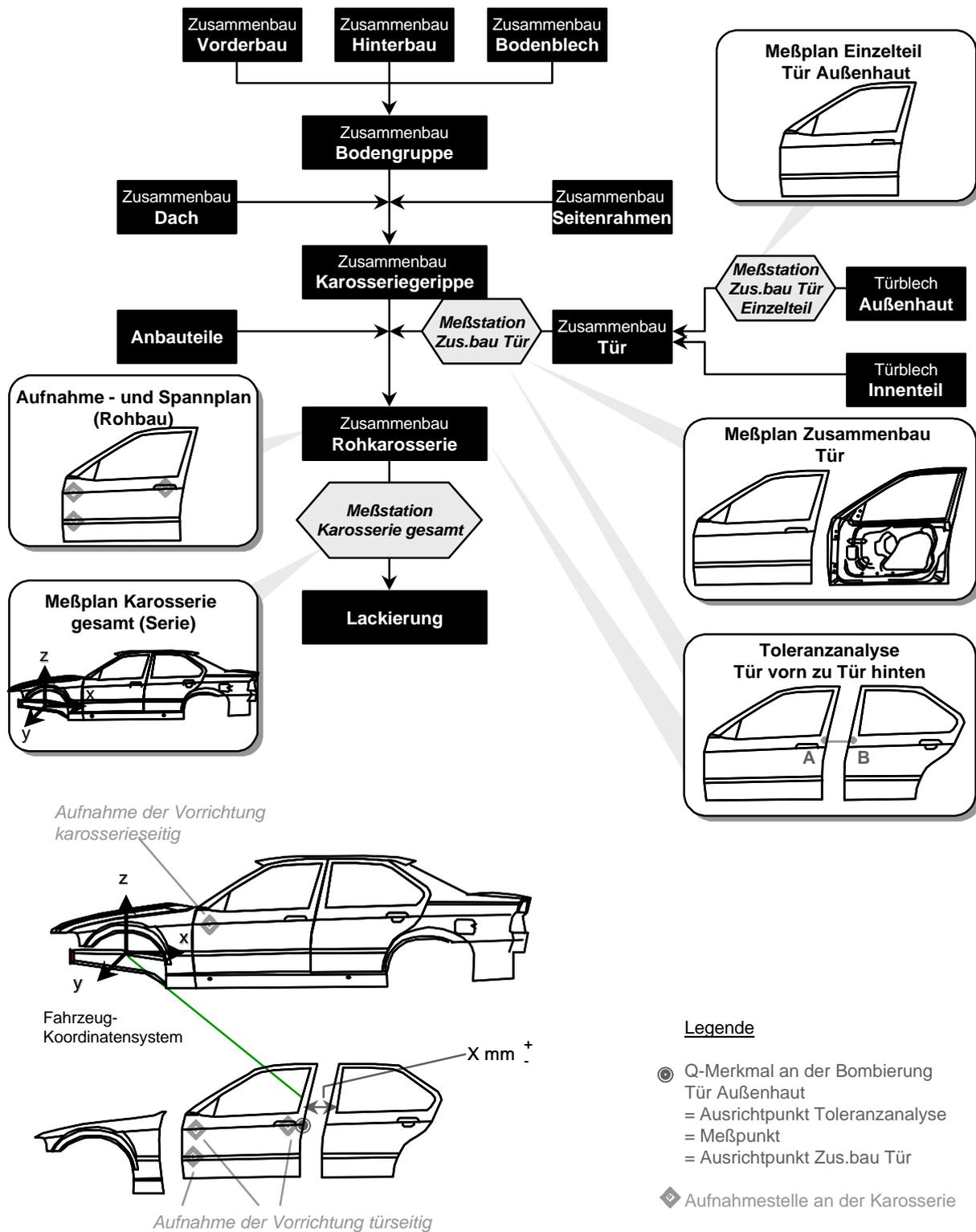
Prozeßfähigkeitsuntersuchung PFU: Die PFU-Fähigkeitsprüfung der Prozesse wird durchgeführt gemäß betriebsinterner Technologie- bzw. Verfahrensanweisung, jeweils für die Merkmale Maßhaltigkeit und Festigkeit (in Abhängigkeit der eingesetzten Füge-technologie).

Statistische Prozeßregelung SPC: Basierend auf MFU- und PFU-relevanten Merkmalen erfolgt die Prozeßregelung unter Anwendung der Regelkartentechnik, der Prozeßeingriff anhand der Regelgrößen.

### **III. Kombinationsbeispiele und Eingabe-Verarbeitung-Ausgabe-Beziehungen:**

Qualitätsmerkmale bilden zukünftig die gemeinsame Basis für die funktionalen Toleranzanalysen, die Meß- und Prüfplanung, die Teileausrichtung in den Fertigungsstufen und der Aufnahme- und Spanntechnik im Rohbau. Eine solche Durchgängigkeit ist am Beispiel des Qualitätsmerkmals Bombierung der Außenhaut der vorderen Tür in **Bild 5–7** dargestellt. Diese Durchgängigkeit sorgt einerseits für vergleichbare und wiederholgenaue Messungen zu verschiedenen Stadien der Karosseriefertigung. Andererseits wird eine durchgängige Aufnahme- und Ausrichtung der Blechteile von Einzelteil bis zum Zusammenbau ermöglicht.

In der Qualitätsmethode Prüf- und Meßstrategie richten sich die Prozeßpartner bezüglich der Meß- und Prüfumfänge, aber auch der Meß- und Prüfmethode gemeinsam aus. Die Messungen beinhalten die Erfassung der dimensionellen Eigenschaften der Karosserie, während beim Prüfvorgang die Festigkeit von Verbindungen wie Schweißpunkte, Schweißnähte oder Klebungen ermittelt wird. Beispielsweise kann in einer solchen Phase entschieden werden, ob die Karosserie nur in der Hauptlinie gemessen wird oder ob verstärkt in den Untergruppen die Unter-Zusammenbauten gemessen werden, um Einzelteil-Fehler früher erfassen und beseitigen zu können. Es werden auch die Aufgaben der Offline-Meßtechnik (Koordinatenmeßanlage) oder der Inline-Meßtechnik (Meßsensor auf Roboter) definiert. Die Prüfstrategie legt fest, an welchen Stellen im Prozeß Schweißpunkte überprüft werden, wo Nacharbeitsnotplätze vorzusehen sind und wie mit verdeckten Schweißpunkten umgegangen wird. Eine betriebswirtschaftliche Betrachtung ist in jedem Fall Bestandteil einer solchen Maßnahme, da mit einem höheren Meßumfang auch die Investitionen für die Meßmittel steigen.



**Bild 5-7:** Beispiele zum Handlungsfeld Nachweis der Produkt- und Prozeßqualität

Das standardisierte Ausrichtkonzept legt die durchgängige Aufnahme- und Spanntechnik vom Einzelteil bis zum Zusammenbau in den Preßwerk- und Rohbauanlagen und Prüfmitteln fest. Dieser Schritt ist die Grundlage für eine gemeinsame Aufnahmetechnik. Durch die gemeinsame Ausrichtung und Aufnahme der Teile wird den Messungen eine einheitliche Meßbasis zugrunde

gelegt. Bei den Messungen wird grundsätzlich immer ein Bezug zum Basis-Koordinatensystem hergestellt (s. **Bild 3–11**). Bei den Messungen der funktionalen Toleranzen wird ein Qualitätsmerkmal als Ursprung definiert und maßlich zu einem anderen Qualitätsmerkmal unabhängig vom Fahrzeugnetz in Beziehung gebracht.

Es werden nun die Meß- und Prüfpläne erstellt, zuerst für Versuchsträger und dann darauf aufbauend für die Serie. Ein Meßplan umfaßt die Bauteilkoordinaten, die Toleranzen und die Abstandsmaße mit zugeordneter Grafik. Bauteilumfänge für den Meßplan im Versuchsfahrzeugbau sind die Zusammenbauten Karosserie komplett, Türen- Front- und Heckklappe. Für die Serie kommen noch hinzu die Preßteile, Stanzteile, ausgewählte Zusammenbauten, Karosserierippe und Ausstattungsteile. Grundsätzlich sind alle Qualitätsmerkmale als Meßmerkmale zu übernehmen.

Die MFU als Kurzzeitfähigkeitsnachweis und die PFU als Langzeitfähigkeitsnachweis stellen die Prozeßfähigkeit der Fertigungsanlagen sicher. Unter Anwendung von Regelkarten werden die installierten Prozeßregelkreise nach SPC-Gesichtspunkten überwacht.

#### **5.4 Dokumentierung des Methodenverbundes als Qualitätsmanagementplan**

Die Ablaufstruktur der Handlungsfelder einschließlich der in Abschnitt 5.2 empfohlenen Qualitätsmethoden läßt sich in einem Qualitätsmanagementplan übersichtlich darstellen (**Bild 5-8**). Ein wesentliches Orientierungsmerkmal zum Verständnis des QM-Plans ist die Zeitachse der Projektphasen. Die Bezeichnung der Phasen stimmt überein mit den Ausführungen in Abschnitt 4.3. Üblicherweise wird ein Zeitpunkt bis zum Serienbeginn mit der Bezeichnung „Monate vor Serie“ (kurz: MvS) angegeben, nach Serienstart entsprechend „Monate nach Serie“ (kurz: MnS). Diese Nomenklatur wird einheitlich über alle Projekte verwendet. Jede Qualitätsmethode ist abgebildet als ein Kästchen in der repräsentativen Farbe des Handlungsfelds. Ergänzend zur Methodenbezeichnung ist der Termin der spätest-möglichen Fertigstellung. Die Terminangaben basieren auf Projekterfahrungen und kennzeichnen im Sinne der Methodenkombination die erfolgreiche Abschluß des Ausgabeprozesses.

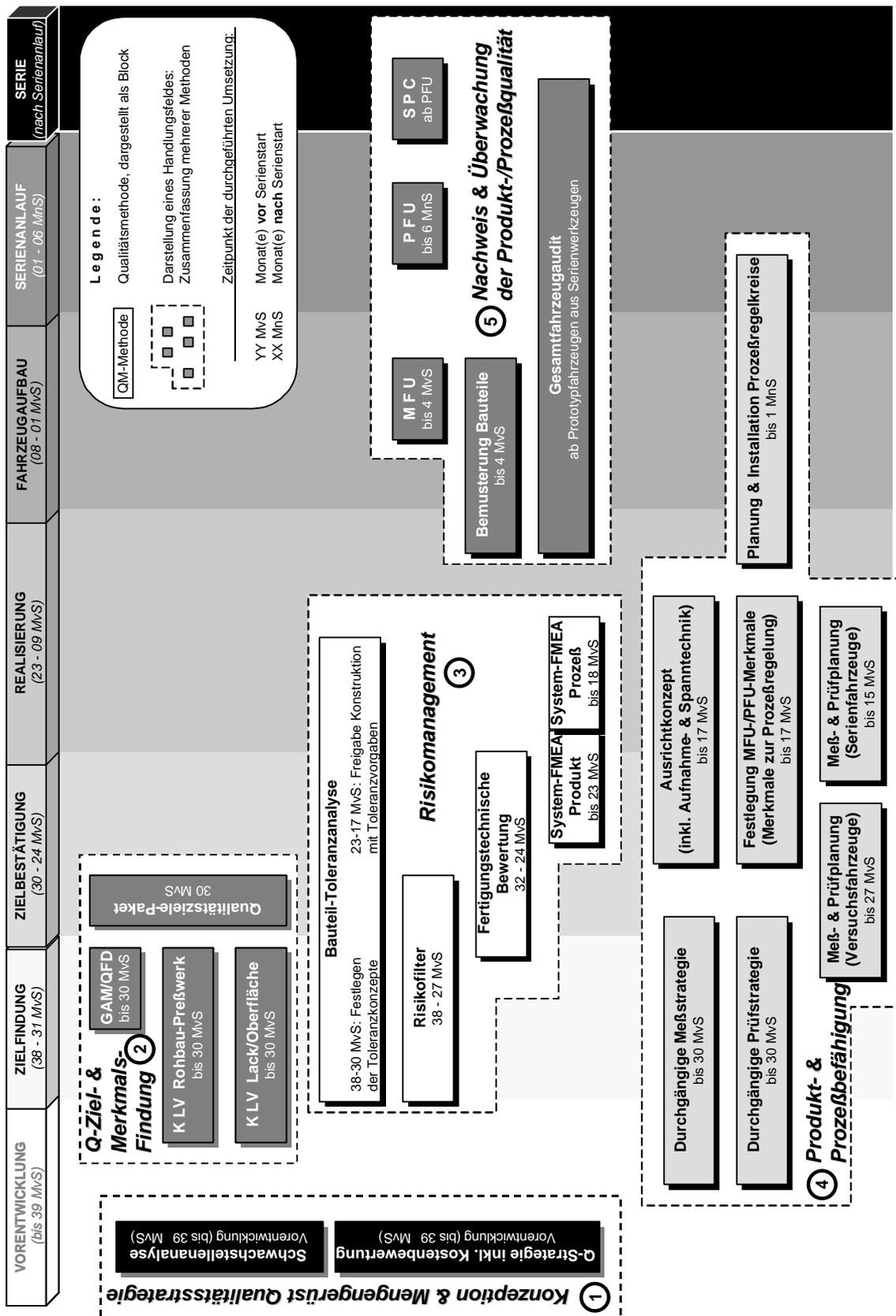


Bild 5-8: QM-Plan für Qualitätsmethoden-Einsatz

Die Termine sind so gesetzt, daß eine Überschreitung den Beginn nachfolgender (vernetzter) Methoden gefährden könnte. Ein die Methoden umspannender Rahmen einschließlich Titelbezeichnung bezeichnet das jeweilige Handlungsfeld.

Ein Qualitätsmanagementplan ist ein „Dokument (...), das festlegt, welche Verfahren (...) und zugehörigen Ressourcen wann und durch wen bezüglich eines spezifischen Projekts (...), Produkts (...), Prozesses (...) oder Vertrages anzuwenden sind“.<sup>80</sup> Der hier vorgestellte QM-Plan sollte den Anwender in die Lage versetzen, schnell und übersichtlich die an ihn gestellten Qualitätsaufgaben zu erfassen und Schnittstellen zu anderen Prozeßpartnern zu erkennen. Bereits existierende QM-Unterlagen wie Verfahrensanweisungen werden nicht wiederholt aufgelistet, es erfolgt lediglich ein Verweis auf diese Dokumente.<sup>81</sup>

Das Dokument des QM-Plans wird ergänzt um eine ausführlichere Eingabe-Verarbeitung-Ausgabe-Beschreibung („Steckbrief“) zu jeder Qualitätsmethode. Sie liefert die stichwortartigen Informationen zu den wesentlichen Elementen des Methoden-Basismodells (**Bild 4-1**):

- 1) Benötigte Eingangsgrößen...  
...mit Angaben zu Informationslieferanten bzw. -quellen, sowie  
...Beschreibung der Informationen.
- 2) Ergebnisse der Methode / Ausgangsgrößen...  
...mit Angaben über die Kunden bzw. Empfänger der Methodenergebnisse, sowie  
...Beschreibung der Ergebnisse.
- 3) Inhalte der Methodenverarbeitung...  
...Verweis auf für den Anwender nützliche oder notwendige Werkzeuge/Hilfsmittel  
(Normen, Schulungen, Dokumente, Software, usw.),  
...Potentialeinschätzung zur Kombinationsfähigkeit mit anderen Methoden,  
...empfohlener Zielzeitpunkt der spätesten Umsetzung (übereinstimmend mit QM-Plan).
- 4) Verantwortlichkeiten innerhalb der Prozeßkette...  
...Durchführungsverantwortung,  
...Mitwirkungsverantwortung.

---

<sup>80</sup> DIN EN ISO 9000:2000 (2000), S. 29

<sup>81</sup> Vgl. Wisslicen, H. (1995), S. 424

Im Anhang sind die Methoden-Steckbriefe abgebildet. Zu den genannten Beschreibungskriterien folgen einige Erläuterungen in Ergänzung zu den Ausführungen in Abschnitt 4.1:

Zu 1): Die in der Rubrik Eingangsgrößen aufgezählten Informationen stellen keine Auswahlmöglichkeiten dar, sondern sind in ihrer Gesamtheit erfolgsbestimmend. Hierzu zählen: Ergebnisse anderer vorgelagerter Qualitätsmethoden, oder Bauteildaten, Werkzeugkonzepte, Abläufe jeglicher Art und Form: Tabellen, Listen, Dateien, CAD-Daten, usw.

Zu 2): Die Rubrik Ausgangsgrößen faßt die durchschnittlich erwarteten Ergebnisse einer Methode zusammen. Kennt der Anwender den Empfänger seiner Resultate, so können bereits frühzeitig, also schon während der Methodenumsetzung Kommunikations- und Abstimmungsprozesse durchgeführt werden. Eine konkrete Hilfestellung ist gegeben, wenn die Art der Weiterverarbeitung der Ergebnisse genau bekannt ist. Formal können die Ergebnisse hierauf angepaßt werden, beispielsweise durch ein geeignetes Datenformat.

Zu 3) Es werden solche Werkzeuge oder Hilfsmittel genannt, welche im Unternehmen bekannt und allgemein verfügbar sein sollten. Hierzu zählen Normen, Standardprodukte wie auf dem Markt erwerbbar, Methodensoftware und, soweit im jeweiligen Betrieb vorhanden, in einem Vorgängerprojekt erfolgreich umgesetzte Lösungen, welche als Standard für zukünftige Anwendungen zu verwenden sind, z.B. ein Zielkatalog. Es wird vorausgesetzt, daß die Mitarbeiter Kenntnis über die Bezugsquellen haben. Es liegt in der Verantwortung des Fahrzeugprojektleiters, seinen Teams diese Werkzeuge zugänglich zu machen. Standardprozeduren wie z.B. FMEA werden in der Eingabe-Ausgabe-Beschreibung nicht erläutert, stattdessen wird auf entsprechende Weiterbildungsmöglichkeiten und Schulungsunterlagen verwiesen.

In der Rubrik Kombinationspotential werden weitere Methoden aufgelistet, welche entweder aus demselben Handlungsfeld stammen oder welche im gemeinsamen Verbund bestimmte Übereinstimmungen zeigen. Zusätzlich wird eine passende Vernetzungsform (a, b, oder c) vorgeschlagen.

Der als Zielzeitpunkt angegebene Termin oder Terminrahmen ist ein Erfahrungs- bzw. Richtwert, der im konkreten Projektfall unbedingt mit allen verantwortlichen Fachprojektleitern und dem Fahrzeugprojekt abzustimmen ist. In einem dynamischen und transparenten Prozeß mit

ständigem Informationsaustausch zwischen den Prozeßpartnern haben die Teams die Verantwortung, regelmäßig die erworbenen Teil- und Zwischenergebnisse zu kommunizieren, um frühzeitig Aktivitäten bei den anderen Fachstellen auszulösen.

Zu 4): In der Rubrik Verantwortlichkeiten sind die wichtigsten Fachkräfte des Methodenteams genannt. Dieses schließt aber nicht aus, daß bei Bedarf zusätzliche Experten einbezogen werden können. Im Feld „Durchführung“ ist der für die Initiierung und Steuerung der gesamten Methodenanwendung verantwortliche Mitarbeiter genannt. In vielen Fällen findet sich dort: QM-Gesamtverantwortlicher des neuen Projekts. Unter dieser Bezeichnung ist ein Qualitätsexperte zu verstehen, welcher die gesamte Qualitätsmethodenarbeit innerhalb der Prozeßkette Karosserie koordiniert und regelt.

### **5.5 Erstellung eines Umsetzungskonzepts und Festsetzung der Umsetzungsverantwortung in einer neu zu definierenden Projektaufgabe**

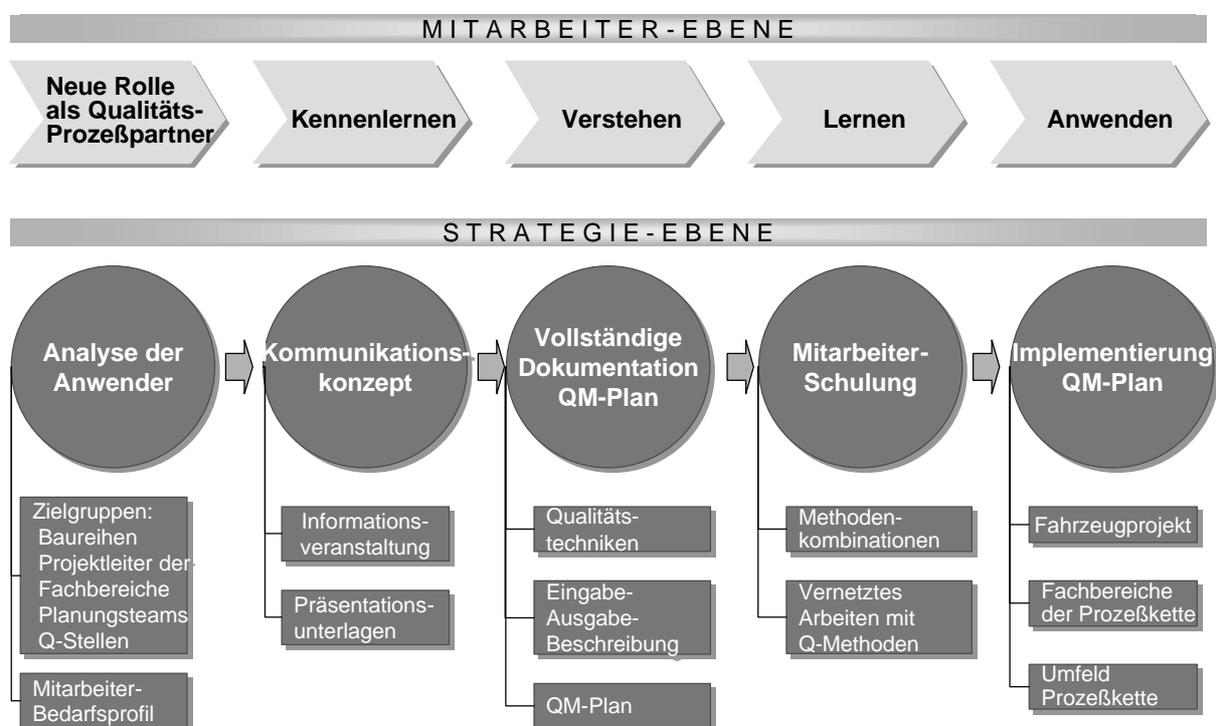
Die Karosserieentwickler, Fertigungsplaner und Qualitätsexperten als hauptsächliche Anwendergruppe des QM-Plans benötigen eine Einführung in die theoretischen Zusammenhänge, um die Methodik der kombinierten Qualitätsmethoden in Handlungsfeldern anwenden zu können. Zu diesem Zweck wird ein Umsetzungskonzept geschaffen. In fünf Schritten werden die Mitarbeiter an die neue Vorgehensweise herangeführt (**Bild 5–9**). Zwei Perspektiven sind dabei zu unterscheiden:

- Arbeiterebene („Ich-Perspektive“),
- Strategieebene („Außen-Perspektive“).

Beide Sichtweisen müssen aufeinander abgestimmt sein, die Information von außen muß durch die innere Bereitschaft aufgenommen werden. Im ersten Schritt werden diejenigen Mitarbeiter identifiziert, die in den Fahrzeugprojekten aktiv die Qualitätsstrategie umsetzen werden. Dazu werden Bedarfsprofile als Soll-Vorgabe erarbeitet, und mit dem Ist-Zustand verglichen. Die persönliche Grundeinstellung der Mitarbeiter kann beispielsweise in Einzelgesprächen oder Trainings ermittelt werden.

In der zweiten Stufe lernen die Anwender das neue Qualitätskonzept und dessen Intention näher kennen und entwickeln das Verständnis für die neue Vorgehensweise. Auf Informationsveranstaltungen bietet sich die Chance, alle beteiligten Mitarbeiter zusammenzubringen. Die Präsentationsunterlagen konzentrieren sich auf die wesentlichen Kerninhalte, ohne die Zuhörer mit vielen Details zu überfordern.

Im dritten Schritt werden die Mitarbeiter intensiv in die qualitätsmethodischen Zusammenhänge eingearbeitet, wichtige Themen hierbei sind die Phasen der Qualitätsarbeit und die entsprechenden Handlungsfelder. Der QM-Plan und die Eingabe-Verarbeitung-Ausgabe-Beschreibung der Qualitätsmethoden müssen hierfür zur Verfügung stehen.



**Bild 5-9:** Schritte für ein Umsetzungskonzept<sup>82</sup>

In dem vierten Schritt erfolgt die individuelle Schulung der Mitarbeiter in den für sie relevanten Qualitätsmethoden. Es werden die für die Anwendung spezifischen Wissensinhalte vermittelt und gelehrt. Der Anwender erlernt die vernetzte Umsetzung der Qualitätsmethoden. Ein Schwerpunkt der Schulungen liegt im Umgang mit den Kombinationsformen, für deren wirkungsvolle Realisierung die Methodenteams zukünftig die Verantwortung tragen.

Die fünfte und letzte Stufe umfaßt die Implementierung der gelernten Inhalte im Fahrzeugprojekt. Dabei werden im besonderem Maße die kommunikativen Fähigkeiten zur

<sup>82</sup> Vgl. Grasse, J.; Niesen, N. (1999), S. 1240

Abstimmung mit den Prozeßpartnern benötigt. Ein zentraler Ansprechpartner sollte stets der Projektleiter sein, sein Vertrauen und seine Unterstützung können für die tägliche Projektarbeit entscheidend sein. Auch seitens der Qualitätsfachstellen sollte Unterstützung abrufbar sein, beispielsweise in Form von Methodenspezialisten, welche bereits Erfahrung gesammelt haben und diese im neuen Projekt weitergeben.

Allein das Umsetzungskonzept garantiert nicht die erfolgreiche Implementierung der neuen Vorgehensweise in den Fahrzeugprojekten. Hierzu wird ein Fachmann in der Funktion eines Koordinators, Ansprechpartners und Treibers benötigt, der über fundierte Kenntnisse der tieferen Zusammenhänge und Wirkmechanismen der kombinierten Methodenanwendung verfügt. In Abgrenzung zur Durchführungs- und Mitwirkungsverantwortung bezüglich einer einzelnen Methode (vgl. Kap. 4.1.2) unterstützt die Umsetzungsverantwortung den Aufbau und die Anwendung des Methodenverbundes. Diese neue Projektaufgabe erhält die Bezeichnung „QM-Verantwortlicher“. Sinnvollerweise sollte die Qualitätsmethodenarbeit der gesamten Prozeßkette lackierte Karosserie mit einem QM-Verantwortlichen je Fachbereich besetzt sein. Zu den Aufgaben des QM-Verantwortlichen zählen:

- Er erläutert den Fachprojektleitern der Fachbereiche die Ziele des Methodenverbundes und sichert sich die Unterstützung der beteiligten Entwickler bzw. Planer zu.
- Er vermittelt das Basismodell der Methodenanwendung als grundlegende Vorgehensweise in möglichst jedem Methodenteam und begleitet die Durchführung der Teilprozesse.
- Er demonstriert in Beispielen den Umgang mit den Kombinationsformen und die daraus resultierende Vernetzung mit anderen Qualitätsmethoden.
- Er ist die Kontaktperson und der Ansprechpartner zu allen Fragen der kombinierten Methodenanwendung.
- Der Kapazitätsbedarf je Fahrzeugprojekt und je Fachbereich ist mit 100%, also 1 Mannjahr anzusetzen. Idealerweise ist die gesamte Dauer des Projekts von der Zielfindungsphase bis zum Serienanlauf mit den designierten QM-Verantwortlichen zu besetzen.
- Es ist davon auszugehen, daß für die nächsten Fahrzeuggenerationen weiterhin ein Bedarf an QM-Verantwortlichen notwendig ist. Ein frühzeitiges Loslassen von dieser Aufgabe würde mit hoher Wahrscheinlichkeit zu einem Scheitern der Umsetzung führen.

## 6 Praktische Erprobung in einem Fahrzeugprojekt

Die Gestaltung eines Qualitätsmethodenverbundes ist besonders dann von Interesse, wenn die daraus resultierenden Effekte in der Praxis erfolgreich nachgewiesen werden konnten. Damit läßt sich der zu investierende Aufwand rechtfertigen und die Mitarbeiter besser motivieren. Die Erfüllung der Anforderungen unter rauen Alltagsbedingungen ist der Ansporn, selbiges zu wiederholen und die Leistungen zu steigern. Für das in dieser Arbeit untersuchte Beispiel der Karosserieentwicklung bietet sich der Nachweis in einem neu zu entwickelnden Fahrzeug besonders an. Während der Begleitung einiger Fahrzeugprojekte bei einem Automobilhersteller konnten vielfältige Erfahrungen im Bereich der Methodenumsetzung und gestaltung gewonnen werden. Aus zeitlichen Gründen war die Betreuung eines vollständigen Projekts bis zum Serieneinsatz nicht möglich. Vielmehr konzentrierten sich die Untersuchungen auf ausgewählte Handlungsfelder bzw. Methodenumsetzungen.

Das für den praktischen Teil dieser Arbeit ausgewählte Automobilunternehmen ist ein weltweit operierender deutscher Konzern mit nationalen und internationalen Produktionsstandorten. Die Produktpalette umfaßt die populären Fahrzeugtypen Limousine oder Cabriolet, aber auch Nischenprodukte wie Sportwagen. Grundsätzlich bestehen bezüglich der Produktqualität definierte Qualitätsanforderungen seitens des Fahrzeugprojekts, die zwingend zu erfüllen sind. Hierzu zählen Qualitätszahl-Werte (in Abhängigkeit des Projektfortschritts abnehmend), also die Limitierung der maximal zulässigen Anzahl an Fehlerbildern je Automobil, sowie Forderungen bezüglich der Spaltmaße der Karosserie-Außenhaut, dokumentiert im Fugenplan.

Die gegenwärtige Situation im Automobilbau ist gekennzeichnet von einer Märktesättigung und einem zunehmenden Verdrängungswettbewerb, sowohl auf Produktseite als auch auf Unternehmensebene. Mit der Besetzung von Marktnischen erhoffen sich die Hersteller eine bessere Bedienung der Käuferwünsche. Die Diversifikation der Modelle führt dazu, daß jeder Hersteller mehr Modelle bedienen und seine Kapazitäten straffen muß, ein deutliches Indiz hierfür ist die stetige Reduzierung der Entwicklungszeiten. Gerade für qualitätsbedingte Korrekturen verbleibt dadurch immer weniger Spielraum, und es steigt die Gefahr, daß

fehlerbehaftete Fahrzeuge an die Käufer ausgeliefert werden, wie es die umfangreichen Rückrufaktionen der Branche der letzten Jahre beweisen.<sup>83</sup>

Zuerst wird in diesem Kapitel das Grundlagenprojekt und dessen Vorgehensweise bei der Entwicklung der vernetzten Qualitätsstrategie näher beschrieben. In diesem Projekt war der Verfasser für die wissenschaftliche Betreuung und Koordination des Teams zuständig. Im Betrachtungszeitraum von April 1997 bis Juni 1999 war der Verfasser im Bereich Qualitätsmanagement der Technologie Rohbau beschäftigt.

Im Anschluß geben einige Beispiele einen Einblick in die vom Verfasser begleitete Umsetzung der neuentwickelten Qualitätsstrategie in einigen Fahrzeugprojekten. In Ausschnitten werden ausgewählte Methoden/Handlungsfelder näher beleuchtet hinsichtlich der aufgetretenen Umsetzungsschwierigkeiten während der Qualitätsarbeit sowie erste Erfolge. Während des Zeitraums von Juli 1999 bis März 2001 war der Verfasser in der Funktion des QM-Verantwortlichen des Rohbaus tätig.

## **6.1 Rückblick über die Entwicklung der vernetzten Qualitätsstrategie**

Zu Beginn des Jahres 1997 formte sich im besagten Unternehmen die Prozeßkette Karosserie als loser Verbund der beteiligten Fachbereiche und Technologien ohne eigene organisatorische Unternehmenseinheit. Es wurden Anstrengungen unternommen, die Qualitätsarbeit der einzelnen Qualitätsfachstellen besser aufeinander abzustimmen. Ein wesentliches Element war die Verbesserung des Qualitätsmethodeinsatzes über die gesamte Prozeßkette. Hauptkritikpunkt bisheriger Projekte war die Fragestellung, unter welchen Bedingungen der Einsatz von Qualitätsmethoden den hierzu notwendigen Aufwand rechtfertigte. Zu diesem Zweck entstand das Projekt „Gemeinsame Qualitätsstrategie Karosserie“.

Das Projektteam bestand aus Vertretern folgender Fachbereiche: Technologie Rohbau, Technologie Preßwerk, Versuchsfahrzeugbau, Meßtechnik. Phasenweise waren auch Vertreter der übrigen Fachbereiche der Prozeßkette wie die Entwicklung/Konstruktion und die Technologie Lack/Oberfläche sowie der Bereich Unternehmensqualität beteiligt. Die Projektleitung übte der Vertreter des Rohbaus (damals Leiter des Qualitätsmanagements Technologie Rohbau) gemeinsam mit dem Verfasser dieser Arbeit aus.

---

<sup>83</sup> Vgl. Büschemann, K.-H. (1999)

Die Projektarbeit wurde in mehreren Phasen durchgeführt:

- 1) Vorbereitungsphase - Beschreibung des Qualitätsprozesses Karosserie: 1. Quartal 1997
- 2) Startphase: März - Mai 1997
- 3) Ist-Analyse: Mai - Juli 1997
- 4) Soll-Beschreibung: Juli 1997
- 5) Ausarbeitung des QM-Plans: Sep. - Dez. 1997
- 6) Umsetzungskonzept QM-Plan: Jan. - Sep. 1998

Während der Vorbereitungsphase wurde eine Begehung der Fachbereiche unternommen, um sich vor Ort über die spezifischen Aufgabenstellungen sowie deren Anteil am Karosserieprozeß zu unterrichten. Ein besonderer Schwerpunkt wurde auf das Qualitätsmerkmal Karosseriegeometrie gelegt mit seinen Einflüssen aus Produktenwicklung und Produktionsplanung.

Die Startphase war geprägt von der Bildung des Projektteams sowie der Definition der Projektzielsetzungen einschließlich Terminplanung und Startbrief. Als Kernziel wurde die Optimierung des Produktentstehungsprozesses Karosserie zur Erreichung der Qualitätsziele formuliert. Mit der zu entwickelnden Qualitätsstrategie sollte ein Beitrag zur Reduzierung der Entwicklungszeiten und Verkürzung der Anlaufzeiten geliefert werden.

In einer Ist-Analyse wurde die Beziehung der Projektbeteiligten in einer Prozeßkettenstruktur dargestellt. Außerdem stellte jeder Fachbereich seine spezifische Qualitätsarbeit, die jeweiligen Qualitätserfordernisse und auch Problemstellungen den anderen Teilnehmern vor. Als wesentliches Problem kristallisierten sich die teilweise unterschiedlichen Vorgehensweisen bei der Anwendung und Umsetzung von Qualitätsmethoden heraus.

Um einen neuen Ansatz zu finden, wurden im ersten Schritt während der Soll-Beschreibungsphase alle als notwendig und bewährt definierten Qualitätsmethoden und -aufgaben zusammengetragen. Daraufhin konnten diese Qualitätsmethoden in einem zweiten Schritt den allgemeinen Projektphasen zugewiesen werden, und der individuelle Beitrag jedes Fachbereichs definiert werden. Ebenso wurden die Verantwortlichkeiten im Sinne einer Durchführungs- und Mitwirkungsverantwortung festgeschrieben.

Damit konnte die Ausarbeitung des QM-Plans beginnen: Die einzelnen Bausteine wurden miteinander in Beziehung gesetzt, den neu formulierten Handlungsfeldern zugewiesen, und in einer Eingabe-Verarbeitung-Ausgabe-Beschreibung detailliert erläutert.

Die letzte Projektphase widmete sich der Ausarbeitung eines Umsetzungskonzepts. Die wesentlichen Zielgruppen wurden identifiziert und die Erfolgsfaktoren zur bestmöglichen Implementierung definiert.

Die Ergebnisse des Projekts wurden am 26.02.1998 dem Entscheiderkreis der Prozeßkette Karosserie vorgestellt, und das Projektteam dort entlastet. Für die damals anstehenden Fahrzeugprojekte wurde der Auftrag erteilt, die neue Qualitätsstrategie zu implementieren.

## **6.2 Darstellung ausgewählter Implementierungsbeispiele**

Die folgenden Beispiele entsprechen zwei vom Verfasser begleiteten Fahrzeugprojekten. Für ein besseres Hintergrundverständnis werden beide Projekte kurz erläutert bezüglich:

- Angaben zu Produkt und Planung sowie Anforderungen, und
- Allgemeine Informationen zur Qualitätsarbeit.

Die sich anschließenden Themenbeispiele sind einem dieser Projekte entnommen und werden ausführlich beschrieben hinsichtlich:

- Beschreibung der erlebten Umsetzung der Methoden, und
- Kombinationen/Wechselwirkungen mit anderen Qualitätsmethoden/Handlungsfeldern.

### **6.2.1 Kurzbeschreibung Fahrzeugprojekt A**

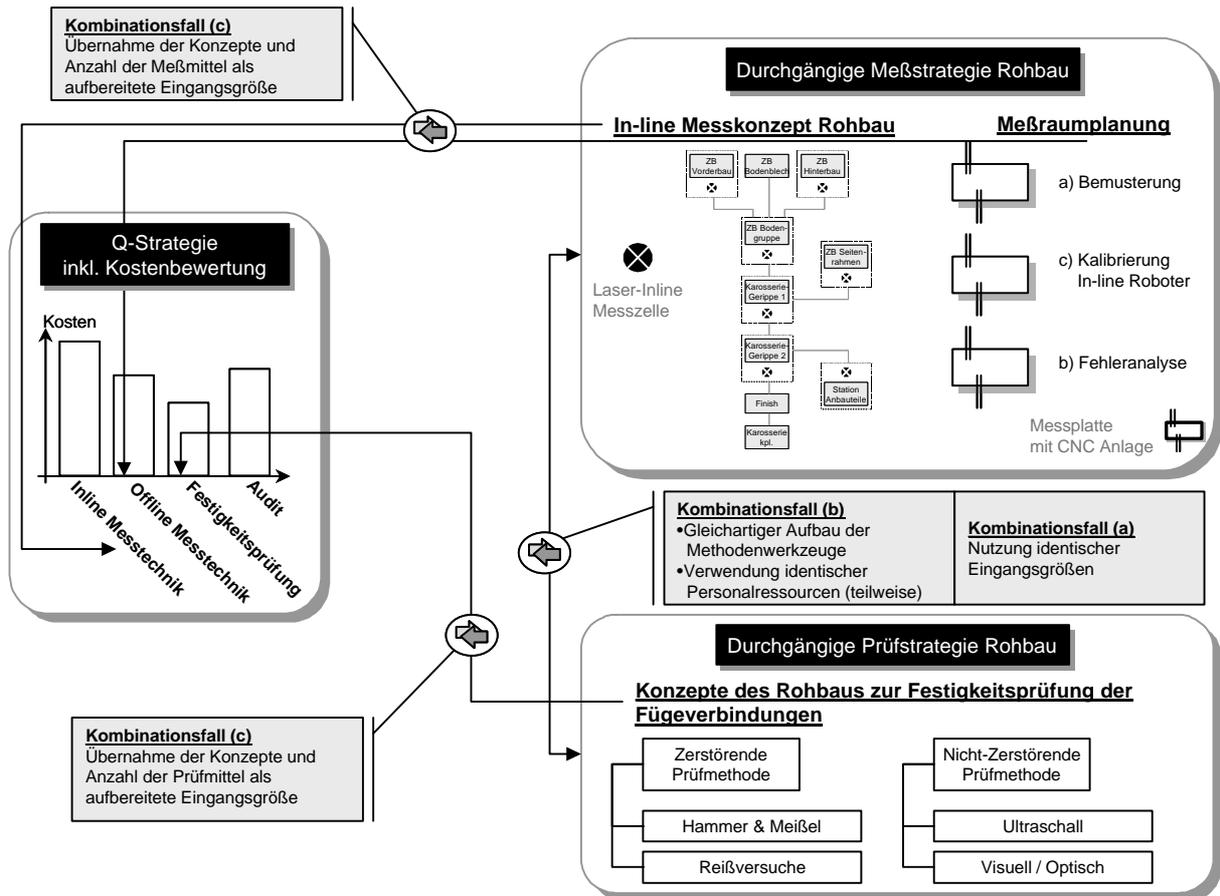
Das Projekt A beschreibt ein Fahrzeug der Kompaktwagenklasse mit mehreren Derivaten wie Kompakt-Limousine (3- und 5-türig) und Minivan. Die Bauweise entspricht einer konventionellen selbsttragenden Stahlkarosserie. Die Anzahl von mehreren hundert Blecheinzelteilen und Zusammenbauten liegt auf einem klassenüblichen Niveau. Die aus der hohen Stückzahl resultierende sehr kleine Taktzeit ergibt eine hochautomatisierte Rohbaufertigung mit mehreren Linien. Zur Formulierung der Anforderungen wurde ein Benchmarkvergleich mit Konkurrenzprodukten durchgeführt und die aus Käufersicht besonders wichtigen Merkmale priorisiert. Die Qualitätsarbeit war im besonderen davon geprägt, die reibungslose und störungsfreie Produktion der hohen Stückzahl sicherzustellen. In der Konsequenz bedeutete dies, umfangreiche Regelmechanismen zur Gewährleistung einer hohen Prozeßsicherheit zu installieren und konstruktive Risiken am Produkt frühzeitig und

sorgfältig auszuschalten. Für den Qualitätsgesamtverantwortlichen des Rohbaus erforderte die Vielzahl der Fahrzeugtypen und Produktionsstandorte einen hohen Abstimmungsaufwand zwischen den Qualitätsstellen.

### 6.2.2 Vorstellung des Erprobungsbeispiels 1 (Projekt A)

Ausgehend von der Anfrage des Projektleiters Rohbau an den QM-Verantwortlichen waren zu Beginn der Zielfindungsphase des Projekts A sämtliche qualitätsbezogenen Investmittel aufzulisten und in die Projektkalkulation zu integrieren. Entsprechend dem QM-Plan war diese Maßnahme eingebettet in der Qualitätsaufgabe „Q-Strategie inklusive Kostenbewertung“. Um hier einen gesamthaften Ansatz zu finden, mußten gleichzeitig die Methoden „durchgängige Prüfstrategie“ und „durchgängige Meßstrategie“ erarbeitet werden, um aufgrund des strategischen Ansatzes die geeigneten Umfänge an Prüf- und Meßmitteln zu definieren. Um diese Umfänge zahlenmäßig zu berechnen, waren das Konzept der Laser-Inline-Meßanlagen (kurz: Inline) sowie die Planung der erforderlichen Meßraumkapazitäten (kurz: Offline) zu entwerfen und miteinander abzustimmen (**Bild 6-1**). Da beide Meßverfahren sich gegenseitig ergänzen, mußte ein sinnvolles und ausgewogenes Verhältnis zwischen der Fähigkeit zu Sofortaussagen der Inline-Technologie und den zeitintensiven Fehleranalysen und Kalibrierungen im Offline-Bereich hergestellt werden.

Das Mengengerüst wurde erst festgelegt, nachdem die Funktionen und Konzepte mit allen Beteiligten abgestimmt war. Die Abbildung zeigt eine einfache Prinzipskizze des Layouts. Das primäre Ziel der Inline-Strategie sollte es sein, die Meßräume zu entlasten und gleichzeitig die Reaktionszeiten zu erhöhen. Selbstverständlich galt es auch einen Interessensausgleich zwischen Ökonomie und ausreichender Qualitätssicherung zu finden. Für die weitere Ausgestaltung der Meßkonzepte waren die Resultate der Methode „Ausrichtkonzepte“ bindend zu integrieren, die Durchgängigkeit der Meßaufnahmen zu den Einzelteil- und Rohbauwerkzeugen war unbedingt zu gewährleisten. Die Koordination dieses komplexen Geflechts aus Wechselwirkungen und Abhängigkeiten machte den Einsatz eines Qualitätsverantwortlichen erforderlich, insbesondere wenn unterschiedliche Auffassungen zwischen den Fachstellen bezüglich der optimalen Aufnahmetechnik auszugleichen waren.



**Bild 6-1:** Erprobungsbeispiel 1 – Handlungsfelder 1&4 - Projekt A

Auch bei diesem Erprobungsbeispiel kamen mehrere Kombinationsformen zur Anwendung. Mit der Übertragung der Ergebnisse (Prüf-/Meßkonzepte, Umfang an Meß- und Prüfmitteln) aus „Meßstrategie“ und „Prüfstrategie“ in die Q-Strategie wurde eine Kombination des Typs (c) gewählt. Beide Methoden „Meßstrategie“ und „Prüfstrategie“ wurden vom QM-Verantwortlichen in sehr enger Abstimmung durchgeführt. So waren beide Methodenteams teilweise mit den gleichen Experten besetzt (z.B. Qualitätsingenieure), eine derartige Ressourcenübereinstimmung kennzeichnet eine Vernetzung gemäß Fall (b). Überdies sind beide Werkzeuge strukturell sehr ähnlich aufgebaut. Da beide Aufgaben auch überwiegend identische Eingangsgrößen benötigten und diese aus denselben Quellen erhielten, wurde eine weitere Form der Vernetzung (a) angewendet.

### 6.2.3 Kurzbeschreibung Fahrzeugprojekt B

Das Projekt B repräsentiert eine Limousine der obersten Fahrzeugklasse. Hieraus ergibt sich eine relativ geringe zu produzierende Stückzahl mit hoher Taktzeit und überwiegender

Handfertigung. Als Werkstoff für die Karosserie wurde Aluminium gewählt, das Konstruktionsprinzip ist eine Space-Frame-Technologie unter Einsatz von Strangpreßprofilen in der Struktur. Aufgrund des sehr hohen Verkaufspreises liegen die geforderten Qualitätseigenschaften auf einem überdurchschnittlichen Niveau. Die Qualitätsteams waren gefordert bezüglich der Realisierung enger Toleranzen der Aluminium-Einzelteile zur Gewährleistung eines problemlosen und nacharbeitsminimalen Verbaus im Rohbau. Die Herausforderung bestand im Aufbauen fähiger Prozesse auch bei für SPC zu geringen Stückzahlen. Aus organisatorischer Sicht mußten die unterschiedlichen Niveaus der Qualitätsarbeit der Fachstellen angeglichen werden: Während auf der Einzelteileseite die Qualitätsaufgaben partiell von den Planern mitbetreut wurden, konnte der Rohbau mit einem kleineren Qualitätsteam unterstützen. Durch intensive Kunden-Lieferanten-Gespräche konnte eine Annäherung erzielt werden.

#### **6.2.4 Vorstellung des Erprobungsbeispiels 2 (Projekt B)**

Dieses Beispiel aus Projekt B reflektiert die Umsetzung des Handlungsfelds 2 (Qualitätsziel- & Merkmalsfindung). Zu Beginn der damaligen Zielbestätigungsphase wurden die zulässigen Qualitätseigenschaften der Einzelteile intensiv diskutiert mit dem Anspruch, die Teilesätze für den Rohbau termingerecht und sicher verbaubar an das Rohbau-Sperrlager anzuliefern. Als Herausforderung wurde die Bedienung der ersten Prototypenbauphasen identifiziert. Zu diesem frühen Zeitpunkt würden die Umformwerkzeuge und die Rohbauvorrichtungen gerade erst aufgebaut und installiert sein. Die Situation war geprägt von den unterschiedlichen gegenseitigen Erwartungen zwischen den Fachstellen Preßwerk und Rohbau:

Erwartung Preßwerk: Überhöhte Forderungen der Rohbauseite und bei Nichterfüllung das Risiko einer Flut von Reklamationen, welche die Möglichkeiten der Korrektur bei gleichzeitiger Werkzeugeinarbeitung und auch den zeitlichen Rahmen des Projekts gesprengt hätten.

Erwartung Rohbau: Im noch nicht eingeschwungenen Zustand wurde das Risiko gesehen, die Fertigungsmannschaft des Rohbaus, die sich auf die Einarbeitung zu konzentrieren hatte, mit nicht akzeptabler Nacharbeit von potentiellen Einzelteilfehler zu überfrachten und so wertvolle Zeit zu verlieren.

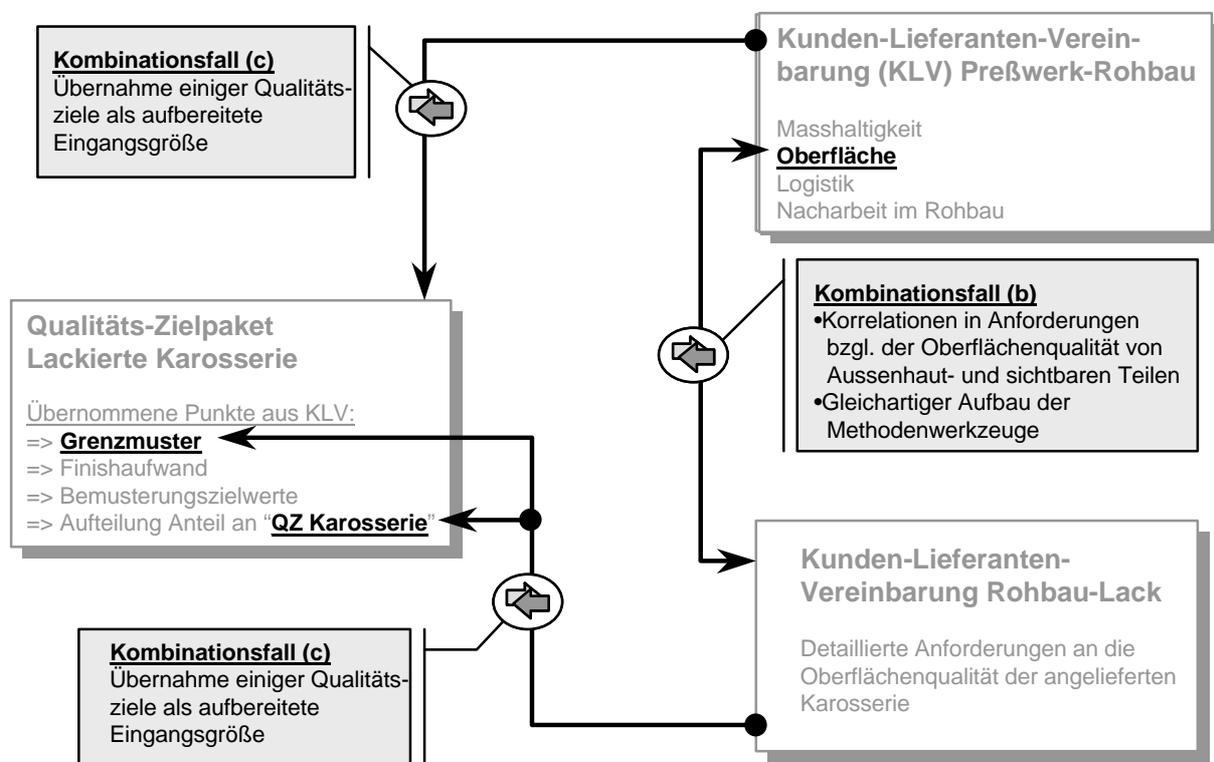
Unstrittig war die generelle Forderung nach Erfüllung der Funktion durch die Einzelteile, Differenzen bestanden allerdings bei der Festlegung der dazu erforderlichen Toleranzen. Etwas mehr Spielraum wurde bei der Spezifizierung der zu realisierenden Oberflächengüte gesehen. Als Kern des Problems kristallisierte sich das Bestreben beider Parteien heraus, bei Fertigungsproblemen nicht in die Pflicht genommen zu werden. Während das Preßwerkteam seinen Werkzeugkorrekturaufwand und damit Nachbesserungen auf ein minimales Maß zu reduzieren anstrebte, und bei kleineren Mängeln den Rohbau in die Verantwortung zu nehmen versuchte, wurde seitens des Rohbaus eine vollständige Erfüllung der Liefertermine und Anforderungen erwartet. Die Annäherung kam erst schrittweise zustande. Systematisch wurden die Kategorien Maßhaltigkeit, Oberfläche, Nacharbeit, Teileanlieferung bearbeitet und die offenen Punkte deutlich herausgestellt.

Um die unterschiedlichen Erwartungen abzustimmen, fanden unter Anwendung der Methode „Kunden-Lieferanten-Vereinbarung“ mehrere Sitzungen statt mit Beteiligung der Projektleiter, Planer und Qualitätsverantwortlichen des Preßwerks und des Rohbaus. Zu den wichtigsten Ergebnissen zählten:

- Vereinbarung zum Status der Anlieferteile, besonderer Fokus auf Außenhautbleche
- Zusammenspiel des Rohbau-Bördelkonzepts mit den Toleranzen des Einzelteilbeschnitts
- Generell: In nicht sichtbaren Bereichen, welche bezüglich der Funktion unkritisch sind und keiner Nacharbeit bedürfen, sind Prozeßeinwirkungen (Anhaukanten, Einfallstellen, usw.) in der frühen Phasen tolerierbar
- Vereinbarung und Zusage zur Entwicklung eines gemeinsamen Spann- und Aufnahmekonzepts

Parallel fanden die Kunden-Lieferanten-Gespräche zwischen Rohbau und Lack im ähnlichen Rahmen sowie die Erarbeitung eines Qualitätszielpakets für den Rohbau statt (**Bild 6–2**). Die Erwartungen des Bereiches Oberfläche als Kunde der vom Rohbau ausgelieferten Karosserie konzentrierten sich speziell auf die Außenhaut- und Dichteigenschaften. Dies hatte zur Folge, daß beispielsweise das Spachteln der Außenhautpartien im Rohbaufinish als nicht zulässig definiert wurde. In Kombination mit der Kunden-Lieferanten-Vereinbarung Preßwerk-Rohbau führte diese Definition zu spezifischen Anforderungen an die Außenhaut-Einzelteile. Diese starke Vernetzung beider Vereinbarungen ist deshalb mit dem Kombinationsfall (b) beschrieben, da sich die Methoden auch von der Art des Aufbaus sehr ähnlich sind. Der

Qualitätszielkatalog wurde erarbeitet vom QM-Verantwortlichen des Rohbaus gemeinsam mit dem Qualitätsingenieur des Rohbaus und der übergeordneten Qualitätsfachstelle des Projekts. Wichtige Erkenntnisse der Kunden-Lieferanten-Vereinbarungen (=Ausgangsgrößen) wurden als Zielgrößen in den Katalog aufgenommen (=Eingangsgrößen) und mit Zielwerten belegt, es liegt also der Kombinationsfall (c) vor. Zu den übernommenen Größen zählen die Außenhaut-Grenzmuster einschließlich der Bemusterungstermine sowie die QZ-Anteile des Lacks an den Gesamtfehlerzahlen der Karosserie. Mit der vernetzten Bearbeitung der drei Qualitätsaufgaben konnte in relativ kurzer Zeit ein Gesamtoptimum über die Prozeßkette Karosserie erzielt werden.



*Bild 6–2: Erprobungsbeispiel 2 - Handlungsfeld 2 - Projekt B*

### 6.3 Zukünftige Umsetzung im organisatorischen Wandel

Die Durchführung der Qualitätsmethodenarbeit nach den Kriterien des QM-Plans kann als etabliert bezeichnet werden. Verschiedene Projekte haben bereits nach der neuen, vernetzten Qualitätsstrategie gearbeitet. Die Qualitätsfachstellen der Fachbereiche und Werke sind über die neuen Abläufe in Kenntnis gesetzt und befinden sich im permanenten Informationsaustausch mit der Prozeßkette. Jedes Fahrzeugprojekt erwartet von seinen Qualitätsspezialisten die sorgfältige Implementierung der neuen Vorgehensweise in die

Projektabläufe. Mittlerweile ist das Unternehmen den Weg von einer bisher „virtuellen“ Zusammenarbeit der Prozeßkette hin zum Aufbau einer realen Organisation „Lackierte Karosserie“ gegangen. Für die Qualitätsarbeit innerhalb dieser neuen Organisation waren die Erkenntnisse des Projekts der Qualitätsstrategie Karosserie die treibende Kraft, den ganzheitlichen Prozeßkettengedanken fest zu verankern. Aus dem QM-Verantwortlichen des Rohbaus ist die Funktion des „QM-Gesamtverantwortlichen Lackierte Karosserie“ geworden. Ihm steht mit dem QM-Plan und den zugrundeliegenden Handlungsfeldern ein leistungsfähiges Instrument zur Bewältigung der erweiterten und neuen Aufgaben zur Verfügung. Er berichtet direkt dem Projektleiter Lackierte Karosserie in allen qualitätsrelevanten Fragen. Eine vordringliche Aufgabe wird es sein, aus der Vielzahl der Qualitätsfachleute der jeweiligen Fachbereiche ein schlagkräftiges Qualitätsteam zu formen. Einen Überblick zur neuen Organisation zeigt **Bild 6–3**. Gemeinsam mit den Fachprojektleitern der Fachbereiche ist im Sinne kundenorientierter Qualität ein Gesamtoptimum zu entwickeln, bilaterale Kunden-Lieferanten-Vereinbarungen gehen über in eine prozeßübergreifende kollektive Ausrichtung. Gegenüber dem Fahrzeugprojekt als Kunden stellt die neue Organisation jetzt ein gemeinsames Produkt zur Verfügung: Die lackierte Karosserie. Für die Fachprojektleiter bedeutet dies eine gewisse Neuorientierung, da nicht mehr allein die absolute Qualität ihres eigenen Leistungsumfangs zählt. Die Qualität eines Einzelteils, oder eines Zusammenbaus, oder einer lackierten Oberfläche ist hinsichtlich der Erfüllung der geforderten Eigenschaften des Fertigprodukts lackierte Karosserie zu bewerten.

Natürlich ergeben sich aus der neuen Organisationsstruktur zahlreiche Fragen. Zu definieren ist beispielsweise die einheitliche Anbindung an den Bereich Montage/Ausstattung (Interior/Exterior), welcher sich für seine Belange nicht mehr an die verschiedenen Fachabteilungen im Karosseriewesen wenden muß, sondern in Qualitätsfragen den QM-Gesamtverantwortlichen Lackierte Karosserie als einheitlichen Ansprechpartner hat. Ebenfalls zu erörtern ist das komplexe Zusammenspiel zwischen der Projektorganisation und den Werksfachstellen in solchen Fahrzeugprojekten, welche die Karosserien an mehreren Standorten produzieren.

Zuallererst wird die Implementierung in die bereits laufenden Projekte erwartet, eines davon ist das genannte Beispiel Projekt B. Dabei sind die Umsetzungsbedingungen im fortgeschrittenen Entwicklungsstadium kurz vor Beginn der Fahrzeugbauphasen nicht optimal: Der Aufbau der Projektorganisation ist durchgeführt, die Qualitätsplanung ist weitestgehend abgeschlossen und die Qualitätsvereinbarungen wurden bereits getroffen. Für den Verfasser in seiner neuen



## 7 Zusammenfassung

Der koordinierte und systematische Einsatz von Qualitätsmethoden in Entwicklungsprozessen ist trotz vielfältiger Anstrengungen der Industrie und Wissenschaft bisher nur partiell erreicht. Eine Auswertung bisheriger Studien zu diesem Thema zeigt drei Optimierungsansätze mit teilweise deutlichen Tendenzen zur Methodenkombination: Es werden Möglichkeiten zur Verbesserung der Integration der Qualitätsmethoden in die bestehenden Unternehmensabläufe genannt. Weiterhin werden Wege zur Ausschöpfung aller einer Methode immanenten Potentiale beschrieben. Überdies wird die monetäre Bewertung der Qualitätsarbeit mit dem Ziel des Nachweises und der Optimierung der Wirtschaftlichkeit thematisiert. Die Gegenüberstellung der verwendeten Arbeiten zeigt zwei wesentliche Defizite: Es fehlt ein alle drei Richtungen integrierender Ansatz. Zudem ist die praktikable Umsetzbarkeit der bisherigen Studien eher ungenügend. Die Vermeidung dieser identifizierten Schwächen wird als Postulat für die weiteren Untersuchungen formuliert. Für die Qualitätsarbeit in der Karosserieentwicklung und -planung wird in dieser Arbeit unter Anwendung des Kombinationsansatzes eine Methodik zur systematischen Vernetzung von Qualitätsmethoden im Sinne eines Gesamtoptimums entwickelt.

Um ein tieferes Verständnis der Schwierigkeiten der Anwender bei der Ausführung der Methoden zu erhalten, werden die Anforderungen an eine Karosserie abgeleitet aus den Forderungen der Fahrzeugkäufer und differenziert hinsichtlich Produkt, Fertigung sowie Entwicklung/Planung. Die Abhängigkeit dieser Prozeßstufen voneinander beweist, daß all diese Anforderungen bereits während des Produktentstehungsprozesses in die Qualitätsarbeit integriert werden müssen. Innerhalb der Prozeßkette Karosserie mit ihrer Vielzahl an Projektteams und organisatorischen Schnittstellen ergibt sich für die Qualitätsfachstellen eine zusätzliche Komplexitätsstufe in der täglichen Qualitätsarbeit. Das Zusammenspiel aus Qualitätsspezialisten, Planern/Entwicklern sowie Projektleitern ergibt ein Spannungsdreieck wechselseitiger Erwartungen und Ansprüche. Den Einsatz von Qualitätsmethoden betreffend zeigt sich in der Praxis häufig ein Wissensmangel bei der Bestimmung des Nutzens einer Methode, der hierzu nötigen Messbarkeit sowie der Einordnung der Werkzeuge in den Gesamtkontext des betrieblichen Qualitätsmanagements. Damit bestätigt diese Analyse die Forderung nach einer systematischen Vorgehensweise zur Anwendung der Qualitätsmethoden, welche Qualitätsexperten und Entwickler gleichermaßen integriert.

Die Idee Methoden zu kombinieren ist nicht neu, allerdings weder in ihren Grundlagen ausführlich beschrieben noch in der Praxis erfolgreich nachgewiesen. Um einen Beitrag zur Kombinationstheorie zu liefern, werden denkbare Kombinationsmöglichkeiten und die daraus resultierenden Effekte beschrieben. Ausgangssituation ist die Formulierung eines Basismodells, welches den prinzipiellen Ablauf der Anwendung einer Qualitätsmethode zerlegt in die drei Teilprozesse: Management der Eingangsgrößen (Eingabe), Ausführung der Methodenvorschriften (Verarbeitung) sowie Management der Ergebnisse (Ausgabe). Die vollständige Ausführung jeder der drei Phasen schafft die Voraussetzung für den Erfolg. Für eine Kombination können bestimmte Phasen einer Methode mit einer Phase einer weiteren Methode verknüpft werden. Daraus ergeben sich drei denkbare Arten der Vernetzung:

- Fall a: Übereinstimmungen im Eingabeprozess, d.h. mehrfache Nutzung identischer Eingangsgrößen sowie Abstimmung des Ressourcenmanagements,
- Fall b: Vernetzte Verarbeitungsprozesse, d.h. Korrelationen in den Methodengrundlagen und –werkzeugen sowie Nutzung gemeinsamer Ressourcen,
- Fall c: Verknüpfung des Ausgabeprozesses und des Eingabeprozesses zweier Methoden, d.h. Übernahme eines Ergebnisses als aufbereitete Eingangsgröße.

Durch die Anwendung dieser Kombinationsfälle lassen sich einige interessante Effekte erzielen. So können die vorbereitenden Tätigkeiten zu Beginn einer Methodenausführung rationalisiert werden. Es wird der Erfahrungsaustausch und die Zusammenarbeit zwischen den Methodenteams gefördert. Der wichtigste Gewinn für die Projektarbeit ist die ganzheitliche Bearbeitung eines komplexen Qualitätsthemas durch einen Verbund spezialisierter Methoden. Für die Unterstützung einer Selbstbewertung stellt diese Arbeit die Aufwand-Nutzen-Analyse vor, welche besonders die langfristigen Erfolgsfaktoren betont. Hiernach ist die Reduzierung des Implementierungsaufwands, sowie eine Begrenzung des Permanentaufwands anzustreben. Eine zuverlässigere Bewertung des Nutzens ist erst nach einigen Anwendungszyklen, also mehreren Projekten möglich.

Die Erkenntnisse der Kombinationsmöglichkeiten werden genutzt zum Aufbau und zur Gestaltung eines Qualitätsmethodenverbundes, welcher den gesamten Entwicklungszeitraum eines Projekts bis zum Serienstart abdeckt. Diese Methodik teilt die Qualitätsarbeit eines

Projekts in Themenfelder ein, Handlungsfelder genannt, welche inhaltlich verwandte Qualitätsmethoden einem definiertem Ziel zuführen. Fünf Handlungsfelder werden definiert:

1. Konzeption & Mengengerüst Qualitätsstrategie,
2. Qualitätsziel & Merkmalsfindung,
3. Risikomanagement,
4. Produkt- & Prozeßbefähigung, und
5. Nachweis & Überwachung der Produkt-/Prozeßqualität.

Für jedes Handlungsfeld werden geeignete Qualitätsmethoden bzw. Qualitätsaufgaben ausgesucht, und mit Hilfe der passenden Kombinationsform miteinander verknüpft. Jede Methode wird in einem Steckbrief anhand der Inhalte des Basismodells ausführlich beschrieben. Der resultierende Methodenverbund wird übersichtlich dargestellt in Form eines Qualitätsmanagementplans. Ein Umsetzungskonzept wird vorgestellt, um die Mitarbeiter in fünf Schritten mit der Idee der kombinierten Methodenanwendung vertraut zu machen und ihnen die notwendigen Informationen und Qualifikationen zu geben. In zwei vom Verfasser begleiteten Fahrzeugprojekten wird die Implementierung in Beispielen vorgestellt. Hierbei zeigt sich die Notwendigkeit einer fachstellenübergreifenden Steuerungsfunktion in Person eines QM-Gesamtverantwortlichen der Prozeßkette lackierte Karosserie.

Die in dieser Arbeit entwickelte Methodik der kombinierten Methodenanwendung mit thematischer Ausrichtung in Handlungsfeldern liefert einen wesentlichen Beitrag, den Einsatz von Qualitätsmethoden im Automobilbau zu verbessern und den Anwendern ein geeignetes Werkzeug bereitzustellen. Der Wert dieser Arbeit liegt in der Beschreibung der grundsätzlichen Möglichkeiten der Methodenkombination sowie der Entwicklung einer Methodik zur erfolgreichen Implementierung in die komplexen Prozesse eines Fahrzeugprojekts. Damit ist der Grundstein für weitere wissenschaftliche Untersuchungen auf diesem Gebiet gelegt.

## 8 Literaturverzeichnis

**Beisheim, M. (1995)**

*Prämissen des Qualitätsmanagements: Qualität leben.* In: Gablers Magazin, Heft 6-7 (1995), S. 25-28

**Birch, S. (1999)**

*Broadening quality.* In: Automotive Engineering, 1999, S. 44-46

**Bourdon, R. (1996)**

*Qualitätssicherung entlang der Prozeßkette - Der prozeßorientierte Einsatz von Qualitätssicherungsmethoden in der Spritzgießproduktion.* In: Qualität und Zuverlässigkeit (QZ), 41. Jg. (1996) Nr. 12, S. 1402-1407

**Braess, H.-H. (1992)**

*Die Karosserie - typisches Beispiel für Zielkonflikte und Zielkonfliktlösungen für Automobile.* In: Entwicklungen im Karosseriebau, VDI-Berichte 968, Düsseldorf: 1992

**Braess, H.-H.; Seiffert, U. (2000)**

*Vieweg Handbuch Kraftfahrzeugtechnik.* 1. Auflage. Vieweg Verlag. Braunschweig/Wiesbaden, 2000

**Braunsperger, M. (1993)**

*Qualitätssicherung im Entwicklungsablauf: Konzept einer präventiven Qualitätssicherung für die Automobilindustrie.* München, Wien: Hanser, 1993

**Büschemann, K.-H. (1999)**

*Bei den Autoherstellern gehört die Peinlichkeit zum Alltag.* In: Süddeutsche Zeitung, 31.05.99

**Cichon, K.-U.; Ehrhart, K. J.; Malorny, C. (1997)**

*Qualitätstechniken im Unternehmen einführen - Eine Führungsentscheidung.* In: Bausteine des innovativen Qualitätsmanagements: erfolgreiche Praxis deutscher Unternehmen - Kamiske, G. F. (Hrsg.) - München; Wien: Hanser, 1997, S. 203-243

**Czeranowsky, G.; Unger, O. (1997)**

*Qualität in der Produktion - Qualitätstechniken in der Praxis - eine Befragung verschiedener Unternehmen.* In: Qualität und Zuverlässigkeit (QZ), 42. Jg. (1997) Nr. 3, S. 313-318

**Däfler, M.-N. (1997)**

*Fehlleistungsaufwendungen verdeutlichen – Mitarbeiter motivieren durch die konkrete Ermittlung von Kosten für mangelnde Qualität.* In: Qualität und Zuverlässigkeit (QZ), 42. Jg. (1997) Nr. 9, S. 974-977

**Danner, S. (1996)**

*Ganzheitliches Anforderungsmanagement für marktorientierte Entwicklungsprozesse.* München, Techn. Univ., Diss., 1996

**Deutsche Gesellschaft für Qualität (1995)**

*Begriffe zum Qualitätsmanagement*. DGQ-Schrift 11-04, 6. Aufl., Berlin: Beuth, 1995

**Deutsches Institut für Normung (1995)**

*DIN EN ISO 8402: Qualitätsmanagement – Begriffe*. Beuth Verlag, Berlin, 1995

**Deutsches Institut für Normung (2000)**

*DIN EN ISO 9000:2000: Qualitätsmanagementsysteme – Grundlagen und Begriffe*. Beuth Verlag, Berlin, 2000

**Dobberkau, K.; Rauch-Geelhaar, C. (1999)**

*Zwischen Anstoß und Vision - Gestaltung und Einführungsmanagement von Qualitätsmethoden für kleine und mittelständische Unternehmen*. In: Qualität und Zuverlässigkeit (QZ), 44 Jg. (1999) Nr. 5, S. 605-610

**Dürschmidt, S.; Murr, O.; Schiegg, H.; Gneiting, C. (1999)**

*Prozeßketten - Gemeinsam besser gestaltet - Neu definiert, verknüpft und verbessert: Integrierte Produktentwicklung bei Konstrukteuren und Montageplanern*. In: Qualität und Zuverlässigkeit (QZ), 44. Jg. (1999) Nr. 1, S. 54-58

**Ebert, F.; Woydt, M. (1999)**

*EuroCarBody 1999*. Tagungshandbuch der gleichnamigen Messe in Bad Nauheim am 11./12.03.1999, durchgeführt von Automotive Circle International.

**Fischer, W.; Geschke, J.; Kordes, T.; Multhaupt, H. (1998)**

*Projektziele setzen - und erreichen: Das Projektmanagement während der Entwicklung*. In: Mercedes-Benz S-Klasse, Sonderausgabe von ATZ und MTZ (Hrsg.), 1998, S. 164-171

**Frank, R.; Gärtner, K.-F. (1998)**

*Erfolgreich kombinieren - Beim Qualitätscontrolling von Prozessen hat sich der Einsatz aufeinander abgestimmter Methoden bewährt*. In: Qualität und Zuverlässigkeit (QZ), 43. Jg. (1998) Nr. 9, S. 1035-1040

**Gogoll, A. (1994)**

*Die sieben Management-Werkzeuge*. In: Qualität und Zuverlässigkeit (QZ), 39. Jg. (1994) Nr. 5, S. 516-521

**Grasse, J.; Niesen, N. (1999)**

*Qualitätsstrategie für die Prozeßkette Karosserie - Qualitätsmethoden im Planungs- und Entwicklungsprozeß der Automobilindustrie*. In: Qualität und Zuverlässigkeit (QZ), 44. Jg. (1999) Nr. 10, S. 1238-1242

**Grob, R. (1996)**

*Methodische Planung Technischer Informationssysteme für die Unterstützung von Aufgaben des Qualitätsmanagements*. Dissertation RWTH Aachen, Berichte aus der Produktionstechnik, 1996

**Hannemann, P. (1999a)**

*Langweiler von heute sind die Verlierer von morgen - Automobildesign wird in der Entwicklung immer wichtiger.* In: Handelsblatt, 14.01.1999

**Hannemann, P. (1999b)**

*Formen, die Kunden überzeugen - Es kommt darauf an, den Zeitgeist zu treffen.* In: Handelsblatt, 31.03.1999

**Hannemann, P. (2000)**

*Image verbessern – mehr Autos verkaufen – Marketing-Analyse: In Zeiten technischer Austauschbarkeit werden zur Konkurrenzabgrenzung vor allem emotionale Werte bedeutender.* In: Welt, 08.07.2000

**Hartung, S. (1994)**

*Methoden des Qualitätsmanagements für die Produktplanung und -entwicklung.* Aachen, Techn. Hochsch., Diss., 1994

**Herrmann, J. (1998a)**

*Qualitätsmanagement I.* Vorlesungsskript - Technische Universität Berlin, Institut für Werkzeugmaschinen und Fabrikbetrieb, Fachgebiet Qualitätswissenschaft, 1998

**Herrmann, J. (1999a)**

*Qualitätsmanagement II.* Vorlesungsskript - Technische Universität Berlin, Institut für Werkzeugmaschinen und Fabrikbetrieb, Fachgebiet Qualitätswissenschaft, 1999

**Herrmann, J. (1999b)**

*Techniken des Qualitätsmanagements I.* Vorlesungsskript - Technische Universität Berlin, Institut für Werkzeugmaschinen und Fabrikbetrieb, Fachgebiet Qualitätswissenschaft, 1999

**Herrmann, J. (1998b)**

*Techniken des Qualitätsmanagements II.* Vorlesungsskript - Technische Universität Berlin, Institut für Werkzeugmaschinen und Fabrikbetrieb, Fachgebiet Qualitätswissenschaft, 1998

**Herrmann, J. (2000)**

*Zur Weiterentwicklung des Qualitätswesens.* In: Zeitschrift für wirtschaftlichen Fabrikbetrieb (ZWF), 95. Jg. (2000) Nr. 5, S. 216-219

**Juran, J. M. (1989)**

*Handbuch der Qualitätsplanung.* Verlag moderne Industrie, 1989

**Kamiske, G. F.; Theden, P. (1995)**

*Einsatzpotentiale von Qualitätstechniken – Eine Befragung deutscher Unternehmen.* In: Zeitschrift für wirtschaftlichen Fabrikbetrieb (ZWF), 90. Jg. (1995) Nr. 11, S. 530-532

**Kamiske, G. F.; Brauer, J.-P. (1995)**

*Qualitätsmanagement von A bis Z: Erläuterungen moderner Begriffe des Qualitätsmanagements.* 2., überarb. und erw. Aufl. - München; Wien; Hanser, 1995

**Kamiske, G. F.; Brauer, J.-P. (1996)**

*ABC des Qualitätsmanagements.* Hrsg. Von Gerd F. Kamiske. – München; Wien; Hanser, 1996

**Kamphausen, J. E. (1998)**

*Prozeßmanagement in der Produktentwicklung.* Aachen, Techn. Hochsch., Diss., 1998

**Kersten, G. (1994)**

*Integrierte Methodenanwendung in der Entwicklung.* In: Handbuch Qualitätsmanagement: Masing, W. (Hrsg.) - 3., gründlich überarb. und erw. Aufl. - München; Wien: Hanser, 1994, S. 427-444

**Klass, R.; Köhler, G. (1992)**

*Qualitätsanforderungen an CAD-Daten für den Karosseriebau.* In: Entwicklungen im Karosseriebau: Tagung Hamburg, 26. und 27. Mai 1992, VDI-Gesellschaft Fahrzeugtechnik (Hrsg.), VDI-Verlag, Düsseldorf: 1992.

**Kleemann, W. (1984)**

*Entwicklungslinien in der Karosserieentwicklung.* Kurzfassung des Referats gehalten anlässlich der 8. Fachtagung des MAS e.V. München, Arbeitskreis für Straßenfahrzeuge vom 30.03. - 01.04. 1984, München.

**Kolleck, K. D. (1995)**

*Entscheidend ist der Mensch - Interdependenzen zwischen Qualitätsinformation, Qualitätsförderung und Unternehmens-Qualitätsfähigkeit.* In: Qualität und Zuverlässigkeit (QZ), 40 Jg. (1995 Nr. 1 S. 45-48

**Krohn, R.; Mai, C. (1998)**

*QM-Maßnahmen noch wirksamer einsetzen: Qualitätsmanagement ist kein Selbstzweck-es muß auch wirtschaftlich sein.* In: Qualität und Zuverlässigkeit (QZ), 43. Jg. (1998) Nr. 2, S. 171-173.

**Kudernatsch, D. (1998)**

*Qualitätsverbesserungen monetär bewerten - Der Ansatz des Return on Quality und seine empirische Anwendung in einem Call Center.* In: Qualität und Zuverlässigkeit (QZ), 43. Jg. (1998) Nr. 8, S. 918-921

**Lenk, R.; Schmitt, L.; Lechner, G. (1995)**

*Risikoanalyse komplexer technischer Systeme.* In: Qualität und Zuverlässigkeit (QZ), 40. Jg. (1995) Nr. 7, S. 845-850

**Mai, C. (1999)**

*Schneller - Höher - Weiter: Mit umfassendem Qualitätsmanagement zu Spitzenleistungen.* In: Werkstattstechnik, 1999

**Maslow, A. H. (1999)**

*Motivation und Persönlichkeit.* Rowohlt Taschenbuch Verlag GmbH. Hamburg, 1999

**McKinsey & Company (Hrsg.) (1995)**

*Qualität gewinnt: Mit Hochleistungskultur und Kundennutzen an die Weltspitze.* Stuttgart: Schäffer-Poeschel, 1995

**Meyer, R. (1992)**

*Einsatz der FE-Berechnung zur Strukturoptimierung zwischen Konzept- und Prototypphase.* In: Entwicklungen im Karosseriebau: Tagung Hamburg, 26. und 27. Mai 1992, VDI-Gesellschaft Fahrzeugtechnik (Hrsg.), VDI-Verlag, Düsseldorf: 1992.

**Niestadtkötter, J.; Westkämper, E. (1997)**

*Methoden vereinfachen.* In: Qualität und Zuverlässigkeit (QZ), 42. Jg. (1997) Nr. 9, S. 965

**N. N. (1991)**

*Computerlexikon.* SYBEX-Verlag GmbH, Düsseldorf, 1991.

**N. N. (1993)**

*Duden „Informatik“: Ein Sachlexikon für Studium und Praxis.* 2., vollst. überarb. und erw. Aufl. – Mannheim; Leipzig; Wien; Zürich: Dudenverl., 1993

**N. N. (1997)**

*Duden, Fremdwörterbuch.* 6. überarb. und erw. Aufl. – Mannheim; Wien; Zürich: Dudenverl., 1997

**N. N. (1998)**

*Brockhaus – Die Enzyklopädie: in 24 Bänden.* – 20., überarb. und aktualisierte Aufl. – Leipzig; Mannheim: Verlag Brockhaus, 1998

**Pippert, H. (1993)**

*Karosserietechnik: Personenwagen, Nutzfahrzeuge, Omnibusse; Leichtbau, Werkstoffe, Fertigungstechniken, Konstruktion und Berechnung.* 2. Aufl., Vogel Verlag - Würzburg: 1993

**Pfannenschmidt, H., Beinke, T. (1997)**

*Neue Wege in der Entwicklungspartnerschaft aus Zuliefersicht.* In: Neue Wege in der Fahrzeugentwicklung, neue Herausforderungen an die Automobilingenieure. VDI-Bericht 1343, Düsseldorf, 1997

**Pfeifer, T. (1996)**

*Qualitätsmanagement: Strategien, Methoden, Techniken.* 2., vollst. überarb. und erw. Aufl. - München, Wien: Hanser, 1996

**Pfeifer, T.; Prefi, T. (1994)**

*Qualitätstechniken im Verbund - Methodische Unterstützung für das Qualitätsmanagement.* In: Wege zum erfolgreichen Qualitätsmanagement in der Produktentwicklung, VDI-Bericht 1106, Düsseldorf, 1994

**Pfeifer, T.; Forkert, S.; Hofmann, K.; Siegler, S. (1997)**

*Prozeßorientiertes Qualitätsmanagement.* In: Zeitschrift für wirtschaftlichen Fabrikbetrieb (ZWF), 92. Jg. (1997) Nr. 6, S. 285-288

- Pfeifer, T.; Reinecke, R.; Sommerhäuser, L.; Bisenius, A.; Hoffman von Kap-herr, K.; Scheermesser, S. (1999)**  
*Trends des industriellen Qualitätsmanagements - wo geht die Reise hin?* In: Industrie Management, 15. Jg. (1999) Nr. 3, S. 9-15
- Pfeifer, T.; Siegler, S. (1999)**  
*Prozesse ganzheitlich regeln - Systematischer Einsatz von Methoden und Werkzeugen zur Qualitätsverbesserung.* In: Qualität und Zuverlässigkeit (QZ), 44. Jg. (1999) Nr. 5, S. 612-614
- Plötz, M.; Biehl, M. (1999)**  
*Intelligent kombinieren - Integrierter Methodeneinsatz führt in der Praxis zur ganzheitlichen Produktsicht.* In: Qualität und Zuverlässigkeit (QZ), 44. Jg. (1999) Nr. 5, S. 580-584
- Prefi, T. (1995)**  
*Entwicklung eines Modells für das prozeßorientierte Qualitätsmanagement.* Aachen, Techn. Hochsch., Diss., 1995
- Raess, E. (1998)**  
*Der Rohkarosseriebau am Beispiel Werk Regensburg - Auf dem Weg zu 100% beherrschten und fähigen Prozessen.* In: BMW 3er, Sonderausgabe ATZ und MTZ (Hrsg.), 1998, S. 142-145
- Rogal, S. (1999)**  
*Rohbaukonzept im Hinblick auf Werkstoffauswahl und Fertigungsanforderungen.* Vortrag der Daimler-Chrysler AG auf der "EuroCarBody" in Bad Nauheim am 11./12.03.1999.  
Hrsg: Ebert, F.; Woydt, M.
- Rowedder, D. (1997)**  
*Ermittlung und Analyse von qualitätsbezogenen Kosten sowie Ansatzpunkte für die Nutzenmessung zur Bewertung des Qualitätsmanagements milchverarbeitender Unternehmen.* München, Techn. Univ., Diss., 1997
- Schmitt, L. (1995)**  
*Qualitätsmethoden in der Antriebsentwicklung bei BMW.* In: Automobiltechnische Zeitschrift (ATZ), 97. Jg. (1995) Nr. 10, S. 634-643
- Seghezzi, H. D. (1996)**  
*Integriertes Qualitätsmanagement: Das St. Galler Konzept.* München; Wien: Hanser, 1996
- Selzle, H. (1997)**  
*Piëch liebt die Kunst der Fuge.* In: Automobil-Produktion, Ausgabe Oktober 1997, Editorial, S. 3
- Sorgatz, U. (1994a)**  
*Fahrzeug-Entwicklung – Definitionen, Produkt, Prozeß, Zielkriterien, Ablauf, Entwickler.* Umdruck zur Vorlesung "Karosserieentwicklung" - RWTH Aachen, TH Dresden; Ausgabe 1994

**Sorgatz, U. (1994b)**

*Fahrzeug-Entwicklung – Vorentwicklung, Kreativprozesse, Ablauf, Arbeitsinhalte, Szenarien, Layout.* Umdruck zur Vorlesung "Karosserieentwicklung" - RWTH Aachen, TH Dresden; Ausgabe 1994

**Sorgatz, U. (1994c)**

*Fahrzeug-Entwicklung – Modellerstellung, Modellbewertung.* Umdruck zur Vorlesung "Karosserieentwicklung" - RWTH Aachen, TH Dresden; Ausgabe 1994

**Sorgatz, U. (1994d)**

*Fahrzeug-Aerodynamik.* Umdruck zur Vorlesung "Karosserieentwicklung" - RWTH Aachen, TH Dresden; Ausgabe 1994

**Spath, D.; Vossman, D.; Schmitt, L.; Kreß, N. (1998)**

*Gemeinsam zum Erfolg - Wissensmanagement durch die inhaltlich sinnvolle Verbindung der präventiven QM-Methoden QFD und FMEA.* In: Qualität und Zuverlässigkeit (QZ), 43. Jg. (1998) Nr. 12, S. 1478-1482

**Spath, D.; Vossman, D.; Kobinger, J.; Musiol, R.; Schnurrer, J. (1998)**

*Qualitätsplanung vernetzen - Qualitätsziele bei der Produktentwicklung durch Integration erreichen.* In: Qualität und Zuverlässigkeit (QZ), 43. Jg. (1998) Nr. 5, S. 567-572

**Specht, G.; Schmelzer, H. J. (1991)**

*Qualitätsmanagement in der Produktentwicklung.* Stuttgart: Poeschel, 1991

**Spies, S. (1994)**

*Management von Automobilentwicklungen - Umsetzung bereichsübergreifender Integration.* Hochschule St. Gallen, Diss., 1994

**Theden, P. (1997)**

*Analyse der Rentabilität von Qualitätstechniken.* Berlin, Techn. Univ., Diss. 1997

**Theden, P.; Colman, H. (1997)**

*Qualitätstechniken: Werkzeuge zur Problemlösung und ständigen Verbesserung.* Hrsg.: Gerd F. Kamiske. – 2. Aufl. – München; Wien; Hanser, 1997

**Tomys, A.-K. (1995)**

*Kostenorientiertes Qualitätsmanagement: Qualitätscontrolling zur ständigen Verbesserung der Unternehmensprozesse.* München, Wien: Hanser: 1995

**Tuete Kwam, A. M. (1996)**

*Methodik zur Integration der Prüfplanung in die Qualitätsplanung.* Aachen, Techn. Hochsch., Diss., 1996

**Verband der Automobilindustrie (1986)**

*Sicherung der Qualität vor Serieneinsatz.* 2. grundlegend überarbeitete Auflage, Frankfurt am Main, 1986

**Verein Deutscher Ingenieure (1994)**

*Qualitätsmanagement in der Produktentwicklung.* VDI-Richtlinie 2247 Entwurf, Verein Deutscher Ingenieure, Düsseldorf, 1994

**Vossmann, D. (1999)**

*Wissensmanagement in der Produktentwicklung durch Qualitätsmethodenverbund und Qualitätsmethoden-integration - Beitrag zur effektiven und effiziente Entwicklung über alle Produktentstehungsphasen mit dem Ziel der sicheren Qualitätserreichung.*  
Forschungsberichte aus dem Institut für Werkzeugmaschinen und Betriebstechnik der Universität Karlsruhe, 1999

**Wallentowitz, H. (1995)**

*Aufbau von Kraftfahrzeugen.* Umdruck zur Vorlesung "Kraftfahrzeuge III" - 3. Aufl. - Aachen: 1995

**Wallisch, F. (1999)**

*Nutzen statt Selbstzweck - QM-Maßnahmen und QM-Werkzeuge gezielt und effizient entlang der Wertschöpfungskette einsetzen.* In: Qualität und Zuverlässigkeit (QZ), 44. Jg. (1999) Nr. 4, S. 462-468

**Walsh, I. (1995)**

*Qualitätsmanagement leben: Was Qualität wirklich bedeutet.* In: Gablers Magazin, Heft 6-7 (1995), S. 20-24

**Walter, T. (1996)**

*Qualitätsmanagement für die Einführung bestandsarmer Produktionskonzepte.* Berlin, Techn. Univ., Diss. 1996

**Warmedinger, M.; Treptow, N. (1996)**

*Qualitätsmanagement der Geometriedaten in der Karosserieentwicklung durch integrierten Einsatz von CAD und Modelltechnik.* In: VDI-Berichte Nr. 1264 (1996), S. 369-404

**Wildemann, H. (Hrsg.) (1993)**

*Lean Management: Strategien zur Erreichung wettbewerbsfähiger Unternehmen.* 1. Auflage - Frankfurter Allgemeine Zeitung, Verl.-Bereich Wirtschaftsbücher. Frankfurt am Main: 1993

**Wildemann, H. (1997)**

*Qualitätskosten- und -leistungsrechnung.* In: Qualität und Unternehmenserfolg - Wildemann, H. [Hrsg.] - München, 1997

**Wisslicen, H. (1995)**

*Was ist ein Qualitätsmanagementplan?* In: Qualität und Zuverlässigkeit (QZ), 40. Jg. (1995) Nr. 4, S. 420-424

**Zenner, T. (1996)**

*Qualitätsplanung in Produkt- und Prozeßgestaltung.* Aachen, Techn. Hochsch., Diss., 1996

**Ziebart, W. (1985)**

*So entsteht eine Karosserie.* In: Automobil Revue, Ausgabe Nr. 31 (1985), S. 22-25

## 9 Anhang: Eingabe-Verarbeitung-Ausgabe-Beschreibungen

Handlungsfeld 1		Q-STRATEGIE inkl. KOSTENBEWERTUNG	
...wird geliefert von:	Eingabegrößen	E	Eingabe
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Q-Gesamtverantwortlicher Vorgänger</li> <li>- Schwachstellenteams</li> <li>- Diverse Qualitätsfachstellen</li> <li>- Bereich Unternehmensqualität</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Q-Strategie des Projekt-Vorgängers</li> <li>- Invest- &amp; Budgetausgaben des Vorgängers</li> <li>- Ergebnisse aus Schwachstellenanalyse</li> <li>- Erkenntnisse aus Grundlagenarbeit, z.B. neue Mess- &amp; Prüfverfahren</li> <li>- Q-Anforderungen an das neue Fahrzeug</li> </ul>		
Ausgabe	<b>Ausgabegrößen</b>	<b>A</b>	...wird benötigt von:
Grobenwurf der Q-Strategie: ...Einzusetzende Q-Methoden ...Messkonzepte inkl. Messmittel ...Prüfkonzepte inkl. Prüfmittel ...Organisation des Q-Teams ...Bewertung der q-bezogenen Kosten	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Projektleitung: Q-Konzept</li> <li>- Planer/Entwickler: Q-Konzept</li> <li>- Projektcontrolling: Invest/Budget</li> </ul>		
Hilfsmittel für Anwender	<b>Methodenverarbeitung</b>	<b>V</b>	Maßnahmen
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Standard Q-Strategie</li> <li>- Standard Kosten-Matrix "Qualität"</li> <li>- Standard-Beschreibung "Aufgaben des QM-Gesamtverantwortlichen"</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Standard Q-Strategie auf neues Projekt adaptieren</li> <li>- Enge Zusammenarbeit mit allen Fachstellen</li> <li>- Aufbau eines Q-Teams</li> <li>- Abschätzen der erforderlichen Invest- &amp; Budgetmittel</li> </ul>		
Potential zur Kombination	Zielzeitpunkt der Fertigstellung		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <u>Schwachstellenanalyse</u> (a)</li> <li>• <u>Meßstrategie</u> (b)</li> <li>• <u>Prüfstrategie</u> (b)</li> </ul>	39 Monate vor Serie: - Q-Strategie für neues Fahrzeugprojekt ist erstellt - Erforderliche q-bezogene Investitionen & Budgets sind strukturiert dargestellt - Alternativen einzelner Positionen liegen vor uns sind ebenfalls bewertet - Q-Team der verantwortlichen Qualitätsfachleute ist namentlich benannt		
<b>Durchführung</b>	<b>Verantwortlichkeiten der Umsetzung</b>		<b>Mitwirkung</b>
QM-Gesamtverantwortlicher des neuen Fahrzeugprojekts, rekrutiert aus: Preiswerk (1), Rohbau (2) oder Lack/Oberfläche (3)	- Bereits verfügbare Qualitätsfachleute - Planer / Entwickler: Entwicklung/Konstruktion (1), Preiswerk (2), Rohbau (3), Lack/Oberfläche (4)		

Handlungsfeld 1		SCHWACHSTELLENANALYSE	
...wird geliefert von:	Eingabegrößen	E	Eingabe
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Entwicklungs- &amp; Planungsteams des Vorgängerprojekts</li> <li>- Fertigungsfachstellen der Produktionsstandort(e) des Vorgängertyps</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Qualitätsproblemverfolgungen am Vorgänger</li> <li>- Persönliche Erfahrungen der Planer/Entwickler</li> <li>- Probleme, Fehler des Vorgängers</li> <li>- Gewährleistungsaufwendungen des Vorgängers</li> <li>- Auditsergebnisse des Vorgängers</li> <li>- Nacharbeitsszahlen</li> <li>- Erfahrung aus QM-Plan des Vorgängers (positiv + negativ)</li> </ul>		
Ausgabe	<b>Ausgabegrößen</b>	<b>A</b>	...wird benötigt von:
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Priorisierte, katalogisierte Schwachstellen</li> <li>- Erfolgreiche Lösungsansätze</li> <li>- Verbesserungspotentiale inkl. umsetzbarer Lösungen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Vorleistungs- / Konzeptteams des neuen Projekts</li> <li>- Fertigungsfachstellen der Werke zur Auseinandersetzung mit zukünftigen Ideen / Konzepten / Lösungen</li> </ul>		
Hilfsmittel für Anwender	<b>Methodenverarbeitung</b>	<b>V</b>	Maßnahmen
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Standardablauf zur ...</li> <li>- Durchführung der Methode</li> <li>- Abfrage der Fachstellen</li> <li>- Auswertung der Ergebnisse</li> <li>- Empfehlung geeigneter Maßnahmen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Einbringen von Erfahrungen</li> <li>- Sammeln von Erfahrungen aus eigenem Umfeld</li> <li>- Kommunikation mit Fachabteilungen</li> </ul>		
Potential zur Kombination	Zielzeitpunkt der Fertigstellung		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <u>Q-Strategie</u> (c)</li> <li>• <u>Meßstrategie</u> (c)</li> <li>• <u>Prüfstrategie</u> (c)</li> <li>• <u>Q-Zielkatalog</u> (c)</li> </ul>	39 Monate vor Serie: - Schwachstellenanalyse ist durchgeführt - Maßnahmen sind abgeleitet und für Q-Strategie des neuen Projekts bereitgestellt		
<b>Durchführung</b>	<b>Verantwortlichkeiten der Umsetzung</b>		<b>Mitwirkung</b>
Vorleistungsteam bestehend aus Vertretern Entwicklung/Konstruktion (1), Preiswerk (2), Rohbau (3), geführt vom Bereich Unternehmensqualität (4)	- Produkt- & Designteam - Fertigungs- und Qualitätsfachstellen der Werke (Vorgängermodell) - Marketing, Marktforschung - Service-/Kundendienst/Vertrieb		

Handlungsfeld 2		GAM / QFD	
...wird geliefert von:	Eingabegrößen	Eingabe	
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Marketing, Marktforschungen</li> <li>- Benchmark-Studien zu vergleichbaren Konkurrenzprodukten</li> <li>- Ergebnisse aus Schwachstellenanalyse</li> <li>- Fachstellen der Prozesskette</li> <li>- Bereich Unternehmensqualität</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Forderungen des Marktes / der Käufer</li> <li>- Interne Kundenforderungen aus der Prozesskette</li> <li>- Baureihenvorgaben</li> <li>- Strategische Unternehmensvorgaben</li> <li>- Prinzip-Lösungen</li> </ul>		
Ausgabe	<b>Ausgabegrößen</b>	...wird benötigt von:	
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Abgestimmte Qualitätszielsetzungen</li> <li>- Bewertete Konzepte (Produkt+ Prozess)</li> <li>- Qualitätsplan: Priorisierung der Q-Merkmale + Benchmark</li> <li>- Qualitätsentwurf: Quantifizierung der Q-Merkmale</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Projektleiter</li> <li>- QM-Gesamverantwortlicher</li> <li>-&gt; Q-Zielkatalog</li> <li>- Projektteams</li> </ul>		
<b>Hilfsmittel für Anwender</b>		<b>Methodenverarbeitung</b>	Maßnahmen
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Schulungen "QFD", "GAM"</li> <li>- GAM-Kompetenz-Fachstellen im Unternehmen</li> <li>- QFD-Software (diverse)</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Aufbau eines GAM-/QFD-Teams</li> <li>- Permanenter Info-Austausch mit Modulteam</li> <li>- Konfliktbewältigung bei konkurrierenden Anforderungen</li> <li>- Kommunikation mit QM-Gesamverantwortlichen</li> </ul>	
<b>Potential zur Kombination</b>		<b>Zielzeitpunkt der Fertigstellung</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <u>Q-Zielkatalog</u> (b)</li> <li>• <u>Toleranzanalyse</u> (b)</li> <li>• <u>Risikofilter</u> (b)</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>30 Monate vor Serie:</li> <li>- GAM/QFD durchgeführt</li> <li>- Anforderungen der externen &amp; internen Kunden sind definiert</li> <li>- Qualitätsmerkmale definiert</li> </ul>	
<b>Durchführung</b>		<b>Verantwortlichkeiten der Umsetzung</b>	
QM-Gesamverantwortlicher des neuen Projekts		<ul style="list-style-type: none"> <li>QM-Gesamverantwortlicher des neuen Projekts</li> <li>- Entwicklung/Konstruktion (1), Preiswerk (2), Rohbau (3), Lack/Oberfläche (4)</li> <li>- Modul-Qualitätsingenieur (5)</li> </ul>	

Handlungsfeld 2		QUALITÄTSZIELE-PAKET	
...wird geliefert von:	Eingabegrößen	Eingabe	
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Baureihe, Unternehmensqualität</li> <li>- Fachstellen, Projektteams,</li> <li>- Werk(e)</li> <li>- GAM-Team</li> <li>- Schwachstellenteam</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Qualitätsvorgaben der Baureihe / Unternehmensqualität:</li> <li>-&gt; Qualitätszahlen QZ,</li> <li>-&gt; Gewährleistungsaufwendungen, usw.</li> <li>- Q-Zielsetzungen &amp; Q-Merkmale der Fachbereiche</li> <li>- Erkenntnisse aus GAM / QFD</li> <li>- Erkenntnisse aus Schwachstellenanalyse</li> </ul>		
Ausgabe	<b>Ausgabegrößen</b>	...wird benötigt von:	
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Über die Prozesskette abgestimmte Q-Forderungen &amp; Q-Ziele inkl. Zielwerte abgelegt als Qualitäts-Zielkatalog</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Projektleitung</li> <li>- Werksfachstellen</li> <li>- Planungs- &amp; Entwicklungsteams: Entwicklung/Konstruktion (1), Preiswerk (2), Rohbau (3), Lack/Oberfläche (4)</li> </ul>		
<b>Hilfsmittel für Anwender</b>		<b>Methodenverarbeitung</b>	Maßnahmen
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Standard-Zielkatalog als Grundlage für den Zielvereinbarungsprozess</li> <li>- Erfahrungen der Q-Fachstellen</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Q-Ziele innerhalb der Prozesskette nach Standard-Zielkatalog zusammentragen</li> <li>- Q-Ziele aufeinander abstimmen und Zielwerte gemeinsam mit Prozesskette festlegen</li> <li>- Entwickeln und integrieren einer Zielkontrolle</li> </ul>	
<b>Potential zur Kombination</b>		<b>Zielzeitpunkt der Fertigstellung</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <u>Q-Strategie</u> (a)</li> <li>• <u>Kunden-Lieferanten-Vereinbarungen</u> (c)</li> <li>• <u>GAM/QFD</u> (a)</li> <li>• <u>Maßstrategie</u> (b)</li> <li>• <u>Prüfstrategie</u> (b)</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>38-31 Monate vor Serie: Sammeln, Konkretisieren und Abstimmen der Qualitätsziele der verschiedenen Fachbereiche</li> <li>30 Monate vor Serie: Qualitäts-Zielkatalog ist erstellt und mit Projektleiter(n), Projektteams und Werksfachstellen vereinbart</li> </ul>	
<b>Durchführung</b>		<b>Verantwortlichkeiten der Umsetzung</b>	
QM-Gesamverantwortlicher des Fahrzeugprojekts		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Qualitätsteam / Qualitätsfachstellen</li> <li>- Projektleiter</li> <li>- Prozess- / Modul-Qualitätsingenieur</li> <li>- Entwicklungs- &amp; Planungsteams</li> </ul>	

Handlungsfeld 2 KUNDEN-LIEFERANTEN-VEREINBARUNG ROHBAU-PRESSWERK	
...wird geliefert von:	Eingabegrößen (E) Eingabe
- Entwicklung / Konstruktion - Planungsteams Preiswerk & Rohbau - Projektleiter Preiswerk & Rohbau	- Bauteil- / Karosserie-Konstruktionen - Fertigungskonzepte Preiswerk & Rohbau - Terminpläne der Bauphasen - Qualitätsanforderungen an Preiswerk & Rohbau - Qualitätskonzepte Preiswerk & Rohbau
Ausgabe ...wird benötigt von:	<b>Ausgabegrößen (A)</b>
Konzepte, Lösungen, Vereinbarungen zur Erreichung eines gemeinsamen Optimums. Gegenseitige Erwartungen und Forderungen sind definiert.	- Projektleiter Preiswerk & Rohbau - QM-Gesamtverantwortlicher - Fertigungsteams & Planer aus Preiswerk und Rohbau
<b>Hilfsmittel für Anwender</b>	<b>Methodenverarbeitung (V) Maßnahmen</b>
- Standard-Kunden-Lieferanten-Vereinbarung - Standard-Zielwerte - Zielwerte anderer Projekte	Festlegen gemeinsamer Ziele zu: - Maßhaltigkeit - Oberflächenqualität, Grenzmuster - Logistik - Nacharbeit, Fehlermanagement - Änderungsmanagement - Fähigkeitsnachweis, Bemusterungen
<b>Potential zur Kombination</b>	<b>Zielzeitpunkt der Fertigstellung</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Kunden-Lieferanten-Vereinbarung Rohbau-Lack/Oberfläche (b)</li> <li>Q-Zielpaket (a)</li> <li>Meßstrategie (c)</li> <li>Prüfstrategie (c)</li> </ul>	38 - 31 Monate vor Serie: Kunden-Lieferanten-Vereinbarungsgespräche werden durchgeführt  30 Monate vor Serie: Kunden-Lieferanten-Vereinbarungen sind abgeschlossen. Die Ziele sind im gemeinsamen Papier schriftlich festgehalten und von beiden Projektleitern unterschrieben. Maßnahmen zur Zielerreichung sind definiert.
<b>Durchführung</b>	<b>Verantwortlichkeiten der Umsetzung</b> <b>Mitwirkung</b>
QM-Gesamtverantwortlicher des neuen Projekts	- Planer Preiswerk & Rohbau - Projektleiter Preiswerk & Rohbau - Qualitätsingenieur

Handlungsfeld 2 KUNDEN-LIEFERANTEN-VEREINBARUNG ROHBAU-LACK	
...wird geliefert von:	Eingabegrößen (E) Eingabe
- Entwicklung / Konstruktion - Planungsteams Rohbau & Lack / Oberfläche - Projektleiter Rohbau & Lack / Oberfläche	- Bauteil- / Karosserie-Konstruktionen - Fertigungskonzepte Rohbau & Lack / Oberfl. - Terminpläne der Bauphasen Rohbau & Lack - Qualitätsanforderungen Rohbau & Lack/O. - Qualitätskonzepte Rohbau & Lack/Oberfl.
Ausgabe ...wird benötigt von:	<b>Ausgabegrößen (A)</b>
Konzepte, Lösungen, Vereinbarungen zur Erreichung eines gemeinsamen Optimums. Gegenseitige Erwartungen und Forderungen sind definiert.	- Projektleiter Rohbau & Lack / Oberfläche - QM-Gesamtverantwortlicher - Fertigungsteams, Planer Rohbau & Lack / Oberfläche
<b>Hilfsmittel für Anwender</b>	<b>Methodenverarbeitung (V) Maßnahmen</b>
- Standard-Kunden-Lieferanten-Vereinbarung - Standard-Zielwerte - Zielwerte anderer Projekte	Festlegen gemeinsamer Ziele zu: - Maßhaltigkeit - Oberflächenqualität, Grenzmuster - Prüfplanung - Logistik, Änderungsmanagement - Nacharbeit, Fehlermanagement - Fähigkeitsnachweis, Bemusterungen - Löt- & Schweißnähte
<b>Potential zur Kombination</b>	<b>Zielzeitpunkt der Fertigstellung</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Kunden-Lieferanten-Vereinbarung Rohbau-Preiswerk (b)</li> <li>Q-Zielpaket (a)</li> <li>Meßstrategie (c)</li> <li>Prüfstrategie (c)</li> </ul>	38 - 31 Monate vor Serie: Kunden-Lieferanten-Vereinbarungsgespräche werden durchgeführt  30 Monate vor Serie: Kunden-Lieferanten-Vereinbarungen sind abgeschlossen. Die Ziele sind im gemeinsamen Papier schriftlich festgehalten und von beiden Projektleitern unterschrieben. Maßnahmen zur Zielerreichung sind definiert.
<b>Durchführung</b>	<b>Verantwortlichkeiten der Umsetzung</b> <b>Mitwirkung</b>
QM-Gesamtverantwortlicher des neuen Projekts	- Planer Rohbau & Lack/Oberfläche - Projektleiter Rohbau & Lack/Oberfläche - Qualitätsingenieur

Handlungsfeld 3		<b>FERTIGUNGSTECHNISCHE BEWERTUNG</b>	
...wird geliefert von:	<b>Eingabegrößen</b> (E)	Eingabe	
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Risikofilter- Team</li> <li>- Messtechnik</li> <li>- Qualitätsfachstellen Werk</li> <li>- Planer Preiswerk, Rohbau, Lack / Oberfläche</li> <li>- Toleranzteams</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ergebnisse aus Risikofilter</li> <li>- Meßdaten des aktuellen Modells</li> <li>- Themen aus Problemverfolgungssystemen</li> <li>- Fertigungsstruktur u. Fertigungsdaten für Rohbau- und Preiswerk-anlagen</li> <li>- Einzelteilkonstruktionen</li> <li>- Toleranz-Konzepte</li> </ul>		
Ausgabe	<b>Ausgabegrößen</b> (A)	...wird benötigt von:	
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Kritische/unkritische Prozeßthemen</li> <li>- Entscheidung über vertiefende Analysen in FMEA (Produkt-/Prozeß-) und Toleranz-betrachtungen</li> <li>- Definierte Abstellmaßnahmen für Produkt/Prozeß</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Moduleams</li> <li>- Projektleiter Preiswerk, Rohbau, Lack / Oberfläche</li> <li>- Entwickler / Konstrukteur</li> </ul>		
<b>Hilfsmittel für Anwender</b>	<b>Methodenverarbeitung</b> (V)	Maßnahmen	
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Standard-Prozedur "Fertigungstechn Bewertung"</li> <li>- Datensteuerungs- und für alle aktuellen Design-Varianten durchzuführen. Änderungsblatt</li> <li>- Formblatt zur FTB-Bearbeitung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- FTB ist bei jeder Bauteiländerung anzuwenden, die im Datenänderungs-Einsteuerungsblatt kritisch bewertet ist</li> <li>- Fokus ist auf Fertigungsprozesse und Einzelteil bzw. Zusammenbau zu legen</li> <li>- Datensteuerungs- und für alle aktuellen Design-Varianten durchzuführen. Änderungsblatt</li> <li>- FTB wird von Preiswerk &amp; Rohbau auf getrennten Formblättern bearbeitet und als Ergebnis in die Module eingesteuert</li> </ul>		
<b>Potential zur Kombination</b>	<b>Zielzeitpunkt der Fertigstellung</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <u>Risikofilter</u> (a)</li> <li>• <u>FMEA</u> (c)</li> <li>• <u>Toleranzanalyse</u> (c)</li> </ul>	<p>30-27 Monate vor Serie:</p> <p>Dateneinsteuerungsblatt für Modellauswahl sind erstellt</p> <p>27-24 Monate vor Serie:</p> <p>Fertigungstechnische Bewertung für Design-Freeze durchgeführt</p>		
<b>Durchführung</b> (A)	<b>Verantwortlichkeiten der Umsetzung</b> (M)	Mitwirkung	
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Planer Preiswerk für Einzelteilumfänge</li> <li>- Planer Rohbau für Zusammenbau-Umfänge</li> <li>- Planer Lack/Oberfläche für Oberflächenumfänge</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Fachstellen Preiswerk, Rohbau, Lack / Oberfläche</li> <li>- Werksbeteiligung Fertigung</li> <li>- Moduleams, Entwicklung/Konstruktion</li> </ul>		

Handlungsfeld 3		<b>RISIKOFILTER</b>	
...wird geliefert von:	<b>Eingabegrößen</b> (E)	Eingabe	
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Entwicklungs- / Moduleams</li> <li>- Entwicklung / Konstruktion</li> <li>- Schwachstellenteam</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Modulstruktur Bauteile, komponentenorientiert</li> <li>- Konzepte/Funktionen / Styling-Varianten</li> <li>- Geometrische Daten aus allen Styling-Varianten (Struktur + Aussehenhaut)</li> <li>- Schwachstellen-bereinigte Lösungen</li> </ul>		
Ausgabe	<b>Ausgabegrößen</b> (A)	...wird benötigt von:	
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Kritische/unkritische Bauteilumfänge</li> <li>- Entscheidung über Durchführung weiterer risikominimierender Aktivitäten (z.B. FMEA)</li> <li>- Analyse der Produkt Risiken aus fertigungs-technischer Sicht in der Fertigungstechn. Bewertung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Modul- Entwicklungs-, Planungsteams</li> <li>- FMEA- Teams</li> <li>- Teams Fertigungstechnische Bewertung</li> <li>- Toleranzteams</li> </ul>		
<b>Hilfsmittel für Anwender</b>	<b>Methodenverarbeitung</b> (V)	Maßnahmen	
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Schulung "Risikofilter"</li> <li>- PC-Lösung "Risikofilter"</li> <li>- Kompetenzfachstelle bei Entwicklung/Konstruktion</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Risikofilter ist in jedem Modulteam zu praktizieren</li> <li>- Meßtechnik ist einzubinden bzgl. Meßdaten des laufenden Modells</li> <li>- Sämtliche Q-Forderungen u. daraus resultierende Q-Merkmale der Rohkarosserie sind mit dem Risikofilter zu bearbeiten. Dies ist mit Fokus auf Konzept / Funktion für alle Design-Varianten durchzuführen.</li> </ul>		
<b>Potential zur Kombination</b>	<b>Zielzeitpunkt der Fertigstellung</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <u>Fertigungstechnische Bewertung</u> (c)</li> <li>• <u>FMEA</u> (c)</li> <li>• <u>Toleranzanalyse</u> (c)</li> </ul>	<p>36-30 Monate vor Serie:</p> <p>Risikofilter für Bewertung der Styling-Konzepte durchgeführt</p> <p>30-27 Monate vor Serie:</p> <p>Risikofilter für Auswahl der Styling-Konzepte durchgeführt</p>		
<b>Durchführung</b> (A)	<b>Verantwortlichkeiten der Umsetzung</b> (M)	Mitwirkung	
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Modulleiter</li> <li>- Entwicklung/Konstruktion</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Planer und Qualitätsingenieur in den Modulen bestehend aus: Entwicklung/Konstruktion (1), Preiswerk (2), Rohbau (3), Werke (4) + Lieferanten (5)</li> </ul>		

Handlungsfeld 3		BAUTEIL-TOLERANZANALYSE	
...wird geliefert von:	Eingabegrößen	Eingabe	
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Risikofilter-Teams</li> <li>- Teams der Fertigungs-technischen Bewertung</li> <li>- Modul-Teams</li> <li>- Entwicklung/Konstruktion</li> <li>- Planer Preiswerk, Rohbau</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Konsequenzen aus Risikofilter</li> <li>- Konsequenzen aus Fertigungstechnischer Bewertung</li> <li>- CAD-Daten der Bauteile</li> <li>- Funktionale Toleranzvorgaben</li> <li>- Aufnahmetechnik und Ausrichtkonzepte der Bauteile / Zusammenbauten</li> </ul>		
<b>Ausgabe</b>	<b>Ausgabegrößen</b>	<b>...</b>	<b>...wird benötigt von:</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Abgestimmte und freigezeichnete, widerspruchsfreie Toleranzen, Meßpunkte und Meßausrichtungen</li> <li>- Festlegung der Toleranzen in Meßplänen Einzelteil &amp; Zusammenbau</li> <li>- Bestätigung der Hardware in den Bauphasen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Modulteam</li> <li>- Planungsteam Preiswerk &amp; Rohbau</li> <li>- Entwicklern/Konstrukteuren</li> <li>- Meßtechnik des Werkes</li> </ul>		
<b>Hilfsmittel für Anwender</b>	<b>Methodenverarbeitung</b>		<b>Maßnahmen</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Standardablauf "Toleranzanalyse"</li> <li>- Kompetenzen der Fachbereiche</li> <li>- Schulungsprogramm</li> <li>- Meßtechnikstellen der Werke</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Toleranzanalyse gemäß Methode in Mehrstufenkonzept durchführen</li> <li>- Toleranzanalysen für Langläuferteile bei 23-20 Monaten vor Serie priorisieren</li> <li>- Produktionsfreigabe bis 20 Monate vor Serie in Toleranzbetrachtungen einbringen</li> </ul>		
<b>Potential zur Kombination</b>		<b>Zielzeitpunkt der Fertigstellung</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <u>Risikofilter</u> (a)</li> <li>• <u>Fertig. Bewertung</u> (a)</li> <li>• <u>FMEA</u> (a)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>38-30 Monate vor Serie: Toleranzkonzepte sind festgelegt</li> <li>23-17 Monate vor Serie: Für das jeweilige Teilespektrum ist das Toleranz-Konzept freigegeben</li> </ul>		
<b>Durchführung</b>	<b>Verantwortlichkeiten der Umsetzung</b>		<b>Mitwirkung</b>
Projektverantwortlicher der Baureihe	Für jeden Risikobereich 1 Toleranz-Team, bestehend aus: Modulmitglieder + Experten aus Entwicklung/Konstruktion (1), Preiswerk (2), Rohbau (3), Werke (4)		

Handlungsfeld 3		SYSTEM-FMEA PRODUKT (a) / PROZESS (b)	
...wird geliefert von:	Eingabegrößen	Eingabe	
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Risikofilter-Teams</li> <li>- Teams der Fertigungs-technischen Bewertung</li> <li>- Schwachstellen-Teams</li> <li>- Toleranzteams</li> <li>- Entwicklern/Konstrukteuren</li> <li>- Fertigungsplanung Preiswerk &amp; Rohbau</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ergebnisse aus Risikofilter &amp; Fertigungstechnische Bewertung als Hinweis zur Durchführung einer FMEA</li> <li>- Erkenntnisse aus Schwachstellenanalyse</li> <li>- Konzeptionen aus Toleranzanalysen</li> <li>- Aktuelle Bauteildaten</li> <li>- Beschreibung Prozeß (Fügefølge, Werkzeug, Fertigungskonzepte)</li> </ul>		
<b>Ausgabe</b>	<b>Ausgabegrößen</b>	<b>...</b>	<b>...wird benötigt von:</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Risikobewertung mit Maßnahmenfestlegung</li> <li>- Bewertung des verbesserten Zustandes</li> <li>- Maßnahmenfestlegung in der Qualitätsverfolgungssystemen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Entwickler/Konstrukteur (a)</li> <li>- Produktgestaltung (a)</li> <li>- Fertigungsspezialisten (b)</li> <li>- Werkzeughersteller (b)</li> <li>- Modulteam</li> <li>- Projektleiter</li> </ul>		
<b>Hilfsmittel für Anwender</b>	<b>Methodenverarbeitung</b>		<b>Maßnahmen</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Standardablauf "FMEA"</li> <li>- Schulungsprogramm "FMEA"</li> <li>- FMEA Software (diverse)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Durchführen der FMEA durch Indikation aus:                             <ul style="list-style-type: none"> <li>...Risikofilter</li> <li>...Fertigungstechnische Bewertung</li> <li>...nach Entscheidung der Modul-Teams</li> </ul> </li> </ul>		
<b>Potential zur Kombination</b>		<b>Zielzeitpunkt der Fertigstellung</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <u>Risikofilter</u> (a)</li> <li>• <u>Fertig. Bewertung</u> (a)</li> <li>• <u>Toleranzanalyse</u> (a)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>23 Monate vor Serie: System-FMEA Produkt (a) durchgeführt</li> <li>18 Monate vor Serie: System-FMEA Prozeß (b) durchgeführt</li> </ul>		
<b>Durchführung</b>	<b>Verantwortlichkeiten der Umsetzung</b>		<b>Mitwirkung</b>
Typ (a): Entwicklung/Konstruktion	Planer und Qualitätsingenieur in den Modulen, bestehend aus: Entwicklung/Konstruktion (1), Preiswerk (2), Rohbau (3), Werke (4)		
Typ (b): Preiswerk für Einzelteil-Umfänge	Rohbau für Zusammenbau-Umfänge		

Handlungsfeld 4		DURCHGÄNGIGE MESSSTRATEGIE	
...wird geliefert von:	Eingabegrößen	Eingabe	
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Fertigungsplanung Preiswerk &amp; Rohbau</li> <li>- Entwicklung / Konstruktion</li> <li>- Schwachstellenteams</li> <li>- Arbeitsteams zur Ausarbeitung der Kunden-Lieferanten-Vereinbarungen</li> <li>- QM-Gesamtverantwortlicher</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Fertigungskonzept/Arbeitsinhalte Preiswerk</li> <li>- Fertigungskonzept/Arbeitsinhalte Rohbau</li> <li>- Geplante Stückzahl, Schichtmodell</li> <li>- Erkenntnisse Schwachstellenanalyse</li> <li>- Ergebnisse der Kunden-Lieferanten-Vereinbarungen</li> <li>- Qualitäts-Zielkatalog</li> </ul>		
<b>Ausgabe</b>	<b>Ausgabegrößen</b>	...wird benötigt von:	
<p>Auf das Projekt adaptierte Messstrategie, einschließlich:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Projektleitung</li> <li>- Betreiberwerk</li> <li>- Planungsteams</li> <li>- Meßauswertung, Meßpersonal, Meßräume</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Projektleitung</li> <li>- Betreiberwerk</li> <li>- Planungsteams</li> <li>- Meßtechnikstellen</li> </ul>		
<b>Hilfsmittel für Anwender</b>		<b>Methodenverarbeitung</b>	<b>Maßnahmen</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Meßkonzepte vorheriger Fahrzeugprojekte</li> <li>- Erfahrungen der Qualitätsfachstellen</li> <li>- Neue Meßverfahren, Meßmethoden</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Strategische Ausrichtung hinsichtlich ausgewählter Fahrzeugkonzepte auswählen und überprüfen, u.z. aus technischer und betriebswirtschaftlicher Sicht unter Verwendung von Standards.</li> <li>- Vereinbarung des Umfangs an Meßmittel, Meßsoftware, Meßplanung, -auswertung.</li> </ul>	
<b>Potential zur Kombination</b>		<b>Zielzeitpunkt der Fertigstellung</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Prüfstrategie (b)</li> <li>• Q-Strategie (b)</li> <li>• Q-Zielpaket (b)</li> <li>• Kunden-Lieferanten-Vereinbarungen (b)</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 30 Monate vor Serie: Meßstrategie ist mit Projektleitung vereinbart, dokumentiert und mit Fachteams kommuniziert</li> </ul>	
<b>Durchführung</b>		<b>Verantwortlichkeiten der Umsetzung</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>- QM-Gesamtverantwortlicher des neuen Projekts</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Fertigungsplaner Preiswerk &amp; Rohbau</li> <li>- Meßtechnikstellen</li> <li>- Qualitätsfachstellen (Erfahrungen) - (Projektleiter)</li> </ul>	

Handlungsfeld 4		DURCHGÄNGIGE PRÜFSTRATEGIE	
...wird geliefert von:	Eingabegrößen	Eingabe	
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Fertigungsplanung Preiswerk &amp; Rohbau</li> <li>- Entwicklung / Konstruktion</li> <li>- Schwachstellenteams</li> <li>- Arbeitsteams zur Ausarbeitung der Kunden-Lieferanten-Vereinbarungen</li> <li>- QM-Gesamtverantwortlicher</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Fertigungskonzept/Arbeitsinhalte Preiswerk</li> <li>- Fertigungskonzept/Arbeitsinhalte Rohbau</li> <li>- Geplante Stückzahl, Schichtmodell</li> <li>- Erkenntnisse Schwachstellenanalyse</li> <li>- Ergebnisse der Kunden-Lieferanten-Vereinbarungen</li> <li>- Qualitäts-Zielkatalog</li> </ul>		
<b>Ausgabe</b>	<b>Ausgabegrößen</b>	...wird benötigt von:	
<p>Auf das Projekt adaptierte Prüfstrategie, einschließlich:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Projektleitung</li> <li>- Betreiberwerk</li> <li>- Planungsteams</li> <li>- Prüfplanungsstellen</li> </ul> <p>Prüfmittel, Prüfplanung, Prüfauswertung, Nacharbeitssteuerung, Prüfpersonal, Prüfplätze</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Projektleitung</li> <li>- Betreiberwerk</li> <li>- Planungsteams</li> <li>- Prüfplanungsstellen</li> </ul>		
<b>Hilfsmittel für Anwender</b>		<b>Methodenverarbeitung</b>	<b>Maßnahmen</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Prüfkonzepte vorheriger Fahrzeugprojekte</li> <li>- Erfahrungen der Qualitätsfachstellen</li> <li>- Neue Prüfverfahren, Prüfmethoden</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Strategische Ausrichtung hinsichtlich ausgewählter Fahrzeugkonzepte auswählen und überprüfen, u.z. aus technischer und betriebswirtschaftlicher Sicht unter Verwendung von Standards.</li> <li>- Vereinbarung des Umfangs an Prüfmittel, Prüfplanung, Nacharbeitssteuerung.</li> </ul>	
<b>Potential zur Kombination</b>		<b>Zielzeitpunkt der Fertigstellung</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Prüfstrategie (b)</li> <li>• Q-Strategie (b)</li> <li>• Q-Zielpaket (b)</li> <li>• Kunden-Lieferanten-Vereinbarungen (b)</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 30 Monate vor Serie: Prüfstrategie ist mit Projektleitung vereinbart, dokumentiert und mit Fachteams kommuniziert</li> </ul>	
<b>Durchführung</b>		<b>Verantwortlichkeiten der Umsetzung</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>- QM-Gesamtverantwortlicher des neuen Projekts</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Fertigungsplaner Preiswerk &amp; Rohbau</li> <li>- Meßtechnikstellen</li> <li>- Qualitätsfachstellen (Erfahrungen) - (Projektleiter)</li> </ul>	

Handlungsfeld 4 <b>MESS- &amp; PRÜFPLANUNG (SERIENFAHRZEUGE)</b>		<i>Eingabe</i>
<i>...wird geliefert von:</i>	<b>Eingabegrößen</b>	<b>(E)</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- QM-Gesamtverantwortlicher</li> <li>- Meßtechnikstellen</li> <li>- Entwicklung / Konstruktion</li> <li>- Toleranzteams</li> <li>- Planung Preßwerk &amp; Rohbau</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Gemeinsame Prüf- u. Meßstrategie</li> <li>- Meß- und Prüfpläne Versuchsfahrzeugaufbau</li> <li>- Fügefolge</li> <li>- Q-Merkmale</li> <li>- CA-Modell</li> <li>- Ausrichtkonzept für spezif. Projekt (ASP)</li> <li>- Konzepte aus Toleranzanalyse</li> </ul>	
<i>Ausgabe</i>	<b>Ausgabegrößen</b>	<b>(A)</b> <i>...wird benötigt von:</i>
Meß- und Prüfpläne für Anlauf und Serie	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Meßtechnik Betreiberwerk</li> <li>- Fertigungsstellen Preßwerk &amp; Rohbau des Betreiberwerks</li> </ul>	
<i>Hilfsmittel für Anwender</i>	<b>Methodenverarbeitung</b>	<b>(V)</b> <i>Maßnahmen</i>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Schulungsprogramm "Meßtechnik"</li> <li>- Software-Systeme "Messplanverwaltung"</li> <li>- "Gen. Messpläne"</li> <li>- Schulungsprogramm &amp; Software: "Prüfplanung"</li> </ul>	<p><b>Ziel:</b> Erstellung von verbindlichen Sollvorgaben (Meßpläne) für die dimensionelle Meßtechnik</p> <p><b>Bauteilumfänge:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Meßpläne für Preßteile, Stanzteile, ausgewählte Zusammenbauten, Karosserierippen, Ausstattungs-teile, Karosserie</li> <li>- Festlegung der Sollvorgabe in Absprache mit den Fertigungsfachstellen inkl. Serien-Qualitätssicherung</li> </ul>	
<b>Potential zur Kombination</b>	<b>Zielzeitpunkt der Fertigstellung</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <u>Meßstrategie</u></li> <li>• <u>Prüfstrategie</u></li> <li>• <u>Toleranzanalyse</u></li> <li>• <u>Meß-/Prüfplanung der Prototypen</u></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>(a) 15 Monate vor Serie:</li> <li>(a) Meß- und Prüfpläne für Anlauf/Serie erstellt</li> <li>(b)</li> <li>(a)</li> </ul>	
<b>Durchführung</b>	<b>Verantwortlichkeiten der Umsetzung</b>	<b>Mitwirkung</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Preßwerk-Planer verantwortlich für Prüfplanung Einzelteil-Umfang</li> <li>- Rohbau-Planer verantwortlich für Prüfplanung Zusammenbau-Umfang</li> <li>- Meßtechnik des Betreiberwerks verantwortlich für Durchführung der Meßplanung Einzelteile &amp; Zusammenbauten</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Entwickler / Konstrukteure</li> <li>- Fertigungsplanung Preßwerk &amp; Rohbau</li> <li>- Werke</li> </ul>	

Handlungsfeld 4 <b>MESS- &amp; PRÜFPLANUNG (VERSUCHSFahrZEUGE)</b>		<i>Eingabe</i>
<i>...wird geliefert von:</i>	<b>Eingabegrößen</b>	<b>(E)</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- QM-Gesamtverantwortlicher</li> <li>- Meßtechnikstellen</li> <li>- Entwicklung / Konstruktion</li> <li>- Toleranzteams</li> <li>- Planung Preßwerk &amp; Rohbau</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Gemeinsame Meß- und Prüfstrategie</li> <li>- Fügefolge</li> <li>- Q-Merkmale</li> <li>- CA-Modell nach vereinbarter Datenqualität</li> <li>- Ausrichtkonzept für spezifisches Projekt</li> <li>- Konzepte aus Toleranzanalyse</li> <li>- Vorträufiger Aufnahme- &amp; Spannplan</li> </ul>	
<i>Ausgabe</i>	<b>Ausgabegrößen</b>	<b>(A)</b> <i>...wird benötigt von:</i>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Meß- &amp; Prüfpläne für Versuchsfahrzeuge</li> <li>- Verwendung als Basis der Meß- &amp; Prüfplanung / Fertigung</li> <li>- Prüfplanung für Anlauf/Serie</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Meßtechnikstellen Preßwerk &amp; Rohbau für Erstellung Serienmeßpläne</li> <li>- Prüfplanung / Fertigung des Betreiberwerks</li> </ul>	
<i>Hilfsmittel für Anwender</i>	<b>Methodenverarbeitung</b>	<b>(V)</b> <i>Maßnahmen</i>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Schulungsprogramm zur Ausbildung "Meßtechnik"</li> <li>- Interne Software-Systeme zur "Messplanverwaltung" und "Generierung Messpläne"</li> <li>- Schulungsprogramm &amp; Software "Prüfplanung"</li> </ul>	<p><b>Ziel:</b> Absicherung der Qualität der Rohkarosserien im Versuchsfahrzeugaufbau und als Vorleistung für die Werke</p> <p><b>Mengengerüst:</b> Einzelteile &amp; Zusammenbauten Karosserie komplett, Türen-, Front- u. Heckklappe</p>	
<b>Potential zur Kombination</b>	<b>Zielzeitpunkt der Fertigstellung</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <u>Meßstrategie</u></li> <li>• <u>Prüfstrategie</u></li> <li>• <u>Toleranzanalyse</u></li> <li>• <u>Meß-/Prüfplanung Serie</u></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>(a) 27 Monate vor Serie: Meß- u. Prüfplan für Versuchsträger „Integrations-Erprobungs-Fahrzeug“ erstellt</li> <li>(a)</li> <li>(b) 16 Monate vor Serie: Meß- u. Prüfplan für Versuchsträger „Produkt-Prozeß-Prototyp“ erstellt</li> <li>(c)</li> </ul>	
<b>Durchführung</b>	<b>Verantwortlichkeiten der Umsetzung</b>	<b>Mitwirkung</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Meßtechnikstelle des Bereichs Versuchsfahrzeugaufbau nach Auftragserteilung der Baureihe</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Meßtechnik der Werke</li> <li>- Toleranzanalyse-Teams</li> <li>- Planer Versuchsfahrzeugaufbau</li> <li>- Meßtechnikstellen des Preßwerks &amp; Rohbaus</li> </ul>	

Handlungsfeld 4		FESTLEGUNG MFU-/PFU-MERKMALE	
...wird geliefert von:	Eingabegrößen	E	Eingabe
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Toleranzteams</li> <li>- Modulteam</li> <li>- Entwicklung / Konstruktion</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Funktionsrelevante Merkmale aus Toleranzanalysen</li> <li>- Prozeßrelevante Merkmale</li> <li>- Stylingrelevante Merkmale</li> <li>- Aufnahme- &amp; Spannstellen aus Aufnahme- &amp; Spannplan</li> <li>- Fugenplan der Karosserie</li> </ul>		
<b>Ausgabe</b>	<b>Ausgabegrößen</b>	<b>A</b>	<b>...wird benötigt von:</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Gemeinsam festgelegte Merkmale, welche in MFU und PFU nachzuweisen sind</li> <li>- Einflußgrößen und Regelmöglichkeiten der Merkmale sind bekannt und definiert</li> <li>- Unkritische Merkmale (gekennzeichnete MFU-/PFU-Punkte im Meßplan)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Planer Preßwerk &amp; Rohbau beim Aufbau der Regelkreise</li> </ul>		
<b>Hilfsmittel für Anwender</b>	<b>Methodenverarbeitung</b>	<b>V</b>	<b>Maßnahmen</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Anweisungen/Vorschriften zu "MFU" und "PFU"</li> <li>- Schulungsprogramm zu "Statistische Preßregelung"</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Sammeln aller relevanter Q-Merkmale für die Prozeßregelung</li> <li>- Überprüfen der Merkmale durch Risiko-untersuchungen</li> <li>- Bei kritischen Merkmalen sind ergänzende Maßnahmen wie z.B. alternative Fertigungs-konzepte zu erörtern</li> <li>- Keine Freigabe von kritischen Merkmalen für SPC</li> </ul>		
<b>Potential zur Kombination</b>	<b>Zielzeitpunkt der Fertigstellung</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <u>Toleranzanalyse</u> (a)</li> <li>• <u>Prozeßregelkreise</u> (c)</li> <li>• <u>MFU</u> (c)</li> <li>• <u>PFU</u> (c)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>17 Monate vor Serie: Merkmals-Freeze (rechtzeitig vor Fertigstellung der Fertigsvorrichtungen)</li> </ul>		
<b>Durchführung</b>	<b>Verantwortlichkeiten der Umsetzung</b>	<b>Mitwirkung</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Planer Preßwerk für Einzelteil-Umfang</li> <li>- Planer Rohbau für Zusammenbau-Umfang</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Meißtechnik der Werke</li> <li>- Entwickler / Konstrukteure</li> <li>- Qualitätsingenieur</li> </ul>		

Handlungsfeld 4		AUSRICHTKONZEPT (inkl. AUFNAHME- & SPANNTECHNIK)	
...wird geliefert von:	Eingabegrößen	E	Eingabe
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Entwicklungs-/Konstruktionsteams</li> <li>- Fertigungsplanung Preßwerk, Rohbau</li> <li>- Meißtechnikstellen</li> <li>- Toleranzteams</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- CAD-Modell, FM0-Datenreife für alle Fahrzeugkonzepte</li> <li>- Rohbau-Fügefølge</li> <li>- Werkzeugprozeß</li> <li>- Ausrichtkonzept des Vorgängers</li> <li>- Funktionskritische Merkmale aus Toleranzanalysen</li> </ul>		
<b>Ausgabe</b>	<b>Ausgabegrößen</b>	<b>A</b>	<b>...wird benötigt von:</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Vereinbarung über die Prozeßkette bzgl. Teile-Ausrichtung</li> <li>- Verbindliche Aufnahme- und Spannstellen dokumentiert im CA-Modell als Basis für eine Aufnahme- und Spanntechnik durchgängig über Einzelteil, Zusammenbau bis zum Meißmittel &amp; Meißplan</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Messplanung</li> <li>- Prüfmittel-Beschaffung</li> <li>- Vorrichtungslieferanten für Werkzeuge der Einzelteile &amp; Zusammenbauten</li> <li>- Prüfmittellieferanten</li> </ul>		
<b>Hilfsmittel für Anwender</b>	<b>Methodenverarbeitung</b>	<b>V</b>	<b>Maßnahmen</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Vorschriften zur Festlegung der Aufnahme- und Spannkonzepte</li> <li>- "Philosophien" der Meißtechnikstellen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Durchgängige Aufnahme- u. Spanntechnik und Ausrichtung vom Einzelteil bis zum Zusammenbau für Werkzeuorrichtungen und Prüfmittel (Aufnahme in der 1. Ziehform) als Input für Vorrichtungs-, Prüfmittel- und Meißplanung, Toleranzanalysen</li> <li>- Auf Basis des Ausrichtkonzepts ist ein durchgängiger Aufnahme- &amp; Spannplan zu erstellen</li> </ul>		
<b>Potential zur Kombination</b>	<b>Zielzeitpunkt der Fertigstellung</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <u>Toleranzanalyse</u> (a)</li> <li>• <u>Meißplanung Prototypen/Serie</u> (c)</li> <li>• <u>Merkmale_MFU/PFU</u> (c)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>30 Monate vor Serie: Ausrichtkonzept erarbeitet</li> <li>26 - 19 Monate vor Serie: Aufnahme- &amp; Spannpläne sind in mehreren Schleifen erstellt</li> </ul>		
<b>Durchführung</b>	<b>Verantwortlichkeiten der Umsetzung</b>	<b>Mitwirkung</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>QM-Gesamtverantwortlicher des neuen Projekts</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Entwicklung/Konstruktion (1), Preßwerk (2), Rohbau (3), Qualitätsingenieur (4), Meißtechnik (5)</li> </ul>		

Handlungsfeld 5		BEMUSTERUNG BAUTEILE	
...wird geliefert von:	Eingabegrößen	E	Eingabe
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Werkzeuglieferanten für Einzelteile &amp; Zusammenbauten</li> <li>- Meßtechnikstellen Preßwerk &amp; Rohbau</li> <li>- Fertigungsplanung Preßwerk &amp; Rohbau</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Werkzeugfallende Teile</li> <li>- Selbstbewertung der Planer Preßwerk</li> <li>- Meißplan</li> <li>- Prüf- &amp; Meßmittel</li> <li>- MFU- / PFU-Merkmale</li> </ul>		
<b>Ausgabe</b>	<b>Ausgabegrößen</b>	<b>A</b>	...wird benötigt von:
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Meßprotokoll</li> <li>- Statusbewertung</li> <li>- Lösungs-Maßnahmen bei Nichterreichen der Ziele</li> <li>- Evtl. Werkzeugüberarbeitung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Projektleitung (informativ)</li> <li>- QM-Ges.verantwortlicher</li> <li>- Werkzeuglieferanten</li> <li>- Fertigungsplaner Preßwerk &amp; Rohbau</li> <li>- Entwicklung / KonstruktionK (informativ)</li> </ul>		
<b>Hilfsmittel für Anwender</b>	<b>Methodenverarbeitung</b> <b>V</b>		<b>Maßnahmen</b>
- Definition "Bemusterungs-status"  Zu bemusternde Merkmale: a) Maß b) Funktion c) Optik/Oberfläche d) Werkstoff Am Aufbaubook: Block-Luft-Analyse  Möglicher Gesamtstatus: Stat. 4: Nicht verbaubar - Stat.3: Mit Nacharbeit verbaubar Stat. 2: Ohne Einschränkung verbaubar Stat. 4: Prozentsicher			
<b>Potential zur Kombination</b>	<b>Zielzeitpunkt der Fertigstellung</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Toleranzanalyse (a)</li> <li>• Meß-/Prüfplanung (a)</li> <li>• Merkmale MFU/PFU (a)</li> </ul>	Mit höherer Bauphase ist besserer Bauteilstatus gefordert. Typische Bauphasen: 1) Integrations-Erprobungsfahrzeug 2) Produkt-Prozeß-Prototyp 3) Vorserie 4) Anlaufproduktion  bis 4 Monate vor Serie: Gesamtstatus 2 für alle Bauteile sollte erreicht sein.		
<b>Durchführung</b>	<b>Verantwortlichkeiten der Umsetzung</b>		<b>Mitwirkung</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- QM-Ges.verantwortlicher für Festlegung der Bemusterungs-Stat je Bauphase</li> <li>- Planer Preßwerk für Erreichung der Bemusterungsziele seines Einzelteil-Umfangs</li> <li>- Planer Rohbau für Erreichung der Bemusterungs-ziele seines Zusammenbau-Umfangs</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Werkzeughersteller</li> <li>- Entwicklung / Konstruktion</li> <li>- Meßtechnikstellen</li> <li>- Projektleiter (informativ)</li> </ul>		

Handlungsfeld 4		PLANUNG & INSTALLATION PROZESSREGELKREISE	
...wird geliefert von:	Eingabegrößen	E	Eingabe
<ul style="list-style-type: none"> <li>- MFU-PFU-Teams</li> <li>- Methodiker Fertigung</li> <li>- Planung Preßwerk, Rohbau</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Definierte MFU-/PFU-Merkmale</li> <li>- Grundsätzliche Prozeß-Einflußgrößen für Preßwerk und Rohbau</li> <li>- Prozeßabläufe</li> <li>- Fügefolgen</li> <li>- Werkzeuginformationen</li> </ul>		
<b>Ausgabe</b>	<b>Ausgabegrößen</b>	<b>A</b>	...wird benötigt von:
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Prozeß-Einflußgrößen</li> <li>- Prozeß-Stellschrauben</li> <li>- Korrelation zum Produktmerkmal</li> <li>- Prüf- &amp; Meßkonzept ist auf Regelkreis abgestimmt und integriert</li> <li>- Abstimmung mit Fertigung, Methodikern und Planern</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Betreiber der Fertigung</li> <li>- Fertigungsgruppe</li> <li>- Planer Preßwerk und Rohbau</li> </ul>		
<b>Hilfsmittel für Anwender</b>	<b>Methodenverarbeitung</b> <b>V</b>		<b>Maßnahmen</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Methodik DoE (Design of Experiments)</li> <li>- Schulungsprogramm zu "Statistische Prozeßregelung"</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ermitteln der Einflußgrößen der Produktmerkmale</li> <li>- Ermitteln der Stellgrößen</li> <li>- Ermitteln der Korrelationen zwischen Einfluß- und Stellgrößen</li> </ul>		
<b>Potential zur Kombination</b>	<b>Zielzeitpunkt der Fertigstellung</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Meßstrategie (a)</li> <li>• Merkmale MFU/PFU (a, b)</li> </ul>	17 Monate vor Serie bis 1 Monat nach Serie: Regelkreise sind geplant und installiert		
<b>Durchführung</b>	<b>Verantwortlichkeiten der Umsetzung</b>		<b>Mitwirkung</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Planer Preßwerk für Einzelteil-Umfang</li> <li>- Planer Rohbau für Zusammenbau-Umfang</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Q-Stellen der Technologien</li> <li>- Methodiker der Technologien</li> </ul>		

Handlungsfield 5		PROZESSFÄHIGKEITSNACHWEIS P F U	
...wird geliefert von:	<b>E</b>	<b>Eingabegrößen</b>	Eingabe
<ul style="list-style-type: none"> <li>- QM-Gesamtverantwortlicher</li> <li>- Meßtechnikstellen</li> <li>- Fertigungstechnologiestellen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Gemeinsam im Projekt vereinbarte Merkmale MFU / PFU (gekennzeichnet im Messplan)</li> <li>- Verfahrensanweisungen zur ordentlichen Durchführung eines MFU-Nachweises</li> <li>- Anforderungskatalog an Vorrichtungslieferanten</li> </ul>	<p><b>Ausgabe</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Erzielte PFU-Kennzahlen dokumentiert auf Regelkarten</li> <li>- Maßnahmen zur Prozeßbeherrschung bei cpk &lt; 1,33</li> <li>- Freigabe des Fertigungsabschnitts für SPC</li> </ul>	<p>...wird benötigt von:</p> <p><b>A</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Fertigungsplanung Preßwerk &amp; Rohbau</li> <li>- Projektleitung (informativ)</li> <li>- Entwicklung / Konstruktion (informativ)</li> </ul>
<p><b>Hilfsmittel für Anwender</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Anweisungen/Vorschriften zu "PFU" der Technologien</li> <li>- Schulungsprogramm zu "Statistische Prozeßregelung"</li> </ul>		<p><b>Methodenverarbeitung</b> <b>V</b> <b>Maßnahmen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Teilesätze für PFU bei Fertigungsplanung bestellen</li> <li>- Festlegen der benötigten Meißkapazitäten</li> <li>- Rechtzeitige Bereitstellung der Meßmittel</li> <li>- Meißmittelfähigkeit sicherstellen</li> </ul>	
<p><b>Potential zur Kombination</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Merkmale MFU/PFU (a, b)</li> <li>• Prozeßregelkreise (a, b)</li> <li>• SPC (b)</li> </ul>		<p><b>Zielzeitpunkt der Fertigstellung</b></p> <p>bis 6 Monate nach Serie: PFU-Nachweise sind für alle geforderten Anlagenumfänge und Merkmale bis Erreichen der Kammlinie erfolgreich erbracht worden</p>	
<p><b>Durchführung</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Planer Preßwerk für seinen Anlagenumfang</li> <li>- Planer Rohbau für seinen Anlagenumfang</li> </ul>		<p><b>Verantwortlichkeiten der Umsetzung</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Meßtechnikstellen</li> <li>- Betriebsmittel-Einkauf</li> <li>-&gt;fordert MFU vom Hersteller</li> <li>- Projektleitung (informativ)</li> <li>- Entwicklung / Konstruktion (informativ)</li> </ul>	

Handlungsfield 5		MASCHINENFÄHIGKEITSNACHWEIS M F U	
...wird geliefert von:	<b>E</b>	<b>Eingabegrößen</b>	Eingabe
<ul style="list-style-type: none"> <li>- QM-Gesamtverantwortlicher</li> <li>- Meßtechnikstellen</li> <li>- Fertigungstechnologiestellen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Gemeinsam im Projekt vereinbarte Merkmale MFU / PFU (gekennzeichnet im Messplan)</li> <li>- Verfahrensanweisungen zur ordentlichen Durchführung eines MFU-Nachweises</li> <li>- Anforderungskatalog an Vorrichtungslieferanten</li> </ul>	<p><b>Ausgabe</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Erzielte MFU-Kennzahlen</li> <li>- Definierte Maßnahmen bei Nichterreichen der Zielwerte</li> <li>- Freigabe des Werkzeugs / der Vorrichtung für PFU</li> </ul>	<p>...wird benötigt von:</p> <p><b>A</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Fertigungsplanung Preßwerk &amp; Rohbau</li> <li>- Projektleitung (informativ)</li> <li>- Entwicklung / Konstruktion (informativ)</li> </ul>
<p><b>Hilfsmittel für Anwender</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Anweisungen/Vorschriften zu "MFU" der Technologien</li> <li>- Schulungsprogramm zu "Statistische Prozeßregelung"</li> </ul>		<p><b>Methodenverarbeitung</b> <b>V</b> <b>Maßnahmen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Teilesätze für MFU bei Fertigungsplanung bestellen</li> <li>- Festlegen der benötigten Meißkapazitäten</li> <li>- Rechtzeitige Bereitstellung der Meßmittel</li> <li>- Meißmittelfähigkeit sicherstellen</li> </ul>	
<p><b>Potential zur Kombination</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Merkmale MFU/PFU (a, b)</li> <li>• Prozeßregelkreise (a, b)</li> <li>• PFU (b)</li> </ul>		<p><b>Zielzeitpunkt der Fertigstellung</b></p> <p>bis 4 Monate vor Serie: MFU-Nachweise sind für alle geforderten Anlagenumfänge erfolgreich erbracht worden</p>	
<p><b>Durchführung</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Planer Preßwerk für seinen Anlagenumfang</li> <li>- Planer Rohbau für seinen Anlagenumfang</li> </ul>		<p><b>Verantwortlichkeiten der Umsetzung</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Meßtechnikstellen</li> <li>- Betriebsmittel-Einkauf</li> <li>-&gt;fordert MFU vom Hersteller</li> <li>- Projektleitung (informativ)</li> <li>- Entwicklung / Konstruktion (informativ)</li> </ul>	

Handlungsfeld 5		GESAMTFAHRZEUG-AUDIT	
...wird geliefert von:	Eingabegrößen	Eingabe	
<ul style="list-style-type: none"> <li>- QM-Gesamtverantwortlicher</li> <li>- Entwicklung / Konstruktion</li> <li>- Qualitätsfachstellen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Q-Ziele aus Q-Zielkatalog</li> <li>- Spezifikationen</li> <li>- Q-Merkmale</li> </ul>		
<b>Ausgabe</b>		<b>Ausgabegrößen</b>	...wird benötigt von:
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ergebnisse der Auditierungen</li> <li>- Zuordnung der Fehlerursachen auf Preßwerk, Rohbau &amp; Lack / Oberfläche</li> <li>- Problemlösungsmaßnahmen bzgl. Produkt-/Prozeß-/Verfahrensfehler</li> <li>- Qualitätsverfolgung bei wiederholten Auftreten von Fehlern</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Fertigungsteams Werk</li> <li>- Qualitätsfachstellen Werk</li> <li>- Qualitätslenkung Werk</li> </ul>		
<b>Hilfsmittel für Anwender</b>		<b>Methodenverarbeitung</b>	<b>Maßnahmen</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Verfahrensanweisung zur Durchführung eines Audits</li> <li>- Audit-Fehlerartenkatalog</li> <li>- QZ-Bewertungstabelle</li> <li>- Bereich Unternehmensqualität</li> <li>- Schulungsprogramm "Fahrzeugauditierung"</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Transparente Kommunikation der QZ-Zielgrößen</li> <li>- Vereinbaren der Aufteilung der QZ-Zahlen auf Preßwerk, Rohbau &amp; Lack / Oberfläche</li> <li>- Definition von Qualitäts-A-, B- &amp; C-Zonen an Karosserie</li> <li>- Erarbeitung von Problemlösungsmaßnahmen über die gesamte Prozesskette</li> </ul>		
<b>Potential zur Kombination</b>		<b>Zielzeitpunkt der Fertigstellung</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <u>Q-Zielpaket</u> (a)</li> <li>• <u>Bemusterung</u> (a)</li> <li>• <u>SPC</u> (a, b)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ab nachgewiesener PFU: Regelmäßige Auditierungen ab Herstellung der Prototyp-fahrzeuge aus Serienwerkzeugen</li> </ul>		
<b>Durchführung</b>		<b>Verantwortlichkeiten der Umsetzung</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Durchführung &amp; Auswertung Audit: Auditfachstelle des Werkes</li> <li>- Festlegung der Audit-Qualitätszahlen durch den Bereich Unternehmensqualität</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- QM-Gesamtverantwortlicher (informativ)</li> <li>- Entwicklungs- &amp; Konstruktionsteams</li> <li>- Fertigungsteams Preßwerk &amp; Rohbau</li> <li>- Q-Lenkung Werk</li> <li>- Qualitätsingenieur</li> </ul>		

Handlungsfeld 5		STATISTISCHE PROZESSREGELUNG S P C	
...wird geliefert von:	Eingabegrößen	Eingabe	
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Fertigungsplanung Preßwerk</li> <li>- Fertigungsplanung Rohbau</li> <li>- Prüfmittelplanung</li> <li>- MFU-/PFU-Teams</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Nachgewiesener fähiger Prozeß (Nachweis der PFU)</li> <li>- Q-Merkmale mit Toleranzangaben</li> <li>- Input aus Regelkreisen:                             <ul style="list-style-type: none"> <li>-&gt;Prozeß-Einflußgrößen</li> <li>-&gt;Prozeß-Stellschrauben</li> <li>-&gt;Prüf und Meßplanung</li> </ul> </li> </ul>		
<b>Ausgabe</b>		<b>Ausgabegrößen</b>	...wird benötigt von:
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Geregelter Prozeß dokumentiert in Qualitätsregelkarten</li> <li>- Entfall aufwendiger Nacharbeitsteuerung</li> <li>- Motivierte Mitarbeiter der Fertigung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Fertigungsleitung Werk</li> <li>- Qualitätsfachstellen Werk</li> </ul>		
<b>Hilfsmittel für Anwender</b>		<b>Methodenverarbeitung</b>	<b>Maßnahmen</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Anweisungen/Vorschriften zu "MFU" der Technologien</li> <li>- Schulungsprogramm zu "Statistische Prozeßregelung"</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- SPC-Methodik auf vereinbarte Prozesse mit Regelkreise anwenden</li> </ul>		
<b>Potential zur Kombination</b>		<b>Zielzeitpunkt der Fertigstellung</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <u>Merkmale MFU/PFU</u> (a)</li> <li>• <u>Prozeßregelkreise</u> (a, b)</li> <li>• <u>PFU</u> (b)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ab nachgewiesener PFU des Prozeßabschnitts:                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- Regelkreise sind installiert und greifen</li> <li>- SPC wird umgesetzt</li> </ul> </li> </ul>		
<b>Durchführung</b>		<b>Verantwortlichkeiten der Umsetzung</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Q-Lenkung der Beteiberorganisation</li> <li>- Fertigung des Werks</li> <li>- Lieferant (Zulieferer)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Fertigungsplanung Preßwerk</li> <li>- Fertigungsplanung Rohbau</li> <li>- Prozeßmethodiker des Werkes</li> </ul>		