

Lehrstuhl für  
Betriebswissenschaften und Montagetechnik  
der Technischen Universität München

## **Bewertung der Wissensqualität von Kostenelementen für Kalkulationen am Beispiel der Automobilproduktion**

**Jörg Pause**

Vollständiger Abdruck der von der Fakultät für Maschinenwesen der Technischen Universität München zur Erlangung des akademischen Grades eines

Doktor-Ingenieurs (Dr.-Ing.)

genehmigten Dissertation.

Vorsitzender: Prof. Dr.-Ing. Willibald A. Günthner

Prüfer der Dissertation:

1. Prof. Dr.-Ing. Gunther Reinhart
2. Prof. Dr.-Ing. Jörg Franke

Die Dissertation wurde am 03.11.2016 bei der Technischen Universität München eingereicht und durch die Fakultät für Maschinenwesen am 06.04.2017 angenommen.



## **Vorwort**

Die vorliegende Dissertation entstand während meiner Tätigkeit als wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Werkzeugmaschinen und Betriebswissenschaften (*iwb*) der Technischen Universität München.

Mein besonderer Dank gilt Herrn Prof. Dr.-Ing. Gunther Reinhart und Herrn Prof. Dr.-Ing. Michael F. Zäh, den Leitern dieses Instituts, für ihre stets großzügige Unterstützung und Förderung.

Bei Herrn Prof. Dr.-Ing. Gunther Reinhart bedanke ich mich darüber hinaus für die stets wohlwollende und konstruktive Betreuung meiner Arbeit. Bei Herrn Prof. Dr.-Ing. Willibald A. Günthner, dem Inhaber des Lehrstuhls für Förder-technik, Materialfluss und Logistik an der Technischen Universität München, bedanke ich mich für die Übernahme des Vorsitzes der Prüfungskommission. Weiterhin gilt mein Dank Herrn Prof. Dr.-Ing. Jörg Franke, dem Inhaber des Lehrstuhls für Fertigungsautomatisierung und Produktionssystematik an der Friedrich-Alexander Universität Erlangen-Nürnberg, für die Übernahme des Ko-referates und die aufmerksame Durchsicht der Arbeit.

Des Weiteren danke ich dem Industrie- und Anwendungspartner BMW Group. Ich danke vor allem den Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern der Hauptabteilung Cost Engineering. Die Zusammenarbeit mit ihnen und die konstruktiven Diskussionen haben dazu beigetragen, die Praxisrelevanz dieser Arbeit sicherzustellen.

Darüber hinaus bedanke ich mich bei allen Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern des Instituts und insbesondere bei den Mitgliedern der Themengruppe Produktionsmanagement und Logistik für die intensiven fachlichen Diskussionen. Ein besonderer Dank gilt meinen Kollegen Jan-Fabian Meis, Markus Pröpster, Daniel Hofmann und Thomas Irrenhauser für die intensive, kritische Prüfung meiner Arbeit. Ihre konstruktiven Ratschläge haben mir fortwährend dabei geholfen, diese Arbeit zielgerichtet fertigzustellen.

Besonders danken möchte ich zuletzt meinen Eltern, meinem Bruder und meiner Freundin. Sie haben die Grundlage für diese Arbeit gelegt, indem sie mich während der Erstellung motiviert haben. Durch ihre Unterstützung konnte ich den Freiraum gewinnen, um mich dieser Arbeit zu widmen.



# Inhaltsverzeichnis

<b>Inhaltsverzeichnis.....</b>	<b>I</b>
<b>1 Einleitung.....</b>	<b>1</b>
1.1 Ausgangssituation .....	1
1.2 Zielsetzung .....	2
1.3 Aufbau der Arbeit .....	3
<b>2 Grundlagen.....</b>	<b>7</b>
2.1 Begriffsdefinitionen .....	7
2.1.1 Preis.....	7
2.1.2 Kosten.....	7
2.1.3 Kalkulation .....	8
2.1.4 Wissen .....	12
2.1.5 Qualität .....	14
2.2 Kostenmodelle.....	16
2.3 Bewertung .....	17
<b>3 Stand der Forschung.....</b>	<b>21</b>
3.1 Wissen als Produktions- und Erfolgsfaktor .....	21
3.2 Systematisches Wissensmanagement mit Hilfe von Prozessmodellen....	25
3.3 Bewertungsmethoden im Wissensmanagement.....	32
3.4 Bewertungsmethoden für Daten- und Informations-qualität .....	37
3.5 Zusammenfassung und Handlungsbedarf .....	47
<b>4 Anforderung an die Methode zur Bewertung der Wissensqualität von     Kostenelementen für Kalkulationen.....</b>	<b>51</b>

4.1	Anforderungen des Anwenders .....	51
4.2	Anforderungen an Metriken.....	53
4.3	Anforderungen für die praktische Anwendung .....	53
<b>5</b>	<b>Konzeption der Methode zur Bewertung von Wissensqualität.....</b>	<b>55</b>
5.1	Konzeptübersicht .....	55
5.2	Analyse des Bewertungsobjekts .....	57
5.3	Erhebungsprozess für Kostenelemente.....	61
5.4	Qualitätsdimensionen zur Bewertung von Wissensqualität .....	68
<b>6</b>	<b>Detaillierung der Methode zur Bewertung von Wissensqualität .....</b>	<b>71</b>
6.1	Erstellung der Metrik für Dokumentationsqualität.....	71
6.1.1	Vorgehensweise .....	71
6.1.2	Identifikation des relevanten Messobjekts für Dokumentationsqualität .....	72
6.1.3	Definition der Messmerkmale für Dokumentationsqualität.....	73
6.1.4	Definition der Wertebereiche der Messmerkmale für Dokumentationsqualität .....	77
6.1.5	Normierung der Wertebereiche der Messmerkmale für Dokumentationsqualität .....	82
6.1.6	Definition der Aggregationsvorschrift für die Ausprägung von Messmerkmalen der Dokumentationsqualität.....	83
6.1.7	Definition der Bewertungsvorschrift für Dokumentationsqualität ..	90
6.2	Erstellung der Bewertungsmethode für Quellenqualität.....	91
6.2.1	Vorgehensweise .....	91
6.2.2	Identifikation der Quellenarten .....	92

6.2.3	Identifikation der Messmerkmale für Quellenqualität .....	94
6.2.4	Definition der Gewichtung der Messmerkmale für Quellenqualität .....	99
6.2.5	Definition der Wertebereiche der Messmerkmale für Quellenqualität .....	101
6.2.6	Erstellung der Rangfolge für die Quellenarten hinsichtlich der Quellenqualität .....	102
6.2.7	Definition der Bewertungsvorschrift für Quellenqualität .....	104
6.3	Erstellung der Bewertungsmethode für Berechnungsqualität.....	107
6.3.1	Vorgehensweise.....	107
6.3.2	Identifikation von Qualitätsanforderungen an Berechnungen .....	108
6.3.3	Identifikation der Messmerkmale für Berechnungsqualität .....	110
6.3.4	Definition der Gewichtung der Messmerkmale für Berechnungsqualität .....	116
6.3.5	Definition der Wertebereiche der Messmerkmale für Berechnungsqualität .....	118
6.3.6	Definition der Aggregationsvorschrift für die Ausprägungen von Messmerkmalen der Berechnungsqualität.....	121
6.3.7	Definition der Bewertungsvorschrift für Berechnungsqualität .....	123
6.4	Bewertung von Schulungsqualität .....	124
6.4.1	Vorgehensweise.....	124
6.4.2	Identifikation des relevanten Messobjekts für Schulungsqualität..	125
6.4.3	Identifikation der Messmerkmale für Schulungsqualität .....	126
6.4.4	Definition der Gewichtung der Messmerkmale für Schulungsqualität .....	129

6.4.5	Definition der Wertebereiche der Messmerkmale für Schulungsqualität .....	130
6.4.6	Definition der Aggregationsvorschrift für die Ausprägung von Messmerkmalen der Schulungsqualität.....	131
6.4.7	Definition der Bewertungsvorschrift für Schulungsqualität .....	133
6.5	Bewertung der Aktualität.....	133
6.5.1	Vorgehensweise .....	133
6.5.2	Identifikation des relevanten Messobjekts für Aktualität .....	134
6.5.3	Erstellung der Methode zur Quantifizierung von Aktualität .....	135
6.5.4	Definition der Aggregationsvorschrift für die Ausprägung von Messmerkmalen der Aktualität .....	138
6.5.5	Definition der Bewertungsvorschrift für Aktualität.....	139
<b>7</b>	<b>Anwendung der Methode zur Bewertung von Wissensqualität.....</b>	<b>141</b>
7.1	Anwendungsbeispiel.....	141
7.1.1	Vorgehensweise .....	141
7.1.2	Ermittlung differenzierter Bewertungsvorschriften für die Dimensionen von Wissensqualität .....	141
7.1.3	Analyse des Bewertungsobjekts.....	148
7.1.4	Bemessung der Wissensqualität des Bewertungsobjekts.....	152
7.1.5	Bewertung der Wissensqualität des Bewertungsobjekts.....	158
7.2	Bewertung der entwickelten Methode .....	159
7.2.1	Bewertung der Anforderungen.....	159
7.2.2	Bewertung der Wirtschaftlichkeit .....	162
<b>8</b>	<b>Zusammenfassung und Ausblick.....</b>	<b>165</b>



<b>9</b>	<b>Literaturverzeichnis.....</b>	<b>169</b>
<b>10</b>	<b>Verzeichnis betreuter Studienarbeiten .....</b>	<b>185</b>
<b>11</b>	<b>Anhang .....</b>	<b>187</b>

## Abkürzungsverzeichnis

AHP	Analytisch-Hierarchischer-Prozess
bspw.	beispielsweise
bzw.	beziehungsweise
EuSpRIG	European Spreadsheet Risk Interest Group
et al.	et alii
etc.	et cetera
f	folgende
ff	fortfolgende
Hrsg.	Herausgeber
inkl.	inklusive
<i>iwb</i>	Institut für Werkzeugmaschinen und Betriebswissenschaften
MGK	Materialgemeinkosten
MSS	Maschinenstundensatz
ISO	International Organization for Standardization
IT	Informationstechnik
S.	Seite
TUM	Technische Universität München
VDI	Verein Deutscher Ingenieure e.V.
vgl.	vergleiche
VVGK	Verwaltungs- und Vertriebsgemeinkosten
z. B.	zum Beispiel

# 1 Einleitung

## 1.1 Ausgangssituation

Im produzierenden Gewerbe ist nach SCHÄFER & WEBER (2005) seit längerer Zeit zu beobachten, dass ein wesentlicher Teil der Wertschöpfung von Unternehmen nicht mehr im eigenen Betrieb selbständig erbracht, sondern über den Einkauf beschafft wird. Vor allem Automobilhersteller sind durch eine geringe Wertschöpfungstiefe gekennzeichnet. Die fortwährende Reduzierung der Wertschöpfungstiefe bei Automobilherstellern zeigen veröffentlichte Studien. Während nach WOMACK ET AL. (1990) amerikanische Automobilhersteller zu Beginn der 1980er Jahre noch 70 Prozent der Wertschöpfung selbst verantworteten, sank dieser Anteil bis Ende der 1990er Jahre auf unter 35 Prozent nach VDA (2008). Nach einer Untersuchung von LEGLER ET AL. (2009) lag die Wertschöpfungstiefe von Automobilherstellern im Jahr 2003 nur noch bei 27 Prozent. Bis zum Jahr 2007 reduzierte sich der Anteil an Eigenfertigung schließlich weiter auf 25 Prozent (VDA 2008). Nach WILDEMANN (1996) haben die Automobilhersteller diese Entwicklung in den letzten Jahrzehnten gefördert, um durch eine Fokussierung auf ausgewählte Kernkompetenzen in der Entwicklung und der Produktion die Komplexität in ihrer eigenen Organisation zu reduzieren. Durch diese Reduzierung ergeben sich Vorteile bei Kosten und Flexibilität (WILDEMANN 1996). Allerdings führt der resultierende hohe Anteil an Fremdleistung auch dazu, dass Automobilhersteller den Teil der Leistung, der zu den Zulieferern ausgelagert wurde, nicht mehr selbstständig im Sinne günstiger Kosten gestalten können. Vor dem Hintergrund dieser Entwicklung haben BAIN & COMPANY (2002) bereits früh erkannt, dass der Einkauf eines Automobilherstellers eine zentrale Rolle bei der Erwirtschaftung des Unternehmenserfolgs spielt. Auch WILDEMANN (2008) fordert, dass sich die Einkaufsorganisation eines Automobilherstellers geeigneter Methoden bedienen muss, um Kostenvorteile zu identifizieren und zu realisieren.

Neben einer ständig abnehmenden Wertschöpfungstiefe bei den Automobilherstellern gibt es noch einen zweiten prägenden Trend in der Automobilindustrie. Nach ABELE (2005) ist eine Konsolidierung der Zulieferindustrie zu beobachten. Seinen Analysen zufolge hat sich die Anzahl der eigenständigen Automobilzulieferer zwischen dem Jahr 2000 und dem Jahr 2015 halbiert. REINHART ET AL. (2011) gehen deshalb davon aus, dass die bisherige Einkaufsstrategie von

Automobilherstellern zur Verhandlung günstiger Preise für Fahrzeugkomponenten in Zukunft keine Wirksamkeit mehr zeigt. Nach REINHART ET AL. (2011) liegt dieser Strategie die Annahme zugrunde, dass unter Automobilzulieferern hoher Wettbewerb herrscht. Günstige Preise erzielen Automobilhersteller demnach, indem sie den starken Wettbewerb nutzen. Reduziert sich der Wettbewerb durch die Konsolidierung der Zulieferindustrie, schwindet nach REINHART ET AL. (2011) auch die Verhandlungsmacht der Automobilhersteller.

Auf die aus den beiden Trends resultierende Herausforderung im Einkauf können Automobilhersteller reagieren, indem sie ihre wettbewerbsorientierte Einkaufsstrategie auf eine kostenanalytische umstellen. Automobilhersteller sollten ihre Verhandlungsposition gegenüber Zulieferern stärken, indem sie durch systematische Kostenanalysen Transparenz über die Kostenstruktur der Zulieferer erzeugen. Diese Kenntnisse können sie anschließend in der Verhandlung zur Realisierung günstiger Preise nutzen. Die Grundlage einer fundierten Kostenanalyse sind wahre Kenntnisse über die konstruktive Auslegung der zu verhandelnden Zukaufteile, die technische Auslegung von Produktionsprozessen für die Zukaufteile und die damit verbundenen Aufwände für den Fabrikbetrieb. Kenntnisse über die Zukaufteile und ihre Produktionsprozesse können die Hersteller erlangen, indem sie Produktionsplanern einstellen. Diese erstellen in der Regel die Kostenanalysen. Während sie allerdings über langjährige Erfahrung in der technischen Auslegung von Produktionsanlagen besitzen, fehlt es ihnen an Kenntnissen über die Aufwände, die eine Fabrik verursacht und die es zu quantifizieren gilt. Deshalb schätzen Produktionsplaner Kostensätze in der Regel, anstatt sie fundiert zu ermitteln. Damit die Einkaufsorganisationen von Automobilherstellern zum Aufbau von Kostenanalysen auch bei Kostensätzen über Kenntnisse verfügen, die wahr sind und damit reale Sachverhalte abbilden, müssen sie ein systematisches Wissensmanagement aufbauen. Wie dieses Wissensmanagement zu gestalten wird, ist jedoch nicht geklärt. (WIEDMANN & TEICHMANN 2008)

### 1.2 Zielsetzung

Damit die Einkaufsorganisation von Automobilherstellern ihre Verhandlungsposition gegenüber Lieferanten verbessert, sollten sie systematisch Kostenanalysen durchführen. Abbildung 1 zeigt abstrakt, wie eine Kostenanalyse erstellt wird. Das Ziel einer jeden Analyse ist dabei die Bestimmung der Stückkosten

eines betrachteten Fahrzeugumfangs. Diese Stückkosten sind das Kalkulationsergebnis. Es wird unter Verwendung eines Kostenmodells bestimmt. Das Modell schreibt vor, wie zum Beispiel Materialkosten, Fertigungskosten oder Gemeinkostenzuschläge zum Kalkulationsergebnis verrechnet werden. Damit eine Berechnung durchgeführt werden kann, müssen die Parameter des Kostenmodells mit Eingangswerten belegt werden. Die Qualität des Kalkulationsergebnisses hängt unter anderem davon ab, ob die Eingangswerte die entsprechenden realen Sachverhalte für beispielsweise Material- oder Fertigungskosten korrekt abbilden. Die Einkaufsorganisation muss Wissensmanagement implementieren, um sicherzustellen, dass die Eingangswerte reale Sachverhalte darstellen. Einen Ansatz, um die Qualität von Eingangswerten hinsichtlich ihrer Richtigkeit zu bemessen und zu bewerten, nennen WIEDMANN & TEICHMANN (2008) allerdings nicht. Vor diesem Hintergrund ist es Ziel dieser Arbeit, eine Methode zu entwickeln, mit der die Wissensqualität von Eingangswerten für Kostenanalysen bewertet werden kann. Im Rahmen der Entwicklung soll geprüft werden, ob es in der Wissenschaft bereits geeignete Verfahren zur Bewertung von Wissensqualität gibt. Sollten welche vorliegen, sind diese bei der Entwicklung zu berücksichtigen. (WIEDMANN & TEICHMANN 2008)

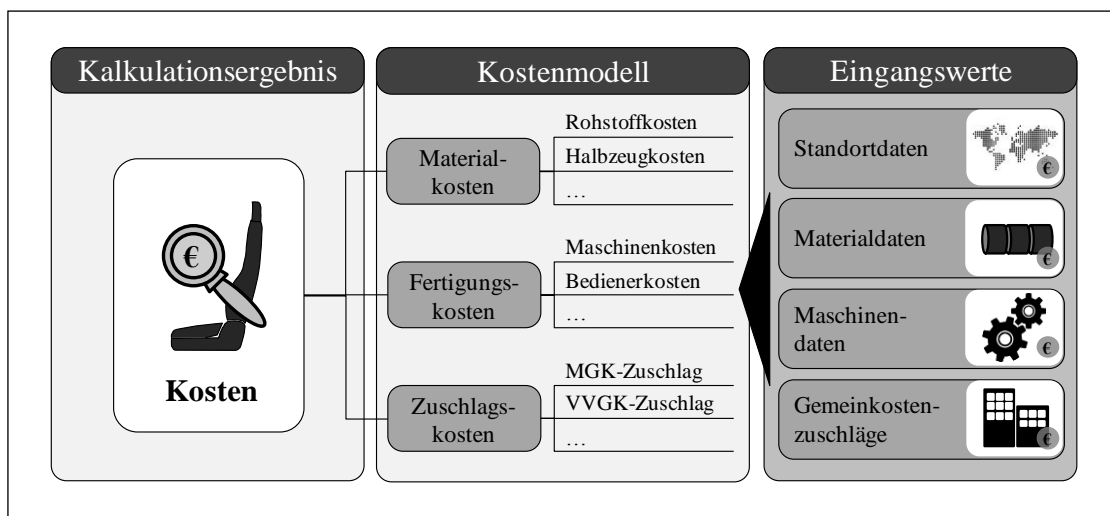


Abbildung 1: Vorgehen zur Durchführung einer Kostenanalyse

### 1.3 Aufbau der Arbeit

Die Entwicklung der Methode zur Erstellung einer Bewertungsmetrik für die Wissensqualität von Eingangswerten für Kostenanalysen folgt im Rahmen dieser Arbeit dem Ablauf, den Abbildung 2 darlegt. Nach der Einleitung werden in Ka-

kapitel 2 die Grundlagen erläutert. Dabei werden die Begriffe Preis, Kosten, Kalkulation, Wissen und Qualität differenziert und definiert. Zudem werden Arten von Kostenmodellen und Prinzipien der Bewertung vorgestellt.



*Abbildung 2: Aufbau der Arbeit*

In Kapitel 3 wird der Stand der Forschung aufgearbeitet. Zuerst wird erklärt, welche Bedeutung Wissen für den Erfolg von Unternehmen hat. Danach wird dargestellt, welche Prozessmodelle für systematisches Wissensmanagement laut Fachliteratur verfügbar sind. Im Anschluss werden bestehende Methoden ermittelt, die zur Bewertung der Qualität von Wissen entwickelt wurden. Schließlich wird analysiert, ob die bestehenden Methoden sich eignen, um die Wissensqualität von Eingangswerten für Kostenanalysen zu prüfen. Auf Basis der Analyseergebnisse wird schließlich der Handlungsbedarf dieser Arbeit konkretisiert. In

Kapitel 4 werden die Anforderungen an die zu erstellende Methode dargelegt. Dabei werden Anforderungen an Bewertungsmetriken und Anforderungen zur Sicherstellung der Praxistauglichkeit von Methoden differenziert. Auf die Erstellung der Anforderungen folgt in Kapitel 5 die Entwicklung des Konzepts der Bewertungsmethode. Dafür wird zuerst das Objekt identifiziert, das im Rahmen einer Bewertung von Wissensqualität quantitativ gemessen werden kann. Im Anschluss wird dieses Objekt analysiert. Das Ergebnis der Analyse sind die Dimensionen von Wissensqualität. In Kapitel 6 wird nach der Analyse für jede Dimension gezeigt, wie unternehmensspezifisch eine Metrik erstellt werden kann. Dafür wird jeweils das Vorgehen beschrieben und eine Beispielmetrik erarbeitet.

Nachdem in Kapitel 6 dargelegt wurde, wie für die Dimensionen von Wissensqualität Metriken zu erarbeiten sind, wird in Kapitel 7 an einem Anwendungsbeispiel gezeigt, wie mit Hilfe der Metriken eine Bewertung von Wissensqualität durchgeführt wird. Dafür werden für jede Dimension die Qualitätsniveaus ermittelt und interpretiert. Zudem wird gezeigt, wie bei unzureichender Qualität Maßnahmen anhand des Bewertungsprozesses abgeleitet werden können, mit denen sich das Qualitätsniveau steigern lässt.

Die Arbeit endet mit Kapitel 8. In diesem Kapitel werden die Ergebnisse zusammengefasst. Zudem wird im Rahmen einer kritischen Betrachtung der Ergebnisse weiteres Forschungspotential aufgezeigt.





## 2 Grundlagen

### 2.1 Begriffsdefinitionen

#### 2.1.1 Preis

Nach DILLER (2007) gibt es mehrere traditionelle Preisdefinitionen. Er unterscheidet den kalkulatorischen Preis, den Angebotspreis, den Nachfragepreis und den Marktpreis. Beim kalkulatorischen Preis handelt es sich um die Geldmenge, die ein Käufer für den Erwerb einer bestimmten Menge eines Wirtschaftsguts von definierter Qualität aufbringen muss. Ausgehend von dieser Definition handelt es sich beim Angebotspreis um die Geldmenge, die der Anbieter für seine Leistung fordert. Der Nachfragepreis beschreibt die Geldmenge, die der Käufer bereit ist für die Leistung aufzubringen. Der Marktpreis ist die Geldmenge, die an einem Markt mit mehreren Anbietern und Nachfragern für die Leistung von allen an der Transaktion Beteiligten akzeptiert wird.

Darüber hinaus nennt DILLER (2007) mehrere spezielle Preisbegriffe, die sich abhängig vom Produkt etabliert haben. Ist ein Preis zum Beispiel an bestimmte Anwendungsbedingungen geknüpft, die wiederum weiter differenziert werden, dann wird von einem Tarif gesprochen. Ein Beispiel sind die Tarife für Transportdienstleistungen. Die Leistung an sich ist unter anderem differenziert nach dem Verkehrsmittel. Abhängig davon, ob die Güter zu Land, zu Wasser oder in der Luft transportiert werden, ist im Tarif der entsprechende monetäre Gegenwert definiert. Für Preise zur Nutzung von Rechten haben sich hingegen Begriffe wie z. B. Miete, Pacht oder Lizenzgebühr etabliert. Für Leistungen von öffentlichen oder Non-Profit-Unternehmen sind Gebühren zu entrichten. Der Preis für Arbeitsleistung wird als Lohn bezeichnet.

#### 2.1.2 Kosten

Nach WARNECKE ET AL. (1996) beschreiben Kosten den Wert von verzehrten Gütern oder Arbeitsleistungen zur Erstellung und zum Absatz einer betrieblichen Leistung in Geldeinheiten. Kosten sind folglich betrieblich bedingte Aufwendungen, die bei der Herstellung von Produkten anfallen (STAHL 2005). Der Kostenbegriff lässt sich weiter differenzieren. Grundsätzlich werden variable und fixe

Kosten sowie Einzel- und Gemeinkosten unterschieden (WARNECKE ET AL. 1996).

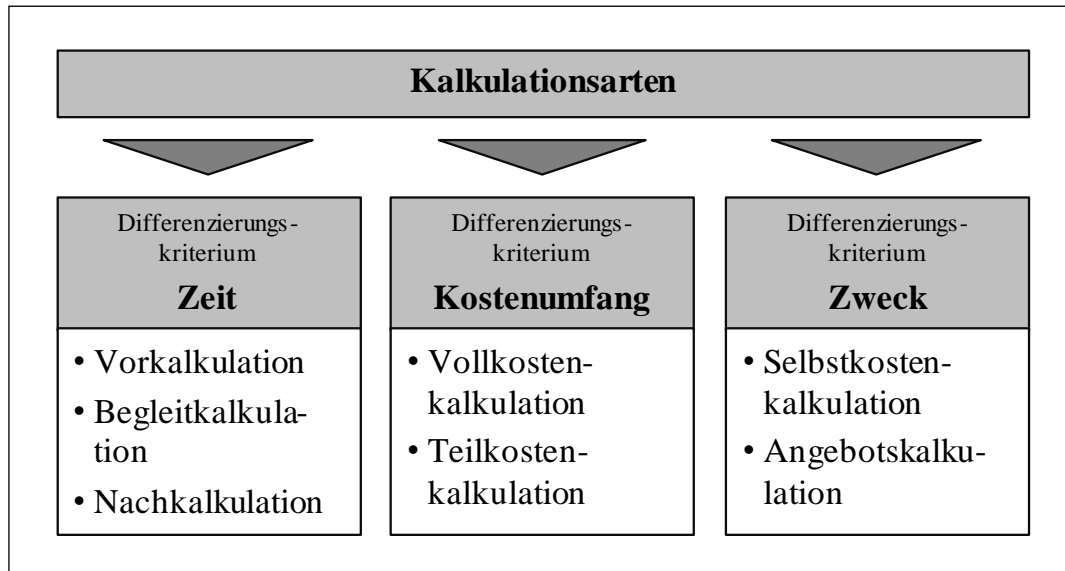
Variable Kosten hängen direkt von der Anzahl der produzierten Erzeugnisse eines Unternehmens ab. Zu variablen Kosten gehören zum Beispiel Materialkosten oder Lohnkosten für die Mitarbeitenden in der Produktion. Steigt die Stückzahl, steigen durch die zusätzlich produzierten Einheiten beispielsweise die Materialaufwendungen. Fixkosten sind hingegen ausschließlich zeitabhängig. Sie fallen mit der ersten produzierten Einheit an und ihre Höhe ist unabhängig von der Anzahl. Zu Fixkosten zählen unter anderem Mieten oder Abschreibungen auf Maschinen. (RIMPAU 2010)

Kosten werden in Einzel- und Gemeinkosten differenziert, indem geprüft wird, ob sie eindeutig einem Produkt zugeordnet werden können oder nicht (HERING & DRAEGER 1999). Bei Einzelkosten ist das möglich. Ein Beispiel sind Materialkosten. Für jedes Produkt kann exakt definiert werden, welche Materialien in welcher Menge bei der Herstellung eingehen. Die Materialaufwendungen werden damit eindeutig von dem Produkt verursacht und zählen zu den Einzelkosten (STAHL 2005). Gemeinkosten können hingegen nicht verursachungsgerecht (JUNG 2006) oder nur mit unverhältnismäßig großem Aufwand einem einzelnen Produkt zugeordnet werden, fallen aber beim Betrieb der Produktion unweigerlich an. Beispiele für Gemeinkosten sind Miet- oder Stromkosten.

### 2.1.3 Kalkulation

Eine zentrale Herausforderung ist die Ermittlung von Kosten und Preisen. Unter dem Begriff Kalkulation werden alle Erwägungen und Berechnungen eines Unternehmens verstanden, die zu diesem Zweck angestellt werden (RÖßLE 1956). SIEGWART ET. AL (1998) grenzen den Kalkulationsbegriff weiter ab. Sie beschreiben ihn als die Erfassung und strukturierte Verrechnung von Kosten, die durch eine definierte Leistung zur Erzeugung eines bestimmten Produkts verursacht werden.

Die Differenzierung des Kalkulationsbegriffs führt zu verschiedenen Kalkulationsarten. Nach STEGER (2010) lassen sich diese, wie in Abbildung 3 dargestellt, anhand des Zeitpunkts der Kalkulation, des Ausmaßes der Kostenverrechnung und des Zwecks der Kalkulation unterscheiden.



*Abbildung 3: Differenzierung von Kalkulationsarten*

Bei der Differenzierung anhand des Zeitpunkts der Kalkulationserstellung wird nach RÖBLE (1956) zwischen Vor-, Begleit- und Nachkalkulationen unterschieden. Die Vorkalkulation unterstützt die Planung einer Leistungserstellung und erfolgt, bevor die damit verbundenen Kosten anfallen. Ziel ist dabei, die in Zukunft anfallenden Aufwände zu ermitteln und zu verrechnen. Die Begleitkalkulation dient der Kostenkontrolle und erfolgt kontinuierlich während der Durchführung der Leistungserstellung. Die Nachkalkulation findet im Anschluss der Leistungserstellung statt und ermittelt die tatsächlich aufgetretenen Kosten. Damit Vor-, Begleit- und Nachkalkulationen vergleichbar sind, sollen sie nach FISCHER (1977) gleich strukturiert sein.

Werden Kalkulationen anhand des Umfangs der Kostenverrechnung unterschieden, können sie der Klasse der Vollkosten- oder der Teilkostenkalkulationen zugeordnet werden (STEGGER 2010). Bei einer Vollkostenkalkulation werden alle bei der Leistungserstellung anfallenden Aufwände berücksichtigt. Nur ein Teil der Aufwände, wie bspw. die variablen Kosten, werden hingegen bei Teilkostenkalkulationen verrechnet. Dadurch wird die Erstellung vereinfacht.

Bei der Differenzierung der Kalkulationsarten anhand des Zwecks der Erstellung wird zwischen Selbstkosten- und Angebotskalkulationen differenziert (STEGGER 2010). Bei ersterer ist das Ziel die Berechnung der Kosten für eine Leistung im Sinne der Definition nach WARNECKE ET AL. (1996), beschrieben in Kapitel 2.1.2. Die Bestimmung des Preises einer Leistung im Sinne der Definition in Kapitel 2.1.1 ist Zweck der Angebotskalkulation.

Ziel einer Kalkulation ist es, die bei der Leistungserstellung anfallenden Kosten unabhängig von den Kalkulationsarten verursachungsgerecht den Produkten zuzuordnen (PLINKE & RESE 2006). Neben Kalkulationsarten lassen sich dafür verschiedene Kalkulationsverfahren unterscheiden. STEGER (2010) zeigt exemplarisch, wie die Verfahren in der Literatur strukturiert werden. Es werden Divisionsverfahren und Zuschlagsverfahren unterschieden. Bei den Divisionsverfahren ist zudem zwischen den Verfahren mit und ohne Äquivalenzziffern zu trennen. Bei den Zuschlagskalkulationen werden die summarische und die differenzierte sowie die Bezugsgrößenkalkulation differenziert. Eine Übersicht zeigt Abbildung 4.

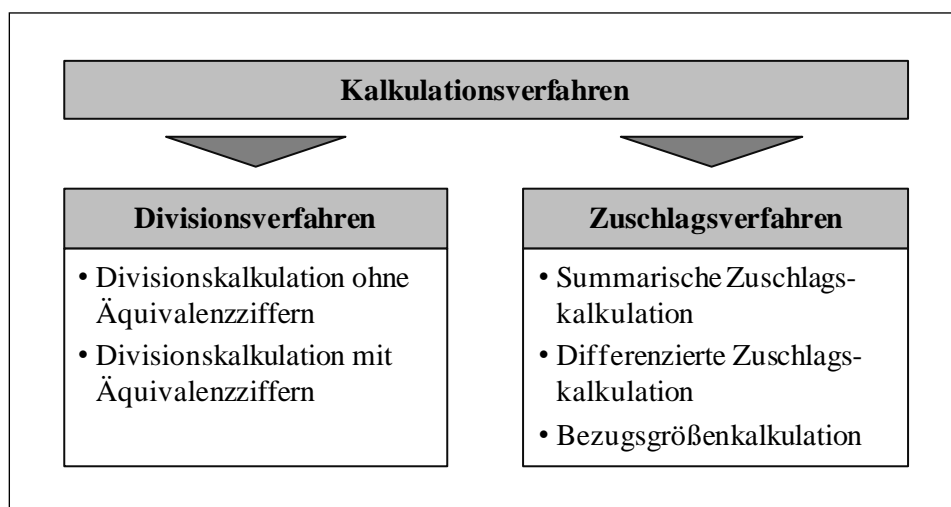


Abbildung 4: Differenzierung von Kalkulationsverfahren

Beim Divisionsverfahren werden die Gesamtkosten ohne eine Unterscheidung von Einzel- und Gemeinkosten auf die erstellten Produkte umgelegt. Die Kosten pro Leistungseinheit werden beim Verfahren ohne Äquivalenzziffern ermittelt, indem die Gesamtkosten durch die Anzahl der in der Rechnungsperiode erstellten Produkte dividiert werden. Damit werden die Kosten gleichmäßig auf alle Einheiten verteilt. Gibt es in einem Unternehmen mehrere Produktarten, die die Gemeinkosten nicht zu gleichen Teilen verursachen, kann das beim Divisionsverfahren durch die Einführung von Verhältniszahlen, den sogenannten Äquivalenzziffern, berücksichtigt werden. Mit den Verhältniszahlen wird eine Kostenrelation zwischen den Produktarten abgebildet. Dabei gibt es eine Einheitsproduktart mit der Äquivalenzziffer eins. Für alle Produkte wird über die produzierte Menge jeder einzelnen Produktart, gewichtet mit der entsprechenden Äquivalenzziffer, das Verhältnis bestimmt, zu dem die Gesamtkosten auf die Produkte verteilt werden. (STEGER 2010)

Die Zuschlagsverfahren basieren auf einer Trennung zwischen Einzel- und Gemeinkosten. Es wird eine Abhängigkeit zwischen der Höhe der Einzelkosten und der Gemeinkosten unterstellt. Während die Einzelkosten für jedes Produkt direkt ermittelbar sind, werden die Gemeinkosten auf die einzelnen Einheiten verteilt, indem prozentuale Zuschläge auf die Einzelkosten aufgeschlagen werden (RÜTH 2012). Bei der summarischen Zuschlagskalkulation werden die gesamten Einzelkosten mit einem Zuschlag für alle im Unternehmen anfallenden Gemeinkosten beaufschlagt (GÖTZE 2010). Bei der differenzierten Zuschlagskalkulation werden hingegen verschiedene Einzelkostenarten, bspw. wie Materialeinzelkosten oder Fertigungskosten, unterschieden. Nach GÖTZE (2010) werden zudem Gemeinkostenarten differenziert, mit denen die unterschiedlichen Einzelkostenarten beaufschlagt werden. Das gängigste Schema für die differenzierte Zuschlagskalkulation ist nach FREIDANK & WINKLER (2001) in Abbildung 5 dargestellt.

Material-einzelkosten	Material-kosten	Herstell-kosten	Selbst-kosten
Material-gemeinkosten			
Fertigungs-einzelkosten	Fertigungs-kosten		
Fertigungs-gemeinkosten			
Sondereinzelkosten der Fertigung			
Verwaltungsgemeinkosten			
Vertriebsgemeinkosten			

Abbildung 5: Gängiges Schema für die differenzierte Zuschlagskalkulation  
(vgl. GÖTZE 2010)

Diesem folgend ergeben sich die Materialkosten aus den Materialeinzelkosten und -gemeinkosten. Die Fertigungskosten berechnen sich, indem die Fertigungseinzelkosten mit den Fertigungsgemeinkosten bezuschlagt und die Sonderkosten

der Fertigung hinzu addiert werden. Die Summe aus Materialkosten und Fertigungskosten bildet die Herstellkosten. Diese sind wiederum die Zuschlagsbasis für die Verwaltungs- und Vertriebsgemeinkosten. Bei der Verrechnung ergeben sich die Selbstkosten.

Eine weitere Verfeinerung der differenzierten Zuschlagskalkulation ist die Bezugsgrößenkalkulation (GÖTZE 2010; COENENBERG 2009; FREIDANK 2001). Während bei der differenzierten Zuschlagskalkulation wertbezogene Größen beaufschlagt werden, beziehen sich die Zuschläge bei der Bezugsgrößenkalkulation auf Mengengrößen, wie bspw. Mitarbeiterstunden, Fertigungszeiten oder Produktionsmengen. Für die Produktion ist die Maschinenstundensatzkalkulation eine Sonderform der Bezugsgrößenkalkulation (KILGER 1992).

Bei der Betrachtung der Kalkulationsverfahren ist zu erkennen, dass ausgehend von der Divisionskalkulation ohne Äquivalenzziffern jedes Verfahren versucht, die Gemeinkosten exakter den Produkten zuzuordnen, indem die Ursachen zunehmend detailliert werden. Mit der Detaillierung steigt allerdings auch der Aufwand bei der Durchführung eines Verfahrens. WALTER & WÜNSCHE (2005) fordern eine Kombination der Kalkulationsverfahren abhängig vom Unternehmensbereich, damit bei vertretbarem Aufwand ein gutes Kalkulationsergebnis erreicht wird.

### 2.1.4 Wissen

Für den Wissensbegriff gibt es zahlreiche Definitionen und Differenzierungen. Ein für diese Arbeit relevanter Auszug wird in diesem Abschnitt vorgestellt. Die in der Fachliteratur am häufigsten angeführten Definitionen stammen von BODENDORF (2006) und von NORTH (2011). Beide differenzieren zuerst Zeichen, Daten, Informationen und Wissen zueinander und greifen dabei wiederum auf vorhandene Literatur zurück. Anschließend stellen sie die Begriffe in einen hierarchischen Zusammenhang. Dieser ist in Abbildung 6 dargestellt. Zeichen sind hierbei das kleinste greifbare Datenelement (HANSEN & NEUMANN 1992). Bei ihnen kann es sich um Ziffern, Buchstaben oder Sonderzeichen handeln. Die Menge aller zur Verfügung stehenden Zeichen heißt Zeichenvorrat. Damit stehen Zeichen auf der untersten Ebene der Begriffshierarchie. Auf der zweiten Ebene stehen Daten. Diese werden durch eine Kombination von Zeichen repräsentiert (DIN 44300:1972). Die Möglichkeiten zur Kombination sind durch ein Regelwerk begrenzt, das als Syntax bezeichnet wird. Auf der dritten Ebene der Begriffshierarchie stehen Informationen. Bei ihnen handelt es sich um mehre-

re Daten, die eine Bedeutung erhalten, indem sie zu einem Problem in Bezug gesetzt werden. Die Information liefert dabei Kenntnisse über Sachverhalte, die benötigt werden, um das Problem zu lösen (REHÄUSER ET AL. 1996). Wissen bildet die vierte Ebene der Begriffshierarchie. Es bezeichnet die zweckorientierte Vernetzung von Informationen. Die vernetzten Informationen bilden nach STROHNER (1990) reale Zustände und Vorgänge der Umwelt in einem Modell ab, über das ein Individuum oder eine Organisation verfügt und für Entscheidungen nutzt.

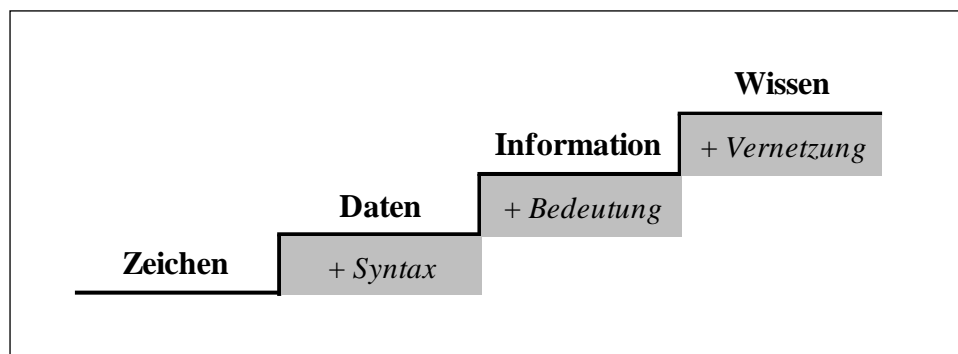


Abbildung 6: Hierarchie zur Definition des Wissensbegriffs (NORTH 2011)

Eine weitere Abgrenzung des Wissens- vom Informationsbegriff nimmt MITTELSTRASS (1990) vor. Er greift auf, dass es sich bei Informationen um Kenntnisse handelt und konkretisiert den Wissensbegriff, indem er fordert, dass Wissen begründete Erkenntnis darstellt. Nach ihm können Information unbestätigte Meinungen und Glauben abbilden. Tatsächliches Wissen stellt hingegen wahre, gesicherte Erkenntnis dar. Dem entsprechend formulieren SCHREYÖGG & GEIGER (2002) drei Eigenschaften, durch die sich Wissen auszeichnet. Die erste ist, dass es sich bei Wissen um eine Aussage handelt, die kommuniziert werden kann. Die zweite ist, dass die Aussage begründet ist. Die dritte Eigenschaft beschreibt, dass die Begründung ein anerkanntes Prüfverfahren durchlaufen hat, damit die Wahrheit der Erkenntnis sichergestellt ist.

In der Literatur sind neben Definitionen auch Differenzierungen des Wissensbegriffes in Wissensarten zu finden. Die Unterscheidung hinsichtlich der Verfügbarkeit von Wissen geht auf POLANYI (1966) zurück. Sein Ansatz differenziert die Arten explizites und implizites Wissen. Bei explizitem Wissen handelt es sich um gesicherte Erkenntnis, die entsprechend der Begriffshierarchie von NORTH (2011) mit Hilfe von Zeichen kodiert, katalogisiert und eindeutig kommuniziert werden kann (BROSSMANN & MÖDINGER 2011). Erfahrungsba-

siertes, menschliches Verhalten, dass nicht explizit dokumentiert werden kann, wird hingegen dem impliziten Wissen zugeordnet (LEHNER 2012).

Ein anderer Ansatz zur Differenzierung von Wissensarten unterscheidet anhand des Wissensträgers. Demnach kann individuelles oder kollektives Wissen vorliegen. Bei individuellem Wissen handelt es sich um gesichertes Erkenntnis, die nur einer einzelnen Person zur Verfügung steht und die nur diese zur Lösung eines Problems effektiv nutzen kann. Kollektives Wissen ist hingegen Erkenntnis, die von einer gesamten Organisation bestehend aus mehreren Individuen genutzt werden kann. Zu Wissen dieser Art werden zum Beispiel Richtlinien und standardisierte Prozesse in Unternehmen zugeordnet. (BROSSMANN & MÖDINGER 2011)

Anhand der beiden vorgestellten Ansätze zur Differenzierung von Wissensarten lassen sich in der Literatur zwei Gruppen von Vertretern identifizieren, die sich durch ihre favorisierte Definition des Wissensbegriffs unterscheiden. Die erste Gruppe vertritt den kollektiven Ansatz und geht davon aus, dass Wissen tatsächlich explizit abgebildet, kommuniziert und damit von mehreren Individuen einer Organisation angewendet werden kann. Zu den Vertretern dieser Gruppe gehört zum Beispiel SCHREYÖGG & GEIGER (2002). Die zweite Gruppe vertritt den menschgebundenen Ansatz. Demnach können nur Informationen explizit dokumentiert und objektiv geteilt werden. Wissen ergibt sich hingegen aus der erfahrungsbasierten und kontextbezogenen Interpretation der Informationen. Diese Interpretation führt bei jedem Individuum zu einer unterschiedlichen und damit subjektiven Erkenntnis, die nicht explizit abbildbar ist. Der menschgebundene Ansatz schließt somit gleichzeitig die Existenz von explizitem und kollektivem Wissen aus. Ein Vertreter dieses Ansatzes ist STEINMÜLLER (1993).

Die zwei wichtigsten Ansätze zur Unterscheidung von Wissensarten wurden hier vorgestellt, um die zwei grundlegenden Gruppen an Vertretern hinsichtlich der Definition des Wissensbegriffs zu erläutern. In der Literatur sind noch weitere Ansätze zur Unterscheidung von Wissensarten beschrieben. Eine Übersicht zeigen die Arbeiten von LEHNER (2012) oder ALAVI & LEIDNER (2001).

### 2.1.5 Qualität

In Kapitel 2.1.4 wurde dargelegt, dass Wissen nach SCHREYÖGG & GEIGER (2002) eine wahre Aussage ist, die durch ein Prüfverfahren bestätigt wurde. SCHREYÖGG & GEIGER (2002) fordern objektive Kriterien, anhand derer sich



überprüfen lässt, ob es sich bei einer vorliegenden Aussage tatsächlich um Wissen als gesicherte Erkenntnis handelt oder um eine nicht bestätigte Information. Vor diesem Hintergrund erachten auch PETERS ET AL. (2010) eine Methode als notwendig, mit der systematisch eine solche Prüfung, die er *Knowledge Claim Evaluation* nennt, durchgeführt werden kann. Bei der Sichtung der Fachliteratur stellen sie jedoch fest, dass solche Methoden nicht verfügbar sind.

Der Begriff Qualität wird in der Norm ISO 9000:2005 als der Grad definiert, in dem ein Satz objektiv messbarer Merkmale des zu bewertenden Produkts definierte Anforderungen erfüllt. Solche Merkmale und deren gewünscht Ausprägung für Wissen zu definieren, ist die Grundlage für eine Methode zur Knowledge Claim Evaluation, wie sie PETERS ET AL. (2010) explizit und SCHREYÖGG ET AL. (2005) implizit fordern.

ZOLLONDZ (2006) differenziert den Qualitätsbegriff. Seinen Ausführungen zufolge kann Qualität entweder lediglich die Beschaffenheit oder zusätzlich die Güte eines Produkts beschreiben. Soll lediglich die Beschaffenheit eines Produkts beschrieben werden, dann wird die Qualität anhand festgelegter Qualitätsforderungen objektiv gemessen. Eine Wertung der Messergebnisse ist nicht Teil der Qualitätsaussage. Wird hingegen die Güte eines Produkts geprüft, dann beinhaltet dies eine Wertung der Qualitätsmessung, bezogen auf einen zu erfüllenden Zweck. Abbildung 7 stellt die Differenzierung dar.

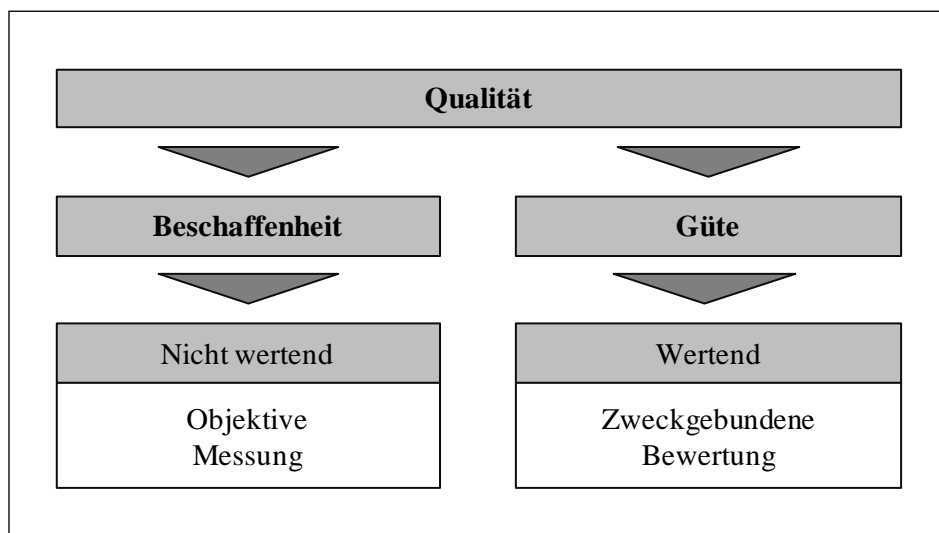


Abbildung 7: Qualität als Beschaffenheit oder Güte (KUSTERER 2008)

Bei der Festlegung der qualitätsrelevanten Merkmale und den geforderten Ausprägungen können verschiedene Ansätze verfolgt werden. GARVIN (1984) unterscheidet den herstellerorientierten, den produktorientierten, den kundenorien-

tierten und den nutzerorientierten Ansatz. Beim herstellerorientierten Ansatz werden die Merkmale und Anforderungen vom Produzenten des Produkts festgelegt (SCHOPPHOVEN 1996). Dabei müssen die Merkmale nicht nur auf das Produkt beschränkt sein. Es werden Standards sowohl für die Ressourcen und den eigentlichen Produktionsprozess als auch für das Produkt als Ergebnis definiert (DONABEDIAN 1980). Den produktorientierten Ansatz beschreibt LILLRANK (2003). Nach ihm werden die Merkmale und gewünschten Ausprägungen nur für das Produkt definiert. Zudem werden sie ausschließlich von externer Stelle festgelegt. Welche Gruppen zu diesen externen Stellen gehören, wird beim produktorientierten Ansatz nicht konkretisiert. Durch eine Konkretisierung leitet LILLRANK (2003) schließlich den kundenorientierten Ansatz ab. Dieser ist dem produktorientierten Ansatz ähnlich. Bei den externen Stellen, die die Merkmale wählen und die gewünschten Anforderungen festlegen, handelt es sich allerdings ausschließlich um den Kunden, der das Produkt vom Produzenten erwirbt. Im Bereich der Informationssysteme hat sich der kundenorientierte Ansatz durchgesetzt. Allerdings wird in der Regel nicht vom Kunden gesprochen, sondern vom Nutzer der bereitgestellten Informationen. Deshalb heißt er auch nutzerorientierter Ansatz. Im Umfeld der Informationstechnik wurde nach WANG & STRONG (1996) der Begriff Fitness for Use geprägt. Er beschreibt den Grad, zu welchem Informationen die Anforderungen eines Nutzers erfüllen, um in einem spezifischen Prozess verwertet werden zu können (CAPPIELLO ET AL. 2004).

### 2.2 Kostenmodelle

In Kapitel 2.1.3 wurde der Kalkulationsbegriff erläutert und differenziert. FISCHER (1977) fordert hier, dass die Kalkulationsstruktur unabhängig von der Kalkulationsart bei einem Kalkulationsprojekt gleich sein soll, damit die Ergebnisse vergleichbar sind. Damit fordert er im Grunde, dass ein Kostenmodell definiert wird.

*„Ein Kostenmodell entsteht durch das Zusammenwirken einer Kostengliederungsstruktur und ausgewählter geeignete Kostenelemente“* (MÖLLER 2008). Die Kostengliederungsstruktur systematisiert die Kostenelemente nach Ordnungskriterien und bildet den mathematischen Zusammenhang ab, nach dem diese bspw. zu Selbstkosten oder Preisen aggregiert werden (RIMPAU 2010). Damit liegt einer Kostengliederungsstruktur ein bestimmtes Kalkulationsverfahren

zugrunde. Bei den in der Struktur aufgeführten Kostenelementen handelt es sich um die Aufwände, die zur Durchführung der Kalkulation und damit zur Anwendung des Modells ermittelt werden müssen. Dabei können die Aufwände wiederum eine eigene Kostengliederungsstruktur aufweisen (FABRYCKY & BLANCHARD 1991).

An Kostenelementen können drei Arten unterschieden werden: Ressourcenverbrauchselement, Ressourcenpreiselement und Wechselkurselement. Ein Ressourcenverbrauchselement beschreibt dabei, in welcher Menge eine definierte Ressource in das Produkt, für das der Preis oder die Selbstkosten kalkuliert werden sollen, eingeht. Das Ressourcenpreiselement bildet ab, für welche Geldmenge eine einzige Einheit der benötigten Ressource bei einer definierten Währung beschafft werden kann. Das Wechselkurselement stellt dar, mit welchem Faktor der Wert des Ressourcenpreiselements in eine andere Währung umgerechnet werden kann, falls die Beschaffungswährung nicht der Kalkulationswährung entspricht. RIMPAU (2010)

## 2.3 Bewertung

Der Begriff Bewertung wird von HELBING (2010) als eine Einschätzung, eine Beurteilung oder ein Vergleich von Systemen, Systemelementen oder Sachverhalten definiert, die Grundlage einer Entscheidung oder einer Auswahl aus Alternativen ist. HELBING (2010) stellt in seinem Standardwerk *Fabrikprojektierung* auch dar, wie Bewertungsverfahren grundsätzlich differenziert werden können. Den folgenden Ausführungen liegt dieses Werk, wenn nicht anders explizit angegeben, zugrunde.

Nach HELBING (2010) hängt das Ergebnis einer Bewertung vom angewendeten Verfahren und den beteiligten Personen ab. Er unterscheidet dabei zwischen objektiven, objektivierten und subjektiven Ergebnissen. Seinen Ausführungen zufolge sind subjektive und damit nicht nachvollziehbare Bewertungsergebnisse einerseits keine Basis für fundierte Entscheidungen. Rein objektive Bewertungen sind andererseits durch die Abhängigkeit von den beteiligten Personen selten möglich. Objektivierte Ergebnisse hingegen zeichnen sich dadurch aus, dass für Dritte nachvollziehbar ist, wie sie erarbeitet wurden. Durch die Anwendung systematischer Bewertungsverfahren soll diese Nachvollziehbarkeit gewährleistet werden. HELBING (2010) unterteilt die Verfahren in sechs Bewertungsmetho-

dengruppen. Dabei kann eine Methode durchaus mehreren Gruppen zugeordnet werden. Er differenziert

- Rangfolge-Bewertungsmethoden,
- Expertenschätz-Bewertungsmethoden,
- gewichtete Bewertungsmethoden,
- Kennzahlen-Bewertungsmethoden,
- heuristische Bewertungsmethoden und
- mathematische Bewertungsmethoden.

Die Rangfolge-Bewertungsmethode dient dazu, mehrere Entscheidungsalternativen strukturiert anhand mehrerer festgelegter Kriterien zu vergleichen. Für jedes Kriterium wird dabei eine Einzelbewertung vorgenommen. Dies geschieht, indem zum Beispiel eine Benotung oder die Verteilung von Bewertungspunkten erfolgt. Im Anschluss werden die Einzelbewertungen für jede Alternative zu einer Gesamtaussage aggregiert, indem zum Beispiel der Notendurchschnitt und die Gesamtpunktzahl ermittelt werden. Zuletzt wird die Rangfolge der Alternativen anhand der Gesamtaussage erstellt. Die Alternative mit dem besten Rang ist die zu wählende. Nach HELBING (2010) liefert die Rangfolge-Bewertungsmethode vage objektivierte Ergebnisse. Durch die willkürliche Vergabe von Noten oder Punkten hängt das Ergebnis von der Qualifikation und der Erfahrung des Methodenanwenders ab. Zudem ist die Wahl der Noten oder Punkte selten nachvollziehbar, weswegen Verfahren dieser Gruppe subjektive Ergebnisse liefern und deshalb nach HELBING (2010) nur bei einfachen Abschätzungen Anwendung finden sollten.

Die Expertenschätz-Bewertungsmethode basiert auf dem Prinzip der Rangfolge-Bewertungsmethode. Auch hier werden Entscheidungsalternativen anhand mehrerer Kriterien verglichen. Allerdings werden die Einzelbewertungen für jede Alternative nicht vom Anwendenden subjektiv erstellt. Stattdessen führen mehrere Experten die Bewertung unabhängig voneinander durch. Die Aussagen der Experten zu jedem Kriterium werden für jede Alternative zu einer Gesamtaussage aggregiert. Anschließend werden die aggregierten Expertenaussagen pro Kriterium in eine Gesamtaussage für die Alternative überführt. Auf Basis von dieser wird zuletzt die Rangfolge der Alternativen ermittelt. Das Einbeziehen mehrerer, unabhängiger Experten in die Bewertung steigert nach HELBING (2010) die Ob-

ektivität. Trotzdem ist das Ergebnis abhängig von ihrer subjektiven Meinung. Deswegen liefert das Verfahren nach HELBING (2010) lediglich objektivierte Ergebnisse.

Die gewichteten Bewertungsmethoden bauen wie die Expertenschätz-Bewertungsmethode ebenfalls auf dem Rangfolge-Bewertungsmethoden auf. Allerdings unterstützen die gewichteten Bewertungsmethoden den Anwendenden dabei, ein geeignetes Vorgehen zu finden, nach dem die Einzelbewertungen der Kriterien zu einer Gesamtaussage aggregiert werden. Die Grundannahme der zu dieser Gruppe gehörenden Verfahren ist, dass nicht jedes Einzelkriterium für die Entscheidungsfindung dieselbe Signifikanz hat. Die unterschiedlichen Signifikanzen finden bei der Berechnung der Gesamtaussage für eine Alternative Berücksichtigung, indem die Einzelbewertungen mit einem Gewichtungsfaktor verrechnet werden. Für die systematische und nachvollziehbare Bestimmung der Gewichtungen schlägt HELBING (2010) vor, einen paarweisen Vergleich durchzuführen. Das nach HAEDRICH ET AL. (1986) bewährteste Verfahren zur Durchführung eines Paarvergleichs stammt von Saaty. Beschrieben ist es ausführlich bei MEIXNER & HAAS (2009). Diese erläutern zudem, wie das Ergebnis des paarweisen Vergleichs durch eine Konsistenzprüfung validiert und abgesichert wird. Ein Vertreter der Gruppe der gewichteten Bewertungsmethoden, der sich nach MEIXNER & HAAS (2009) in der Praxis bewährt hat, ist der Analytisch-Hierarchische-Prozess (AHP). Er wurde von SAATY (1990) entwickelt. Als analytisch wird der Prozess bezeichnet, weil er erlaubt, ein Entscheidungsproblem mit all seinen Abhängigkeiten umfassend zu untersuchen. Als hierarchisch wird der Prozess beschrieben, weil er vorsieht, das Entscheidungsproblem mittels einer Hierarchie zu strukturieren. Die Hierarchie besteht dabei aus drei Hauptebenen. Die erste Ebene umfasst die Ziele. Dabei werden ein Hauptziel und mehrere Subziele unterschieden. Die Subziele sind meist aus einem übergeordneten Ziel abgeleitet. Das übergeordnete Ziel kann das Hauptziel oder ein anderes Subziel sein. Dadurch entsteht eine Zielhierarchie in der Zielebene. Die Grundannahme ist dabei, dass übergeordnete Ziele immer nur von den ihnen untergeordneten Subzielen abhängen. Ziele auf gleicher Hierarchieebene besitzen zudem keine Abhängigkeiten. Die zweite Ebene ist die der Kriterien, anhand derer die Zielerreichung gemessen und bewertet wird. Auch die Kriterien können hierarchisch strukturiert werden, wobei dieselbe Grundannahme wie bei den Zielen gilt. Die dritte Ebene bildet die Alternativen ab, die anhand der Kriterien hinsichtlich der Erreichung der Ziele bewertet werden sollen. Genauso wie bei der Expertenschätz-Bewertungsmethode hängt das Bewertungsergebnis der gewich-

teten Bewertungsmethoden von der Wahl der Kriterien und damit der Erfahrung und Kompetenz des Anwendenden ab. Deshalb ist das Ergebnis nicht vollkommend objektiv. Die gewichteten Bewertungsmethoden liefern nach HELBING (2010) daher objektivierte Ergebnisse.

Die Kennzahlen-Bewertungsmethoden grenzen sich von zuvor vorgestellten Gruppen hinsichtlich der Ermittlung der Bewertung für die Einzelkriterien ab. Während bei den vorherigen Gruppen eine subjektive Bewertung durch den Anwendenden oder Experten in Form von beispielsweise Noten oder Bewertungspunkten ausreicht, zeichnen sich Kennzahlen-Bewertungsmethoden dadurch aus, dass den Einzelbewertungen eine quantitative Messung zugrunde liegt. Am Bewertungsobjekt sind Merkmale zu identifizieren, deren Ausprägung objektiv quantitativ beschrieben werden kann. Davon ausgehend differenziert HELBING (2010) drei Arten von Kennzahlen-Bewertungsmethoden: Niveaubewertungen, Aufwandsbewertungen und Wirkungsbewertungen. Bei Niveaubewertungen werden die Messwerte der Einzelkriterien bewertet, indem sie zu einer Bezugsgröße ins Verhältnis gesetzt werden. Dabei kann für jedes Einzelkriterium individuell eine Bezugsgröße gewählt werden. Damit die Vergleichbarkeit der Bewertung unter den Alternativen jedoch gegeben ist, muss die Bezugsgröße eines Kriteriums für jede Alternative dieselbe sein. Aufwandsbewertungen sind spezielle Niveaubewertungen. Hierbei werden verschiedene Aufwandsarten definiert, anhand derer die Entscheidungsalternativen verglichen werden. Dabei können die betrachteten Aufwände sowohl monetärer als auch nicht-monetärer Natur sein. Bei der Aufwandsbewertung ist das Vorgehen zur Bestimmung der Bezugsgrößen für die Einzelkriterien speziell. Es werden alle Merkmalsausprägungen, die bei den Alternativen auftreten, verglichen. Die geringste Ausprägung dient als Referenz und wird als Bezugsgröße angesetzt. Ähnlich wie die Aufwandsbewertung funktioniert die Wirkungsbewertung. Hierbei werden die Bewertungskriterien nicht auf Basis der verursachten Aufwände, sondern aufgrund des durch die Alternative generierten Nutzens festgelegt. Die Bezugsgröße für ein Einzelkriterium wird in diesem Fall über die maximale Merkmalsausprägung unter den Alternativen bestimmt.

Auf die mathematischen und heuristischen Bewertungsmethoden geht HELBING (2010) nicht näher ein. Nach ihm basieren die in diese Gruppe fallenden Methoden nicht auf einem einheitlichen Prinzip. Stattdessen werden für spezielle Entscheidungsprobleme spezialisierte Algorithmen entworfen, die sich nicht auf andere Problemstellungen übertragen lassen. Aus diesem Grund wird auch hier auf eine detaillierte Darstellung verzichtet.

## 3 Stand der Forschung

### 3.1 Wissen als Produktions- und Erfolgsfaktor

Die Fähigkeit zur Bewahrung sowie zur systematischen Analyse und Verwertung von Wissen gewinnt für die Wettbewerbsfähigkeit von Unternehmen seit Anfang der 1990er Jahre zunehmend an Bedeutung. Diese These wird durch BULLINGER (1995) vertreten, der eine Übersicht der entwickelten Technologien und der damit stark wachsenden Industrien seit den 1950er Jahren liefert. Während in den 50er und 60er Jahren vor allem der produzierende Sektor stark zulegt, war in den 70er Jahren der Mikroelektroniksektor und in den 80er Jahren die Computerindustrie von starkem Wachstum geprägt. Seit Anfang der 90er Jahre ist hingegen bei der Telekommunikation, der Informationstechnik und den Medien hohes Wachstum zu beobachten. Dabei handelt es sich um Branchen, die sich mit der Generierung, Verarbeitung, Verbreitung und Speicherung von Wissen befassen und deren Wachstum aus dem steigenden Bedarf der anderen Sektoren resultiert.

Von der Wissenschaft wird Wissen ebenfalls hohe Bedeutung als wettbewerbsrelevanter Faktor beigemessen. Aus dem Bereich der Produktionstechnik haben ABELE & REINHART (2011) in ihrem Werk *Zukunft der Produktion* zehn Megatrends identifiziert, denen produzierende Unternehmen folgen müssen, um in Zukunft im Wettbewerb bestehen zu können. Einer dieser Megatrends ist die Wandlung des Unternehmensumfelds zur *Wissensgesellschaft*. Unternehmen sind damit konfrontiert, dass das Wissen auch in ihrer Fachdisziplin exponentiell wächst. Gleichzeitig verringern sich Produktlebenszyklen und Mitarbeitende verweilen kürzer auf einer Stelle. Damit müssen Unternehmen einen größeren Umfang an Erkenntnis in kürzerer Zeit nutzen, um wettbewerbsfähige Produkte zu entwickeln und zu produzieren. Gleichzeitig stehen ihnen dafür Mitarbeitende zur Verfügung, die aufgrund der kurzen Verweilzeit über weniger Erfahrung in den Aufgabenbereichen verfügen. Damit diese Herausforderung von produzierenden Unternehmen bewältigt werden kann, müssen sie auf drei Feldern aktiv werden. Neben einer *strategischen Personalplanung, -entwicklung und -weiterbildung* sowie dem *Erfahrungstransfer und alter(n)sgerechter Arbeit* fordern sie vor allem *Wissensmanagement und -organisation*. Damit Unternehmen die rasante Technologieentwicklung zu ihrem Vorteil nutzen können, müssen sie

lernen, Wissen systematisch zu erwerben, zu verwalten, zu nutzen und zu schützen. (ABELE & REINHART 2011)

In der Wissenschaft wird die Bedeutung von Wissen für produzierende Unternehmen seit langem diskutiert. Auch LEHNER (2012) misst Wissen hohe Bedeutung für die Wettbewerbsfähigkeit von Unternehmen bei und diskutiert den Begriff im Kontext der Theorie über Produktionsfaktoren. Nach ihm sind Informationen der Rohstoff für Entscheidung in Unternehmen. Entscheidungen sind demnach eine zweckorientierte Vernetzung von Informationen. Dies entspricht wiederum der Definition des Wissensbegriffs nach NORTH (2011). Damit sind LEHNER (2012) zufolge Informationen die Basis für Wissen in Unternehmen. Vor diesem Hintergrund sieht LEHNER (2012) die Möglichkeit, *Information* als eigenständigen Produktionsfaktor einzuführen. Dazu ergänzt er die klassischen Produktionsfaktoren nach GUTENBERG (1971) *Arbeit*, *Betriebsmittel* und *Werkstoffe*. Das neue Konzept von LEHNER (2012) zeigt Abbildung 8.

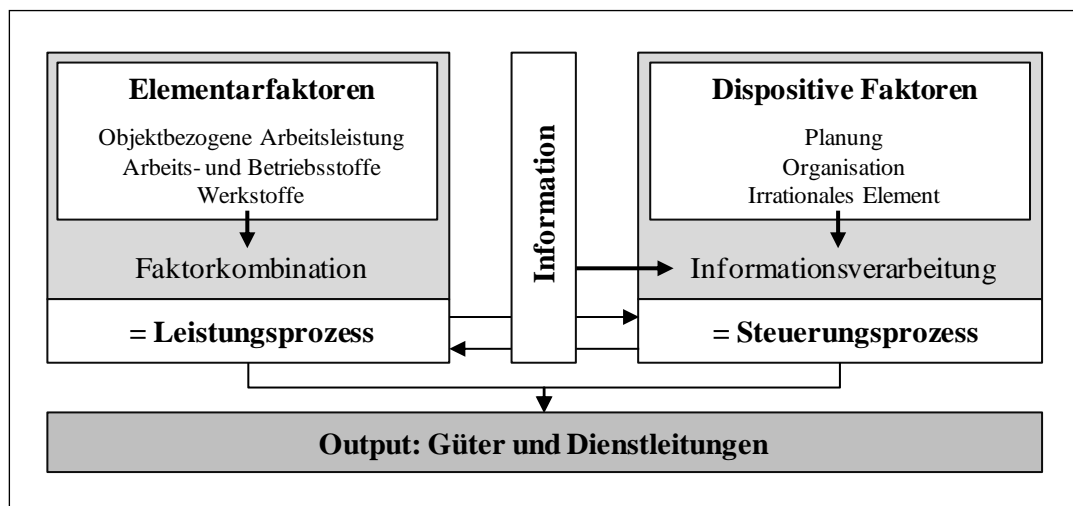


Abbildung 8: System von Produktionsfaktoren (vgl. LEHNER 2012)

GUTENBERG (1971) hat bereits den Faktor Arbeit in einen elementaren und einen dispositiven Teil differenziert. Der dispositiven Arbeit werden dabei alle Tätigkeiten der Geschäftsleitung zugeordnet, die z. B. der Planung oder Organisation in einem Unternehmen dienen. Information selber gehört nach LEHNER (2012) jedoch weder zum dispositiven noch zum elementaren Teil. Er sieht Arbeit als Prozess, der Informationen im Rahmen einer Problemstellung verwertet und damit Wissen generiert. Deshalb stellt Information eine unabhängige Größe dar.

Zu den Betriebsmitteln zählt GUTENBERG (1971) die Gesamtheit aller Apparaturen, die in einem Unternehmen zur Leistungserstellung verwendet werden. Vor



diesem Hintergrund ist nach LEHNER (2012) nicht eindeutig zu entscheiden, ob Information und in letzter Konsequenz Wissen als separate Produktionsfaktoren dargestellt werden müssen. Zur Begründung bedient er sich der Theorie der sinkenden Stückkosten nach KREIKEBAUM (1989). Danach sinken die Stückkosten eines Produkts im Laufe der Produktionszeit um bis zu 30 Prozent. Als Ursache für die Senkung führt KREIKEBAUM (1989) unter anderem die Theorie der Lernkurve an. Demnach führen Übungseffekte und damit der Aufbau von Wissen zu sinkenden Stückkosten. Damit trägt das neue Wissen nach LEHNER (2012) aktiv zur Steigerung der Wettbewerbsfähigkeit des Produktionsprozesses bei. Dieses neue Wissen kann explizit in Datenbanken oder implizit bei den im Unternehmen tätigen Mitarbeitenden vorliegen. In beiden Fällen dient es nach LEHNER (2012) direkt der Leistungserstellung und könnte damit entsprechend der Definition nach GUTENBERG (1971) als Betriebsmittel gelten.

GUTENBERG (1971) definiert den Faktor Werkstoff als die Summe aller Rohstoffe, Halb- und Fertigwaren, die zur Leistungserstellung benötigt werden. Im Produktionsprozess erfahren sie Form- oder Substanzveränderungen oder gehen in das Produkt ein. SCHULZ (1970) schlägt ebenfalls vor, einen separaten Produktionsfaktor Information einzuführen. Grundlage seines Vorschlags ist ein Vergleich der Eigenschaften physischer Werkstoffe mit den Eigenschaften von Informationen. Ähnlich wie Werkstoffe erfahren auch Informationen Veränderungen im Produktionsprozess. Sie werden beispielsweise ergänzt oder neu kodiert. Allerdings führt SCHULZ (1970) an, dass Information neben der konkretgegenständlichen Eigenschaft in Form der Daten auf einem Speichermedium auch über eine abstrakt-immaterielle Eigenschaft verfügt. Danach begründen nicht die Zeichen und das Speichermedium an sich den Wert der Information für das Unternehmen, sondern der geistige Inhalt. Nach LEHNER (2012) ist vor diesem Hintergrund die Klassifizierung von Gütern nach GUTENBERG (1971) und SCHULZ (1970) in Sach- und Dienstleistungen auf Basis des materiellen und immateriellen Charakters nicht zweckmäßig, um Informationen einzuordnen. Damit ist die Forderung von SCHULZ (1970) nach einem Produktionsfaktor Information gerechtfertigt.

Mit dem dispositiven Faktor beschreibt GUTENBERG (1971) die Geschäftsführung eines Unternehmens, die alle planenden und organisierenden Tätigkeiten ausführt. Neben der rationalen Planung führt er dabei ein irrationales Element ein, das alle Entscheidungen der Geschäftsführung beeinflusst. Das Ziel des dispositiven Faktors ist es, aus allen möglichen Faktorkombinationen diejenige zu wählen, die technisch möglich, ökonomisch sinnvoll und unter Berücksichtigung

der Unternehmensziele gegebenen Falls optimal ist (MAG 1984). Diese Wahl ist nach LEHNER (2012) eine Entscheidung, der Wissen über die Kombinationsmöglichkeiten der Faktoren zugrunde liegen muss. Dieses Wissen entsteht im Laufe des Entscheidungsprozesses aus den Informationen, die im Unternehmen vorliegen. Auch in diesem Fall sind Informationen damit nicht Teil des dispositiven Faktors, sondern eine Grundlage dessen Arbeit. Auf Basis dieser Betrachtung rechtfertigt LEHNER (2012) abermals die Einführung eines Produktionsfaktors *Information*.

Die auf LEHNER (2012) basierenden Ausführungen zeigen, dass die Informationen und in letzter Konsequenz das Wissen von Unternehmen nicht durchgehend von den nach GUTENBERG (1971) definierten Produktionsfaktoren abgegrenzt werden können. Informationen und Wissen sind mit den bestehenden Produktionsfaktoren verwoben. Diese Wechselwirkung unterstreicht nach LEHNER (2012) ihre Bedeutung. Sie sind Grundlage für den erfolgreichen Einsatz der verbleibenden Produktionsfaktoren bei der Leistungserstellung.

LEHNER (2012) diskutiert den Informations- und Wissensbegriff nicht nur im Kontext der Produktionsfaktoren, sondern auch im Rahmen des Konzepts der kritischen Erfolgsfaktoren. Ein Erfolgsfaktor ist nach ihm eine Größe, die den Erfolg eines Unternehmens entscheidend beeinflusst. Allerdings führen FEENY & WILLCOCKS (1998) an, dass es keine anerkannten Erklärungsmodelle zur empirischen Bestimmung von Erfolgsfaktoren gibt. Trotzdem sind für LEHNER (2012) Informationen und deren Verarbeitung ein entscheidender Erfolgsfaktor. Die Qualität einer Entscheidung der Geschäftsführung hängt nach ihm direkt von der Verfügbarkeit der benötigten Informationen ab und beeinflusst die Effizienz, die Produktivität und den Ertrag des Unternehmens. Nach LEHNER (2012) manifestiert sich die Bedeutung von Information und Wissen als Produktions- und Erfolgsfaktor in der Einrichtung eines Wissensmanagement. Nach ihm finden Wissensmanagementsysteme zunehmend Verbreitung, die die Erschließung organisationsinternen und -externen Wissens mit Informationstechnik unterstützen.

Information und Wissen wird nicht nur von der Grundlagenforschung Bedeutung als Produktions- und Erfolgsfaktor im Rahmen abstrakter Konzepte zugesprochen. Auch Forschende, die konkrete Methoden zur Kostenbewertung entwickelt haben, und Vertreter der Industrie haben diese Bedeutung erkannt. Im Bereich der Forschung haben BORNSCHLEGL ET AL. eine Methode zur Prognose der Lebenszykluskosten von Produktionssystemen erarbeitet. In ihrer Veröffentlichung weisen sie darauf hin, dass die Zuverlässigkeit der mit ihrer Methode be-

rechneten Ergebnisse von der Qualität der Eingangsdaten abhängt. In der Industrie unterstützen WIEDMANN & TEICHMANN (2008) die Einführung von systematischem Wissensmanagement im Bereich der Beschaffung. Detaillierte Informationen und Wissen über konstruktive Auslegung von Zukaufteilen, die technische Auslegung von Produktionsprozessen für die Zukaufteile und die damit verbundenen Aufwände für den Fabrikbetrieb sind die Grundlage für eine fundierte, lieferantenunabhängige Kalkulation der Kosten für diese Teile. Dieses Wissen liegt in Unternehmen implizit bei den einzelnen Mitarbeitenden in den Bereichen Entwicklung, Produktionsplanung, Logistik und Qualitätsmanagement vor. Damit es für eine Kostenkalkulation nutzbar ist, muss es jedoch in kollektives, explizites Wissen umgewandelt werden. Dies muss systematisches Wissensmanagement leisten. (WIEDMANN & TEICHMANN 2008)

### **3.2 Systematisches Wissensmanagement mit Hilfe von Prozessmodellen**

Zur Nutzung von Wissen als Erfolgsfaktor fordern ABELE & REINHART (2011), LEHNER (2012) und WIEDMANN & TEICHMANN (2008) die Implementierung von Wissensmanagement in produzierenden Unternehmen. Die wissenschaftliche Disziplin des Wissensmanagements geht in den 1980er Jahren aus der Theorie über die lernende Organisation hervor. Ein Vertreter ist HEDBERG (1991), der 1981 sein Konzept über das Gedächtnis von Organisationen vorstellt. Demnach verfügt jede Organisation und damit vor allem Unternehmen über eine Gedächtnisstruktur, die der Verarbeitung von Informationen zugrunde liegt. Lernprozesse ermöglichen nach HEDBERG (1991), neue Informationen im Gedächtnis der Organisation abzulegen.

Aufbauend auf der Theorie der lernenden Organisation führt PAUTZKE (1989) eine Differenzierung zwischen dem Lernprozess und dem Wissen als konkretes Objekt ein. Er strukturiert Wissen über ein Ebenenmodell, mit dem er explizites individuelles, implizites individuelles und kollektives Wissen differenziert. Zudem definiert PAUTZKE (1989) abstrakt den Begriff der Wissensbasis eines Unternehmens als Gesamtheit allen Wissens, das einem Unternehmen für seine Aufgaben zur Verfügung steht.

Ausgehend von der Trennung zwischen Wissen und Lernprozess nach PAUTZKE (1989) erachtet KLEINHANS (1989) es als notwendig, Wissen aktiv zu managen. Er beschreibt den Begriff Wissensmanagement als das Management

von Daten-, Informations- und der Wissensverarbeitung im Unternehmen. Dabei geht er bereits davon aus, dass Wissen und Information in Form handhabbarer Objekte, gespeichert auf Wissens- oder Informationsträgern, vorliegen. Damit setzt KLEINHANS (1989) voraus, dass nur explizit dokumentiertes Wissen gemanagt werden kann. Er ist folglich ein Vertreter des technologieorientierten Ansatzes des Wissensmanagements. Dieser zielt darauf ab, durch den Einsatz von Informationstechnologie die Mitarbeitenden eines Unternehmens zu befähigen, explizites Wissen zu generieren, bereitzustellen und zu nutzen (LEHNER 2012).

Dem technologieorientierten Ansatz stellt SCHÜPPEL (1996) seinen humanorientierten Ansatz des Wissensmanagement gegenüber. Diesem liegt keine Strategie der Kodifizierung zu Schaffung expliziten Wissens zugrunde. Stattdessen verfolgt SCHÜPPEL (1996) eine Personalisierungsstrategie, bei der die Mitarbeitenden eines Unternehmens gefördert werden, ihr individuelles implizites Wissen weiter auszubauen. Gespräche unter den Mitarbeitenden sollen für die Verbreitung des Wissens im Unternehmen sorgen und die Grundlage zur Generierung neuer Erkenntnis sein. Zur Förderung des Austauschs zwischen den Mitarbeitenden in Gruppen fordert WENGER (1999) die Umsetzung sogenannter *Communities of Practice* in Unternehmen. Die Eigenschaften, Gestaltung und Erfolgsmessung von *Communities of Practice* ist seitdem Gegenstand der Forschung (HILDRETH ET AL. 1999, SCHOEN 2000, COTHREL 2000).

Nur eine der beiden Ansätze des Wissensmanagements als Unternehmen zu verfolgen, hat sich nach LEHNER (2012) als nicht erfolgreich erwiesen. Deshalb erachtet er eine Kombination der beiden Strategien als erfolgsversprechenden Ansatz. Das geht auch aus einer aktuellen Definition des Wissensmanagementbegriffs hervor, die vom Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie formuliert wurde und von LEHNER (2012) zitiert wird. Sie lautet wie folgt:

*„Wissensmanagement ist die Gesamtheit der personalen, organisatorischen, kulturellen und technischen Praktiken, die in einer Organisation bzw. einem Netzwerk auf eine effiziente Nutzung der Ressource Wissen zielen. Es umfasst die Gestaltung und Abstimmung aller Wissensprozesse in einem Unternehmen. Ein ganzheitliches integratives Wissensmanagement umfasst daher immer auch die Rahmenbedingungen, die strukturelle Ordnung und die Lernprozesse innerhalb eines Unternehmens. Viele sprechen von einer organisatorischen Wissensbasis, die gezielt und strategisch entwickelt, gemanagt oder gestaltet werden soll. Das Wissen muss durch verschiedenste Maßnahmen bewegt werden. Das Wissen ei-*

*nes Unternehmens muss immer wieder überprüft, entwickelt, verteilt, ersetzt, übertragen, getestet oder auch gelöscht werden.“*

Nach der Definition des Bundesministeriums für Wirtschaft und Technologie ist die Gestaltung von Wissensprozessen eine Kernaufgabe des Wissensmanagements in Unternehmen. Tatsächlich gibt es in der Literatur eine Reihe von Prozessmodellen, die von den Autoren genutzt werden, um die mit Wissensmanagement verbundenen zentralen Aufgaben zu identifizieren und zu konkretisieren.

NONAKA & TAKEUCHI (1997) haben als erstes ein Prozessmodell erstellt, um die zentralen Aufgaben des Wissensmanagements herzuleiten. Sie erklären mit ihrem Prozess, wie Wissen in Unternehmen geschaffen, erweitert und verbreitet wird. Dazu ändert es fortwährend seine Form. Es wird von implizitem in explizites Wissen und umgekehrt transformiert. Die Wissensspirale ist in Abbildung 9 dargestellt.

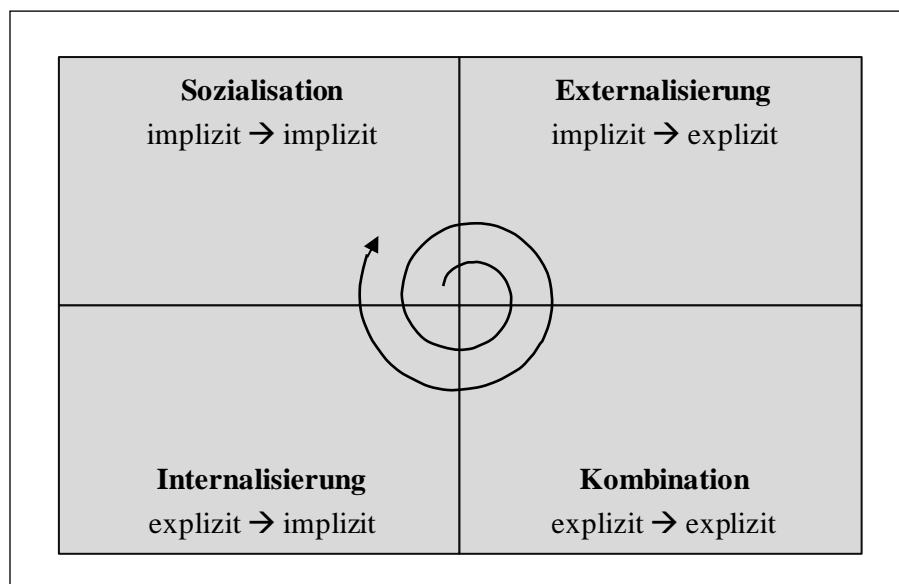


Abbildung 9: Wissensspirale (vgl. NONAKA & TAKEUCHI 1997)

Ausgangspunkt der Spirale ist die Phase der Sozialisation, in der Wissen durch den Austausch zwischen Personen in Form eines Dialogs oder durch nonverbale Beobachtung erzeugt wird. Nach der Sozialisation erfolgt die Phase der Externalisierung. In diesem Schritt werden die implizit vorliegenden, neuen Erkenntnisse in explizites Wissen umgewandelt. Durch die Kodifizierung in Form von Metaphern, Analogien, Konzepten, Hypothesen etc. wird es dem gesamten Unternehmen zugänglich. Die dritte Phase ist die Kombination. In dieser wird neues Wissen geschaffen, indem explizites Wissen kategorisiert, sortiert und kombiniert

wird. Diese Phase kann durch Informationstechnik unterstützt werden. Das explizit vorliegende Wissen wird in der letzten Phase angewandt. Die Mitarbeitenden des Unternehmens eignen es sich an, wodurch es wieder in implizites Wissen umgewandelt wird. Dem entsprechend wird die vierte Phase als Internalisierung bezeichnet. Mit der letzten Phase steht das neue, verbreitete Wissen erneut für die Sozialisation zur Verfügung. Durchläuft ein Mitarbeitender die Phasen mehrfach, steigert das seine Expertise. Dem Prozessmodell folgend sind zentrale Aufgaben des Wissensmanagements die Unterstützung der Sozialisation, Externalisierung, Kombination und Internalisierung. (NONAKA & TAKEUCHI 1997)

Ein weiteres Prozessmodell stammt von PROBST ET AL. (2010). Sie legen ihrem Prozess die Kernaufgaben zugrunde, die generell mit dem Managementbegriff verbunden werden. Dem Managementkreislauf nach STEINMANN & SCHREYÖGG (2005) folgend, sind diese Planung, Organisation, Steuerung des Personaleinsatzes, Führung und Kontrolle. Darauf aufbauend gliedern PROBST ET AL. (2010) ihren Wissensprozess in einen strategischen und operativen Teil. Abbildung 10 zeigt den Prozess.

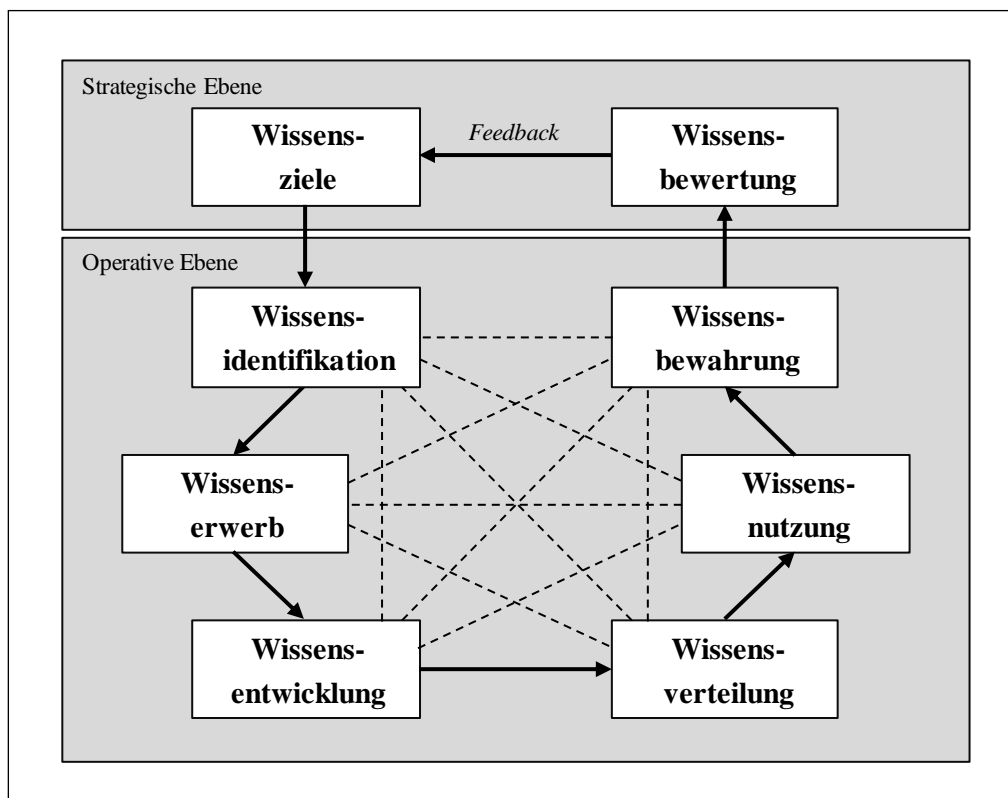


Abbildung 10: Bausteine des Wissensmanagement (vgl. PROBST ET AL. 2010)

Der gesamte Wissensprozess von PROBST ET AL. (2010) umfasst acht Bausteine, die die Kernaufgaben des Wissensmanagements nach ihrer Auffassung be-

schreiben. Der erste Baustein ist die Definition von Wissenszielen. Die Ziele sind dabei Teil der Unternehmensstrategie und werden von der Unternehmensführung festgelegt. Im Anschluss wechseln PROBST ET AL. (2010) in die operative Ebene ihres Prozesses. Es folgt der Baustein Wissensidentifikation, bei dem ermittelt wird, welches Wissen in welcher Form zu welchem Zeitpunkt an welchem Ort innerhalb und außerhalb des Unternehmens vorhanden ist. Wird in diesem Schritt ein Mangel an Wissen durch eine Abweichung zum Ziel festgestellt, folgt der Wissenserwerb. Dafür können beispielsweise Kooperationen mit Kunden, Lieferanten oder Bildungseinrichtung aufgebaut sowie Beratungsleistung in Anspruch genommen oder neue Mitarbeitende eingestellt werden. Der nächste Baustein ist die Wissensentwicklung. Mit ihm wird dargelegt, dass aus bestehendem, im Unternehmen verfügbarem Wissen neue Ideen, Prozesse, Produkte oder Fähigkeit aufgebaut werden. Der vierte Baustein bildet die Verteilung des neuen Wissens im Unternehmen ab. Dafür muss es nach PROBST ET AL. (2010) den Mitarbeitenden des Unternehmens zugänglich gemacht werden. Zur Verteilung von Daten, Informationen und Wissen gibt es grundsätzlich zwei Prinzipien. Das erste ist das Push-Prinzip, bei dem neues Wissen aktiv vom Erstellenden verteilt wird (PIRCHER 2010). Das zweite ist das Pull-Prinzip, nach dem neues Wissen vom Erstellenden mit Hilfe von Datenbanken zur Verfügung gestellt und im Bedarfsfall vom Anwendenden abgerufen wird (PIRCHER 2010). Mit dem letzten operativen Baustein soll sichergestellt werden, dass einmal erzeugtes Wissen im Unternehmen bewahrt wird. Zuletzt wechseln PROBST ET AL. (2010) wieder in die strategische Ebene. Entsprechend des achten Bausteins erfolgt eine Wissensbewertung. Nach durchlaufen der operativen Bausteine wird geprüft, ob die Wissensziele tatsächlich erreicht wurden.

Neben NONAKA & TAKEUCHI (1997) und PROBST ET AL. (2010) gibt es weitere Veröffentlichungen, in denen Autoren auf Basis ihrer Forschungsergebnisse die zentralen Aufgaben des Wissensmanagement definieren. Die Ansätze unterscheiden sich in der Anzahl der Aufgaben, die ihre Autoren identifiziert haben. Obwohl die Bezeichnung der Aufgaben variiert, ist es in der Regel offensichtlich, dass sie inhaltlich ähnlich sind. Ein Beispiel ist das Modell von HEISIG (2005). Er definiert Wissen erzeugen, Wissen speichern, Wissen verteilen und Wissen anwenden als zentrale Aufgaben. Für alle vier Aufgaben gibt es mit den Bausteinen Wissenserwerb, Wissensbewahrung, Wissensverteilung und Wissensnutzung Pendant im Prozessmodell von PROBST ET AL. (2010). Gleiches gilt für die zentralen Aufgaben Wissen spezifizieren, Wissen erfassen, Wissen teilen und Wissen nutzen, die WIEDMANN & TEICHMANN (2008) für den

systematischen Aufbau einer Wissensbasis für fundierte Kostenkalkulationen als notwendig erachten. Auch die zentralen Aufgaben des Wissensmanagements, die von REINMANN-ROTHMEIER (2001) im Münchener Modell oder im Modell von ROMHARDT (1998) definiert werden, sind mit denen von PROBST ET AL. (2010) ähnlich. GRONAU (2009) zeigt eine Übersicht, in der Wissensmanagementmodelle weiterer Autoren aufgeführt sind. Die Autoren haben mit Hilfe ihrer Modellen ebenfalls die zentralen Aufgaben des Wissensmanagements vor dem Hintergrund ihrer Forschungsarbeit abgebildet. Beim Vergleich dieser Modelle mit dem von PROBST ET AL. (2010) zeigt sich, dass die Aufgaben einander ähneln.

Ein Wissensprozess, der nicht in der Übersicht von GRONAU (2009) aufgeführt ist, stammt von HOLSAPPLE & SINGH (2003). Ihr Konzept nennt sich Knowledge Chain Model. Ihm liegt das Value Chain Model von PORTER (1985) zugrunde. Das Modell von PORTER (1985) zeichnet sich dadurch aus, dass es die zentralen Funktionen in einem Unternehmen in primäre und sekundäre teilt. Zu den primären Funktionen zählen die Beschaffungslogistik, die Produktion, die Absatzlogistik, der Vertrieb und der Kundendienst. Zu den sekundären Funktionen gehören der Einkauf, die Entwicklung und Produktionsplanung, das Personalmanagement sowie die Geschäftsführung mit den sie unterstützenden Bereichen, die sich mit den Finanzen, Recht, Qualität etc. befassen. Die sekundären Funktionen dienen dabei ausschließlich der Befähigung und Steuerung der primären. HOLSAPPLE & SINGH (2003) greifen diese Struktur für ihr Knowledge Chain Model auf. Es ist in Abbildung 11 dargestellt.

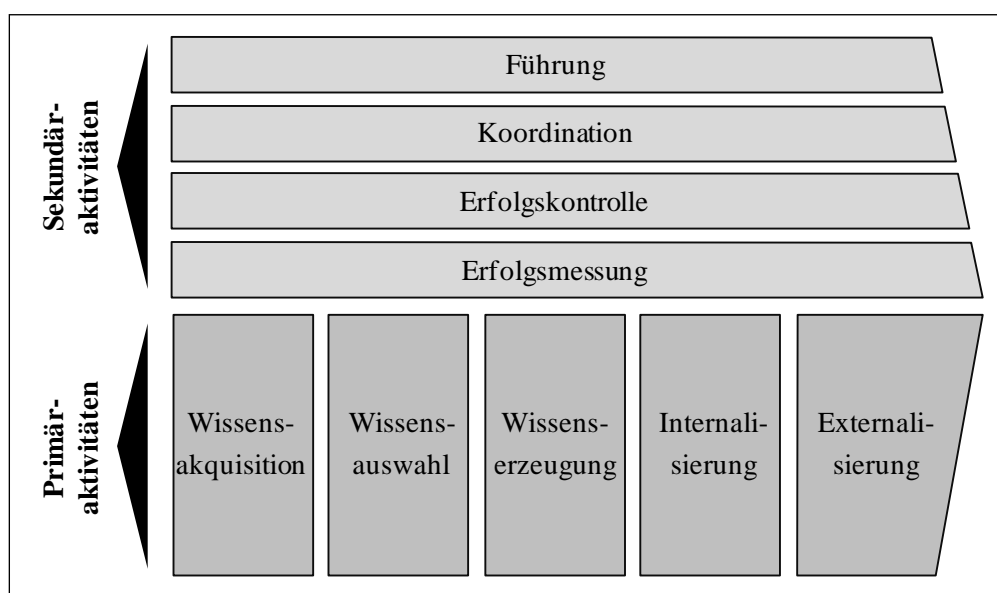


Abbildung 11: Knowledge Chain Model (vgl. HOLSAPPLE & SINGH 2003)



Als primäre Aktivitäten in ihrem Wissensprozess nennen HOLSAPPLE & SINGH (2003) die Wissensakquisition, die Wissensauswahl, die Wissenserzeugung die Internalisierung und die Externalisierung. Auch in diesem Fall decken sich die von ihnen definierten primären Aktivitäten inhaltlich mit den zentralen Aufgaben des Wissensmanagements nach PROBST ET AL. (2010). Die Aktivität Wissensakquisition entspricht dem Baustein Wissenserwerb. Die Aktivität Wissensauswahl deckt sich mit dem Baustein Wissensidentifikation und die Aktivität Wissenserzeugung entspricht dem Baustein Wissensentwicklung. Die Aktivität Internalisierung deckt sich mit dem Baustein Wissensbewahrung und die Aktivität Externalisierung entspricht dem Baustein Wissensnutzung. Herausragend an dem Knowledge Chain Model sind die sekundären Aktivitäten. HOLSAPPLE & SINGH (2003) fordern eine Erfolgsmessung für alle primären Aktivitäten anhand festgelegter Merkmale. Das Messergebnis ist Grundlage für eine Erfolgskontrolle, die auf festgelegten Zielen für die primären Aktivitäten beruht. Die Bewertung und die Möglichkeit, Abweichungen von den Zielen zu erkennen, ist wiederum Voraussetzung für eine zielgerichtete Steuerung und Führung der primären Aktivitäten. Auch NONAKA & TAKEUCHI (1997) und andere von GRONAU (2009) aufgeführte Wissensprozesse berücksichtigen, dass Wissensziele definiert und die Erreichung kontrolliert werden muss. Das Knowledge Chain Model misst diesen Aufgaben aber durch die Schaffung der Kategorie der sekundären Aktivitäten deutlich mehr Bedeutung bei als die anderen Konzepte. Für HOLSAPPLE & SINGH (2003) ist eine funktionierende Zielverfolgung für erfolgreiches Wissensmanagement in Unternehmen unabdingbar. Allerdings räumen sie ein, dass konkrete Methoden zur Erfolgsmessung bisher nicht vorhanden sind.

In diesem Kapitel wurden abstrakte Modelle für Wissensprozesse vorgestellt, die in dieser Form noch nicht für die praktische Umsetzung von Wissensmanagement in Unternehmen geeignet sind. In der Literatur sind mehrere Methoden zur Prozessmodellierung verfügbar, mit denen Wissensprozesse detailliert entwickelt und abgebildet werden können. Beispiele hierfür sind die Knowledge Modeling and Description Language von GRONAU (2009) oder die Methode PROMOTE von HINKELMANN ET AL (2002). Eine Übersicht liefert TRIER (2005). Da die Modellierungsmethoden für diese Arbeit nicht relevant sind, werden sie nicht weiter ausgeführt.

#### 3.3 Bewertungsmethoden im Wissensmanagement

NONAKA & TAKEUCHI (1997) und HOLSAPPLE & SINGH (2003) fordern in ihren Konzepten für Wissensprozesse, den Erfolg von Aktivitäten im Rahmen des Wissensmanagements in Unternehmen objektiv zu bewerten. In der Literatur gibt es dafür bereits Methoden. Im Fokus der meisten steht dabei die Bewertung des intellektuellen Kapitals von Unternehmen. Nach EDVINSSON (1997) liegt der Grund für die Bewertung intellektuellen Kapitals darin, die Abweichung zwischen Marktwert und Buchwert von Unternehmen erklären zu können. Dieses Delta kommt nach ihm zustande, weil im Buchwert nicht der Wert des Wissen, der Erfahrung, der Fachkenntnisse und der informellen Netzwerke der Mitarbeitenden berücksichtigt wird. Diese Fähigkeiten der Mitarbeitenden sind nach EDVINSSON (1997) jedoch entscheidend für die Wettbewerbsfähigkeit von Unternehmen. Deshalb fordert er, dass sie genauso in der Bilanz eines Unternehmens berücksichtigt werden müssen wie physische Wertgegenstände. Vor diesem Hintergrund wurde eine Reihe von Methoden entwickelt, um das intellektuelle Kapital eines Unternehmens zu erfassen. MERTINS & ALWERT (2003) klassifizieren diese in die drei Arten

- Monetäre Gesamtbewertungen,
- Steuerungsansätze und
- Strukturansätze.

Monetäre Gesamtbewertungen versuchen nicht das intellektuelle Kapital eines Unternehmens zu strukturieren und dann den Wert der einzelnen Strukturelemente zu ermitteln. Sie verfolgen einen globalen Ansatz und vergleichen aggregiert Bilanz- und Marktkennzahlen von Unternehmen. Beispiel für diese Methoden sind die *Market to Book Ratio* (EDVINSSON & MALONE 1997) und *Tobin's q* (STEWART 1997).

Zu den Steuerungsansätzen zählt nach MERTINS & ALWERT (2003) die *Balanced Scorecard* von NORTON & KAPLAN (1996). Eine *Balanced Scorecard* dient der Umsetzung der Unternehmensstrategie. Dafür definieren NORTON & KAPLAN (1996) die vier Perspektiven *Finanzen*, *Kunden*, *Interne Prozesse* sowie *Lernen und Wachstum*. Für jede Perspektive werden unternehmensindividuell Kennzahlen definiert, anhand derer der Erfolg der Umsetzung der Unternehmensstrategie gemessen und dafür durchgeführte Maßnahmen gesteuert werden können. In der Perspektive *Lernen und Wachstum* finden dabei immaterielle Ein-

flussgrößen und damit die Unternehmensziele hinsichtlich des intellektuellen Kapitals Berücksichtigung (MERTINS & ALWERT 2003).

Die Strukturansätze gehen auf EDVINSSON (1998) und SVEIBY (1997) zurück. Fast alle Methoden dieser Klasse stützen sich auf EDVINSSON & MALONE (1997) und strukturieren intellektuelles Kapital in Humankapital, Strukturkapital und Beziehungskapital (ALWERT 2005). In der deutschen Forschungslandschaft gehören zu den Strukturansätzen vor allem die Methoden, mit denen Unternehmen sogenannte Wissensbilanzen erstellen können. Dabei betont SCHUSTER (2009), dass es mehrere Methoden zur Erstellung von Wissensbilanzen gibt, die sich parallel entwickelt haben. WINCKLER (2003) weist zudem darauf hin, dass der Bilanzbegriff bei einigen Methoden irreführend ist, da sie nicht die Erstellung einer Bilanz im klassischen Sinne des finanziellen Rechnungswesens mit Zahlen zu Aktiva und Passiva unterstützen. Somit können die Methoden zur Erstellung von Wissensbilanzen noch einmal unterteilt werden. Zum einen gibt es Indikatormodelle, bei denen zur Bewertung des intellektuellen Kapitals relevante Messgrößen definiert werden. Die Messgrößen werden ausgehend von den Geschäftsprozessen eines Unternehmens festgelegt. Zum anderen gibt es Methoden, denen ein tatsächliches Buchungssystem im Sinne des Rechnungswesens zugrunde liegt.

Zu den Indikatormodellen gehört das Modelle zur integrierten Wissensbewertung nach ALWERT (2006). Er geht davon aus, dass die Qualität des intellektuellen Kapitals eines Unternehmens die Fähigkeit beeinflusst, Geschäftsprozesse auszuführen. Damit beeinflusst das intellektuelle Kapital indirekt die Qualität der Umsetzung der Unternehmensstrategie und die Höhe des Unternehmenserfolgs. Diesen Sachverhalt stellt Abbildung 12 dar.

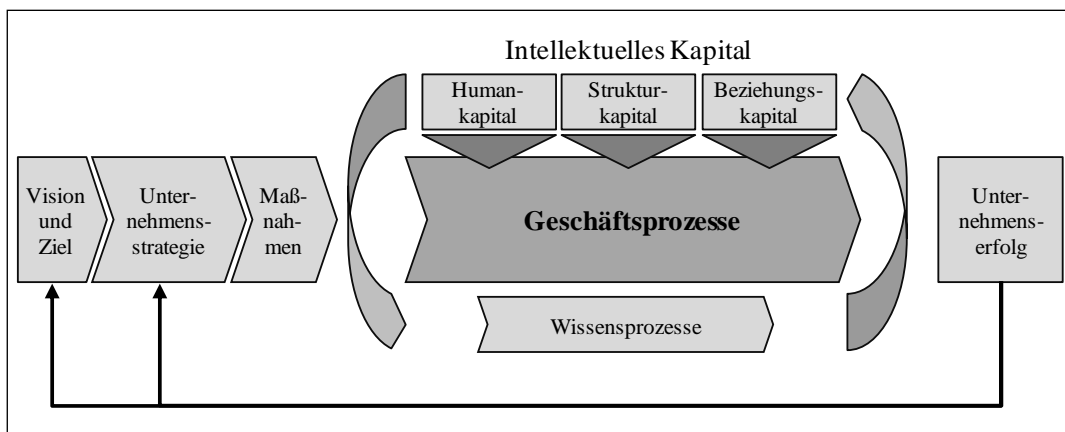


Abbildung 12: Modell der integrierten Wissensbewertung  
(vgl. ALWERT ET AL. 2008)

Die Qualität des intellektuellen Kapitals muss nach ALWERT (2006) folglich daran gemessen werden, wie es die Durchführung der Geschäftsprozesse unterstützt. Dem folgend schlägt er vor, entsprechende Indikatoren für das Humankapital, Strukturkapital und Beziehungskapital festzulegen. Beispiele für Indikatoren zur Messung des Humankapitals sind die Anzahl der Mitarbeitenden mit Berufsausbildung, die Anzahl der Mitarbeitenden mit Hochschulausbildung oder der Krankenstand. Beispiele für Indikatoren zur Messung des Strukturkapitals sind die Anzahl der Kooperationsprojekte zwischen Bereichen oder Abteilungen, der Anteile der Führungskräfte mit Nachfolgeregelung, die Höhe der IT-Aufwendungen oder die Anzahl der Mitarbeitergespräche pro Jahr über Ziele und Leistungsstand. Beispiele für Indikatoren zur Messung des Beziehungskapitals sind der Anteil der Stammkunden am Kundenstamm, die Kundenabhängigkeit als Anteil des Umsatzes der umsatzstärksten Kunden oder die Anzahl der Kundenreklamationen. Zur Erstellung einer Wissensbilanz entwickelt ALWERT (2006) ein Vorgehensmodell, in dessen Rahmen die Indikatoren bestimmt werden. Weitere Beispiele für die Indikatoren zur Bewertung des intellektuellen Kapitals nennen ALWERT ET AL. (2008). Eine Reihe weiterer Indikatoren sind bei den Praxisbeispielen von SCHUSTER (2009) zu finden.

Einen tatsächlichen Bilanzierungsansatz zur Messung des intellektuellen Kapitals stellt LINGEMANN (2005) vor. Er entwickelt ein Buchungssystem mit Bestands- und Bewegungskonten im Sinne des Rechnungswesens. Seine erste Herausforderung ist dabei, eine Messeinheit zu finden, mit der er das intellektuelle Kapital in den Konten abbilden und die er bei Buchungen verrechnen kann. Während im Rechnungswesen Unternehmenswerte mit monetären Größen abgebildet werden, wählt er die Lernzeit als Messgröße. Diese bildet nach ihm die Dauer ab, die ein durchschnittlicher Mitarbeitender nach Abschluss einer Schulausbildung und ohne Vorkenntnisse benötigt, um sich eine neue Fähigkeit selbstständig anzueignen. Die Voraussetzung für die Anwendung seines Modells ist, dass alle Fähigkeiten, die ein Unternehmen benötigt, mit einer solchen Lernzeit versehen werden. Bei einer Fähigkeit kann es sich beispielsweise um das Bedienen einer Maschine in der Produktion oder eines Systems in der Verwaltung handeln. Die Dauer kann dabei von wenigen Stunden bis zu mehreren Monaten streuen. Für eine Fähigkeit können auch mehrere Qualifikationsstufen definiert werden, wobei für jede Stufe eine eigene Lernzeit festgelegt wird. Im zweiten Schritt führt LINGEMANN (2005) zwei unabhängige Buchungskreise ein. Dabei orientiert er sich an der Differenzierung von intellektuellem Kapital, wie sie von EDVINSSON & MALONE (1997) beschrieben wird. Demnach gibt es einen

Buchungskreis für das Human- und einen für das Strukturkapital. Ein Buchungskreis zeichnet sich dadurch aus, dass Buchungen nur zwischen Konten eines Kreises getätigt werden können. Eine Buchung zwischen zwei Kreisen ist nicht gestattet. Die Bestandskonten im Buchungskreis für Humankapital bilden die Mitarbeitenden des Unternehmens ab. Die Konten des Buchungskreises Strukturkapital stellen die Fähigkeiten dar, die das Unternehmen benötigt. Es können zum Beispiel Konten für Arbeitsplätze im Produktionsprozess erstellt werden. Zuletzt beschreibt LINGEMANN (2005) ein Beispiel für eine Buchung. Er nimmt an, dass ein Mitarbeitender über ein Seminar eine Zusatzqualifikation zum Rüsten einer Drehmaschine erwirbt. Die dafür veranschlagte Lernzeit beträgt 25 Stunden. Im Buchungskreis für Humankapital werden diese 25 Stunden auf die Aktivseite des Mitarbeiterkontos gebucht. Dabei wird vermerkt, dass es sich um eine Qualifikation für die entsprechende Fähigkeit handelt. Die Gegenbuchung im Sinne der doppelten Buchführung erfolgt auf der Passivseite eines Bewegungskontos des Buchungskreises für Humankapital. Dabei kann es sich zum Beispiel um das Konto handeln, über das der Erwerb neuer Qualifikationen verfolgt wird. Darüber hinaus kann es auch Bewegungskonten geben, über die zum Beispiel der Verlust von Kompetenz durch das Ausscheiden von Mitarbeitern verfolgt wird. Gleichzeitig erfolgt im Buchungskreis für Strukturkapital eine Buchung von 25 Stunden auf der Aktivseite des Kontos der Maschine, für die die Fähigkeit erworben wurde. Auch dies geht einher mit einer Buchung auf der Passivseite eines Bewegungskontos. Dieses bildet den Zweck ab, wofür die Qualifikationen an den Anlagen erfolgen. Dem entsprechend kann es zum Beispiel Bewegungskonten zur Verfolgung des Ausbildungsumfangs an neuen Maschinen oder zur Erhöhung der Kapazität an vorhandenen Maschinen geben. Zweck dieser detaillierten Dokumentation von Ausbildungsmaßnahmen über Lernzeiten ist die Quantifizierung des Qualifizierungsniveaus. Im Rahmen der Unternehmensziele muss definiert werden, welchen Bestand die einzelnen Konten der beiden Buchungskreise aufweisen sollten. Kommt es auf dem Konto einer Anlage oder eines Mitarbeitenden zur Überdeckung der gemessenen mit der gewünschten Lernzeit, wurden in diesem Fall zu viele Qualifizierungsmaßnahmen durchgeführt. Bei einer Unterdeckung wurden zu wenige durchgeführt. Dadurch kann effektiv und effizient ermittelt werden, wo die Qualifizierungsschwerpunkte in einem Unternehmen liegen sollten. Durch eine systematische Auswertung der Konten können ebenfalls Indikatoren ermittelt werden, mit denen sich Berichte über die Qualität des intellektuellen Kapitals erstellen lassen, wie es die Indikatormodelle unterstützen. (LINGEMANN 2005)

Die bisher vorgestellten Modelle sollen dabei helfen, das intellektuelle Kapital von Unternehmen zu strukturieren und zu messen. Weitere Modelle sind in der Ausführung von ALWERT (2005) zu finden. Bei Betrachtung der Messmerkmale und Bewertungskriterien fällt auf, dass die Methoden darauf abzielen, die richtigen Randbedingungen sicherzustellen, damit die Mitarbeitenden ihre individuellen Fähigkeiten nutzen und einsetzen können. Folglich geht es entsprechend der Ausführungen zum Wissensbegriff in Kapitel 2.1.4 um die Bewertung des impliziten, individuellen Wissens. Zur Sicherstellung der Qualität von explizitem Wissen und der Pflege der Wissensbasis eines Unternehmens liefert KUSTERER (2008) einen Ansatz. Das Konzept des Modells stellt Abbildung 13 dar.

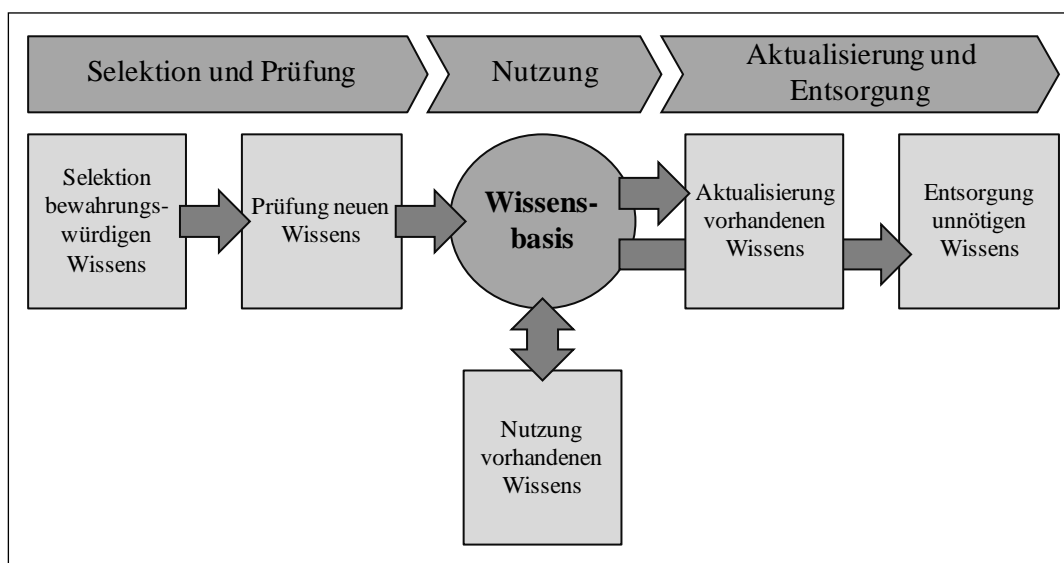


Abbildung 13: Modell zur Pflege der Wissensbasis (vgl. KUSTERER 2008)

KUSTERER (2008) gliedert sein Modell in mehrere Phasen. Die erste Phase ist die Selektion. Im Rahmen dieser ist zu entscheiden, welches Wissen von internen und externen Quellen für das Unternehmen wichtig ist und deshalb der Wissensbasis in expliziter Form hinzugefügt werden soll. Die Prüfung ist die zweite Phase. In dieser wird sichergestellt, dass neu erworbenes Wissen entsprechend der Definition nach SCHREYÖGG & GEIGER (2002) tatsächlich richtig ist. Die dritte Phase betrachtet die Nutzung des Wissens, nachdem es der Wissensbasis hinzugefügt wurde. Nach KUSTERER (2008) muss überprüft werden, ob Wissens Elemente tatsächlich genutzt werden, um deren Relevanz für das Unternehmen zu ermitteln. Die vierte Phase ist die Aktualisierung. In dieser wird gewährleistet, dass in der Wissensbasis verfügbares Wissen tatsächlich aktuell ist und aktuell bleibt. Die letzte Phase ist die Entsorgung. Sollte sich herausstellen, dass in der Wissensbasis Elemente enthalten sind, die keine Relevanz für den Erfolg des Unternehmens haben, werden diese entfernt. Für sein Konzept erstellt

KUSTERER (2008) jedoch kein Kennzahlensystem, mit dem objektiv bewertet werden kann, ob ein Wissensselement wichtig, richtig, relevant, aktuell oder zu entfernen ist. Er gibt für jede Phase lediglich Empfehlungen. Zum Beispiel schlägt er vor, bei der Prüfung der Wichtigkeit die Experten im Unternehmen zu befragen oder bei der Relevanz die Anzahl der Aufrufe in Datenbanken oder im Intranet heranzuziehen. Er überlässt es letztendlich jedoch dem Leser und potentiellen Anwendenden, ein konsistentes Kennzahlensystem aufzubauen.

Ein weiteres Beispiel zur direkten Bewertung von Wissen ist das *Knowledge Audit* von LIEBOWITZ ET AL. (2000). Diesem Ansatz liegt ein strukturiertes Interview zugrunde, das mit den Mitarbeitenden eines Unternehmens geführt wird. In der ersten Phase des Interviews soll identifiziert werden, welches Wissen im Unternehmensbereich des Mitarbeitenden existiert. Der Fragebogen besteht aus insgesamt 17 Fragen. Es wird beispielsweise aufgenommen, welches Wissen der Mitarbeitende für seine Arbeit benötigt, welches er zur Verfügung hat, in welcher Form es ihm zu Verfügung gestellt wird und über welche Prozesse er einen Wissensbedarf anmeldet. Zudem werden Verbesserungspotentiale zum Beispiel für die Bereitstellung des Wissens beim Mitarbeitenden direkt abgefragt. Die zweite Phase dient der Identifikation fehlenden Wissens. Auch hierfür liefern LIEBOWITZ ET AL. (2000) einen Katalog von 20 Fragen. Mit ihm wird im Interview mit Mitarbeitenden ermittelt, welches Wissen für die Erfüllung der Aufgaben aktuell fehlt oder welche anderen Unternehmensbereiche bereits angefragt wurden, um das Wissen zur Verfügung zu stellen. Es wird auch gefragt, wie viel Zeit der Mitarbeitende benötigt, um eine Information zu recherchieren. Zudem werden Verbesserungsvorschläge aufgenommen. Der Ansatz von LIEBOWITZ ET AL. (2000) dient dazu, Verbesserungspotentiale im Umgang mit Wissen in Unternehmen zu identifizieren, um dann entsprechende Verbesserungsprojekte zu initiieren. Eine Bewertung eines Wissensselements mit objektiv messbaren Indikatoren ermöglicht dieser Ansatz jedoch genauso wenig, wie die anderen in diesem Kapitel vorgestellten Ansätze.

### **3.4 Bewertungsmethoden für Daten- und Informationsqualität**

In Kapitel 3.3 wurde dargelegt, dass es im Bereich des Wissensmanagements noch keine Methoden gibt, die eine detaillierte Bewertung der Qualität einzelner Wissensselemente der Wissensbasis eines Unternehmens ermöglichen. Im Bereich

des Informationsmanagements sind Konzepte zur Bewertung der Qualität einer Information jedoch verfügbar. Allerdings gibt es dafür keine allgemeingültigen Standards (KRCMAR 2010). Vielmehr gibt es eine Reihe von Konzepten und Modellen. Übersichten sind bei KRCMAR (2010) und BERNHARD & DRAGAN (2007) zu finden.

Eine der ersten Arbeiten zur Ermittlung und Strukturierung von qualitätsrelevanten Merkmalen für Daten stammt von WANG & STRONG (1996). Sie folgen dem in Kapitel 2.1.5 beschriebenen nutzerorientierten Ansatz der Definition des Qualitätsbegriffs. Sie haben in einer Studie 100 Teilnehmer aus der IT-Brache befragt, von welchen Attributen die Qualität von Daten abhängt. Dabei wurden 179 Attribute aufgenommen. In einem zweiten Schritt wurde unter Einbindung von 1500 Teilnehmern die Relevanz der Attribute für die Informationsqualität aus Kundensicht ermittelt. Mittels Methoden der Statistik haben sie schließlich 15 Qualitätsdimensionen ermittelt, die sie wiederum in vier Kategorien gliedern. Das Ergebnis ist das Konzept für Datenqualität. Es ist in Abbildung 14 dargestellt. (WANG & STRONG 1996).

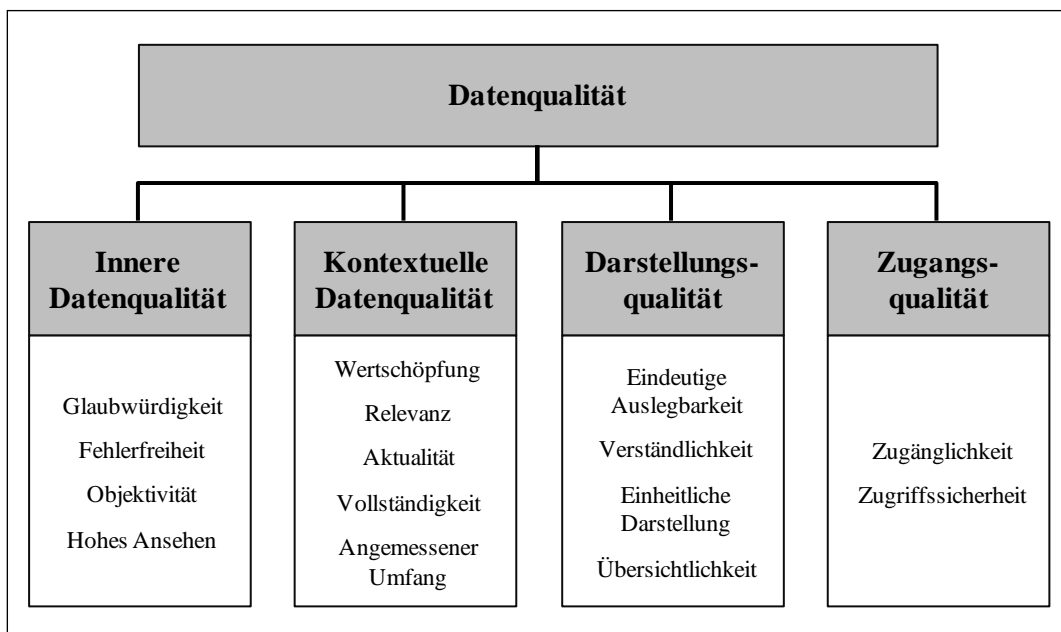


Abbildung 14: Konzept für Datenqualität nach WANG & STRONG (1996)

Nach dem Konzept von WANG & STRONG (1996) hängt die Datenqualität von der inneren Qualität, der kontextuellen Qualität, der Darstellungsqualität und der Zugangsqualität eines Datensatzes ab. Die innere Qualität bemisst sich dabei an der Glaubwürdigkeit, Fehlerfreiheit, Objektivität und dem Ansehen der Quelle. Die kontextuelle Qualität hängt hingegen vom Wertbeitrag ab, den ein Datensatz bei der Lösung einer Problemstellung erbringt, von der Relevanz für ein Prob-



lem, von der Aktualität, der Vollständigkeit und der Angemessenheit des Umfangs. Die Darstellungsqualität wird bedingt durch die Eindeutigkeit, Verständlichkeit, Darstellungsform und Übersichtlichkeit des Datensatzes. Die Zugangsqualität hängt von den Dimensionen Zugänglichkeit und Zugriffssicherheit ab. Für die Dimensionen liefern jedoch weder Wang noch Strong konkrete Definitionen. Bei der Analyse des Datenqualitätskonzepts von WANG & STRONG (1996) wird klar, dass eine Differenzierung zwischen Daten, Information und Wissen, wie sie von NORTH (2011) vorgeschlagen und in Kapitel 2.1.4 beschrieben wird, keine Berücksichtigung findet. Nach der Gliederung von NORTH (2011) wären beispielsweise die Dimensionen Fehlerfreiheit und einheitliche Darstellung qualitätsrelevant für Daten. Anhand der Dimensionen Relevanz, Vollständigkeit oder angemessener Umfang soll geprüft werden, ob der Kontext bekannt ist, in dem die Daten Verwendung finden können. Der Gliederung von NORTH (2011) folgend wären diese Dimensionen relevant, um die Qualität einer Information abzusichern. Die Dimensionen hohes Ansehen und Glaubwürdigkeit steigern darüber hinaus die Wahrscheinlichkeit dafür, dass die Information tatsächlich wahr ist. Sie prüfen im Sinne der Definition des Wissensbegriffs nach SCHREYÖGG & GEIGER (2002), ob es sich um tatsächliche Erkenntnis handelt. Obwohl WANG & STRONG (1996) von einem Datenqualitätskonzept sprechen, weist ihr Ansatz Dimensionen auf, die auch der Sicherung von Wissensqualität dienen. Allerdings fehlen Methoden zur Quantifizierung der Dimensionen. Andere Wissenschaftler haben Metriken für einzelne Dimensionen erarbeitet, die eine Messung erlauben. Die Metriken von HEINRICH & KLIER (2011a) werden als Beispiel auf den folgenden Seiten in diesem Kapitel vorgestellt. Zuvor wird allerdings noch auf das Modell von EPPLER (2006) eingegangen.

Ein umfassendes Modell zum Management von Informationsqualität liefert EPPLER (2006). Er strukturiert Kriterien, die ähnlich zu den Dimensionen von WANG & STRONG (1996) sind, indem er sie sogenannten Perspektiven zuordnet und um Prozessphasen sowie Managementprinzipien ergänzt. Das Modell von EPPLER (2006) ist in Abbildung 15 dargestellt. EPPLER (2006) definiert die vier Qualitätsperspektiven Relevanz der Information, Güte der Information, Prozessoptimierung und Verlässlichkeit der Infrastruktur. Der Perspektive Relevanz der Information ordnet er die Qualitätskriterien Umfang, Richtigkeit, Klarheit und Anwendbarkeit zu. Zur Perspektive Güte der Information gehören nach EPPLER (2006) die Kriterien Prägnanz, Konsistenz, Korrektheit und Aktualität. Der Perspektive Prozessoptimierung ordnet er die Qualitätskriterien Nutzen, Ak-

tualität, Nachvollziehbarkeit und Interaktivität zu. Zur Perspektive Verlässlichkeit der Infrastruktur gehören nach EPPLER (2006) die Kriterien Erreichbarkeit, Sicherheit, Wartungsfreundlichkeit und Geschwindigkeit. Zudem gliedert EPPLER (2006) die Perspektiven anhand der Zuständigkeiten beim Informationsmanagement zwischen inhaltlicher Qualität und Medienqualität. Während nach EPPLER (2006) für die inhaltliche Qualität das Management eines Unternehmens verantwortlich ist, stellen die IT-Abteilungen die Medienqualität sicher. Darüber hinaus überlagert er die Perspektiven und Kriterien mit den folgenden vier Prozessschritten:

- 1) Identifikation der gesuchten Information,
- 2) Evaluierung, Bewertung und Vergleich von Quellen,
- 3) Anpassung von Format, Bezugsrahmen und Kontext der Information und
- 4) Anwendung der Information zur Problemlösung.

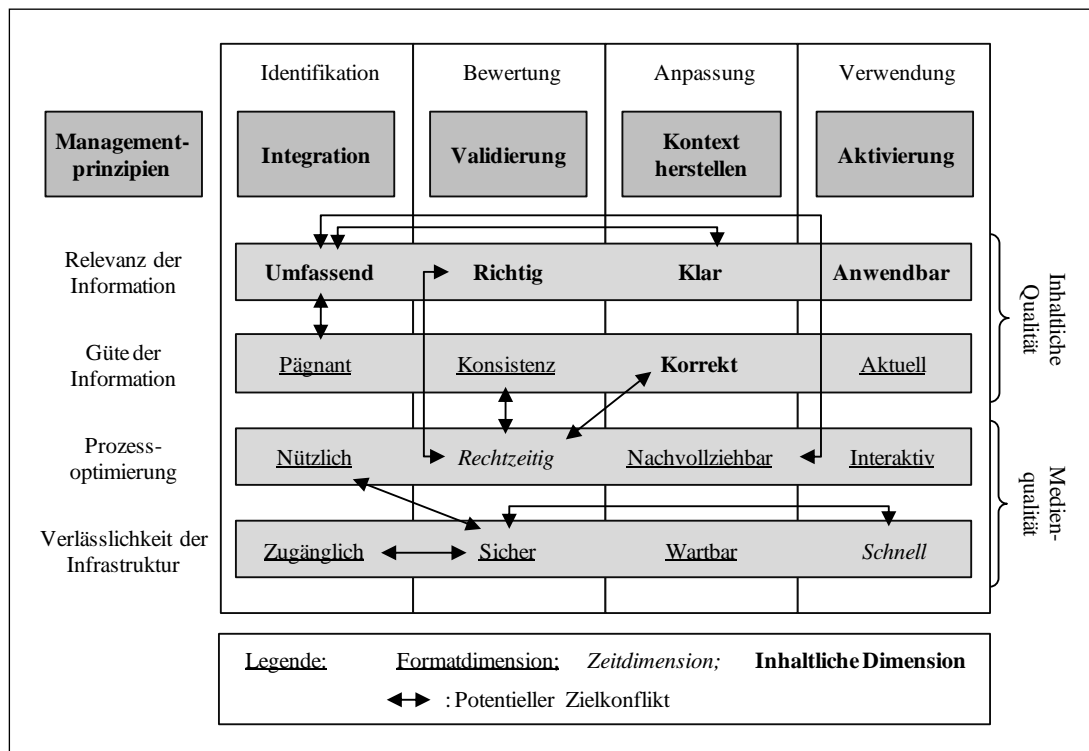


Abbildung 15: Modell zum Management von Informationsqualität (EPPLER 2006)

Schließlich ordnet EPPLER (2006) jedem der Prozessschritte noch ein Managementprinzip zu. Mit dem Prinzip *Integration* soll sichergestellt werden, dass Informationen zugänglich sind, indem sie inhaltlich aufbereitet werden. Das Prin-

zip *Validierung* soll eine Verbesserung der Informationsqualität gewährleisten. Das Prinzip *Kontext herstellen* umfasst Maßnahmen zur Anreicherung der Kontextinformation, die dem Anwendenden beispielsweise Auskunft über den Entstehungsprozess der Information oder die Autoren berichten. Das Prinzip *Aktivierung* soll sicherstellen, dass die Informationen tatsächlich genutzt werden. Dafür sind nach EPPLER (2006) Maßnahmen zu treffen, damit die Inhalte der Informationen vom Nutzer verstanden werden. Zuletzt zeichnet das Modell von EPPLER (2006) aus, dass es Zielkonflikte zwischen den Kriterien aufzeigt. Zum Beispiel konkurriert das Ziel, möglichst umfassend Informationen zu beschaffen, mit dem Ziel, diese prägnant zu vermitteln. Das Modell zum Management der Informationsqualität von EPPLER (2006) ist durch die Prozessschritte und Managementprinzipien sehr umfassend. Allerdings weist es dasselbe Defizit wie das Konzept für Datenqualität von WANG & STRONG (1996) auf. Die Merkmale sind von EPPLER (2006) weder verbal beschrieben, noch liefert er Methoden, um eine Information tatsächlich quantitativ zu bewerten. Zudem umfasst auch das Modell von EPPLER (2006) Qualitätskriterien, die unter Berücksichtigung der in Kapitel 2.1.4 beschriebenen Definition des Wissensbegriffs nach NORTH (2011) und SCHREYÖGG & GEIGER (2002) nicht alleine zur Qualitätsprüfung von Informationen dienen, sondern auch zur Prüfung von Daten und Wissen.

Dem Problem fehlender Methoden zur Quantifizierung von Daten- oder Informationsqualität wird mit der Entwicklung geeigneter Metriken entgegnet. Eine Metrik ist nach CHEW ET AL. (2008) ein Werkzeug, das die Entscheidungsfindung und Leistungssteigerung in Unternehmen unterstützen soll, indem es leistungsrelevante Messdaten sammelt, auswertet und in aggregierter Form darstellt. Grundsätzlich handelt es sich damit bei einer Metrik um ein Kennzahlensystem zur Messung und Bewertung der Leistungsfähigkeit eines Unternehmens oder von Unternehmensbereichen mit dem Zweck, bei Bedarf Verbesserungsmaßnahmen ableiten und deren Wirksamkeit prüfen zu können (CHEW ET AL. 2008). Eine Übersicht über Metriken zur zweckorientierten Quantifizierung von Daten- oder Informationsqualität liefern HEINRICH & KLIER (2011a). Allerdings stellen sie nicht Metriken für alle 15 Qualitätsdimensionen von WANG & STRONG (1996) dar. Es gibt lediglich Ansätze zur Quantifizierung der Dimensionen Vollständigkeit, Fehlerfreiheit und Konsistenz. Die Metriken für diese Dimensionen werden im Folgenden entsprechend der Ausführungen von HEINRICH & KLIER (2011a) vorgestellt.

Unter Vollständigkeit verstehen HEINRICH & KLIER (2011a), ob in einem Informationssystem ein Attribut mit einem Wert belegt ist oder nicht. Der Platzhal-

ter für den Wert eines Attributs hat dabei die Ausprägung *NULL*. Weicht der Wert vom Platzhalter ab, dann wurde dem Attribut tatsächlich aktiv ein Wert zugewiesen. Ansonsten gilt es als nicht befüllt. Ausgehend davon wird nach HEINRICH & KLIER (2011a) die Metrik für Vollständigkeit  $Q_{Vollst.}(w)$  für ein einziges Attribut in Abhängigkeit der Ausprägung  $w$  des Attributs entsprechend der Formel 1 definiert.

$$Q_{Vollst.}(w) := \begin{cases} 0 & \text{falls } w = NULL \\ 1 & \text{sonst} \end{cases}$$

mit

*Formel 1*

$Q_{Vollst.}(w) \hat{=}$  Vollständigkeit eines Attributs

$w \hat{=}$  Wert eines Attributs

Ausgehend von der Definition der Metrik zur Quantifizierung der Vollständigkeit für ein Attribut in einem Informationssystem definieren HEINRICH & KLIER (2011a) eine Metrik zur Messung der Vollständigkeit eines ganzen Datensatzes. Dieser besteht aus mehreren Attributen. HEINRICH & KLIER (2011a) beschreiben einen Datensatz als Tupel  $T$ , das alle Attribute  $T.A_i$  des Datensatzes umfasst. Formel 2 zeigt die Metrik zur Messung der Vollständigkeit eines Attributtupels.

$$Q_{Vollst.}(T) := \frac{\sum_{i=1}^{|A|} Q_{Vollst.}(T.A_i) \cdot g_i}{\sum_{i=1}^{|A|} g_i}$$

mit

$Q_{Vollst.}(T) \hat{=}$  Vollständigkeit eines Tupels  $T$

$T := \{T.A_i\}$

*Formel 2*

$T.A_i \hat{=}$  Attribut  $i$  des Tupels  $T$

$g_i \in [0; 1] \hat{=}$  Relative Gewichtung von  $T.A_i$

$i \in \mathbb{N}$

Nach demselben Muster, nach dem HEINRICH & KLIER (2011a) die Metrik zur Quantifizierung der Vollständigkeit auf der Ebene eines Datensatzes definieren, gehen sie auf der Ebene der Datenbankrelationen vor. Eine Relation  $R$  umfasst dabei mehrere Tupel  $R.T_j$ . Für jedes Tupel gibt es wiederum eine Gewichtung. Mit Hilfe der Gewichtung wird die Vollständigkeit  $Q_{Vollst.}(R)$  der Relation  $R$  bestimmt. Zuletzt weisen HEINRICH & KLIER (2011a) darauf hin, dass nach derselben Berechnungslogik die Vollständigkeit  $Q_{Vollst.}(D)$  einer Datenbank  $D$  ausgehend von den in der Datenbank abgelegten Relationen  $D.R_i$  und deren Gewichtungen bestimmt wird.

Neben einer Metrik für die Qualitätsdimension Vollständigkeit zeigen HEINRICH & KLIER (2011a) Ansätze auf, um die Dimension Fehlerfreiheit zu messen. Dabei verstehen sie unter Fehlerfreiheit, dass der Wert eines Attributs in einem Informationssystem der Ausprägung des Objekts der realen Welt entspricht, welche durch das Attribut modelliert wird. Nach WÜRTHELE (2003) gibt es zur Bemessung der Fehlerfreiheit den „Alles oder Nichts“-Ansatz und den Toleranzansatz. Beim „Alles oder Nichts“-Ansatz wird ausschließlich betrachtet, ob die Ausprägung des Attributs fehlerfrei oder nicht fehlerfrei ist. Dazu wird der im Informationssystem abgelegte Attributwert  $w_I$  mit dem Attributwert der realen Welt  $w_R$  abgeglichen. Dieser Vergleich liegt einem sogenannten Abstandsmaß zugrunde, das in einem Bereich von null bis eins bemisst, wie weit  $w_I$  und  $w_R$  voneinander abweichen. Im Falle des „Alles oder Nichts“-Ansatz ist der Abstand entweder nicht vorhanden oder maximal. Formel 3 beschreibt das Abstandsmaß  $d_1(w_I, w_R)$  und damit die Metrik für den „Alles oder Nichts“-Ansatz.

$$d_1(w_I, w_R) := \begin{cases} 0 & \text{falls } w_I = w_R \\ 1 & \text{sonst} \end{cases}$$

mit

$$d_1(w_I, w_R) \hat{=} \text{Distanz nach dem „Alles oder Nichts“-Ansatz} \quad \text{Formel 3}$$

$w_I \hat{=} \text{Wert eines Attributs im Informationssystem}$

$w_R \hat{=} \text{Wert eines Attributs in der realen Welt}$

Diesem Ansatz gegenüber steht nach WÜRTHELE (2003) der Toleranzansatz. Mit diesem wird versucht, den Umfang an Übereinstimmung zwischen  $w_I$  und  $w_R$  zu bestimmen. Dafür gibt es mehrere Metriken. Hier wird ein Distanzmaß  $d_2(w_I, w_R)$  in Formel 4 beispielhaft vorgestellt, das sich nach HEINRICH & KLIER (2011a) vor allem für numerische Attributwerte eignet.

$$d_2(w_I, w_R) := \left( \frac{|w_I - w_R|}{\max(|w_I|, |w_R|)} \right)^\alpha$$

mit

$$d_2(w_I, w_R) \hat{=} \text{Distanz nach dem Toleranzansatz} \quad \text{Formel 4}$$

$w_I \hat{=} \text{Wert eines Attributs im Informationssystem}$

$w_R \hat{=} \text{Wert eines Attributs in der realen Welt}$

$\alpha \in \mathbb{R}^+ \hat{=} \text{Formfaktor der Funktion}$

Die Potenz  $\alpha$  ist dabei der Formfaktor der Funktion, die dem Distanzmaß  $d_2(w_I, w_R)$  zugrunde liegt. Er bestimmt, wie sensitiv die Metrik auf Abweichungen zwischen  $w_I$  und  $w_R$  reagiert. Sollen bereits kleine Abweichung deutlich durch

das Maß angezeigt werden, ist der Formfaktor kleiner eins zu wählen. Soll das Maß kleinere Abweichungen nicht anzeigen, ist der Formfaktor größer eins zu wählen. Neben dem Distanzmaß  $d_2(w_L, w_R)$  gibt es noch weitere Metriken zur Messung der Fehlerfreiheit, die dem Toleranzansatz zuzuordnen und über numerische Werte hinaus für allgemeine Zeichenketten verwendbar sind. Deren Abweichung kann mit Hilfe des Editierabstands, der Hamming-Distanz oder N-Grammen bestimmt werden. Detailliert werden diese Distanzmaße bei HEINRICH & KLIER (2011a) beschrieben. Zudem wurden bisher nur Metriken beschrieben, mit denen die Fehlerfreiheit einzelner Attribute bestimmt werden kann. Die Bestimmung der Fehlerfreiheit für Datensätze, Relationen oder ganze Datenbanken erfolgt analog dem Vorgehen, das bei den Metriken der Qualitätsdimension Vollständigkeit dargelegt wurde.

Neben Metriken zur Quantifizierung von Vollständigkeit und Fehlerfreiheit stellen HEINRICH & KLIER (2011a) eine Metrik zur Messung der Qualitätsdimension Konsistenz vor. Nach ihnen wird unter Konsistenz die Widerspruchsfreiheit eines Datenbestandes verstanden. Der Überprüfung dieser liegen logische Zusammenhänge zugrunde, die für den Datenbestand gelten sollen. Die Zusammenhänge werden durch einzelne Regeln  $r_s$  beschrieben. Die Summe aller Regeln heißt Regelmenge  $\mathfrak{R}$ . Der Wert  $w$  eines Attributs in einem Informationssystem ist damit konsistent, wenn er allen Regeln der Regelmenge  $\mathfrak{R}$  genügt. Die Metrik zur Quantifizierung der Konsistenz  $r_s(w)$  des Werts  $w$  hinsichtlich der Regel  $r_s$  wird durch Formel 5 dargelegt.

$$r_s(w) := \begin{cases} 0 & \text{falls } w \text{ der Konsistenzregel } r_s \text{ genügt} \\ 1 & \text{sonst} \end{cases}$$

mit

$$r_s(w) \hat{=} \text{Konsistenz des Wertes } w \text{ bezüglich der Regel } r_s \quad \textit{Formel 5}$$

$w \hat{=} \text{Wert eines Attributs im Informationssystem}$

$r_s \in \mathfrak{R} \hat{=} \text{Regel der Regelmenge } \mathfrak{R}$

Daraus ergibt sich die Metrik zur Messung der Konsistenz eines Attributwertes hinsichtlich der gesamten Regelmenge  $\mathfrak{R}$ , die in Formel 6 abgebildet ist. Diese nimmt den Wert eins an, wenn alle Regeln erfüllt sind. Der Messwert ist hingegen null, wenn nur eine Regel nicht erfüllt ist.

$$Q_{Kons.}(w, \mathfrak{R}) := \prod_{s=1}^{|\mathfrak{R}|} (1 - r_s(w))$$

mit

$Q_{Kons.}(w, \mathfrak{R}) \hat{=}$  Konsistenz von  $w$  hinsichtlich  $\mathfrak{R}$

$r_s(w) \hat{=}$  Konsistenz von  $w$  hinsichtlich der Regel  $r_s$

*Formel 6*

$w \hat{=}$  Wert eines Attributs im Informationssystem

$\mathfrak{R} \hat{=}$  *Regelmenge*

$i \in \mathbb{N}$

HEINRICH & KLIER (2011a) zeigen, dass im Rahmen des Daten- und Informationsmanagements bereits Metriken entwickelt wurden, die es ermöglichen, die Qualität von Daten und Informationen quantitativ zu messen. Mit Blick auf die Ergebnisse von WANG & STRONG (1996) sind Metriken jedoch nicht durchgängig vorhanden. WANG & STRONG (1996) haben in ihrer Arbeit 15 Qualitätsdimensionen definiert, anhand derer Datenqualität bemessen werden muss. Nach HEINRICH & KLIER (2011a) gibt es mit den Metriken zur Fehlerfreiheit, Vollständigkeit und Konsistenz nur für vier Qualitätsdimensionen Ansätze, mit denen Daten- und Informationsqualität bemessen werden kann. Darüber hinaus gibt es vor allem keine Metriken für die Qualitätsdimensionen *Hohes Ansehen*, *Objektivität* und *Glaubwürdigkeit*. Im Sinne der Wissensdefinition von SCHREYÖGG & GEIGER (2002) müssten aber gerade für diese Dimensionen Metriken verfügbar sein und bei einer Prüfung angewendet werden, wenn nachgewiesen werden soll, dass es sich bei einer Aussage um eine wahre Erkenntnis und damit Wissen handelt. Damit könnten die vorhandenen, vorgestellten Metriken ausreichen, um Daten- und Informationsqualität objektiv und nachvollziehbar zu bewerten. Sie reichen nicht aus, um Wissensqualität zu quantifizieren und zu prüfen.

Das Defizit an Metriken für den Großteil der Qualitätsdimensionen von WANG & STRONG (1996) haben BERNHARD & DRAGAN (2007) erkannt und im Rahmen des SFB 559 über die Modellierung großer Netze in der Logistik eine Methode zur Bewertung von Informationsgüte entwickelt. Auf Basis der Ergebnisse von WANG & STRONG (1996) erstellen BERNHARD & DRAGAN (2007) ein eigenes Modell für Informationsgüte. Sie legen mehrere Qualitätsattribute fest, die sie anhand von Qualitätskategorien gliedern. Die erste ist die Kategorie Inhalt. Ihr sind die Attribute Korrektheit, Vollständigkeit und Objektivität zugeordnet. Die zweite Kategorie betrifft die Bedeutung einer Information und umfasst die Attribute Aktualität, Verständlichkeit und Kongruenz. Die dritte

Kategorie heißt Herkunft und enthält die Attribute Verfügbarkeit, Zuverlässigkeit, Rückverfolgbarkeit und Homogenität. Die vierte Kategorie betrifft die Verwendung. Sie umfasst die Attribute Relevanz und Eignung der Information. Letzteres ist wiederum differenziert in die Attribute Granularität und Abbildbarkeit. In den Ausführungen von BERNHARD & DRAGAN (2007) sind die Attribute kurz verbal beschrieben und können dort nachgelesen werden. Das Modell von BERNHARD & DRAGAN (2007) ist in Abbildung 16 dargestellt.

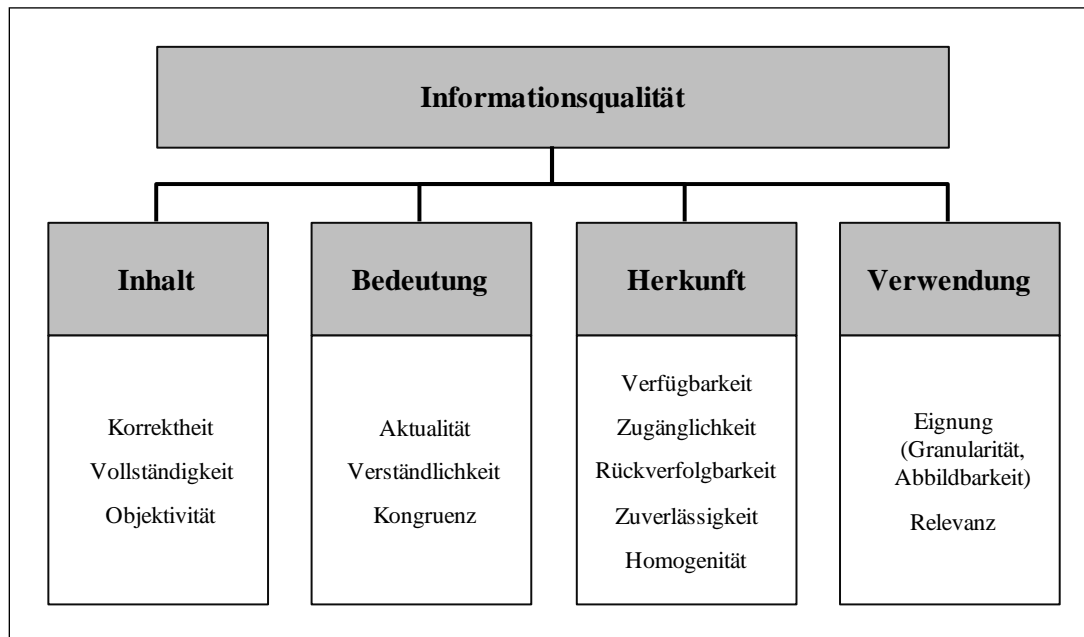


Abbildung 16: Modell für Informationsgüte (BERNHARD & DRAGAN 2007)

Ausgehend von dem Modell entwickeln BERNHARD & DRAGAN (2007) eine Bewertungsmethode für Informationsgüte, indem sie für jedes Attribut einen Maßstab definieren. Der Maßstab ist eine Ordinalskala, mit deren Hilfe die möglichen Ausprägungen des Attributs festgelegt werden. Beispielsweise umfasst der Maßstab für das Attribut Korrektheit die Ausprägungen *korrekt*, *korrigierbar* und *fehlerhaft*. Für eine zu bewertende Information kann damit eine zutreffende Ausprägung gewählt werden. Ausgehend von den mit den Maßstäben festgelegten, verbalen Ausprägungen der Attribute werden diese quantifiziert, indem sie die Ordinalskala auf einer Verhältnisskala abbilden. Der Wertebereich der Verhältnisskala liegt zwischen eins und 100. Entsprechend der Anzahl der verbalen Ausprägungen eines Attributs wird der Wertebereich der Verhältnisskala in gleich große Intervalle unterteilt. Den Intervallen werden die Ausprägungen der Ordinalskala in entsprechender Reihenfolge zugeordnet. Für das Attribut Korrektheit bedeutet dies, dass der Ausprägung korrekt ein Intervall für eine quantitative Ausprägung zwischen 66 und 100, der Ausprägung korrigierbar ein Inter-



vall für eine quantitative Ausprägung zwischen 33 und 66 und der Ausprägung fehlerhaft ein Intervall für eine quantitative Ausprägung zwischen eins und 33 zugeordnet wird. Dies erfolgt für alle Attribute des Modells für Informationsgüte. Durch die Überführung der verbalen Ausprägungen in Zahlenwerte wird es möglich, die Ausprägung der verschiedenen Attribute mit einander zu verrechnen und zu einer Aussage für eine Kategorie zu aggregieren. Zudem schlagen BERNHARD & DRAGAN (2007) vor, für die Verrechnung der Attribute einer Kategorie Wichtungen zu ermitteln. Mit diesem Konzept ermöglichen sie eine Messung der Informationsgüte. Die Bewertung eines Messergebnisses erfolgt nach ihnen durch den Abgleich mit einem Qualitätsziel, das in Form eines Wertes auf der Verhältnisskala für jedes Attribut und die Kategorie festgelegt wird.

Mit ihrer Methode zur Bewertung der Informationsgüte stellen BERNHARD & DRAGAN (2007) einen Ansatz vor, mit dem Informationsqualität gemessen, aggregiert in wenigen Kennzahlen dargestellt und durch den Abgleich mit einem Qualitätsziel einfach bewertet werden kann. Allerdings weist der Ansatz noch Defizite aus. Aus ihren Ausführungen ist nicht ersichtlich, wie die Ausprägungen der Ordinalskala auf das entsprechende Intervall der Verhältnisskala überführt werden. Die Frage ist, ob der unterste Wert, der oberste Wert oder der Mittelwert des Intervalls angesetzt werden. Zudem beschreibt ihre Veröffentlichung nicht, wie die Wichtungen der Attribute ermittelt oder die Qualitätsziele für die Attribute und Kategorien festgelegt werden. Der Ansatz stellt zwar transparent dar, wie die Kennzahlen miteinander verrechnet werden. Es ist aber nicht klar, warum sie auf diese Weise verrechnet werden. Solange diese Fragen nicht geklärt sind, suggerieren die Qualitätskennzahlen für Informationsgüte eine Genauigkeit, die nicht vorhanden ist.

### **3.5 Zusammenfassung und Handlungsbedarf**

In Kapitel 3.1 wurde dargelegt, dass Wissen ein zentraler Erfolgsfaktor für die Wettbewerbsfähigkeit von Unternehmen ist. Aus den Ausführungen von WIEDMANN & TEICHMANN (2008) geht hervor, dass Wissen die Grundlage für fundierte Kostenanalysen ist. Wie in Kapitel 2.2 beschrieben, liegt einer Kalkulation ein Kostenmodell zugrunde. Dies besteht aus einer Kostengliederungsstruktur, dass definiert, wie einzelne Kostenelemente zu einem Kostensatz für ein Produkt oder eine Dienstleistung verrechnet werden. Nach WIEDMANN & TEICHMANN (2008) handelt es sich bei den Kostenelementen um Wissen über

konstruktive Auslegung von Zukaufteilen, die technische Auslegung von Produktionsprozessen für die Zukaufteile und die damit verbundenen Aufwände für den Fabrikbetrieb. Entsprechend der Definition des Wissensbegriffs von SCHREYÖGG & GEIGER (2002) fordern WIEDMANN & TEICHMANN (2008) demnach, dass fundierte Kostenanalysen auf geprüften, wahren Informationen und Daten basieren. Den Wahrheitsgehalt einer Information zu prüfen, um festzustellen, ob es sich um wahre Erkenntnis und damit um Wissen handelt, ist in Unternehmen nach WIEDMANN & TEICHMANN (2008) Aufgabe des Wissensmanagements.

Dem folgend wurden in Kapitel 3.2 Prozessmodelle des Wissensmanagements untersucht. Diese beschreiben auf abstraktem Niveau, wie mit Wissen in Unternehmen umgegangen werden sollte. Dabei fällt auf, dass die meisten Prozesse eine Qualitätskontrolle für Wissen vorsehen, das im Rahmen der Wissensarbeit generiert, gespeichert und im Unternehmen genutzt wird. PROBST ET AL. (2010) fordern beispielsweise, dass Wissensziele definiert werden, anhand derer das Ergebnis des Wissensmanagements bewertet wird. HOLSAPPLE & SINGH (2003) sehen in ihrem Prozessmodell sogar einen ganzen Block an sogenannten Sekundäraktivitäten vor, die gewährleisten, dass die Qualität der Ergebnisse der Wissensarbeit in Unternehmen anhand objektiver Merkmale gemessen, bewertet und auf Basis der Bewertung letztendlich aktiv gesteuert wird. Allerdings wenden HOLSAPPLE & SINGH (2003) ein, dass für eine Messung der Ergebnisse der Wissensarbeit keine Methoden verfügbar sind.

Anschließend wurden in Kapitel 3.3 Bewertungsmethoden aus dem Bereich des Wissensmanagements vorgestellt und verglichen. Zu den umfassendsten Methoden gehören dabei das Modell zur integrierten Wissensbewertung von ALWERT (2006) und der Bilanzierungsansatz zur Messung des intellektuellen Kapitals von LINGEMANN (2005). Das zentrale Ergebnis des Vergleichs ist dabei, dass Bewertungsmethoden im Wissensmanagement vorhanden sind. Allerdings gibt es keine, mit der der Wahrheitsgehalt einer Information geprüft werden kann.

Ausgehend davon wurde in Kapitel 3.4 untersucht, welche Bewertungsansätze zur Prüfung eines Wahrheitsgehalts im Rahmen des Daten- und Informationsmanagement vorhanden sind. Es wurden das Konzept für Datenqualität nach WANG & STRONG (1996) und das Modell zum Management von Informationsqualität nach EPPLER (2006) vorgestellt. Das Defizit dieser Ansätze ist, dass sie lediglich abstrakte Qualitätsdimensionen aufzeigen, die bei der Bewertung von Daten oder Information Berücksichtigung finden sollten. Einen Ansatz, wie

für diese Dimensionen eine quantitative Messung erfolgen kann, liefern sie allerdings nicht. Damit können weder WANG & STRONG (1996) noch EPPLER (2006) eine Aussage über das Qualitätsniveau von Daten oder Information erzeugen, die für dritte nachvollziehbar und bei gleicher Beschaffenheit des Bewertungsobjekts reproduzierbar ist. Für einige Dimensionen gibt es dennoch Metriken, die eine Quantifizierung der Qualität ermöglichen und von HEINRICH & KLIER (2011a) beschrieben werden. Metriken existieren nach ihren Ausführungen jedoch nur für die Dimensionen Fehlerfreiheit, Vollständigkeit und Konsistenz. Diese mögen ausreichen, um die Qualität von Information zu quantifizieren. Für Dimensionen wie Glaubwürdigkeit oder Objektivität, mit denen der Wahrheitsgehalt einer Information geprüft wird, gibt es keine Metriken. Damit reichen die vorhandenen Messmethoden nicht aus, um Wissensqualität zu quantifizieren.

Eine Methode zur Bewertung von Wissensqualität wird jedoch sowohl von der Industrie als auch von der Wissenschaft gefordert. Vertreter der Industrie sind dabei WIEDMANN & TEICHMANN (2008), wie bereits beschrieben. Vertreter aus der Wissenschaft sind PETERS ET AL. (2010). Sie legen in ihrer Veröffentlichung explizit dar, dass es an Methoden fehlt, die eine ungeprüfte Information zu einer wahren Erkenntnis und damit Wissen qualifiziert. PETERS ET AL. (2010) beschreiben, dass für eine solche Qualifizierung ein Vorgehen notwendig ist, mit dem eine *Knowledge Claim Evaluation* durchgeführt werden kann. Sie räumen jedoch ein, dass ein solches Vorgehen noch nicht vorhanden ist. In ihren Ausführungen zeigen sie auf, dass Forschungsbedarf herrscht. Eigene Lösung stellen sie nicht dar.

Das Ziel dieser Arbeit ist folglich die Entwicklung einer Metrik, mit der die Qualität von Wissen bemessen und bewertet werden kann, das Kostenanalysen zugrunde liegt. Mit der Methode soll es möglich sein, die Wissensqualität von Kostenelementen zu prüfen, die nach einer Kostengliederungsstruktur verrechnet werden.



## **4 Anforderung an die Methode zur Bewertung der Wissensqualität von Kostenelementen für Kalkulationen**

### **4.1 Anforderungen des Anwenders**

Bei Automobilherstellern werden Kalkulationen für Zukaufteile eingesetzt, um in Preisverhandlungen die tatsächlichen Kosten der Leistungserstellung des Lieferanten zu kennen und dadurch die Verhandlungsposition des Herstellers zu verbessern. Im Rahmen einer Verhandlung ist die Aufgabe des Erstellenden einer Kalkulation, den Lieferanten zu überzeugen, dass das Kalkulationsergebnis repräsentativ für die Kosten der Leistung ist. Bei der Erstellung der Kalkulation wird der Produktionsprozess für das zu betrachtende Bauteil modelliert und die Menge der einzusetzenden Produktionsfaktoren, wie bspw. Produktionsanlagen oder Mitarbeitende, bestimmt. Den Produktionsfaktoren werden Kostensätze zugeordnet und auf ihrer Basis die Stückkosten des zu verhandelten Fahrzeugbauteils berechnet. Damit der Lieferant die kalkulierten Stückkosten als repräsentativ akzeptiert, muss ihm der Erstellende einer Kalkulation darlegen, dass der abgebildete Produktionsprozess technisch und die verwendeten Kostensätze am Markt tatsächlich realisierbar sind. Im Rahmen dieser Arbeit wird ermittelt, wie die Wissensqualität technischer und betriebswirtschaftlicher Kostenelemente für Kalkulationen bewertet werden kann. Zur Eingrenzung des Qualitätsbegriffs in diesem Kontext sind die Anforderungen an Kostenelemente zu ermitteln. Im Sinne des nutzerorientierten Qualitätsansatzes, beschrieben in Kapitel 2.1.5, müssen die Anforderungen vom Anwendenden stammen. Da der Erstellende die Kalkulation und damit die Eingangswerte in der Verhandlung vorstellt und fachlich vertritt, hat er die Rolle des Anwendenden.

Diese Arbeit wurde in Kooperation mit einem deutschen Automobilhersteller erstellt. Die Kostenanalyse des Industriepartners kalkuliert ein großes Spektrum der Leistungen, die von Automobilherstellern beim Lieferanten zugekauft werden. Dazu gehören Fahrzeugkomponenten wie bspw. Blech- oder Elektronikbauteile, denen unterschiedliche Produktionsverfahren zugrunde liegen. Darüber hinaus verfügt der Kooperationspartner auch über die Kompetenz, Dienstleistungen bspw. für Logistik- oder Entwicklungstätigkeiten zu kalkulieren. Aufgrund der breiten Kompetenz des Industriepartners im Bereich systematischer Kosten-

#### 4 Anforderung an die Methode zur Bewertung der Wissensqualität von Kostenelementen für Kalkulationen

---

analysen sind die mit ihm erarbeiteten Anforderungen repräsentativ für die Automobilindustrie.

Zur Erfassung der Anforderungen an Kostenelemente wurden die Erstellenden von Kalkulationen des Industriepartners interviewt. Aus der Befragung geht hervor, dass sichergestellt sein soll, dass Eingangswerte für Kalkulationen nicht geschätzt, sondern fundiert recherchiert und ermittelt werden. Es soll abgesichert werden, dass es sich bei den Werten nicht um unbestätigte Aussagen, sondern um wahre Erkenntnis und damit nach SCHREYÖGG & GEIGER (2002) um Wissen handelt, wie in Kapitel 2.1.4 dargelegt. Zudem fordern die Kalkulatoren des Industriepartners, dass die Ermittlung des Kostenelements transparent dokumentiert ist. Es sollen zuverlässige Quelldokumente und nachvollziehbare Berechnungen vorliegen. Dadurch soll gewährleistet sein, dass sie die Ermittlung der Eingangswerte nachvollziehen können.

Über eine nachvollziehbare Recherche der Kostenelemente hinaus fordern die Erstellenden von Kalkulationen ein standardisiertes Kennzahlensystem, mit dessen Hilfe Kostenelemente von Kalkulationen einfach bewertet werden können und das Bewertungsergebnis übersichtlich dargestellt wird. Aus den Interviews geht hervor, dass die Mitarbeitenden des Industriepartners bei der Erstellung von Kalkulationen die Kostenelemente aus Datenbanken mit mehreren hundert Einträgen wählen. Die Werte bilden bspw. Maschinenkosten oder Mitarbeiterkosten ab. Für die Erstellenden von Kalkulationen ist die Wissensqualität der hinterlegten Werte nicht transparent. Diese Transparenz sollen entsprechende Kennzahlen schaffen. Die Kennzahlen sollen sowohl den Vergleich der Wissensqualität verschiedener Kostenelement ermöglichen, als auch mit wenig Aufwand ermittelbar sein.

Die Erfahrung der Mitarbeitenden des Industriepartners wird nicht nur bei der Definition der Anforderungen an eine Methode zur Bewertung der Wissensqualität von Kostenelementen für Kalkulationen verwendet. Der entwickelten und in den folgenden Kapiteln vorgestellten Methode liegen ebenfalls diese Erfahrungen zugrunde. Vor allem die Merkmale von Wissensqualität und ihre Gewichtungen wurden ermittelt, indem der Stand der Wissenschaft mit den Mitarbeitenden im Rahmen von Interviews diskutiert und weiterentwickelt wurde. Aufgrund der breiten Kompetenz des Industriepartners im Bereich Kostenanalyse können die erarbeiteten Ergebnisse als repräsentativ für die Automobilindustrie erachtet werden.

## 4.2 Anforderungen an Metriken

Eine Anforderung der Anwendenden sind Kennzahlen, mit deren Hilfe die Wissensqualität von Kostenelementen übersichtlich dargestellt wird. Kennzahlen werden mit Hilfe von Metriken generiert. Deshalb ist eine zu erarbeiten, mit der die Wissensqualität von Kostenelementen für Kalkulationen gemessen und bewertet werden kann. Um sicherzustellen, dass das Ergebnis fundiert ist, muss es wissenschaftlichen Anforderungen genügen, die für Metriken spezifisch sind. Anforderungen an Metriken werden in mehreren Veröffentlichungen von verschiedenen Autoren definiert. HEINRICH & KLIER (2011a) fassen diese zusammen. Die im Folgenden dargestellten Anforderungen basieren auf ihren Ausführungen.

*Normierung:* Damit das Messergebnis der Metrik interpretierbar und vergleichbar ist, wird gefordert, dass es auf einen geeigneten Wertebereich normiert wird.

*Kardinalität:* Damit die Entwicklung der Metrikergebnisse über die Zeit verfolgt werden kann, muss die Kardinalität sichergestellt sein. Dies bedeutet, dass die Skala des Wertebereichs eine Quantifizierung der Differenz zwischen zwei oder mehreren Metrikergebnissen unterstützt.

*Sensibilisierbarkeit:* Damit mit der Metrik eine zielgerichtete Messung der Wissensqualität erfolgen kann, ist es erforderlich, dass sie zweckmäßig konfiguriert werden kann, um absehbare und besonders kritische Fehler deutlich aufzuzeigen.

*Aggregierbarkeit:* Die Aggregierbarkeit mehrerer Metrikergebnisse sollte möglich sein, damit auf Basis der Wissensqualität einzelner Kostenelemente die Wissensqualität einzelner Kostenblöcke oder gar einer gesamten Kalkulation bestimmt werden kann.

*Fachliche Interpretierbarkeit:* Damit auf Basis der Metrikergebnisse bei Qualitätsdefiziten zweckmäßig Verbesserungsmaßnahmen definiert werden können, ist es erforderlich, dass das Zustandekommen der Ergebnisse fachlich begründbar und reproduzierbar ist.

## 4.3 Anforderungen für die praktische Anwendung

Aus Sicht der Anwendenden soll gewährleistet sein, dass die Methode zur Bewertung von Wissensqualität für Kostenelemente in der Praxis mit geringem

#### 4 Anforderung an die Methode zur Bewertung der Wissensqualität von Kostenelementen für Kalkulationen

---

Aufwand einsetzbar ist. Dafür formuliert KREBS (2012) vier spezielle Anforderungen. Eine dieser Anforderungen ist *Transparenz*. Diese wird allerdings nicht vorgestellt, da sie der Forderung nach *fachlicher Interpretierbarkeit* aus Kapitel 4.1 ähnelt. Dies zeigt der Vergleich von HEINRICH & KLIER (2011a) und KREBS (2012). Die verbleibenden drei Anforderungen von KREBS (2012) werden im Folgenden unter Berücksichtigung des Ziels dieser Arbeit beschrieben.

*Praxistauglichkeit*: Die Methode zur Messung und Bewertung von Wissensqualität muss für den Anwendenden in der industriellen Praxis verständlich und einfach durchführbar sein. Dafür ist es erforderlich, dass die Methode mit vertretbarem Aufwand in einem geeigneten Software-Werkzeug implementiert und dadurch für die praktische Anwendung operationalisiert werden kann.

*Übertragbarkeit*: Die zu bewertenden Kostenelemente können unterschiedlicher Art sein. Es kann sich bspw. um Kostensätze oder Prozessgrößen der Produktion handeln. Die Methode zur Bewertung der Wissensqualität muss die Prüfung jeder Art von Kostenelement unterstützen.

*Skalierbarkeit*: Die Begründungen, die den Wahrheitsgehalt der Aussagen bestätigen sollen und deren Zuverlässigkeit mit der Methode überprüft wird, kann bei verschiedenen Kostenelementen eine unterschiedliche Komplexität aufweisen. Die Methode zur Bewertung der Wissensqualität muss bei jeder Komplexität eine Prüfung ermöglichen.



## 5 Konzeption der Methode zur Bewertung von Wissensqualität

### 5.1 Konzeptübersicht

Die Erstellung einer Methode zur Messung und Bewertung der Wissensqualität von Eingangswerten, die Kostenkalkulationen zugrunde liegen, ist Ziel dieser Arbeit. In Kapitel 4 wurden Anforderungen an eine solche Methode vorgestellt, die in der Fachliteratur zu finden sind. In diesem Kapitel wird das Konzept der Methode zur Bewertung der Wissensqualität von Kostenelementen dargelegt.

Das Konzept zur Bewertung der Wissensqualität von Kostenelementen umfasst drei aufeinander aufbauende Elemente. Diese sind in Abbildung 17 dargestellt. Das erste ist das *Messobjekt*. Bei ihm handelt es sich um das konkrete Kostenelement, dessen Wissensqualität erfasst werden soll. Damit die Bewertung möglich wird, muss die Struktur eines Kostenelements erschlossen werden. Daher ist es erforderlich, im Rahmen dieser Arbeit eine Möglichkeit zu finden, Kostenelemente zu analysieren, um die individuelle Struktur eines Kostenelements als Basis für eine Bewertung zu beschreiben. Abbildung 17 veranschaulicht auf abstraktem Niveau am Beispiel des Maschinenstundensatzes die Analyse der Struktur eines Kostenelements. In diesem Fall wird der Maschinenstundensatz anhand seiner Kostengliederungsstruktur aufgeschlüsselt.

Aufbauend auf dem Element *Messobjekt* werden mit Hilfe des Konzepts zur Bewertung von Wissensqualität bewusst die Elemente *Messsystem* und *Bewertungssystem* differenziert. Der Trennung zwischen Messung und Bewertung liegt die Definition und Differenzierung des Qualitätsbegriffs nach ZOLLONDZ (2006) zugrunde, die in Kapitel 2.1.5 dargelegt wurde. ZOLLONDZ (2006) beschreibt, dass Qualität lediglich eine objektive Aussage über die Beschaffenheit eines Objekts sein kann oder darüber hinaus eine zweckgebunden Wertung der Güte. Den Ausführungen von ZOLLONDZ (2006) folgend hat das Element *Messsystem* des Konzepts zur Wissensbewertung den Zweck, eine Beschreibung der Beschaffenheit von Kostenelementen anhand der objektiv feststellbaren Ausprägung qualitätsrelevanter Merkmale des Messobjekts zu ermöglichen. Abbildung 17 veranschaulicht auf abstraktem Niveau, wie das Ergebnis eines Messsystems dargestellt werden kann. Die Abbildung zeigt ein Netzdiagramm, das beispielhaft drei

Qualitätsdimensionen umfasst, deren Wertebereiche das Intervall zwischen null und eins ist.

Das Bewertungssystem dient dazu, anhand der Ergebnisse des Messsystems eine Aussage über die Güte des Kostenelements zu treffen. Dafür müssen nachvollziehbar Bewertungskriterien definiert werden, anhand derer entschieden werden kann, ob die gemessene Ausprägung eines qualitätsrelevanten Merkmals den Anforderungen genügt oder nicht. Abbildung 17 veranschaulicht auf abstraktem Niveau, wie das Ergebnis eines Bewertungssystems dargestellt werden kann. Dabei wird für jede der gemessenen Qualitätsdimensionen mit Hilfe einer Ampel angezeigt, ob das Qualitätsziel erreicht oder verfehlt wurde.

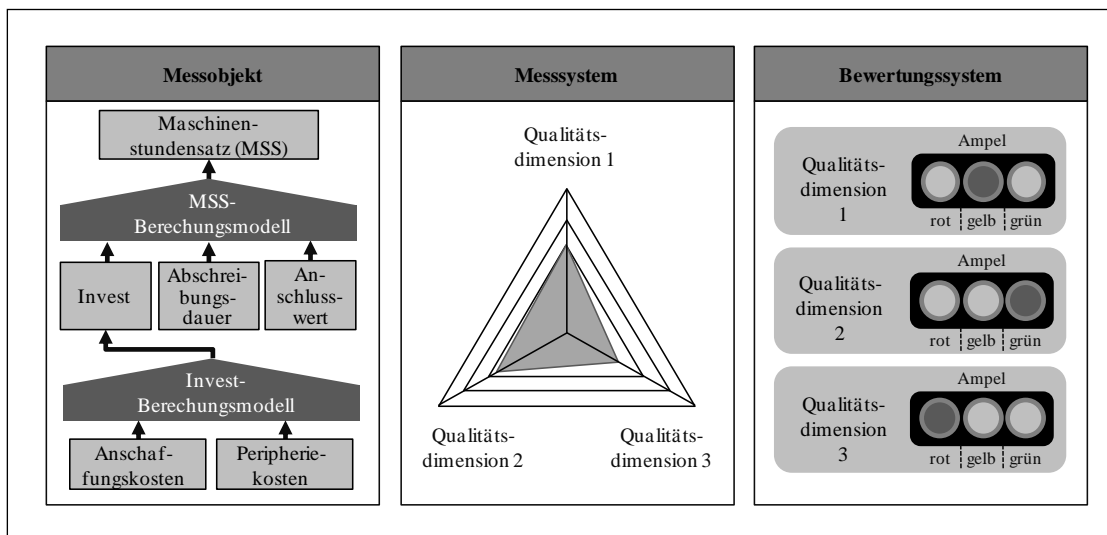


Abbildung 17: Elemente der Methode zur Bewertung von Wissensqualität

Zur Erstellung der Methoden zur Messung und Bewertung der Wissensqualität von Eingangswerten für Kalkulationen werden die Elemente des Konzepts im Folgenden detailliert. In Kapitel 5 wird dargelegt, welche Methoden aus der Literatur zur Analyse von Kostenelementen als Messobjekt genutzt werden können. Zudem werden noch in Kapitel 5 die Qualitätsdimensionen hergeleitet, die Basis des Mess- und Bewertungssystems sind. In den folgenden Kapiteln werden für die Qualitätsdimensionen anschließend Metriken entwickelt, mit denen eine objektive Messung der Beschaffenheit von Kostenelementen und die Ableitung von zweckgebundenen Bewertungskriterien zur Evaluierung der Güte möglich sind.

## 5.2 Analyse des Bewertungsobjekts

Ein zentrales Element des Konzepts zur Messung und Bewertung der Wissensqualität von Eingangswerten für Kalkulationen ist nach Kapitel 5.1 die Analyse des Messobjekts. Durch die Analyse soll die Struktur von Kostenelementen beschrieben werden. Diese Struktur ist schließlich Basis für eine objektive Bemessung der Wissensqualität. In diesem Kapitel werden Methoden aus der Fachliteratur vorgestellt, die eine Analyse von Kostenelementen ermöglichen.

Basis einer jeden Kalkulation ist in der Praxis ein Kostenmodell. Es ist die Berechnungsvorschrift, nach der betriebswirtschaftliche Größen, wie zum Beispiel Kostensätze, und produktionstechnische Größen, wie zum Beispiel Taktzeiten und die Menge des Einsatzmaterials, zu einem Ergebnis aggregiert werden. Ein einfaches Beispiel für ein Kostenmodell skizziert Abbildung 18. Diesem Modell liegt das Schema für eine differenzierte Zuschlagskalkulation nach GÖTZE (2010) zugrunde, wie es in Kapitel 2.1.3 beschrieben ist. Grundsätzlich zeigt Abbildung 18 eine Kostengliederungsstruktur in ihrer Gesamtheit. Aus ihr geht im Detail hervor, wie mehrere Kostenelemente zum Kalkulationsergebnis aggregiert werden. Dabei werden beispielsweise die Fertigungskosten aus Maschinenstundensätzen, Bedienkostensätzen, Fertigungszeiten und Fertigungsgemeinkosten oder die Maschinenstundensätze zum Beispiel aus dem Anschaffungswert der Maschine, der Abschreibungsdauer, den Kosten für die Kapitalbindung und den Kosten für verbrauchte Betriebsstoffe berechnet. Werte für Kostenelemente, die nicht aus einer Berechnung hervorgehen, werden mit Hilfe unternehmensinterner oder -externer Quellen ermittelt. In der Praxis ist es sinnvoll, die umfassende Kostengliederungsstruktur zu differenzieren. Es sind ein Hauptkostenmodell und unterstützende Kostenmodelle zu unterscheiden. Das Hauptkostenmodell ist dabei standardisiert. Das Vorgehen bei der Verrechnung der Eingangswerte ist unabhängig vom Kalkulationsprojekt festgelegt. Dahingegen können die unterstützenden Kostenmodelle zur Bestimmung von Eingangswerten für das Hauptkostenmodell sich bei verschiedenen Kalkulationsprojekten durchaus unterscheiden. Zum einen ist es möglich, dass die Werte direkt Quellen entnommen werden können. Dies ist zum Beispiel bei der Bestimmung von Materialkostensätzen für Normteile wie Schrauben der Fall. Diese können direkt in Katalogen von Großhändlern recherchiert werden. Zum anderen ist es denkbar, dass ein Eingangswert des Hauptkostenmodells ebenfalls berechnet werden muss. Wie in Kapitel 2.2 beschrieben, liegt solchen Eingangswerten nach FABRYCKY & BLANCHARD (1991) eine eigene Kostengliederungsstruktur

zugrunde. Die durch sie abgebildete Berechnungsvorschrift kann wie beim Hauptkostenmodell mehrstufig sein. Ein Beispiel für einen solchen Eingangswert des Hauptkostenmodells in Abbildung 18 ist der Maschinenstundensatz. Dieser ist in der Praxis nicht direkt recherchierbar. Er muss in der Regel aus separat recherchierten Kostenelementen wie unter anderem dem Anschaffungswert der Maschine und ihrer Abschreibungsdauer berechnet werden. Hinzu kommt, dass die für ein und denselben Eingangsparameter des Hauptkostenmodells unterstützenden Kostenmodelle abhängig vom Kalkulationsprojekt variieren können. Der Ermittlung des Materialkostensatzes für ein Kunststoffgranulat bei der Kalkulation der Kosten eines Kunststoffbauteils liegt ein anderes unterstützendes Kostenmodell zugrunde als bei der Bestimmung des Materialkostensatzes für ein legiertes Aluminiumblech, aus dem bspw. Karosseriebauteile gefertigt werden. Welche Berechnungsvorschriften zum Hauptkostenmodell gehören und wann eine Vorschrift ein unterstützendes Kostenmodell darstellt, ist nicht definiert und wird bisher individuell und oft implizit von den Unternehmen festgelegt.

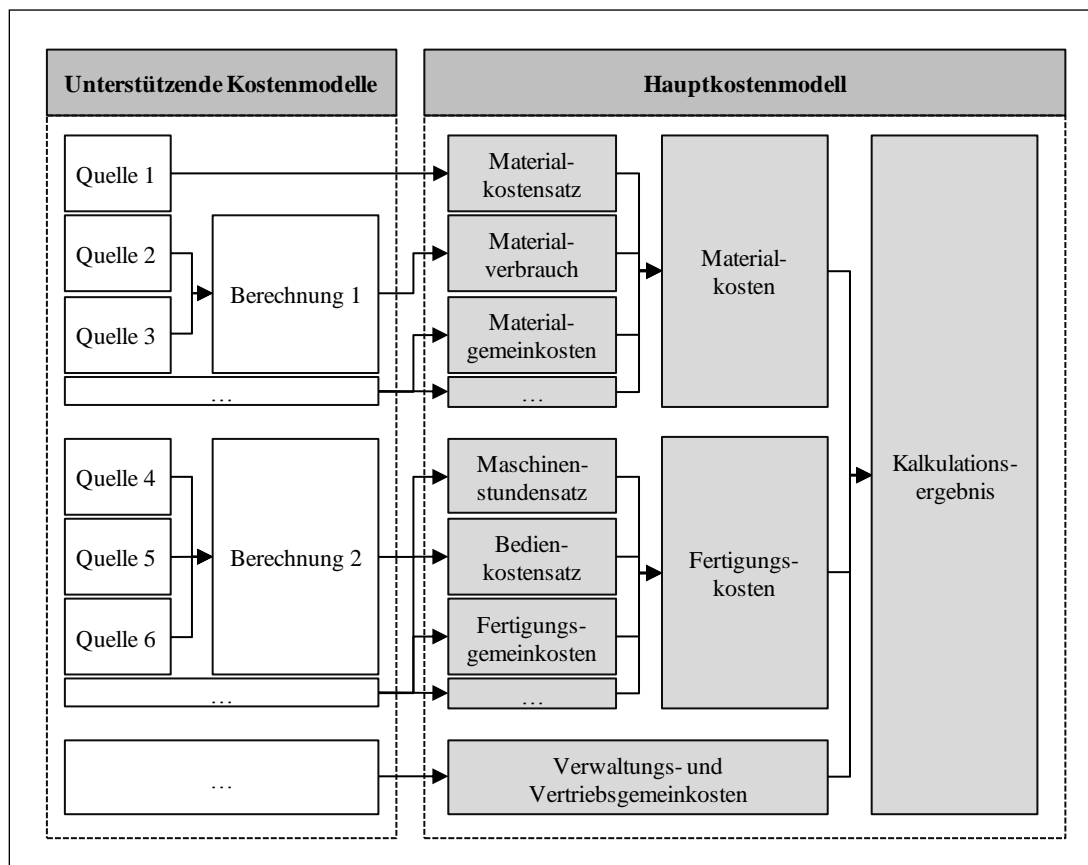


Abbildung 18: Beispiel für die Kostengliederungsstruktur mit Hauptkostenmodell und unterstützenden Kostenmodellen

Im Rahmen dieser Arbeit werden die Kostenelemente des Hauptkostenmodells betrachtet, für die die Kostengliederungsstruktur des Hauptkostenmodells nicht vorschreibt, wie Werte für diese Kostenelemente berechnet werden. Diese Werte müssen in der Regel von den Mitarbeitenden recherchiert werden, die eine Kalkulation erstellen. Dabei muss gewährleistet sein, dass Werte zum Beispiel für einen Materialkostensatz oder einen Maschinenstundensatz nicht geschätzt, sondern fundiert ermittelt werden. Es muss abgesichert werden, dass es sich bei den Werten nicht um unbestätigte Aussagen, sondern um wahre Erkenntnis und damit nach SCHREYÖGG & GEIGER (2002) um Wissen handelt, wie in Kapitel 2.1.4 dargelegt.

Eine Methode zur Analyse von Daten und Informationen stammt von BALLOU ET AL. (1998). Sie haben erkannt, dass bei der Bewertung einer Information deren zustande kommen berücksichtigt werden muss. Um die Generierung einer Information abzubilden, haben sie die Modellierungsmethode *Information Manufacturing System* entwickelt. Abbildung 19 zeigt die relevanten Symbole der Methode. Mit Hilfe der Nomenklatur differenzieren BALLOU ET AL. (1998) Rohdatenquellen, Datenverarbeitungsblöcke, Datenspeicher und Informationsnutzer. Rohdatenquellen liefern einzelne oder mehrere Dateneinheiten. Die Quellen können dabei unternehmensinterner oder -externer Natur sein. Mit Datenverarbeitungsblöcken werden Prozesse abgebildet, bei denen ein oder mehrere eingehende Dateneinheiten manipuliert und ein oder mehrere resultierende Dateneinheiten erzeugt werden. Bei den eingehenden Dateneinheiten kann es sich sowohl um Rohdaten als auch um vorverarbeitete Dateneinheiten handeln. Mit dem Symbol für Datenspeicher werden nach der Methode von BALLOU ET AL. (1998) Einrichtungen oder Systeme abgebildet, mit denen Dateneinheiten über die Zeit aufbewahrt und für eine weitere Verarbeitung bereitgestellt werden können. Zuletzt steht ein Block zur Verfügung, mit der der Nutzer des Ergebnisses der Informationsgenerierung dargestellt wird.


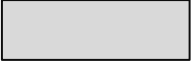
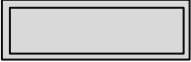
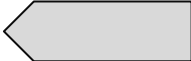
Komponenten- symbol	Komponenten- bezeichnung	Erläuterung
	Rohdatenquelle	Abbildung von unternehmensinternen und -externen Quellen für Rohdaten
	Datenverarbeitung/ Datenaufbereitung	Abbildung von Prozessen zur Manipulation von Rohdaten oder vorverarbeiteten Daten
	Datenspeicher	Abbildung von Zwischenspeichern für Daten, wie beispielsweise Datenbanken
	Informationsnutzer	Abbildung des Verwenders der finalen Information nach der Datenverarbeitung

Abbildung 19: Blöcke des Information Manufacturing System  
(vgl. BALLOU ET AL. 1998)

Ein einfaches Beispiel für einen Informationsverarbeitungsprozess, modelliert mit der Methode von BALLOU ET AL. (1998), zeigt Abbildung 20. In diesem Beispiel liefern drei Rohdatenquellen drei unterschiedliche Dateneinheiten. Diese gehen in den Verarbeitungsblock PB<sub>1</sub> ein. Dort wird aus ihnen die Dateneinheit DU<sub>4</sub> generiert. Diese wird anschließend im Datenspeicher SB<sub>1</sub> abgelegt und steht dort dem Nutzer CB<sub>1</sub> zur Verfügung.

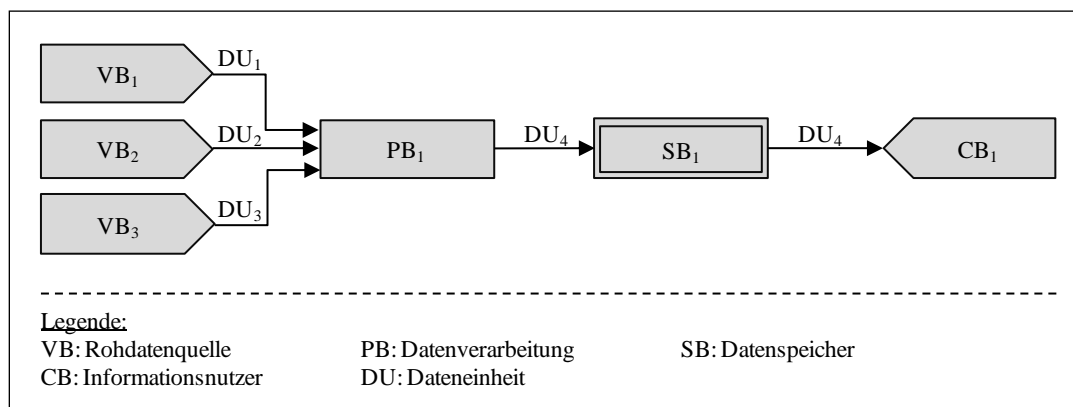


Abbildung 20: Beispiel für einen Informationsverarbeitungsprozess nach der Modellierungsvorschrift von BALLOU ET AL. (1998)

Wird das Beispiel für eine Informationsverarbeitung aus Abbildung 20 auf den Sachverhalt übertragen, der in Abbildung 18 dargestellt ist, dann entspricht der Nutzer CB<sub>1</sub> dem Erstellenden einer Kalkulation. Dieser benötigt Eingangswerte für das Hauptkostenmodell. Einer der Werte, die er benötigt, könnte dabei die Dateneinheit DU<sub>4</sub> sein, die er in der Datenbank SB<sub>1</sub> findet. Damit der Erstellende der Kalkulation die Dateneinheit DU<sub>4</sub> bewerten kann, muss er nach BALLOU ET

AL. (1998) wissen, wie sie entstanden ist. Sein Bewertungsergebnis hängt damit von der Qualität der Rohdaten und der Datenverarbeitung ab.

Vor diesem Hintergrund postulieren BALLOU ET AL. (1998), dass zur Bewertung des Ergebnisses eines Informationsverarbeitungsprozess nicht nur dieses alleine, sondern der gesamte Prozess betrachtet werden muss. Dabei ziehen sie nicht nur eine Bewertung der Qualität des Ergebnisses in Betracht, sondern auch die Bewertung der Aktualität, der Kosten und des Nutzens. Grundlage einer jeden der vier möglichen Bewertungen ist nach ihnen ein Prozessmodell, das mit der Modellierungsmethode für *Information Manufacturing Systems* erstellt wurde. Für jeden Bewertungstyp machen BALLOU ET AL. (1998) Vorschläge, wie Kennzahlen für Qualität, Aktualität, Kosten und Nutzen, die für Rohdatenquellen, Verarbeitungsblöcke oder Datenspeicher ermittelt werden, zu einer Gesamtkennzahl aggregiert werden können. Der Vorschlag zur Aggregation von Qualitäts- und Aktualitätskennzahlen ähnelt dem Vorgehen, das in Kapitel 3.2 durch Formel 2 beschrieben wird. Die Ansätze zur Aggregation von Kosten- und Nutzenkennzahlen sind im Kontext dieser Arbeit nicht relevant und können im Detail in der Veröffentlichung von BALLOU ET AL. (1998) nachgelesen werden.

Die Modellierungsmethode von BALLOU ET AL. (1998) ermöglicht es, den Erstellungsprozess für Eingangswerte von Kalkulationen systematisch abzubilden. Dadurch lassen sich die Elemente des Prozesses identifizieren, die bei einer Bewertung der Wissensqualität eventuell Berücksichtigung finden sollten. Zudem liefern BALLOU ET AL. (1998) Vorschläge, wie die Qualitätskennzahlen der einzelnen Elemente des Erstellungsprozesses zu einer Gesamtkennzahl aggregiert werden können. Allerdings zeigen BALLOU ET AL. (1998) nicht, wie die Qualität eines Informationsverarbeitungsprozesses quantitativ bemessen und bewertet werden kann.

### **5.3 Erhebungsprozess für Kostenelemente**

Die Bewertung der Wissensqualität von Eingangswerten für Kostenkalkulationen ist Ziel dieser Arbeit. In Kapitel 5.1 wurde dargelegt, dass bei der Bewertung die Entstehung des Eingangswertes berücksichtigt werden muss. BALLOU ET AL. (1998) stellen mit dem *Information Manufacturing System* eine Modellierungsmethode bereit, um die Kostengliederungsstruktur eines Eingangswertes abzubilden. Die Struktur ist ihnen zufolge die Grundlage, um Qualitätskennzahlen für verwendete Rohdaten oder Datenverarbeitungsprozesse zu einer Kennzahl für

den resultierenden Eingangswert zu aggregieren. Anhand welcher Merkmale die Wissensqualität von Rohdaten und Datenverarbeitungsprozessen bemessen wird, ist jedoch nicht beschrieben. Für die Bewertung von Datenqualität definieren WANG & STRONG (1996), wie in Kapitel 3.4 beschrieben, Qualitätsdimensionen. Für die Bewertung der Wissensqualität werden in diesem Kapitel, dem Ansatz von WANG & STRONG (1996) folgend, ebenfalls Qualitätsdimensionen hergeleitet.

Der Anforderung von BALLOU ET AL. (1998) folgend, müssen die Dimensionen der Wissensqualität gewährleisten, dass die gesamte Entstehung eines Eingangswertes betrachtet wird. Dem entsprechend sollen die Qualitätsdimensionen anhand eines Wissensmanagementprozesses hergeleitet werden. In Kapitel 3.2 wurden Prozessmodelle für systematisches Wissensmanagement vorgestellt. Alle Modelle dienen dazu, um die Kernaufgaben des Wissensmanagements in Unternehmen in Form von Prozessphasen zu differenzieren. Sie wurden von ihren Autoren vor dem Hintergrund unterschiedlicher Anwendungsbereiche entwickelt. Obwohl die Anzahl der identifizierten Phasen zwischen den Modellen variiert, nennen alle Modelle dieselben Kernaufgaben. Es ist festzustellen, dass sie inhaltlich ähnlich sind. Alle Modelle zeichnen sich allerdings dadurch aus, dass sie einen hohen Grad an Abstraktion aufweisen und damit nicht unmittelbar praktisch anwendbar sind. Vor diesem Hintergrund wird das Prozessmodell von WIEDMANN & TEICHMANN (2008) gewählt, um die Dimensionen der Wissensqualität zu ermitteln. Es ist in Abbildung 21 dargestellt und umfasst vier Phasen mit *Wissen spezifizieren*, *Wissen erfassen*, *Wissen teilen* und *Wissen nutzen*.

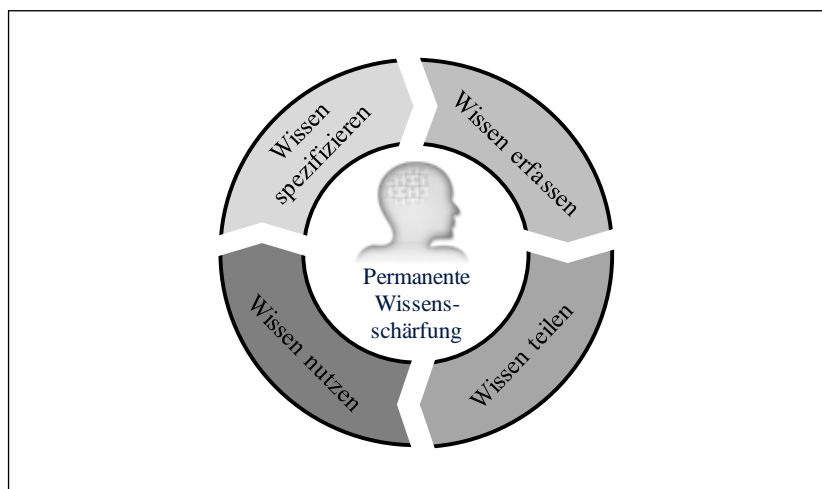


Abbildung 21: Prozessmodell für Wissensmanagement nach WIEDMANN & TEICHMANN (2008)



Das Modell von WIEDMANN & TEICHMANN (2008) ist sehr übersichtlich und eignet sich dadurch zur weiteren Detaillierung der Aufgaben des Wissensmanagements. Damit anhand des abstrakten Wissensmanagementprozesses Qualitätsdimensionen zur Wissensbewertung abgeleitet werden können, sind die Prozessphasen weiter zu differenzieren. Vor dem Hintergrund, dass der detaillierte Prozess der Erhebung von Kostenelementen und damit von Eingangswerten für Kalkulationen dienen soll, ist Grundlage der Detaillierung das *Vorgehensmodell zur Informationsgewinnung* nach BERNHARD ET AL. (2007). Diese haben im Rahmen des Sonderforschungsbereichs 559, der sich mit der Modellierung großer Netze in der Logistik befasst, eine Methode erarbeitet, um strukturiert Informationen zu erzeugen. Die Erzeugung erfolgt dabei in mehreren Schritten. Diese Schritte werden genutzt, um die Prozessphasen des Wissensmanagementprozesses nach WIEDMANN & TEICHMANN (2008) zu detaillieren. Dabei kann das Modell von BERNHARD ET AL. (2007) nicht nur übernommen und übertragen werden. Da es sich lediglich mit der Erzeugung von Information befasst und das erweiterte Modell von WIEDMANN & TEICHMANN (2008) die Generierung von Wissens beschreiben soll, wird das *Vorgehensmodell zur Informationsgewinnung* darüber hinaus ergänzt. Das Ergebnis ist in Abbildung 22 dargestellt und wird im Folgenden erläutert.

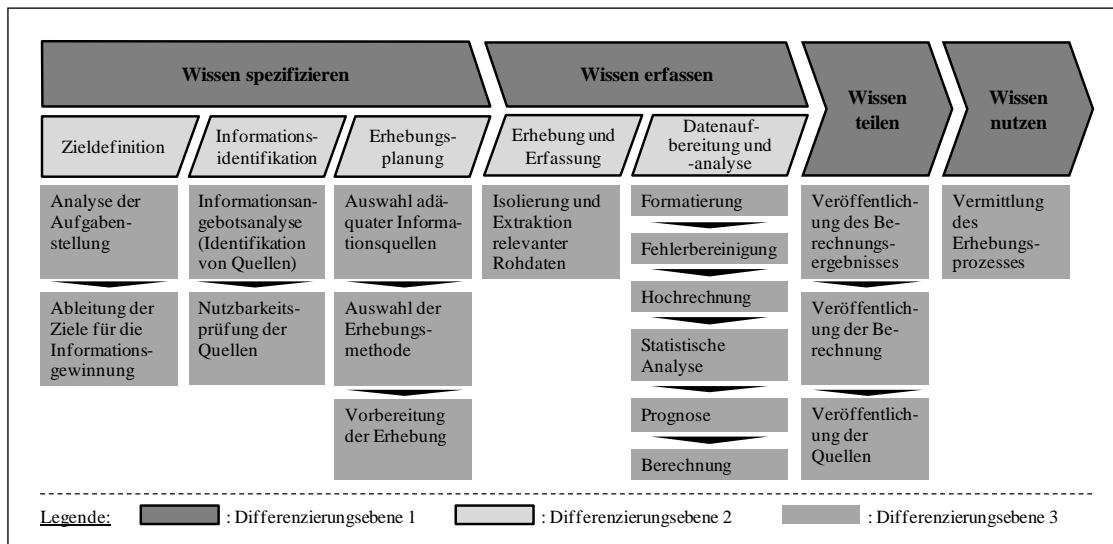


Abbildung 22: Modell zur Generierung von Wissen

Die erste zu detaillierende Phase des Wissensmanagementprozesses heißt *Wissen spezifizieren*. Entsprechend des *Vorgehensmodells zur Informationsgewinnung* lässt sich diese Phase in die Schritte *Zieldefinition*, *Informationsidentifikation* und *Erhebungsplanung* differenzieren.

Der Zweck des Schritts *Zieldefinition* ist die detaillierte Beschreibung des Informationsbedarfs, der bei der Erhebung gedeckt werden soll. Er umfasst zwei Tätigkeiten. Die erste ist die *Analyse der Erhebungsaufgabe*. Im Rahmen dieser Tätigkeit wird genau definiert, welchen Anforderungen die bevorstehende Erhebung gerecht werden muss. Zentral ist dabei vor allem, die Kostengliederungsstruktur für das zu erhebende Kostenelement zu identifizieren, wenn es berechnet wird. Ein Beispiel ist die Generierung von Maschinenstundensätzen. Diese sind nicht direkt recherchierbar, sondern werden in der Regel aus anderen Kostenelementen wie dem Anschaffungswert oder der Abschreibungsdauer der Maschine bestimmt. Es muss das Berechnungsmodell für den Maschinenstundensatz festgelegt werden, um sicherzustellen, dass bei der Erhebung alle benötigten Kostenelemente Berücksichtigung finden. Die zweite Tätigkeit im Rahmen der *Zieldefinition* ist die *Ableitung der Ziele für Informationsgewinnung* aus der Aufgabenstellung. Ergebnis dieser Tätigkeit sind Metadaten, die die anhand der Kostengliederungsstruktur identifizierten, zu erhebenden Kostenelemente hinreichend beschreiben. Muss zum Beispiel ein Anschaffungswert für eine Maschine im Rahmen einer Maschinenstundensatzrechnung erhoben werden, dann ist unter anderem die Maschine zu beschreiben. Es ist zu definieren, welcher Maschinentyp aufgrund der benötigten Fertigungstechnologie recherchiert werden muss. Ausgehend vom Maschinentyp kann anschließend die Maschine anhand typspezifischer Attribute noch genauer festgelegt werden. Ist beispielsweise der Anschaffungswert für ein Bearbeitungszentrum zu ermitteln, kann das Erhebungsziel konkretisiert werden, indem die Anzahl der Bearbeitungsachsen oder die Größe des Bearbeitungsraums festgelegt wird.

Der zweite Schritt in der Phase *Wissen spezifizieren* heißt *Informationsidentifikation*. Er besteht aus den Tätigkeiten *Informationsangebotsanalyse* und *Nutzbarkeitsprüfung* der Quellen. Die *Informationsangebotsanalyse* dient dazu, potentielle Quellen zu identifizieren, die den Informationsbedarf decken könnten. Ergebnis dieser Tätigkeit ist eine Liste an Quellen, die im Anschluss im Detail betrachtet werden. Zu differenzieren sind dabei unternehmensinterne und -externe Quellen. Bei der *Nutzbarkeitsprüfung der Quellen* werden die potentiellen Quellen darauf untersucht, ob sie den Informationsbedarf tatsächlich in der benötigten Granularität decken können. Dazu wird geprüft, ob die Informationen der Quelle genauso weit differenziert werden können, wie es die typspezifischer Attribute, mit denen der Informationsbedarf beschrieben ist, fordern. Ein Beispiel sind Informationen über Lohnkosten. Zur Erstellung von Kalkulationen ist es erforderlich, die Lohnkosten für Mitarbeitende einer Branche abhängig von der Qualifi-

kation in Erfahrung zu bringen. Statistikämter liefern oft jedoch nur Durchschnittswerte für die Löhne in einer Branche. Damit decken die Ämter nicht den Informationsbedarf, weil die zur Verfügung stehenden Werte nicht ausreichend differenziert sind. Darüber hinaus wird bei der *Nutzbarkeitsprüfung der Quellen* evaluiert, welchen Aufwand die Nutzung der Quelle mit sich bringt. Dieser steigt, wenn die Quelle beispielweise nur schwer zugänglich ist. Gründe dafür können sein, dass Zugangsbarrieren bestehen, weil Lizenzen zum Abruf der Information beschafft werden müssen.

Der dritte Schritt in der Phase *Wissen spezifizieren* heißt *Erhebungsplanung*. Dieser Schritt umfasst drei Tätigkeiten. Die erste ist die *Auswahl der adäquaten Informationsquellen*. Dabei werden aus den als nutzbar deklarierten Quellen die ausgewählt, mit denen nach BERNHARD ET AL. (2007) eine Erhebung effizient erfolgen kann. Nach ZANGEMEISTER (1976) ist die Effizienz einer Erhebung im Sinne einer Nutzwertanalyse eine Relation des Erhebungsaufwands zum Wert der gewonnenen Erkenntnis. Die zweite Tätigkeit ist die *Auswahl der Erhebungsmethode*. Ausgehend von den gewählten Informationsquellen wird festgelegt, ob die Informationen mit Hilfe einer Primär- oder Sekundärerhebung erschlossen werden. Bei einer Primärerhebung werden Informationen eigens zur Erfüllung der im ersten Schritt beschriebenen Aufgabe erhoben. Bei einer Sekundärerhebung wird hingegen auf Informationen zurückgegriffen, die im Kontext einer anderen Aufgabe recherchiert wurden, aber für die bestehende Wiederverwendung finden. Weitere Ausführungen zu Erhebungsmethoden sind in der Literatur zu finden, beispielsweise bei KUSS & EISEND (2010) oder KAYA (2007). Die dritte Tätigkeit ist die *Vorbereitung der Erhebung*. Diese umfasst nach BERNHARD ET AL. (2007) eine Reihe von Aktivitäten. Beispielsweise gehört die Organisation von Lizenzen dazu, falls der Zugriff auf geschützte Datenbanken erforderlich ist. Werden hingegen im Rahmen einer Primärerhebung Experteninterviews durchgeführt, müssen unter anderem Termine koordiniert, Fragebögen erstellt und getestet werden.

Die zweite zu detaillierende Phase des Wissensmanagementprozesses heißt *Wissen erfassen*. Entgegen des *Vorgehensmodells zur Informationsgewinnung* wird diese Phase in die Schritte *Erhebung und Erfassung* und *Datenaufbereitung und -analyse* differenziert. Auch wenn die zwei, im folgenden beschriebenen Schritte nicht im Modell von BERNHARD ET AL. (2007) zu finden sind, decken sich die mit ihnen verbundenen Tätigkeiten inhaltlich.

Der Schritt *Erhebung und Erfassung* beinhaltet lediglich die Tätigkeit *Isolierung und Extraktion relevanter Rohdaten*. Im Rahmen dieser Tätigkeit werden Interviews durchgeführt, Datenbanken und Dokumente gesichtet und die relevanten Daten sichergestellt und dokumentiert.

Der Schritt *Datenaufbereitung und -analyse* umfasst hingegen sechs Tätigkeiten, die unter anderem eine statistische Auswertung der aus den Quellen gewonnenen Daten umfasst. Die erste Tätigkeit ist die *Formatierung*. Liefern mehrere Quellen verschiedene Daten für ein Kostenelement, müssen die Daten im Vorfeld der Analyse einheitlich dargestellt werden. Dazu gehört zum Beispiel die Überführung der Rechercheergebnisse in dieselbe Maßeinheit. Die zweite Tätigkeit ist die Fehlerbereinigung. Liefern verschiedene Quellen unterschiedliche Werte für ein Kostenelement, sollte die Menge an Ergebnissen auf Fehler oder Ausreißer untersucht, diese erkannt und berichtigt oder eliminiert werden. Die Statistik bietet dafür geeignete Verfahren. Dazu zählen der Grubbs-Test (SACHS & HEDDERICH 2006), der Rosner-Test (SACHS & HEDDERICH 2006), die 2-Sigma-Regel (HELLERSTEIN 2008; RUNKLER 2000), der Nalimov-Test (GOTTWALD 2000) oder der David-Hartley-Pearson-Test (HARTUNG ET AL. 1999). Bei kleinen Stichproben, wie sie bei der Recherche von Eingangswerte für Kalkulationen auftreten, eignet sich vor allem der Hampel Identifier (HAMPLE 1974). Dass dieser Test bei kleinen Stichproben besonders robust und effektiv ist, wird von LIU ET AL. (2004) bestätigt. Die dritte Tätigkeit ist die *Hochrechnung*. Diese Tätigkeit ist vor allem relevant, wenn Kosten oder Kostensätze recherchiert werden. Quellen liefern selten tagesgenau aktuelle Kostensätze. Selbst wenn nach der Zieldefinition nur monats- oder jahresgenaue Werte erforderlich sind, können bei Sekundärrecherchen oft nur veraltete Daten ermittelt werden. Da diese nicht dem Informationsbedarf entsprechen, müssten sie verworfen werden. Allerdings ist es möglich diese trotzdem zu nutzen, indem aktuelle Kosten über Steigerungsraten, wie zum Beispiel für historische Inflations- oder Arbeitskostensteigerungsraten, abgeschätzt werden. Die vierte Tätigkeit ist die *statistische Analyse*. Sollten die Rohdaten aus den Quellen den Informationsbedarf nicht unmittelbar decken, können die hochgerechneten Rechercheergebnisse mit Hilfe statistischer Verfahren analysiert und die tatsächlich benötigten Informationen berechnet werden. Dazu stehen verschiedene statistische Verfahren zur Verfügung. Ein einfaches ist die Berechnung des arithmetischen Mittels (SCHULZE 2007). Die Cluster-Analyse (BACHER 1996) repräsentiert ein komplexeres statistisches Verfahren. Die *Prognose* ist die fünfte Tätigkeit des Schritts *Datenaufbereitung und -analyse*. Ähnlich wie bei der Tätigkeit *Hochrechnung* ist es mög-

lich, dass der Informationsbedarf nicht nur aktuelle Eingangswerte fordert, sondern Prognosen für die zukünftige Entwicklung der Werte. Nach der statistischen Auswertung der aktuellen Rechercheergebnisse gilt es in diesem Schritt, mit Hilfe von fundierten Zuwachsraten die zukünftige Entwicklung abzuschätzen und damit den Informationsbedarf zu decken. Die letzte Tätigkeit ist die *Berechnung*. Ist das Rechercheziel ein Eingangswert, der nur mit Hilfe einer unterstützenden Kostengliederungsstruktur berechnet werden kann, dann gilt es diese Berechnung zuletzt durchzuführen. Zuvor wurden für alle benötigten Kostenelemente Rohdaten recherchiert, diese um Fehler bereinigt, hochgerechnet, statistisch ausgewertet und bei Bedarf Prognosen erstellt.

Die dritte zu detaillierende Phase des Wissensmanagementprozesses von WIEDMANN & TEICHMANN (2008) heißt *Wissen teilen*. Da das *Vorgehensmodell zur Informationsgewinnung* von BERNHARD ET AL. (2007) lediglich die Erzeugung von Informationen und nicht von Wissen betrachtet, berücksichtigt es die Verbreitung der neuen Erkenntnis nicht. Das *Modell zur Generierung von Wissen* geht damit über die Ergebnisse von BERNHARD ET AL. (2007) hinaus. Die Prozessphase *Wissen teilen* wird dabei nicht noch einmal mittels Schritten differenziert. Stattdessen werden sofort die Tätigkeiten dargelegt, wie Abbildung 22 zeigt. Diese sind die *Veröffentlichung der Berechnungsergebnisse*, die *Veröffentlichung der Berechnung* und die *Veröffentlichung der Quellen*. Durch diese Tätigkeiten wird sichergestellt, dass nicht nur das Ergebnis des Erhebungsprozesses dokumentiert wird, sondern auch dessen Zustandekommen über die Berechnungen. Die Dokumentation der Berechnungen reicht dabei bis zu den Rohdaten, die bei der Recherche von den adäquaten Quellen geliefert wurden. Durch diese transparente Dokumentation wird dem Verwender nicht nur eine Information als Ergebnis der Recherche geliefert, sondern tatsächliches Wissen. Der Grund dafür ist, dass er die Möglichkeit hat, die komplette Erzeugung ausgehend von den Quellen nachzuvollziehen.

Die vierte und letzte zu detaillierende Phase des Wissensmanagementprozesses heißt *Wissen nutzen*. Sie umfasst mit der *Vermittlung des Erhebungsprozesses* eine einzige Tätigkeit. Auch diese Phase ist nicht Teil des *Vorgehensmodell zur Informationsgewinnung* von BERNHARD ET AL. (2007). Das *Modell zur Generierung von Wissen* muss jedoch um diese Phase ergänzt werden. Der Grund dafür ist, dass die entsprechend der dritten Phase dokumentierten Berechnungen nicht grundsätzlich für den Anwendenden intuitiv verständlich sein müssen. Der Einsatz von unterstützenden Kostengliederungsstrukturen und statistischen Verfahren kann den Anwendenden überfordern, wenn er die Berechnungen alleine

anhand einer schriftlichen Dokumentation nachvollziehen soll. Deshalb ist es wichtig, dass er dazu in geeigneten Schulungen befähigt wird. In diesen werden zum Beispiel die Kostengliederungsstrukturen von Experten vermittelt. Eine solche Qualifizierung sieht die vierte Phase des *Modell zur Generierung von Wissen* vor.

In diesem Kapitel wurde ein umfassender Wissensmanagementprozess zur Generierung von Eingangswerten für Kalkulationen erarbeitet, dem der Prozess von WIEDMANN & TEICHMANN (2008) und das *Vorgehensmodell zur Informationsgewinnung* von BERNHARD ET AL. (2007) zugrunde liegen. Der Wissensmanagementprozess dient im nächsten Kapitel dazu, Qualitätsdimensionen von Wissen herzuleiten, für die Metriken zur Bewertung von Eingangswerten für Kalkulationen im Folgenden aufgebaut werden.

### 5.4 Qualitätsdimensionen zur Bewertung von Wissensqualität

Zur fundierten Bewertung von Wissen muss nach BALLOU ET AL. (1998) der Prozess der Wissenserzeugung betrachtet werden. Auf Basis der Arbeiten von WIEDMANN & TEICHMANN (2008) und BERNHARD ET AL. (2007) wurde ein solcher Erzeugungsprozess in Kapitel 5.3 erarbeitet. Für die Entwicklung einer Metrik zur Quantifizierung von Wissensqualität können anhand des Erzeugungsprozesses die vier in Abbildung 23 dargestellten Qualitätsdimensionen abgeleitet werden.

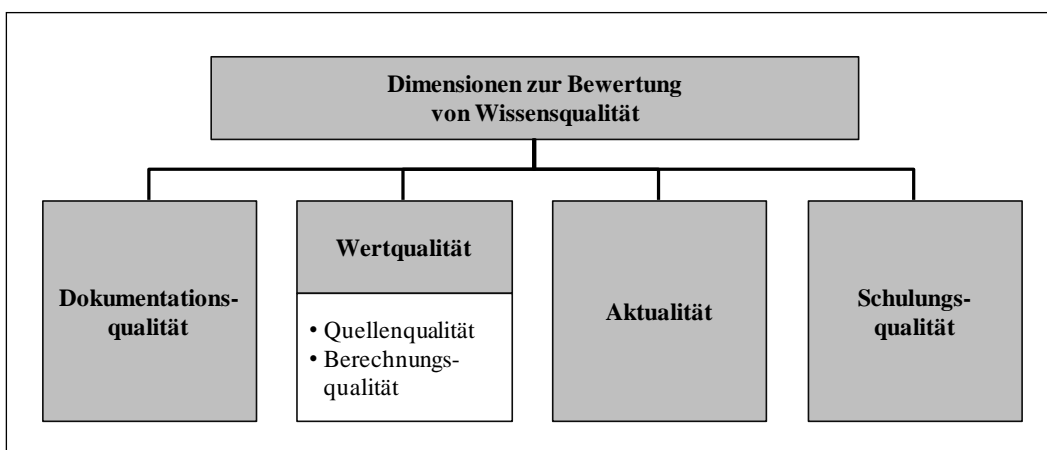


Abbildung 23: Dimensionen der Wissensqualität

Die erste Dimension ist die *Dokumentationsqualität*. Damit ein Kostenelement im Sinne der Definition des Wissensbegriffs nach MITTELSTRASS (1990) eine

nachvollziehbar gesicherte Erkenntnis ist, müssen bei der Erzeugung über das Rechercheergebnis hinaus zusätzliche Informationen dokumentiert und Unterlagen aufbewahrt werden. Zu solchen Informationen gehört zum Beispiel das Erhebungsdatum des Wissenslements. Zu diesen Unterlagen zählen zum Beispiel Quelldokumente oder einzelne, dokumentierte Berechnungen nach unterstützenden Kostenmodellen. Ob diese Informationen und Unterlagen dem Anwendenden tatsächlich zur Verfügung stehen, um Transparenz über das Rechercheergebnis zu vermitteln, soll mit Hilfe der Metrik für Wissensqualität bei Betrachtung der Bewertungskriterien der Qualitätsdimension *Dokumentationsqualität* ersichtlich sein.

Die zweite Dimension zur Bewertung von Wissensqualität stellt die *Wertqualität* dar. Anhand dieser Dimension wird die fachliche Richtigkeit des Wissenslements bemessen. Anhand des Erzeugungsprozess in Kapitel 5.3 ist ersichtlich, dass die fachliche Richtigkeit des resultierenden Wissenslements nur anhand der fachlichen Richtigkeit der zugrunde liegenden Quellen und Berechnungen geprüft werden kann. Deshalb wird die *Wertqualität* noch einmal in eine *Quellen-* und eine *Berechnungsqualität* differenziert. Mit Hilfe der zu entwickelnden Bewertungssystematik für die *Quellenqualität* soll gewährleistet werden, dass die im Rahmen der Wissenserzeugung verarbeiteten Basisinformationen aus Quellen stammen, die nach WANG & STRONG (1996) im Sinne der inneren Datenqualität glaubwürdig sind und ein hohes Ansehen besitzen. Die Bewertungssystematik für die *Berechnungsqualität* soll bemessen, ob separate Berechnungen anhand unterstützender Kostenmodelle tatsächlich transparent für den Anwendenden der Rechercheergebnisse dokumentiert sind.

*Aktualität* ist die dritte Dimension einer Metrik für Wissensqualität. Auch die in Kapitel 3.4 vorgestellten Konzepte zur Bewertung von Informationsqualität nach WANG & STRONG (1996), EPPLER (2006) und BERNHARD ET AL. (2007) berücksichtigen die zeitliche Aktualität als Bewertungsmerkmal. Die Tatsache, dass sie diese berücksichtigen, zeigt allerdings, dass die Autoren bei der Erarbeitung ihrer Konzepte die Differenzierung des Informations- und Wissensbegriffs nach SCHREYÖGG & GEIGER (2002) nicht betrachtet haben. Nach SCHREYÖGG & GEIGER (2002) ist eine Information eine beliebige und Wissen eine wahre Aussage. Bei der Bewertung einer Information ist es entsprechend dieser Definition damit unerheblich, ob sie fachlich korrekt ist. Ein Wissenslement hingegen muss einen Sachverhalt richtig wiedergeben. Allerdings kann sich der Wahrheitsgehalt eines Wissenslements abhängig von der Zeit ändern. Vor allem der Wahrheitsgehalt von Kostenelementen für Kalkulationen

kann über die Zeit verfallen. Beispielsweise können sich Kostensätze für Löhne oder Materialien sowie Anschaffungskosten für Maschinen mit der Zeit verändern. Gründe dafür können unter anderem Inflation sowie ein zunehmender oder abnehmender Wettbewerb am Beschaffungsmarkt sein. Verändern sich die tatsächlichen Kosten mit der Zeit, verlieren bestehende, nicht neu recherchierte Kostenelemente für Kalkulationen ihren Status als Wissenselement im Sinne von SCHREYÖGG & GEIGER (2002). Der Grund dafür ist, dass Sie die tatsächliche Umwelt nicht mehr abbilden. Zu einer Metrik, die Wissensqualität bemessen und bewerten soll, gehört damit unabdinglich eine Qualitätsdimension *Aktualität*.

Die vierte Dimension einer Metrik zur Bewertung von Wissensqualität ist die *Schulungsqualität*. Entsprechend des Prozessmodells für Wissensmanagement nach WIEDMANN & TEICHMANN (2008) und des detaillierten Modells zur Generierung von Wissen aus Kapitel 5.3 sieht die letzte Phase des Vorgehensmodell vor, sicherzustellen, dass das generierte Wissen von einem Anwendenden tatsächlich nutzbar ist. Diese Phase gewinnt vor allem an Relevanz, wenn bei der Generierung eines Kostenelements komplexe Methoden der Statistik zur Auswertung mehrerer, unterschiedlicher Quellen oder unterstützende Kostenmodelle mit umfangreicher Kostengliederungsstruktur zum Einsatz kommen. Die eingesetzten Modelle selbst und der Grund für ihre Anwendung sind für einen Anwendenden ohne entsprechende Expertise in der Praxis schwer nachvollziehbar. Damit der Anwendende dennoch Transparenz über die Wissensgenerierung erhält und sich das Wissen zum Kostenelement aneignen kann, muss er vom Experten unterwiesen werden. Folglich muss eine Metrik zur Wissensbewertung über Bewertungsmerkmale einer Dimension *Schulungsqualität* sicherstellen, dass entsprechende Veranstaltungen verfügbar sind und die relevanten Inhalte vermitteln.

Ausgehend vom Modell zur Generierung von Wissen, das Kapitel 5.3 in dargestellt ist, sind in diesem Kapitel vier Qualitätsdimensionen erarbeitet worden, die Grundlage einer Systematik zur Bewertung von Wissensqualität für Kostenelemente ist. Im Folgenden wird gezeigt, wie für jede Dimension eigene Metriken erarbeitet werden können. Eine Ausnahme ist die Dimension der *Wertqualität*. Diese wird noch in die *Quellen-* und *Berechnungsqualität* differenziert. Für die differenzierten Subdimensionen werden separate Vorgehen dargelegt, um Metriken zu entwickeln.



## 6 Detaillierung der Methode zur Bewertung von Wissensqualität

### 6.1 Erstellung der Metrik für Dokumentationsqualität

#### 6.1.1 Vorgehensweise

Die erste Qualitätsdimension der im Rahmen dieser Arbeit entwickelten Methode zur Bewertung von Wissensqualität für Kostenelemente ist die Dokumentationsqualität. In diesem Kapitel wird gezeigt, wie eine Metrik erstellt wird, mit der Dokumentationsqualität objektiv bemessen werden kann. Zudem wird es mit der Metrik möglich sein, für die identifizierten Qualitätsmerkmale nachvollziehbar Qualitätskriterien abzuleiten, mit deren Hilfe die Güte der Dokumentation für Kostenelemente bewertet werden kann.

Das Vorgehen zur Erstellung der Metrik für Dokumentationsqualität ist in Abbildung 24 dargestellt. Es baut auf den drei Elementen des Konzepte der Methode zur Bewertung von Wissensqualität auf, das in Kapitel 5.1 vorgestellt wurden.

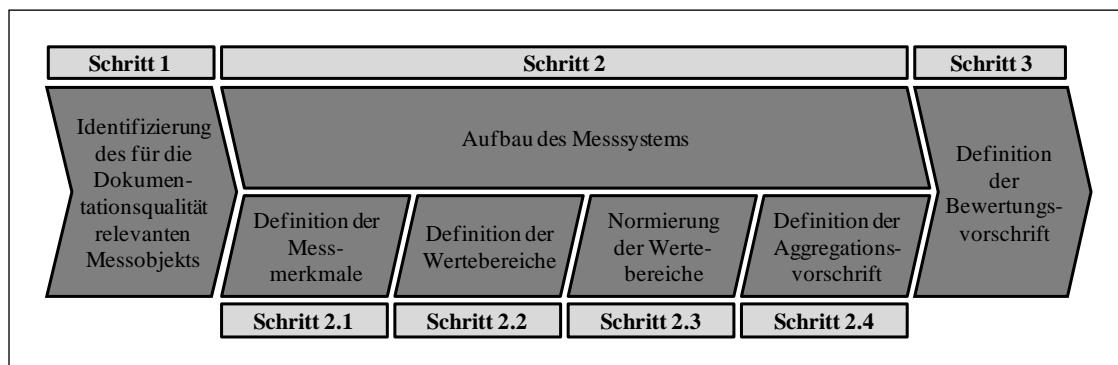


Abbildung 24: Vorgehen zur Erstellung der Metrik für Dokumentationsqualität

Das erste Element des Konzepts ist das Messobjekt. Dieses ist entsprechend des ersten Schritts des Vorgehens zu identifizieren und einzugrenzen. Das zweite Element des Konzepts ist das Messsystem. Dieses ist im Rahmen des zweiten Schritts des Vorgehens zu erarbeiten. Dafür sind die Messmerkmale zu definieren, die Wertebereiche der Merkmale zu identifizieren, die Wertebereiche für eine Verrechnung mehrerer Merkmalsausprägungen auf einen einheitlichen Wertebereich zu normieren und die Aggregationsvorschrift für die Verrechnung mehrerer Merkmale festzulegen. Entsprechend des dritten Konzeptelements in Abbildung

17 ist im dritten Schritt des Vorgehens die Bewertungsvorschrift zu erarbeiten, indem die Bewertungskriterien für die Messmerkmale festgelegt werden. In den folgenden Kapiteln werden die einzelnen Schritte des Vorgehens detailliert beschrieben.

### **6.1.2 Identifikation des relevanten Messobjekts für Dokumentationsqualität**

Der erste Schritt zur Schaffung einer Metrik für die Bemessung von Dokumentationsqualität ist die Identifikation des Messobjekts und dessen Differenzierung in Elemente, für die konkrete Messmerkmale festgelegt werden können. Wie in Kapitel 5.2 beschrieben und in Abbildung 18 dargestellt, sollen die Eingangsgrößen des Hauptkostenmodells einer Kalkulation der Messung unterzogen werden. In Kapitel 5.2 ist ebenfalls dargelegt, dass die Eingangsgrößen des Hauptkostenmodells entweder direkt recherchiert oder berechnet werden. Sind sie berechnet, dann liegt der Berechnung ein unterstützendes Kostenmodell mit Kostengliederungsstruktur zugrunde. Entsprechend der Vorgabe der Kostengliederungsstruktur werden mehrere, separat in verschiedenen Quellen recherchierte Eingangswerte zu einem Ergebnis des unterstützenden Kostenmodells aggregiert. Vor diesem Hintergrund sind zwei Elemente von Eingangswerten des Hauptkostenmodells die Berechnungen oder die direkt recherchierten Einzeldaten, für die eine Messung der Dokumentationsqualität vorgenommen werden muss. Darüber hinaus muss der gesamte Datensatz, der den Eingangswert beschreibt, hinsichtlich der Dokumentationsqualität bewertet werden. Er muss zusätzliche Attribute wie zum Beispiel das Erhebungsdatum und die Gültigkeitsdauer enthalten, um die Aktualität des Datensatzes zu prüfen. Damit sind übergeordnete Attribute zur Beschreibung des gesamten Datensatzes des Eingangswerts das dritte Element, für das konkrete Messmerkmale zur Prüfung von Dokumentationsqualität erstellt werden müssen.

Im vorangehenden Abschnitt und in den folgenden Kapiteln wird dargelegt, dass ein Eingangswert des Hauptkostenmodells einer Kalkulation in Form eines Datensatzes abgelegt ist und dieser Datensatz aus Einzeldaten besteht. Sowohl der Datensatz als auch die Einzeldaten sollen mit Hilfe der entwickelten Metriken anhand der Qualitätsdimensionen hinsichtlich Ihrer Wissensqualität bewertet werden. Bei der Begriffsverwendung tritt eine Inkonsistenz auf, die sich aus der Definition des Wissensbegriffs nach NORTH (2011) ergibt, welche in Kapitel 2.1.4 beschrieben ist. NORTH (2011) definiert danach den Wissensbegriff,

indem er die Begriffe Zeichen, Daten, Information und Wissen differenziert und einen hierarchischen Zusammenhang zwischen ihnen entwickelt. Dem folgend sind die Begriffe streng zu trennen. Danach könnte nur ein Wissensselement hinsichtlich seiner Wissensqualität beurteilt werden. Für einen Datensatz oder ein Datenelement wäre dies nicht möglich. Werden im Rahmen dieser Arbeit allerdings die Begriffe Datensatz und Einzeldatum verwendet, um einen Eingangswert eines Kostenmodells zu beschreiben, dann werden diese Begriffe nicht im Sinne der Definition von NORTH (2011), sondern im Sinne der Datenbanktheorie verwendet. Auch Wissensselemente wie Eingangswerte für Kostenkalkulationen müssen in der Praxis explizit abgebildet werden. Dies erfolgt in der Regel in Datenbanken. Diese weisen auf abstrakter Ebene eine einheitliche Struktur auf. Jede Datenbank besteht dabei aus einzelnen Datensätzen. Jeder Datensatz besitzt dieselbe Struktur, welche durch Attribute definiert ist. Ein einzelner Datensatz zeichnet sich dadurch aus, dass er eine Kombination an Ausprägungen der Attribute der Datensatzstruktur ist. Im Kontext dieser Arbeit wird eine solche Ausprägung eines Attributs als Einzeldatum bezeichnet. Ein Datensatz ist die explizite Abbildung von Wissen. Details zur Modellierung von Datenbankstrukturen können unter anderem bei FERSTL & SINZ (2013) nachgelesen werden.

### **6.1.3 Definition der Messmerkmale für Dokumentationsqualität**

In Kapitel 6.1.2 wurden entsprechend des Vorgehens zur Erstellung einer Metrik für Dokumentationsqualität, das in Abbildung 24 dargestellt ist, die Messobjekte identifiziert. Bei Ihnen handelt es sich um recherchierte Einzeldaten, Berechnungen und den gesamten Datensatz, der einen Eingangswert des Hauptkostenmodells abbildet. Für diese drei Messobjekte sind im Folgenden die Merkmale zu definieren, anhand derer Dokumentationsqualität bemessen werden kann. Damit wird Schritt 2.1 des Vorgehens zur Erstellung der Metrik für Dokumentationsqualität umgesetzt.

In Kapitel 5.4 wurde dargelegt, dass die Dokumentation der Entstehung eines Eingangswerts des Hauptkostenmodells dessen Nachvollziehbarkeit gewährleisten soll. Die Nachvollziehbarkeit ist die Grundlage dafür, um zu zeigen, dass es sich bei dem Eingangswert um eine gesicherte Erkenntnis im Sinne der Definition des Wissensbegriffs nach MITTELSTRASS (1990) in Kapitel 2.1.4 handelt. Merkmale zur Bemessung der Qualität der Dokumentation sind vor diesem Hintergrund anhand des Modells zur Generierung von Wissen zu identifizieren, das in Abbildung 22 dargestellt ist.

Für die Bemessung der Dokumentationsqualität von Datensätzen werden am Modell zur Wissensgenerierung vier Merkmale abgeleitet. Die Merkmale werden in Form von Fragen abgebildet und sind in Tabelle 1 zusammengefasst. Frage 1.1 prüft, ob der betrachtete Eingangswert für ein Hauptkostenmodell überhaupt generiert werden musste. Es wird sichergestellt, dass es den Bedarf gibt, dieses Wissen zu generieren oder zu aktualisieren. Dieses Merkmal leitet sich aus Tätigkeit 2 von Schritt 1 der Phase 1 des Modells der Wissensgenerierung ab, bei der es sich um die Ableitung des Ziels der Informationsgewinnung bei der Zieldefinition der Wissensgenerierung im Rahmen der Wissensspezifizierung handelt. Zweck von Frage 1.1 ist, Verschwendung zu identifizieren und in Zukunft zu vermeiden. Eingangswerte für Kostenkalkulationen zu erzeugen, ist mit hohem Aufwand verbunden. Bei dem Aufwand handelt es sich in der Regel um Personalkosten. Darüber hinaus können Kosten durch den Kauf von Lizenzen anfallen, um Zugang zu Datenbanken mit Informationen zu erhalten. Der mit einer Recherche verbundene Aufwand ist nur gerechtfertigt, wenn für das Ergebnis ein tatsächlicher Bedarf vorhanden ist. Es muss daher geprüft werden, ob die Eingangswerte nachweislich einen Bedarf decken. Frage 1.2 gründet auf Tätigkeit 1 von Schritt 1 der Phase 1 des Modells der Wissensgenerierung, bei der es sich um die Analyse der Aufgabenstellung im Rahmen der Wissensspezifizierung handelt. Dabei wird identifiziert, welche Einzeldaten zur Erstellung des Datensatzes, der den Wissensbedarf deckt, recherchiert werden müssen. Im Rahmen der Prüfung der Dokumentationsqualität wird mit Frage 1.2 sichergestellt, dass alle Einzeldaten tatsächlich erhoben wurden und für die Nachvollziehbarkeit verfügbar sind. Werden zur Generierung des Eingangswertes mehrere Einzeldaten recherchiert, dann werden diese in der Regel zum benötigten Eingangswert für das Hauptkostenmodell verrechnet. Der Berechnung liegt ein unterstützendes Kostenmodell zugrunde, das die Kostengliederungsstruktur des Eingangswertes abbildet. Zur Gewährleistung der Nachvollziehbarkeit soll das unterstützende Kostenmodell beschrieben und die Berechnung des Eingangswertes transparent sein. Die Erfüllung dieses Anspruchs wird mit Hilfe von Frage 1.3 im Rahmen der Messung der Dokumentationsqualität geprüft. Der Anspruch resultiert aus Schritt 2 von Phase 2 des Modells zur Generierung von Wissen. Zur Sicherstellung der Nachvollziehbarkeit müssen die Ergebnisse der Datenaufbereitung und -analyse gesichert werden. Frage 1.4 stellt sicher, dass für den Datensatz das Erhebungsdatum und die Gültigkeitsdauer dokumentiert sind. Dies ist Voraussetzung, dass eine Bewertung der Aktualität des Datensatzes vorgenommen werden kann. Die Aktualität ist nach Kapitel 5.4 eine Dimension, die zur Bewertung von Wissensqualität wesentlich ist.

Frage 1.1	Wurde der Erhebungs- oder Aktualisierungsbedarf für den Stammdatensatz offiziell eingesteuert?
Frage 1.2	Sind die Inhalte des Stammdatensatzes vollständig angelegt?
Frage 1.3	Ist das Berechnungsmodell transparent beschrieben und zugänglich hinterlegt?
Frage 1.4	Sind ein Erhebungsdatum und eine Gültigkeitsdauer für den Stammdatensatz hinterlegt?

*Tabelle 1: Messmerkmale der Dokumentationsqualität für Datensätze*

Die Kostengliederungsstruktur des unterstützenden Kostenmodells eines Eingangswertes des Hauptkostenmodells kann mehrere Berechnungsebenen aufweisen. Eingangswerte von Berechnungen, die direkt einen Eingangswert für das Hauptkostenmodell erzeugen, müssen nicht direkt recherchiert sein, sondern können wiederum aus einer untergeordneten Berechnung hervorgehen. Auch diese untergeordneten Berechnungen müssen zur Sicherstellung der Nachvollziehbarkeit als Teil der Wissensqualität dokumentiert sein. Dies wird mit Hilfe der Messmerkmale der Dokumentationsqualität für Berechnungen geprüft. Auch diese Merkmale wurden vom Modell zur Generierung von Wissen hergeleitet. Es handelt sich um drei Stück, die in Form von Fragen abgebildet und in Tabelle 2 zusammengefasst sind. Das erste Merkmal fordert in Form von Frage 2.1, dass diese untergeordneten Berechnungen vorhanden sind und dem Verwender vorgelegt werden können. Das zweite Merkmal in Form von Frage 2.2 fordert, dass das Modell der untergeordneten Berechnung für Anwendende dargelegt und die schriftliche Erläuterung für Dritte zugänglich abgelegt ist. Frage 2.3 trägt dem Umstand Rechnung, dass auch Berechnungen veralten können und das damit generierte Wissen seine Gültigkeit verlieren kann. Daher muss auch für die Berechnungen die Aktualität geprüft werden. Mit Frage 2.3 zu Bemessung der Dokumentationsqualität für Berechnungen wird sichergestellt, dass zur Bewertung der Aktualität das Erstellungsdatum und die Gültigkeitsdauer der untergeordneten Berechnungen dokumentiert sind.

Frage 2.1	Liegt eine dokumentierte Berechnung für das Einzeldatum vor?
Frage 2.2	Ist das Berechnungsmodell transparent und zugänglich hinterlegt?
Frage 2.3	Sind das Erstellungsdatum bzw. das Datum der letzten Überprüfung sowie die Gültigkeitsdauer für das Berechnungsmodell hinterlegt?

*Tabelle 2: Messmerkmale der Dokumentationsqualität für Berechnungen*

Die Grundlage eines jeden unterstützenden Kostenmodells sind unabhängig von der Anzahl der ungeordneten Berechnungen Einzeldaten, die direkt recherchiert werden. Die Qualität der Eingangswerte für das Hauptkostenmodell hängt von der Zuverlässigkeit dieser recherchierten Werte ab. Im Rahmen der Bewertung von Wissensqualität muss überprüft werden, ob die recherchierten Einzelwerte eine wahre, gültige Erkenntnis im Sinne der Definition des Wissensbegriffs nach MITTELSTRASS (1990) abbilden. Um diese Prüfung leisten zu können, muss bei der Prüfung der Dokumentationsqualität im Sinne der Transparenz sichergestellt werden, dass die Quellen der Einzeldaten verfügbar sind und dem Verwender vorliegen. Zur Prüfung der Dokumentationsqualität von Einzeldaten werden daher zwei Merkmale definiert, die ebenfalls in Form von Fragen abgebildet werden und in Tabelle 3 dargestellt sind. Mit Hilfe von Frage 3.1 wird sichergestellt, dass die Quellendokumente für Einzeldaten vorlegbar sind. Diese Forderung leitet sich aus Schritt 1 von Phase 2 des Modells zur Wissensgenerierung ab, der die Gewinnung der Rohdaten aus den ausgewählten Quellen beschreibt. Diese Gewinnung muss im Sinne der Nachvollziehbarkeit dokumentiert werden. Frage 3.2 bereitet hingegen wiederum die Prüfung der Aktualität der Einzeldaten vor. Sie stellt sicher, dass das Veröffentlichungsdatum und die Gültigkeitsdauer der Quellendokumente dokumentiert sind.

Frage 3.1	Liegt/Liegen die Quelle/die Quellen für das Einzeldatum vor?
Frage 3.2	Sind das Veröffentlichungsdatum für die Quelle und die Gültigkeitsdauer für den Quellenwert bekannt?

*Tabelle 3: Messmerkmale der Dokumentationsqualität für recherchierte Einzeldaten*

Die Merkmale zur Bemessung der Wissensqualität wurden auf Basis des Modells zur Generierung von Wissen erstellt. Es ist nicht auszuschließen, dass mit Hilfe des Modells noch weitere Merkmale ergänzt werden können. Die dargestellten Merkmale wurden ausgewählt, weil sie sich in der Praxis als besonders relevant erwiesen und bewährt haben.

### **6.1.4 Definition der Wertebereiche der Messmerkmale für Dokumentationsqualität**

Auf die Definition der Messmerkmale folgt mit Schritt 2.2 des Vorgehens zur Erstellung der Metrik für Dokumentationsqualität die Definition der Wertebereiche der einzelnen Merkmale. Dies bedeutet, dass für jede Frage, die zur Prüfung von Dokumentationsqualität gestellt wird, die Menge möglicher Antwortalternativen zu erarbeiten ist. Im Rahmen dieser Arbeit besteht die Menge der Antwortalternativen aus maximal vier Elementen. Die Elemente haben dabei eine Rangfolge, die die Wertigkeit der Antwortalternative hinsichtlich der Erfüllung der Qualitätsanforderung widerspiegeln. Die Rangfolge wird über die Stufen 0 bis 3 festgelegt. Dabei ist die Antwortalternative auf Stufe 0 diejenige aus der Menge, die das Qualitätsmerkmal am wenigsten erfüllt. Die Antwortalternative, die der Stufe 3 zugeordnet ist, erfüllt den Qualitätsanspruch vollständig.

In Tabelle 4 sind die Antwortalternativen zu den Fragen zur Prüfung der Dokumentationsqualität von Datensätzen dargestellt. Mit Frage 1.1 wird geprüft, ob es einen offiziell eingesteuerten Bedarf zur Erhebung des geprüften Datensatzes gibt. Die Menge an Antwortalternativen besteht bei dieser Frage lediglich aus zwei Elementen. Die Frage ist mit *Ja* oder *Nein* zu beantworten. Die Merkmalsausprägung *Nein* ist der Stufe 0 zugeordnet und die Ausprägung *Ja* der Stufe 3. Mit Frage 1.2 wird überprüft, ob der Datensatz alle notwendigen Einzeldaten abbildet, um den Wissensbedarf vollständig zu decken. Der Wertebereich von Frage 1.2 umfasst vier Antwortalternativen. Im Rahmen der Kostenanalyse ist das wichtigste Element des Datensatzes die Kosteninformation, die in einem Kostenmodell verrechnet wird. Diese Kosteninformation soll differenziert sein, um nachvollziehen zu können, wie sie zustande kommt. Die Antwortalternative auf Stufe 0 beschreibt daher den Fall, dass nur ein pauschaler Kostensatz vorliegt. Stufe 1 beschreibt den Fall, dass der Datensatz Einzeldaten enthält, aus denen der finale Kostensatz berechnet werden kann. Allerdings decken die Einzeldaten nicht den gesamten Bedarf an Eingangsgrößen ab, die ein Kostenmodell benötigt, um den finalen Kostensatz zu generieren. Daher müssen für einzelne

Parameter den Modell Annahmen getroffen werden. Die Merkmalsausprägung von Frage 1.2 auf Stufe 3 hingegen beschreibt den Fall, dass der Datensatz hinsichtlich aller Einzeldaten, die zur Berechnung des finalen Kostensatzes benötigt werden, vollständig ist. Enthält der Datensatz darüber hinaus noch Datenelemente, die zum Beispiel eine abgebildete Produktionsanlage anhand von technischen Parametern wie beispielsweise Schnittgeschwindigkeiten oder Werkzeugwechselzeiten beschreiben, dann tritt bei der Prüfung der Dokumentationsqualität auf Datensatzebene der Fall ein, den die Stufe 3 von Frage 1.2 darlegt.

Frage	Wertebereiche der Merkmale zur Bemessung der Dokumentationsqualität von Datensätzen			
	Stufe 0	Stufe 1	Stufe 2	Stufe 3
1.1	Nein	-	-	Ja
1.2	Der Kostensatz des Stammdatensatzes ist nicht differenziert.	Der Kostensatz des Stammdatensatzes ist unvollständig differenziert.	Der Kostensatz des Stammdatensatzes ist vollständig differenziert.	Der Kostensatz ist vollständig differenziert und der Stammdatensatz ist vollständig angelegt.
1.3	Das Kostenmodell für den Nutzwert des Stammdatensatzes ist nicht erläutert.	Eine Dokumentation des Modells zur Berechnung des Nutzwertes liegt vor.	Ein zentral abgelegtes Schulungsdokument zur Erläuterung des Berechnungsmodells für den Nutzwert liegt vor.	Das Schulungsdokument zum Berechnungsmodell des Nutzwertes ist direkt mit dem zu bewertenden Datensatz verlinkt.
1.4	Weder Erhebungsdatum noch Gültigkeitsdauer sind hinterlegt.	Das Erhebungsdatum ist hinterlegt.	Das Erhebungsdatum und eine Gültigkeitsdauer sind hinterlegt	Das Erhebungsdatum und eine technologiespezifische standardisierte Gültigkeitsdauer sind hinterlegt.

*Tabelle 4: Wertebereiche von Messmerkmalen der Dokumentationsqualität für Datensätze*

Frage 1.3 dient dazu, um die Transparenz des Kostenmodells zur Generierung des Kostensatzes für Dritte sicherzustellen. Die Merkmalsausprägung auf Stufe 0 bildet dabei den Fall, dass für das Kostenmodell keine Dokumentation bei der



Qualitätsprüfung vorgelegt werden kann. Stufe 1 beschreibt den Fall, dass eine formlose Dokumentation des Kostenmodells verfügbar ist. Hat diese Dokumentation hingegen die Form eines Schulungsdokuments, das offiziell Dritten zur Verfügung gestellt wird, dann ist das Ergebnis der Qualitätsprüfung bei Stufe 2 einzuordnen. Gibt es im Datensatz zuletzt noch einen direkten Verweis auf das Schulungsdokument, dann entspricht dies der Antwortalternative von Frage 1.3 auf Stufe 3. Das letzte Merkmal der Dokumentationsqualität für Datensätze wird durch Frage 1.4 abgebildet. Mit ihr wird geprüft, ob der Datensatz mit einem Erhebungsdatum und einer Gültigkeitsdauer versehen ist. Die Antwortalternative dieser Frage auf Stufe 0 bildet den Fall ab, wenn weder Erhebungsdatum noch Gültigkeitsdauer dokumentiert sind. Ist lediglich das Erhebungsdatum im Datensatz hinterlegt, ist der Fall bei Stufe 1 einzuordnen. Ist darüber hinaus auch die Gültigkeitsdauer dokumentiert, wird bei einer Prüfung Stufe 2 erreicht. Ist die Gültigkeitsdauer nicht nur willkürlich festgelegt, sondern wurde sie nachweislich von mehreren Experten für den bewerteten Datensatz definiert, dann bildet diesen Fall die Merkmalsausprägung auf Stufe 3 ab. Die Differenzierung zwischen einer beliebigen und einer von Experten bestätigten Gültigkeitsdauer resultiert aus der Definition des Wissensbegriffs nach MITTELSTRASS (1990) in Kapitel 2.1.4. Nach ihm ist Wissen eine wahre Erkenntnis. Der Wahrheitsgehalt einer Erkenntnis kann sich jedoch mit der Zeit ändern und verfallen. Abhängig davon, welche Kosten ein Datensatz abbildet, kann der Verfall schneller oder langsamer verlaufen. Die Kosten für Rohöl sind beispielsweise sehr volatil. Am Markt recherchierte Preise für Rohöl ändern sich wöchentlich. Recherchierte Preise für Produktionsanlagen bleiben hingegen länger aktuell. Bei etablierten Technologien wie Umformpressen könnte beispielsweise eine Gültigkeit von drei bis fünf Jahren angenommen werden, bevor Preise neu recherchiert werden müssen, um zeitliche Effekte wie Inflation zu berücksichtigen. Damit der Aufwand zur Aktualisierung von Datensätzen einerseits im vertretbaren Rahmen bleibt und die Kostensätze andererseits hinreichend aktuell sind, um im Sinne der Definition des Wissensbegriffs die realen Verhältnisse abzubilden, sollte die Länge der Gültigkeitsdauer vor diesem Hintergrund von Experten bestätigt werden. Die Experten stammen dabei aus dem Unternehmen, für das die Metrik entwickelt wird.

Tabelle 5 zeigt in einer Übersicht die Wertebereiche der Merkmale für Dokumentationsqualität für Berechnungen. Mit Hilfe von Frage 2.1 wird überprüft, ob untergeordnete Berechnungen tatsächlich vorgelegt werden können. Ist dies nicht der Fall, entspricht dies der Ausprägung auf Stufe 0 von Frage 2.1. Ist die Berechnung auf Nachfrage bei einer Prüfung der Dokumentationsqualität vorlegbar,

dann wird dieser Fall mit Stufe 1 der Antwortalternativen von Frage 2.1 abgebildet. Ist die Berechnung nicht nur vorlegbar, sondern auch in einer Struktur abgelegt, die es Dritten erlaubt, Zugang zur Berechnung ohne die Einbindung des Erstellenden zu erlangen, dann entspricht diese der Merkmalsausprägung auf Stufe 3 der Frage 2.1. Die Menge an Antwortalternativen von Frage 2.1 umfasst in diesem Fall nur drei Elemente. Aus diesem Grund ist der Stufe 2 der Rangfolge keine Ausprägung zugeordnet.

Frage	Wertebereiche der Merkmale zur Bemessung der Dokumentationsqualität von Berechnungen			
	Stufe 0	Stufe 1	Stufe 2	Stufe 3
2.1	Die Berechnung ist nicht vorlegbar.	Die Berechnung ist vorlegbar.	-	Berechnung vorhanden und in standardisierter Struktur abgelegt.
2.2	Das Berechnungsmodell ist nicht dokumentiert.	Das Berechnungsmodell ist frei dokumentiert.	Eine Schulungsunterlage für das Berechnungsmodell ist vorhanden und zentral abgelegt.	Eine zentral abgelegte Schulungsunterlage ist direkt mit dem Stammdatensatz verknüpft.
2.3	Weder Erstellungsdatum noch Gültigkeitsdauer sind hinterlegt.	Das Erstellungsdatum ist hinterlegt.	Das Erstellungsdatum und eine Gültigkeitsdauer sind hinterlegt.	Das Erstellungsdatum und eine technologiespezifisch standardisierte Gültigkeitsdauer sind hinterlegt.

*Tabelle 5: Wertebereiche von Messmerkmalen der Dokumentationsqualität für Berechnungen*

Die Antwortalternativen und ihre Rangfolge von Frage 2.2 sind identisch mit denen von 1.3. Mit Frage 2.2 wird geprüft, ob das Berechnungsmodell für die vorliegende Berechnung dokumentiert ist. Den Fall, dass gar keine Dokumentation vorliegt, beschreibt die Antwortalternative auf Stufe 0. Den Fall, dass eine formlose Dokumentation des Berechnungsmodells bei der Qualitätsprüfung vorgelegt werden kann, beschreibt die Merkmalsausprägung auf Stufe 1. Hat die diese Dokumentation die Form eines Schulungsdokuments, das offiziell Dritten

zur Verfügung gestellt wird, dann ist das Ergebnis der Qualitätsprüfung bei Stufe 2 einzuordnen. Ist die Dokumentation des Berechnungsmodells zuletzt direkt mit dem Datensatz verknüpft, ist Stufe 3 der Merkmalsausprägung von Frage 2.2 erfüllt. Frage 2.3 zur Bemessung der Dokumentationsqualität von Berechnungen hat eine ähnliche Menge an Antwortalternativen wie Frage 1.4. Auch Frage 2.3 dient dazu, sicherzustellen, dass neben der eigentlichen Berechnung die nötigen Informationen dokumentiert sind, um die Aktualität der Berechnung zu bewerten. Die Antwortalternativen von Frage 2.2 weichen von denen von Frage 1.4 nur dahingehend ab, dass Frage 1.4 ein Erhebungsdatum für den Datensatz und Frage 2.3 ein Erstellungsdatum für die Berechnung fordert. Abgesehen davon ist die Differenzierung der Antwortalternativen von Frage 1.4 und Frage 2.3 und ihre Rangfolge identisch.

Tabelle 6 stellt die Wertebereiche der Merkmale dar, anhand derer die Dokumentationsqualität von recherchierten Einzeldaten bemessen werden. Die Menge an Antwortalternativen von Frage 3.1 umfasst drei Elemente. Den Fall, dass für ein Einzeldatum keine Quelle bei der Prüfung vorgelegt werden kann, bildet die Antwortalternative von Frage 3.1 auf Stufe 0 ab.

Frage	Wertebereiche der Merkmale zur Bemessung der Dokumentationsqualität von recherchierten Einzeldaten			
	Stufe 0	Stufe 1	Stufe 2	Stufe 3
3.1	Die Quelle kann nicht vorgelegt werden.	Die Quelle kann vorgelegt werden.	-	Die vorgelegte Quelle ist direkt mit dem Datensatz verlinkt.
3.2	Weder Veröffentlichungsdatum noch Gültigkeitsdauer sind bekannt.	Das Veröffentlichungsdatum ist bekannt.	Das Veröffentlichungsdatum und eine Gültigkeitsdauer sind hinterlegt.	Das Veröffentlichungsdatum und eine technologiespezifisch standardisierte Gültigkeitsdauer sind hinterlegt.

*Tabelle 6: Wertebereiche von Messmerkmalen der Dokumentationsqualität für recherchierte Einzeldaten*

Ist hingegen die Quelle vorlegbar, wird bei der Bemessung der Qualität Stufe 1 erreicht. Gibt es darüber hinaus noch eine Referenz im Datensatz, mit der direkt auf die Quelle verwiesen wird, dann wird dem mit der Antwortalternative Rech-

nung getragen, die Stufe 3 zugeordnet ist. Bei Frage 3.1 ist der Stufe 2 in der Rangfolge der Merkmalsausprägungen keine Antwortalternative zugewiesen. Frage 3.2 bildet wie die Fragen 1.4 und 2.3 die Forderung ab, dass notwendige Informationen zur Bewertung der Aktualität dokumentiert werden. Die Differenzierung und Rangfolge der Antwortalternativen von Frage 3.2 ist ähnlich zu denen von Fragen 1.4 und 2.3. Der Unterschied ist, dass bei Frage 3.2 statt eines Erhebungs- oder Erstellungsdatums ein Veröffentlichungsdatum der Quelle verlangt wird.

In diesem Kapitel wurden die Wertebereiche aller Qualitätsmerkmale definiert, die der Messung der Dokumentationsqualität dient. Die Elemente der Wertebereiche und ihre Rangfolge sind in Tabelle 4, Tabelle 5 und Tabelle 6 abgebildet. Bei der Anwendung hat sich allerdings gezeigt, dass die Beschreibungen der Antwortalternativen zu abstrakt sind, um eine eindeutige Bemessung durchzuführen. Deshalb müssen die Antwortalternativen für die einzelne Datensatztypen an Eingangswerten für das Hauptkostenmodell von Kalkulationen detailliert werden. Im Anhang zeigen Tabelle 44 bis Tabelle 52 an einem Beispiel, wie die Antwortalternativen für die Prüfung der Dokumentationsqualität für Maschinenstundensätze von Produktionsanlagen detaillierter beschrieben werden können. Tabelle 53 listet im Anhang Beispiele für weitere Datensatztypen auf. Für die einzelnen Typen können der Tabelle ohne Anspruch auf Vollständigkeit zudem Beispiele für Attribute entnommen werden, die Datensätze dieses Typs enthalten sollten.

### **6.1.5 Normierung der Wertebereiche der Messmerkmale für Dokumentationsqualität**

Ziel von Kapitel 6.1 ist die Erstellung einer Metrik zum Messen der Dokumentationsqualität von Eingangswerten für Kostenkalkulationen. Metriken sind nach CHEW ET AL. (2008) und wie in Kapitel 3.4 beschrieben Kennzahlensysteme zur Bemessung und Bewertung von Leistungsfähigkeit. Eine zentrale Eigenschaft einer Metrik ist nach HEINRICH & KLIER (2011a) die Aggregierbarkeit, wie in Kapitel 4.1 beschrieben. Da Ordinalskalen allerdings nach JANN (2005) keine numerischen Werte sondern verbal beschriebene Kategorien abbilden, können die Ausprägungen der einzelnen Messmerkmale nicht mittels mathematischer Operationen zu einer Gesamtkennzahl für die Qualität eines Datensatzes, einer Berechnung oder eines recherchierten Einzeldatums aggregiert werden. Damit dies möglich wird, muss eine Absolutskala eingeführt und die Nominalskalen auf

diese überführt werden. Absolutskalen zeichnen sich dadurch aus, dass Merkmalsausprägungen als numerische Werte dargestellt sind, die verrechnet werden können, und dass für die Zahlenwerte ein Nullpunkt existiert (JANN 2005).

Im Rahmen dieser Arbeit wurden die Ordinalskalen der Messmerkmale für Dokumentationsqualität auf eine Absolutskala im Intervall zwischen null und eins abgebildet, wobei die Werte null und eins Teil des Intervall sind. Tabelle 7 zeigt, welche Werte der Absolutskala den Rangstufen der Ordinalskala zugeordnet werden.

Stufe 0	Stufe 1	Stufe 2	Stufe 3
0 %	33 %	66 %	100 %

*Tabelle 7: Absolutskala der Merkmalsausprägungen für Dokumentationsqualität*

### **6.1.6 Definition der Aggregationsvorschrift für die Ausprägung von Messmerkmalen der Dokumentationsqualität**

Nachdem den Merkmalsausprägungen der einzelnen Messmerkmale für Dokumentationsqualität numerische Werte zugeordnet sind, ist zu definieren, wie aus ihnen Kennzahlen für die Dokumentationsqualität für Datensätze, Berechnungen und recherchierte Einzeldaten generiert werden. Dies entspricht Schritt 2.4 des Vorgehens zur Erstellung der Metrik für Dokumentationsqualität aus Abbildung 24. HELBING (2010) differenziert mehrere Arten von Bewertungsmethoden, die in Kapitel 2.3 beschrieben werden. Nach HELBING (2010) sollte das Konzept der gewichteten Bewertungsmethode bei der Erstellung einer Metrik zur Anwendung kommen, wenn davon auszugehen ist, dass nicht jedes Qualitätsmerkmal im selben Maß relevant für die Gesamtqualität ist. Dem folgend werden deshalb für die Merkmale von Datensätzen, Berechnungen und recherchierten Einzeldaten Gewichtungen bestimmt. Um diese festzulegen, kann entweder ein pragmatisches Vorgehen gewählt und Experten befragt werden oder die Gewichtungen werden mit Methoden wie dem paarweisen Vergleich nach SAATY (1990) oder dem Analytisch-Hierarchischen-Prozess (AHP), beschrieben von MEIXNER & HAAS (2009), ermittelt.

Im Rahmen dieser Arbeit wurden zur Ermittlung der Gewichtungen Expertenbefragung durchgeführt. Bei den Experten handelt es sich um die Mitarbeitenden

der Abteilung für Kostenanalyse des Industriepartners, der an dem Forschungsprojekt beteiligt war, in dessen Rahmen diese Arbeit entstand. In Kapitel 4.1 wurde ausführlich dargelegt, warum die Einbindung dieser Experten zu repräsentativen Ergebnissen für die Automobilindustrie führt. Tabelle 8 stellt die Gewichtung der Messmerkmale von Dokumentationsqualität für Datensätze dar. Laut den Experten ist am wichtigsten, dass die Datensätze vollständig sind. Daher hat Frage 1.2 ein Gewicht von 40 %. Fast genauso wichtig ist die Möglichkeit, die Aktualität des Datensatzes zu prüfen. Deshalb haben die Experten der Frage 1.4 ein Gewicht von 30 % zugeordnet. Der Frage 1.3 wurde ein Gewicht von 20 % gegeben. Mit ihr wird geprüft, ob das Modell zur Verrechnung der Einzeldaten für Dritte transparent dokumentiert ist. Dem Merkmal zur Sicherstellung einer bedarfsgerechten Datensatzgenerierung, die mit Frage 1.1 abgebildet wird, messen die Experten die geringste Bedeutung bei und gewichten es daher mit 10 %.

Frage	1.1	1.2	1.3	1.4
Gewichtung	10 %	40 %	20 %	30 %

*Tabelle 8: Gewichtung der Messmerkmale der Dokumentationsqualität für Datensätze*

Tabelle 9 zeigt die Gewichtungen der Messmerkmale der Dokumentationsqualität für Berechnungen. Aus der Expertenbefragung unter den Kalkulatoren des Industriepartners ist hervorgegangen, dass der Dokumentation der Berechnung und damit der Frage 2.1 eine überaus hohe Bedeutung beigemessen wird. Deshalb wird dieses Merkmal mit 60 % gewichtet. Die Dokumentation des Berechnungsmodells und die Prüfung der Aktualität halten die Experten nach der Befragung hingegen für gleichermaßen relevant. Deshalb sind sowohl Frage 2.2 als auch Frage 2.3 mit jeweils 20 % gewichtet.

Frage	2.1	2.2	2.3
Gewichtung	60 %	20 %	20 %

*Tabelle 9: Gewichtung der Messmerkmale der Dokumentationsqualität für Berechnungen*

Tabelle 10 zeigt die Gewichtungen der Messmerkmale der Dokumentationsqualität für recherchierte Einzeldaten. Das die Quellen bei einer Prüfung vorlegbar sind, hat laut der Expertenbefragung die höchste Relevanz. Deshalb wird Frage 3.1 mit 60 % gewichtet. Auch die Prüfung der Aktualität der Quellen ist nur laut

den Experten von nahezu gleich hoher Relevanz. Folglich wird die Frage 3.2 mit 40 % von ihnen gewichtet.

<b>Frage</b>	3.1	3.2
<b>Gewichtung</b>	60 %	40 %

*Tabelle 10: Gewichtung der Messmerkmale der Dokumentationsqualität für recherchierte Einzeldaten*

In den vorangehenden Absätzen wurden die Gewichtungen definiert, mit denen ein aggregierter Messwert für Dokumentationsqualität von Datensätzen, Berechnungen und recherchierte Einzeldaten erzeugt werden kann. Darauf aufbauende gilt es, die Aggregationsvorschrift festzulegen, um einen Messwert zu ermitteln, der die Dokumentationsqualität eines kompletten Eingangswertes für das Hauptkostenmodell einer Kalkulation abbildet. Dafür müssen die entsprechenden Messwerte für untergeordnete Berechnungen, die recherchierten Einzeldaten und die Dokumentationsqualität des Datensatzes geeignet verrechnet werden.

Grundlage für ein solches Vorgehen ist das *Information Manufacturing System* nach BALLOU ET AL. (1998), das in Kapitel 5.2 vorgestellt wurde. BALLOU ET AL. (1998) führen in ihrer Veröffentlichung bereits Vorschläge an, wie ihr Modell zur Erstellung von Kennzahlen beispielsweise für Qualität, Nutzen oder Kosten verwendet werden kann und dabei die Entstehung der bewerteten Information berücksichtigt. Deshalb wird ihr Ansatz in dieser Arbeit aufgegriffen. Abbildung 25 zeigt an einem Beispiel, wie die Entstehung eines Eingangswertes für das Hauptkostenmodell einer Kalkulation in Anlehnung an BALLOU ET AL. (1998) im Rahmen dieser Arbeit abgebildet wird. Die Symbole für die einzelnen Blöcke der Informationsentstehung werden dabei, wie von BALLOU ET AL. (1998) vorgegeben und in Abbildung 19 dargelegt, übernommen. Die Bezeichnung der Blöcke und der zwischen den Blöcken ausgetauschten Informationen werden nicht von BALLOU ET AL. (1998) verwendet, sondern zum einfachen Verständnis angepasst. Auf die Abbildung des Datenspeichers wird in Abbildung 25 verzichtet, weil er für die Definition der Aggregationsvorschrift von Kennzahlen für Dokumentationsqualität keine Relevanz hat.

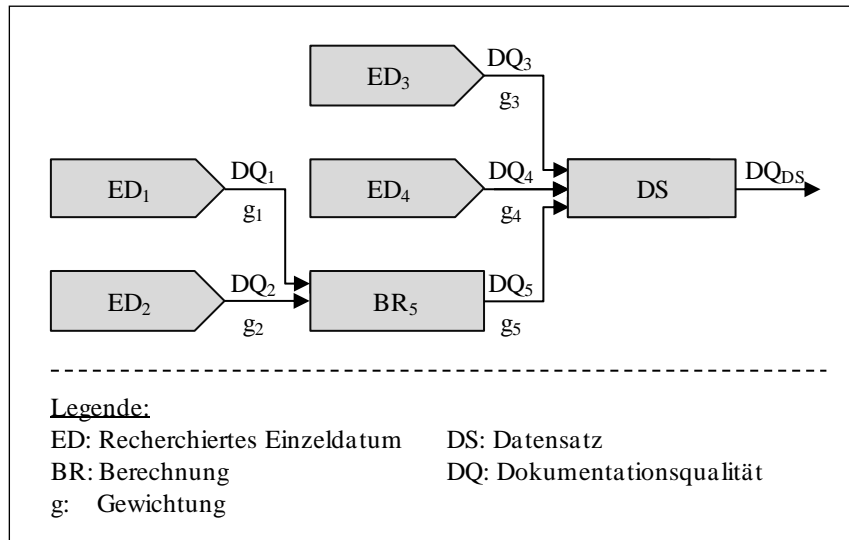


Abbildung 25: Aggregation von Qualitätskennzahlen für Dokumentation unter Nutzung der Kostengliederungsstruktur

Abbildung 25 zeigt an einem Beispiel, wie der Messwert für Dokumentationsqualität  $DQ_{DS}$  für einen kompletten Eingangswert des Hauptkostenmodells einer Kalkulation bestimmt wird. Dafür muss dem Entstehungsprozess des Eingangswertes folgend zuerst der Wert für Dokumentationsqualität  $DQ_5$  der Berechnung  $BR_5$  errechnet werden. Der Wert für Dokumentationsqualität  $DQ_5$  resultiert dabei aus den Werten für Dokumentationsqualität für die in die Berechnung eingehenden recherchierten Einzelwerte. Im Beispiel aus Abbildung 25 sind dies der Wert für Dokumentationsqualität  $DQ_1$  des recherchierten Einzelwerts  $ED_1$  und der Wert für Dokumentationsqualität  $DQ_2$  des recherchierten Einzelwerts  $ED_2$ . Bei der Verrechnung mehrerer Werte für Dokumentationsqualität von recherchierten Eingangswerten ist davon auszugehen, dass die einzelnen Werte für Dokumentationsqualität von recherchierten Eingangswerten nicht im selben Maß relevant sind und deshalb gewichtet werden müssen. Dazu werden bei der Bestimmung von  $DQ_5$ , wie in Abbildung 25 dargelegt, die Gewichtungen  $g_1$  und  $g_2$  eingeführt. Allerdings bedingen nicht nur die Werte für Dokumentationsqualität der recherchierten Einzelwerte den Qualitätswert der Berechnung  $DQ_5$ , sondern auch der Wert für Dokumentationsqualität der Berechnung selber. Dieser sei hier im Sinne des Beispiels aus Abbildung 25 als interne Dokumentationsqualität  $DQ_{BR_5,int}$  der Berechnung  $BR_5$  bezeichnet.  $DQ_{BR_5,int}$  ist allerdings nicht in Abbildung 25 dargestellt. Damit ergibt sich der Qualitätswert  $DQ_5$  in Summe aus Anteilen der Qualitätswerte der recherchierten Einzelwerte und der internen Berechnungsqualität. Dieser Zusammenhang ist verallgemeinert in Formel 7 dargelegt.



Formel 7 legt dar, wie für ein beliebiges Element aus Abbildung 25 ein aggregierter Wert für die Dokumentationsqualität bestimmt wird. Voraussetzung ist, dass das betrachtete Element weitere direkt untergeordnete Elemente besitzt, wenn seine Entstehung nach dem *Information Manufacturing System* von BALLOU ET AL. (1998) analysiert wird. Zudem darf das betrachtete Element nicht der Eingangswert DS selber sein, der im Hauptkostenmodell verrechnet wird. Der Wert der internen Dokumentationsqualität der Berechnung wird anteilig mit der Gewichtung  $q$  eingerechnet.

$$DQ_{res} = q \cdot DQ_{BR,int} + (1 - q) \cdot \sum_{i=1}^n g_i \cdot DQ_i$$

mit

$DQ_{res} \in [0; 1] \hat{=}$  Wert der aus der Berechnung resultierenden Dokumentationsqualität

$DQ_{BR,int} \in [0; 1] \hat{=}$  Wert der internen Dokumentationsqualität der betrachteten Berechnung

$DQ_i \in [0; 1] \hat{=}$  Wert für Dokumentationsqualität direkt untergeordneter Elemente  $i$

Formel 7

$g_i \in [0; 1] \hat{=}$  Gewichtung des direkt untergeordneten Elements  $i$

$q \in [0; 1] \hat{=}$  Gewichtung der internen Dokumentationsqualität der betrachteten Berechnung

$i \in \mathbb{N} \hat{=}$  Index der verrechneten direkt untergeordneten Elemente

$n \in \mathbb{N} \hat{=}$  Anzahl der zu verrechneten untergeordneten Elemente

Bei Betrachtung von Formel 7 ist zu ergänzen, dass dieser Zusammenhang nicht nur gilt, wenn einzelne Elemente des *Information Manufacturing System* als direkt untergeordnete Elemente ausschließlich recherchiert Einzeldaten aufweisen. Auch wenn als direkt untergeordnetes Element eine Berechnung vorliegt, kann ihr Wert für Dokumentationsqualität nach demselben Vorgehen in die Aggregation eingehen.

Der Zusammenhang, den Formel 7 abbildet, ist nicht gültig, wenn der Wert für die Dokumentationsqualität des Eingangswertes für das Hauptkostenmodell  $DQ_{DS}$  bestimmt werden soll. Die Aggregationsvorschrift weicht in diesem Fall leicht ab, da in die Berechnung nicht der Wert für die interne Qualität der Dokumentation der Berechnung eingeht, sondern der Wert für die interne Qualität der Dokumentation des Datensatzes  $DQ_{DS,int}$ . Dieser wird, wie zuvor dargelegt, an-

hand der Merkmale ermittelt, die in Tabelle 1 aufgeführt sind. Die leicht abgewandelte Aggregationsvorschrift legt Formel 8 dar.

$$DQ_{res} = q \cdot DQ_{DS,int} + (1 - q) \cdot \sum_{i=1}^n g_i \cdot DQ_i$$

mit

$DQ_{res} \in [0; 1] \hat{=}$  Wert der aus der Berechnung resultierenden Dokumentationsqualität

$DQ_{DS,int} \in [0; 1] \hat{=}$  Wert der internen Dokumentationsqualität des betrachteten Datensatzes

$DQ_i \in [0; 1] \hat{=}$  Wert für Dokumentationsqualität direkt untergeordneter Elemente  $i$

*Formel 8*

$g_i \in [0; 1] \hat{=}$  Gewichtung des direkt untergeordneten Elements  $i$

$q \in [0; 1] \hat{=}$  Gewichtung der internen Dokumentationsqualität der betrachteten Berechnung

$i \in \mathbb{N} \hat{=}$  Index der verrechneten direkt untergeordneten Elemente

$n \in \mathbb{N} \hat{=}$  Anzahl der zu verrechneten untergeordneten Elemente

Sollen die Formeln 7 und 8 in der Praxis zur Aggregation einzelner Messwerte für Dokumentationsqualität Anwendung finden, müssen die Gewichtungen  $g_i$  und  $q$  bestimmt werden. Bei der Bestimmung der Gewichtungen  $g_i$  sollte dabei berücksichtigt werden, welchen Einfluss ein direkt untergeordnetes Element auf das übergeordnete Element hat. Damit würde wieder dem Prinzip von BALLOU ET AL. (1998) Rechnung getragen werden, die fordern, dass der Entstehungsprozess einer Information Grundlage einer Qualitätskennzahl ist. Dieser Einfluss kann anhand der Kostengliederungsstruktur ermittelt werden, die darlegt, nach welcher Berechnungsvorschrift sich die Kosteninformationen berechnen. Der Einfluss eines direkt untergeordneten Elementes wird durch eine einfache Sensitivitätsanalyse bestimmt. Dabei wird der untergeordnete Parameter um einen festgelegten Prozentsatz  $y$  angehoben und über die Kostengliederungsstruktur der resultierende Wert des betrachteten Elements bestimmt. Aus dem vorherigen und dem neuen Wert des betrachteten Elements lässt sich eine Sensitivität  $\Delta_i$  bestimmen. Diesen Zusammenhang zeigt Formel 9.

$$\Delta_i = \frac{f((1+y) \cdot w_i)}{f(w_i)} - 1$$

mit

$\Delta_i \in [0; 1] \hat{=}$  Sensitivität des direkt untergeordneten Elements  $i$  *Formel 9*

$f(w_i) \in \mathbb{R} \hat{=}$  Funktionswert der Kostengliederungsstruktur für  $w_i$

$y \in \mathbb{R}^+ \hat{=}$  Festgelegt Abweichung zur Ermittlung der Sensitivität

$i \in \mathbb{N} \hat{=}$  Index des betrachteten direkt untergeordneten Elements

Auf Basis der für jedes direkt untergeordnete Element  $i$  ermittelten Sensitivität  $\Delta_i$  lässt sich die Gewichtung  $g_i$  für jedes direkt untergeordnete Element ermitteln. Dafür wird der Betrag jeder Sensitivität  $\Delta_i$  durch die Summe der Beträge aller Sensitivitäten geteilt. Dieser Zusammenhang ist in Formel 10 beschrieben.

$$g_i = \frac{\Delta_i}{\sum_{i=1}^n \Delta_i}$$

mit

$g_i \in [0; 1] \hat{=}$  Gewichtung des direkt untergeordneten Elements  $i$  *Formel 10*

$\Delta_i \in [0; 1] \hat{=}$  Sensitivität des direkt untergeordneten Elements  $i$

$i \in \mathbb{N} \hat{=}$  Index des betrachteten direkt untergeordneten Elements

$n \in \mathbb{N} \hat{=}$  Anzahl der direkt untergeordneten Elemente

Zur Bestimmung der Gewichtung  $g_i$  ist ein Wert für den Parameter  $y$  festzulegen. Ist die Funktion  $f$  linear, führen unterschiedliche Werte für  $y$  zu denselben Gewichtungen. Unterschiedliche Gewichtungen ergeben sich, wenn sich die Funktion  $f$  nichtlinear verhält. Unabhängig vom Verhalten der Funktion  $f$  hat sich in der Praxis bewährt, für  $y$  einen Wert von 10 % anzunehmen.

Zuletzt gilt es, einen Wert für den Gewichtungsfaktor  $q$  zu finden, damit die Formeln 7 und 8 in der Praxis anwendbar werden. Bei der Bestimmung von  $q$  muss inhaltlich grundsätzlich entschieden werden, ob die Dokumentationsqualität von recherchierten Einzelwerten oder ob die interne Dokumentationsqualität von Berechnungen oder der Datensätze als relevanter für die Dokumentationsqualität des gesamten Eingangswertes erachtet wird. Im Rahmen dieser Arbeit wurde diese Fragestellung mit den Mitarbeitenden der Abteilung für Kostenanalyse des Industriepartners, der bei an dem Forschungsprojekt beteiligt war. In Kapitel 4.1 wurde ausführlich dargelegt, warum die Einbindung dieser Experten zu repräsentativen Ergebnissen für die Automobilindustrie führt. Ergebnis der Diskussion ist, dass sowohl wohl dokumentierte recherchierte Einzeldaten als auch wohl dokumentierte Berechnungen oder Datensätze im gleichen Maß rele-

vant sind, um nachvollziehbare Eingangswerte für das Hauptkostenmodell einer Kalkulation zu gewährleisten. Deshalb erhält der Gewichtungsfaktor  $q$  den Wert 0,5.

### 6.1.7 Definition der Bewertungsvorschrift für Dokumentationsqualität

In den vorangehenden Kapiteln wurde erläutert, wie einzelne Merkmale zur Bemessung von Dokumentationsqualität von Eingangswerten für Kostenkalkulationen bestimmt, Wertebereiche der Merkmale definiert und die Ausprägung der einzelnen Merkmale zu einer Gesamtkennzahl aggregiert werden können. Ergebnis dieser Schritte ist ein Messwert, der die Dokumentationsqualität beschreibt. Im Folgenden gilt es, diesen zu interpretieren. Es ist anhand des Messwertes die Aussage zu treffen, ob eine ausreichende Dokumentationsqualität vorliegt. Abbildung 17 folgend ist damit das Bewertungssystem zu erarbeiten. Dies entspricht Schritt 3 des Vorgehens zur Erstellung der Metrik für Dokumentationsqualität nach Abbildung 24.

Die transparente Herleitung der Bewertungsvorschrift für die Messwerte baut konsequent auf den definierten Merkmalen für Dokumentationsqualität, den hierarchisch strukturierten Ausprägungen und deren Verrechnung zu einer Gesamtkennzahl auf. Zuerst sind für den Datensatz, die Berechnungen und die recherchierten Einzeldaten für jedes Merkmal separat festzulegen, welche der in den Tabelle 4, Tabelle 5 und Tabelle 6 beschriebenen Ausprägungen ein akzeptables Qualitätsniveau für die Dokumentationsqualität darstellt. Anschließend ist anhand dieser Ausprägungen und unter Berücksichtigung der in den Tabelle 8, Tabelle 9 und Tabelle 10 für die Merkmale definierten Gewichtungen das aggregierte, akzeptable Qualitätsniveau für die Dokumentationsqualität des Datensatzes, einer Berechnung und eines recherchierten Einzeldatums zu bestimmen. Zuletzt ist auf Basis der separaten, akzeptablen Qualitätsniveaus für den Datensatz, die Berechnungen und die recherchierten Einzeldaten das akzeptable Qualitätsniveau für den gesamten Eingangswert des Hauptkostenmodells zu berechnen. Dieses akzeptable Qualitätsniveau muss dabei für jeden Eingangswert separat bestimmt werden, da er von der Anzahl der recherchierten Einzelwerte, der Anzahl der untergeordneten Berechnungen und der hierarchischen Struktur der Berechnungen abhängt. Allerdings kann das akzeptable Qualitätsniveau ohne weiteres nach den gleichen Berechnungsvorschriften bestimmt werden, die auch der

Ermittlung des Messwerts zugrunde liegen und durch Formel 7 und Formel 8 beschrieben werden.

Das Ergebnis der Berechnung des akzeptablen Niveaus für Dokumentationsqualität von Eingangswerten für Kalkulationen ist ein numerischer Referenzwert, mit dem der Messwert verglichen werden kann. Überschreitet der Messwert den Referenzwert, ist die Dokumentationsqualität in Ordnung und erfährt eine positive Bewertung. Unterschreitet der Messwert den Referenzwert, sind die Anforderungen an die Dokumentation für den Datensatz, die Berechnungen oder recherchierte Einzeldaten nicht vollständig erfüllt und der Eingangswert erfährt eine negative Bewertung. Auf diese Weise ist eine fundierte Interpretation des Messwertes möglich. Da die Bewertungsvorschrift zur Bestimmung des Referenzwertes zudem auf der Berechnungsvorschrift des Messwertes gründet, kann bei einer negativen Bewertung durch eine Detailanalyse schnell ermittelt werden, welche Messmerkmale des Datensatzes, der Berechnungen oder der recherchierten Einzeldaten den Anforderungen nicht genügt haben, welche Elemente damit zu der Abweichung führen und wo somit das Verbesserungspotential liegt. Dem Vorgehen in Abbildung 24 folgend ist damit die Metrik zur Bewertung von Dokumentationsqualität vollständig erstellt.

## 6.2 Erstellung der Bewertungsmethode für Quellenqualität

### 6.2.1 Vorgehensweise

Die zweite Qualitätsdimension der im Rahmen dieser Arbeit entwickelten Methode zur Bewertung von Wissensqualität für Kostenelemente ist nach Abbildung 23 die Wertqualität. Diese ist in Quellen- und Berechnungsqualität differenziert. Der Hintergrund dieser Differenzierung wird in Kapitel 5.4 erläutert. In diesem Kapitel wird gezeigt, wie eine Metrik erstellt wird, mit der Quellenqualität objektiv bemessen und bewertet werden kann.

In Kapitel 6.1 wurde dargelegt, wie eine Metrik zur Bewertung der Dokumentationsqualität für Eingangswerte von Kalkulationen erstellt wird. In diesem Rahmen prüft das erste Qualitätsmerkmal für recherchierte Einzeldaten, ob die Quelle vorlegbar ist, aus der der Wert des Einzeldatums entnommen wird. Damit ist die Herkunft des Wertes zwar transparent und nachvollziehbar, allerdings ist nicht sichergestellt, dass die vorgelegte Quelle objektiv und glaubwürdig ist. Die Objektivität und Glaubwürdigkeit sind im Sinne des Konzepts für Datenqualität

nach WANG & STRONG (1996) jedoch zwei zentrale Bestandteile der inneren Datenqualität, wie Abbildung 14 zeigt. Da die Objektivität und Glaubwürdigkeit des Wertes unmittelbar von der Objektivität und Glaubwürdigkeit der Quelle abhängt, gilt es, eine Metrik zu erstellen, mit der Quellen bewertet werden können.

Das Vorgehen zur Erstellung einer solchen Metrik zeigt Abbildung 26. Im ersten Schritt müssen die Quellenarten identifiziert werden. Im zweiten Schritt wird das Messsystem aufgebaut, das eine Quantifizierung der Quellenqualität ermöglicht. Dazu sind zunächst Merkmale zu identifizieren, anhand derer die Qualität einer Quelle bemessen werden kann. Anschließend sind diese Merkmale zu gewichten, um ihre unterschiedliche Relevanz abzubilden und bei der Berechnung einer Kennzahl zu berücksichtigen. Danach werden die Wertebereiche der Merkmale definiert. Der letzte Teilschritt beim Aufbau des Messsystems ist die Ermittlung der Rangfolge der in Schritt 1 ermittelten Quellenarten. Auf den Aufbau des Messsystems folgt analog zu Kapitel 6.1 die Definition der Bewertungsvorschrift als Schritt 3 des Vorgehens. Mit Hilfe dieser Vorschrift wird festgelegt, bei welchen Messergebnissen davon auszugehen ist, dass die Quellenqualität ausreichend ist.

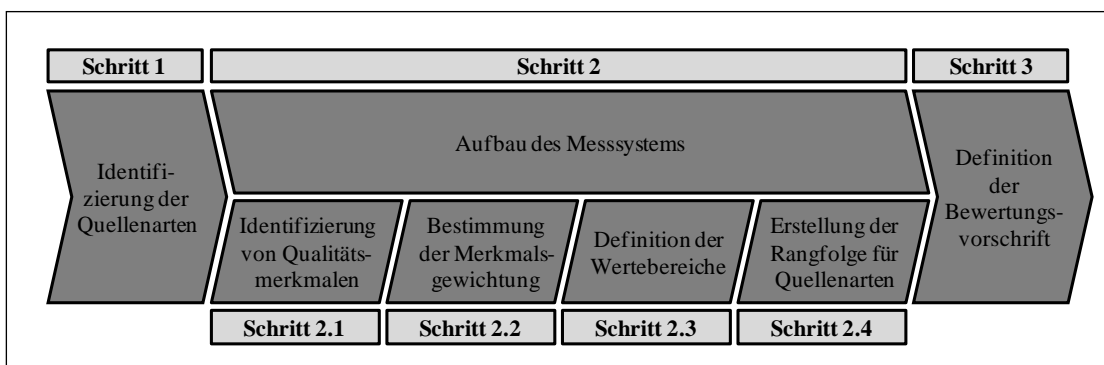


Abbildung 26: Vorgehen zur Erstellung der Metrik für Quellenqualität

### 6.2.2 Identifikation der Quellenarten

Der erste Schritt bei der Erstellung der Metrik zur Bemessung von Quellenqualität im Rahmen der Bewertung von Wissensqualität ist die Identifikation von Quellenarten. Damit wird dem Methodenkonzept aus Abbildung 17 entsprechend das Messobjekt konkretisiert und dem Vorgehen aus Abbildung 24 gefolgt. Zur Identifikation werden in dem Unternehmen, für das die Metrik erstellt wird, die bereits bestehenden Eingangswerte für Kostenkalkulationen analysiert. In der Regel liegen Quellendokumente bereits vor, auch wenn dies nicht durchgehend

für alle verfügbaren Eingangswerte für Kostenkalkulationen der Fall ist. Die vorliegenden Quellendokumente lassen sich im Anschluss kategorisieren. Die gewählten Kategorien können dabei in verschiedenen Unternehmen unterschiedlich ausfallen, da ihnen noch keine Systematik zugrunde liegt, um die einzelnen Kategorien konsequent voneinander zu differenzieren. Nach der Identifikation der Quellenarten ist jede einzelne verbal zu beschreiben.

Quellenart
Validierte Kalkulation
Verhandeltes Angebot / Kaufvertrag (starke Position)
Verhandeltes Angebot / Kaufvertrag (normale Position)
Kalkulation
Verhandeltes Angebot / Kaufvertrag (schwache Position)
Externe Dienstleister / Institute
Detailangebot
Richtpreisangebot
Interne Planungsprämissen
Lieferantenauskunft
Listenpreis
Herstellerauskunft
Expertenschätzung eines Kostenanalytikers
Expertenschätzung eines Einkäufers
Expertenschätzung (extern)
Keine Quelle

*Tabelle 11: Beispiele für Quellenarten von Eingangswerten für Kostenkalkulationen*

Tabelle 11 listet ungeordnet die Quellenarten auf, die im Rahmen dieser Arbeit bei der Analyse von vorhandenen Quellendokumenten beim beteiligten Industriepartner identifiziert worden. In Kapitel 4.1 wurde ausführlich dargelegt, warum die systematische Befragung von dessen Mitarbeitenden zu repräsentativen

Ergebnissen für die Automobilindustrie führt. Als Quellen wurden zum Beispiel komplette Kostenkalkulationen, mit Lieferanten verhandelte Angebote, Listenpreise aus Katalogen, Studien von wissenschaftlichen Instituten oder protokollierte, mündliche Aussagen von Experten, Lieferanten sowie Herstellern verwendet. Einige dieser Quellenarten konnten im Interview mit den Mitarbeitenden der Abteilung für Kostenanalyse des Industriepartners noch weiter differenziert werden. Deshalb wurde zum Beispiel das *verhandelte Angebot* noch einmal hinsichtlich einer starken, normalen und schwachen Verhandlungsposition des Abnehmers gegenüber dem Lieferanten differenziert. Eine starke Verhandlungsposition liegt dabei vor, wenn der Lieferant aufgrund zahlreicher Wettbewerber leicht ausgetauscht werden kann. Eine schwache Position des Abnehmers liegt vor, wenn er aufgrund einer Monopolstellung des Lieferanten keine Auswahl hat. Zudem wurde als Quellenart die Kategorie *Keine Quelle* aufgenommen, um auch den Fall abzubilden, bei dem Eingangswerte für Kostenkalkulationen nicht belegt werden können, weil die Herkunft nicht mehr nachvollziehbar ist. Die vollständigen qualitativen Beschreibungen der in Tabelle 11 aufgeführten Quellenarten können im Anhang in Tabelle 54 bis Tabelle 56 nachgelesen werden.

### 6.2.3 Identifikation der Messmerkmale für Quellenqualität

Nachdem in Kapitel 6.2.2 Quellenarten ermittelt wurden, gilt es, Merkmale zu definieren, anhand derer die Qualität von Quellen bemessen werden kann. In Kapitel 2.1.5 wurden mit dem herstellerorientierten, dem produktorientierten, dem kundenorientierten und dem nutzerorientierten Ansatz verschiedene Prinzipien vorgestellt, die bei der Definition von qualitätsrelevanten Merkmalen angewendet werden können. Im Umfeld der Informationstechnik, zu dem auch die Bewertung von Informationen und Daten gehören, findet der nutzerorientierte Ansatz Anwendung. WANG & STRONG (1996) haben in diesem Kontext den Begriff *Fitness for Use* geprägt. Nach ihnen hängt die Qualität einer Information davon ab, ob sie den Verwender im Rahmen einer Aufgabe unterstützt, diese zu bewältigen. Dieses Prinzip eignet sich auch für die Bestimmung von Merkmalen zur Bemessung von Quellenqualität und wird daher übertragen.

Zur Ermittlung von Merkmalen für Datenqualität haben WANG & STRONG (1996) das Prinzip der *Fitness for Use* umgesetzt, indem sie in einer Studie 100 Experten der IT-Branche hinsichtlich solcher Merkmale befragt haben. Die genannten Merkmale wurden im Anschluss zu 15 Qualitätsdimensionen aggregiert, die wiederum mit Hilfe von vier Kategorien gegliedert wurden. Die Kategorien



und Qualitätsdimensionen sind in Abbildung 14 dargestellt. WANG & STRONG (1996) folgend soll der Ansatz der Expertenbefragung genutzt werden, um die Qualitätsmerkmale für Quellen für recherchierte Einzeldaten von Kostenkalkulationen zu ermitteln. Im Rahmen dieser Arbeit wurden die Mitarbeitenden der Abteilung für Kostenanalyse des Industriepartners befragt, der bei an dem Forschungsprojekt beteiligt war. In Kapitel 4.1 wurde dargelegt, warum die Einbindung dieser Experten zu repräsentativen Ergebnissen für die Automobilindustrie führt. Als zweckmäßig hat sich dabei erwiesen, entgegen WANG & STRONG (1996) zuerst abstrakte Qualitätsperspektiven zu definieren, um im Anschluss die Perspektiven durch konkret messbare Merkmale zu spezifizieren.

Aus den Interviews geht hervor, dass Quellen für recherchierte Daten von Kostenkalkulationen Merkmalen der Qualitätsperspektiven *Vertretbarkeit* und *Kostenniveau* genügen sollen. Wie in Kapitel 1 dargelegt, werden Kostenkalkulationen eingesetzt, um die tatsächlichen Kosten der Leistungserstellung von Lieferanten abzubilden. Dadurch möchte der Käufer einen Informationsvorteil gewinnen, um in Verhandlungen mit dem Lieferanten einen Preis zu erzielen, der im Idealfall den tatsächlichen Kosten des Lieferanten entspricht. Dazu wird in der Praxis im Laufe der Verhandlung die Kostenkalkulation intensiv zwischen Lieferanten und Abnehmer diskutiert. Um einen Verhandlungserfolg mit der Kalkulation zu erzielen, muss dem Lieferanten glaubhaft vermittelt werden, dass die recherchierten Einzeldaten aus zuverlässigen Quellen stammen. Der Lieferant muss aufgrund der Quelle davon überzeugt sein, dass die recherchierten Einzelwerte vertretbar sind. Die Überzeugungskraft der Quellen zu gewährleisten, ist damit Ziel der Perspektive *Vertretbarkeit* für Quellenqualität. Es ist jedoch nicht im Sinne des Abnehmers, der die Kalkulationen erstellt, eine vom Lieferanten akzeptierte Quelle zu verwenden, wenn sie überhöhte Preise ausweist. Der Abnehmer möchte mit seiner Kalkulation die tatsächlichen Kosten der Leistungserstellung seines Lieferanten ermitteln. Ob er dieses Ziel erreicht, hängt allerdings davon ab, ob die Quellen seiner recherchierten Einzeldaten ihrerseits Kosten- oder Preisinformationen liefern. Die Begriffe sind in Kapitel 2.1.1 und Kapitel 2.1.2 differenziert. Für den Abnehmer gilt es, erstrebenswerte Quellen zu nutzen, die Kosteninformationen liefern. Merkmale der Qualitätsperspektive *Kostenniveau* bemessen, zu welchem Grad eine Quelle diese Anforderung des Abnehmers erfüllt.

Nach der Festlegung der beiden Qualitätsperspektiven, gilt es, diese über Merkmale zu konkretisieren. Auch die Merkmale zur Bemessung von Quellenqualität sind im Sinne des Ansatzes *Fitness for Use* unter Einbindung der Erstellenden

von Kalkulationen des Industriepartners zu erarbeiten, in dem die Metrik zum Einsatz kommen soll. In der Fachliteratur gibt es eine Reihe von Veröffentlichungen, die eine Auswahl von Merkmalen liefern, anhand derer Daten- oder Informationsqualität geprüft werden kann. Auch wenn nur wenige Merkmale ohne weiteres zur Bemessung von Quellenqualität verwendet werden können, sind sie eine gute Ausgangsbasis für die Arbeit für die Interviews mit den Mitarbeitenden des Industriepartners. Eine solche Auswahl liefern beispielsweise Veröffentlichungen von WANG & STRONG (1996), BERNHARD & DRAGAN (2007), ROHWEDER ET AL. (2011) CAPPIELLO ET AL. (2004) und CHEW ET AL. (2008).

Die im Rahmen dieser Arbeit festgelegten Merkmale zur Bemessung der Perspektive *Vertretbarkeit* für Quellenqualität zeigt Tabelle 12. Aus den im vorangehenden Absatz genannten Veröffentlichungen, die Beispiele für Merkmale von Quellenqualität darlegen, ist ersichtlich, dass die Beschreibung der Merkmale über die Definition der Anforderung und des zu erfüllenden Qualitätskriteriums erfolgt. Eine Trennung zwischen objektiver Messung und Bewertung ist auf der Ebene des einzelnen Merkmals für Quellenqualität nicht zu gewährleisten. Dem folgend zeigt Tabelle 12 die abstrakten Merkmalsbezeichnungen und beschreibt diese über das ihnen zugeordnete Qualitätskriterium. Anhand von Merkmal  $M_{V1}$  soll demnach geprüft werden, ob die Aussage einer Quelle tatsächlich in Form eines offiziellen, schriftlichen Dokuments fixiert ist. Das Dokument dient gegenüber einem zweifelnden Lieferanten als Beleg dafür, dass der Wert eines recherchierten Einzeldatums tatsächlich in der Höhe von der Quelle genannt wird. Anhand von Merkmal  $M_{V2}$  wird sichergestellt, dass die Quelle objektiv und unabhängig ist. Dies bedeutet, dass die in der Quelle dokumentierte Aussage nicht von einer Person und Institution getroffen wurde, deren Interessen durch die des Abnehmers beeinflusst sind. Deshalb ist die Wahrscheinlichkeit gering, dass die Person oder Institution die Aussage der Quelle im Sinne des Abnehmers manipuliert. Anhand von Merkmal  $M_{V3}$  wird überprüft, ob die Aussage der Quelle allgemeingültig ist oder nur unter starken Einschränkungen gilt. Ein Beispiel für solche Einschränkungen ist bei Angeboten für Materialpreisen zu finden. Preise für Schüttgut hängen oft von der Mindestabnahmemenge ab. Umfangreiche Angebotsdokumente liefern Preismatrizen, in denen mehrere Preise für unterschiedliche Mindestabnahmemengen ausgewiesen sind. Weist das Dokument hingegen nur einen Preis für eine spezifische Abnahmemenge aus, dann ist es möglich, dass der Lieferant diese Randbedingung in der Verhandlung als nicht erfüllt erachtet und die Gültigkeit der Aussage der Quelle infrage stellt. Damit wäre die

Quelle gegenüber dem Lieferanten nicht durch den Erstellenden einer Kalkulation vertretbar. Mit Hilfe von Merkmal  $M_{V4}$  wird abgesichert, dass die Aussage des Quellendokuments ein finales Ergebnis und kein Arbeitsstand ist. Es wird sichergestellt, dass beispielsweise ein Angebotsdokument kein Entwurfsstand oder eine Studie von einer wissenschaftlichen Institution kein unveröffentlichtes Zwischenergebnis ist, das bei noch nicht abgeschlossener Befragung erstellt wurde. Zuletzt wird mit Merkmal  $M_{V5}$  geprüft, ob eine Quelle den genannten Wert mit einer ausreichenden Differenzierung liefert. Diese ist bspw. bei Angeboten für Anschaffungskosten für Produktionsanlagen von Relevanz. Zu den Kosten der Basismaschine gehören in der Regel noch die Kosten für notwendige Peripheriekomponenten, die nötig sind, um eine einsetzbare Anlage zu beschaffen. Sind Kosten für Basismaschine und Peripherie im Quellendokument nicht explizit differenziert, kann der Lieferant in Verhandlung anzweifeln, dass die Peripherie in dem pauschalen Kostensatz berücksichtigt ist. Das schränkt aus der Sicht des Lieferanten damit die Vertretbarkeit der Quelle ein.

<b>Merkmal</b>	<b>Qualitätskriterium</b>
$M_{V1}$	Die Quelle ist ein beim Lieferanten vorlegbares Dokument.
$M_{V2}$	Die Quelle liefert Aussagen, die objektiv und unabhängig von den Interessen des Abnehmers (Erstellender der Kalkulation) sind.
$M_{V3}$	Die Quelle liefert Aussagen, die uneingeschränkt gültig ist.
$M_{V4}$	Die Quelle liefert Aussagen, die final und verbindlich sind.
$M_{V5}$	Die Quelle deckt den Informationsbedarf bezüglich Spezifikation und Detaillierungsgrad.

*Tabelle 12: Merkmale und Qualitätskriterien der Perspektive Vertretbarkeit für Quellenqualität*

Die Merkmale zur Bemessung der Perspektive *Kostenniveau* für Quellenqualität zeigt Tabelle 13. Wie in Tabelle 12 werden die abstrakten Merkmalsbezeichnungen mit Hilfe des zugordnete Qualitätskriterium beschrieben. Merkmal  $M_{K1}$  stellt sicher, dass die Aussage eine unabhängige Kostenaussage und nicht im Sinne des Lieferanten manipuliert ist. Mit Hilfe von Merkmal  $M_{K2}$  wird sichergestellt, dass der Erstellende der Quelle selber seine Aussage durch eine Recherche abgesichert hat. Ist davon auszugehen, dass beispielsweise eine Kosteninformation nur durch die Befragung eines einzelnen Herstellers ermittelt wurde, dann ist unsi-

cher, ob diese Aussage tatsächliche Kosten abbildet. Wurden hingegen mehrere Unternehmen befragt, können bei der Befragung überhöhte Preise als Ausreißer identifiziert und aus der Grundgesamtheit eliminiert werden. Dadurch lässt sich zumindest ein am Markt üblicher, nicht überteuerter Preis ermitteln, der dem Kostenniveau näher kommt. Mit Hilfe von Merkmal  $M_{K3}$  wird geprüft, ob die Quelle in ihrer Aussage bereits Marktpotentiale wie zum Beispiel Mengenrabatte enthält. Lieferanten halten Rabatte und höhere Margen oft in ihren Listenpreisen vor, um in Verhandlungen Rabatte geben zu können. Liefert die Quelle folglich einen Wert, der nicht nur eine unverbindliche Aussage des Lieferanten sondern das Ergebnis eines Verhandlungsprozesses ist, bildet er mit höherer Wahrscheinlichkeit die tatsächlichen Kosten der Leistungserstellung ab. Mit Hilfe von Merkmal  $M_{K4}$  wird zuletzt ermittelt, ob die von der Quelle abgebildete Aussage im Sinne des Abnehmers unter Berücksichtigung optimaler Randbedingungen recherchiert wurde. Normalien oder Standardbauteile können zum Beispiel grundsätzlich von vielen Lieferanten produziert werden. Ein niedriges Kostenniveau wird jedoch erst erreicht, wenn der Lieferant eine beispielsweise hohe Stückzahl fertigen und absetzen kann oder in Fabriken an Standorten mit einem vorteilhaften Lohnkostenniveau Montagearbeiten erledigt. Berücksichtigt die Quellenklasse solche Randbedingungen, erhält Merkmal  $M_{K4}$  eine positive Ausprägung.

<b>Merkmal</b>	<b>Qualitätskriterium</b>
$M_{K1}$	Die Quelle ist unabhängig und objektiv, weshalb sie mit hoher Wahrscheinlichkeit keine zu hohen Preise im Sinne des Lieferanten sondern tatsächliche Kosten abbildet.
$M_{K2}$	Der Aussage der Quelle wurde aus einer repräsentativen Stichprobe erzeugt und mit Hilfe etablierter statistischer Methoden ausgewertet.
$M_{K3}$	Die Aussage der Quelle berücksichtigt Verhandlungspotentiale (z. B. Mengenrabatte oder Rabatte aufgrund hohen Wettbewerbs am Markt).
$M_{K4}$	Die Aussage der Quelle wurde unter optimalen Randbedingungen getroffen (z. B. geeignetes Lohnniveau, schlanke Produktionsprozesse, effizienter Einsatz von Produktionsfaktoren).

*Tabelle 13: Merkmale und Qualitätskriterien der Perspektive Kostenniveau für Quellenqualität*

### 6.2.4 Definition der Gewichtung der Messmerkmale für Quellenqualität

Nachdem in Kapitel 6.2.3 die Perspektiven *Vertretbarkeit* und *Kostenniveau* samt der einzelnen Merkmalen zur Bemessung von Quellenqualität ermittelt wurden, gilt es im Folgenden, entsprechend des Schritt 2.2 des in Abbildung 26 gezeigten Vorgehens zur Ermittlung der Metrik die Gewichtungen der einzelnen Merkmale zu ermitteln. In Kapitel 6.1.6 wurden bereits Gewichtungen für die Merkmale der Dokumentationsqualität definiert. Die Gewichtungen basieren dabei Interviews, die die Werte direkt genannt habe.

Beim Versuch, Gewichtungen für die Merkmale der Quellenqualität im Rahmen dieser Arbeit direkt zu ermitteln, waren die einzeln geführten Experteninterviews nicht zielführend. Bei den befragten Experten handelt es sich um die Mitarbeitenden der Abteilung für Kostenanalyse des Industriepartners, der bei an dem Forschungsprojekt beteiligt war. In Kapitel 4.1 wurde dargelegt, warum die Einbindung dieser Experten zu repräsentativen Ergebnissen für die Automobilindustrie führen soll. Allerdings zeigen die Meinungen der Mitarbeitenden des Industriepartners Abweichungen. Daher wurde eine Methode eingesetzt, um die Experten bei der Meinungsbildung hinsichtlich der Gewichtungen systematisch zu unterstützen.

Mit der systematischen Ermittlung von Gewichtung für Qualitätsmerkmale beschäftigt sich die Entscheidungstheorie. Zwei häufig verwendete Methoden sind die Nutzwertanalyse, die unter anderem von SCHÄFFER & WEBER (2005) erläutert wird, und der Analytisch-Hierarchische-Prozess (AHP), der von SAATY (1977) entwickelt wurde. Obwohl der AHP ein mathematisch anspruchsvolles Verfahren ist, hat er sich nach MEIXNER & HAAS (2009) in der Praxis bewährt. Deshalb wird er gewählt, um die Gewichtungen für die Merkmale der Perspektiven *Vertretbarkeit* und *Kostenniveau* zu ermitteln. Die Durchführung des AHP wird von SAATY (2008) und MEIXNER & HAAS (2009) im Detail beschrieben. Sie kann in diesen Veröffentlichungen nachvollzogen werden.

Zur Bestimmung der jeweiligen Merkmalsgewichtungen wurden in einem Workshop die Paarvergleiche unter Verwendung der Saaty-Skala durch die Erstellenden von Kalkulationen des Industriepartners ermittelt. Nach HAEDRICH ET AL. (1986) hat sich in einem Vergleich mehrerer Skalen erwiesen, dass die Saaty-Skala am geeignetsten ist, um Paarvergleiche im Rahmen des AHP abzubilden. Im Anschluss wurden die Gewichtungen, wie bei MEIXNER & HAAS (2009)

beschrieben, berechnet. Zuletzt wurde die Konsistenz geprüft. Das Ergebnis für die Perspektive *Vertretbarkeit* zeigt Abbildung 27.

Merkmal	Gewichtung ( $w_{vi}$ )	Konsistenzindex
$M_{V1}$	0,32	CI = 0,089
$M_{V2}$	0,29	Zufallskonsistenz
$M_{V3}$	0,17	$R(n=5) = 1,11$
$M_{V4}$	0,09	Konsistenzverhältniszahl
$M_{V5}$	0,13	CR = 0,080

Abbildung 27: Merkmalsgewichtungen der Perspektive *Vertretbarkeit* für *Quellenqualität*

Die Konsistenzverhältniszahl der Evaluationsmatrix der Perspektive *Vertretbarkeit* ist 0,08. Nach dem Vergleich mit dem Zufallskonsistenzindex (SAATY 1987) gilt die Matrix als konsistent. Im Anhang kann Abbildung 38 entnommen werden, wie die Gewichtungen für die Qualitätsmerkmale der Perspektive *Vertretbarkeit* ermittelt wurden. Die Abbildung zeigt die Evaluationsmatrix, die Normalisierung dieser und die Berechnung der Gewichtungen. Zudem ist in ihr dargestellt, welche Gewichtungen sich bei Bestimmung und Verrechnung der einfach- und doppelt quadrierten Evaluationsmatrix ergeben. Es ist dargelegt, dass die Gewichtungen auf Basis der doppelt quadrierten Evaluationsmatrix kaum von denen der einfach quadrierten Evaluationsmatrix abweichen. Deshalb gelten diese als hinreichend genau.

Das Ergebnis des AHP zur Bestimmung der Merkmalsgewichtungen der Perspektive *Kostenniveau* ist in Abbildung 28 dargestellt. Die Konsistenzverhältniszahl der Evaluationsmatrix der Perspektive *Kostenniveau* ist 0,046. Damit gilt die Matrix nach SAATY (1987) als konsistent.

Merkmal	Gewichtung ( $w_{ki}$ )	Konsistenzindex
$M_{K1}$	0,25	CI = 0,041
$M_{K2}$	0,26	Zufallskonsistenz
$M_{K3}$	0,34	R(n=4) = 0,89
$M_{K4}$	0,15	Konsistenzverhältniszahl
		CR = 0,046

Abbildung 28: Merkmalsgewichtungen der Perspektive *Kostenniveau* für Quellenqualität

Im Anhang kann Abbildung 39 entnommen werden, wie die Gewichtungen für die Qualitätsmerkmale der Perspektive *Kostenniveau* ermittelt wurden. Der Abbildung kann die Evaluationsmatrix entnommen werden. Zudem sind die Gewichtungen der Qualitätsmerkmale auf Basis der Evaluationsmatrix, der einfach quadrierten Evaluationsmatrix und der zweifach quadrierten Evaluationsmatrix dargelegt. Der Vergleich dieser zeigt, dass die Gewichtungen der zweifach quadrierten Evaluationsmatrix hinreichend genau sind.

### 6.2.5 Definition der Wertebereiche der Messmerkmale für Quellenqualität

Nachdem vorgestellt wurde, wie die Gewichtung für die in Kapitel 6.2.3 eingeführten Merkmale von Quellenqualität bestimmt werden, gilt es, die in Kapitel 6.2.2 eingeführten Quellenarten anhand dieser Merkmale zu bemessen. Entsprechend des Vorgehens zur Durchführung des AHP nach SAATY (2008) und MEIXNER & HAAS (2009) müsste dafür für jedes Merkmal eine Evaluationsmatrix ermittelt werden, in der die Quellenarten hinsichtlich ihrer Erfüllung des Merkmals paarweise verglichen werden. Allerdings ist dies nicht praktikabel, da für die 16 Quellenarten und 9 Qualitätsmerkmale insgesamt 1080 Paarvergleiche unter Verwendung der Saaty-Skala durch Experten ermittelt werden müssten. Zudem führen MEIXNER & HAAS (2009) an, dass mit einer Evaluationsmatrix nicht mehr als neun Elemente verglichen werden sollten, um die Konsistenz zu sichern. Bei einer großen Anzahl von Alternativen rät SAATY (2008) daher, eine Beurteilung dieser mit Hilfe einer Beurteilungsmatrix zu realisieren. Er nennt diese Methode *Rating Mode*. Diese verlangt, dass für jedes Qualitätsmerkmal

vom Anwendenden eine Ordinalskala festgelegt wird, anhand derer die Alternativen bewertet werden (MEIXNER & HAAS 2009). Den Skalenwerten werden dabei ebenfalls Gewichtungen zugeordnet. Die Bemessung der Qualität einer Quellenart ergibt sich je Perspektive als Summe der mit den Merkmalsgewichtungen multiplizierten Skalenwerten. Das Ergebnis ist ein Wert im Intervall  $[0; 1]$ , der entweder das Qualitätsniveau für die Perspektive *Vertretbarkeit* oder für die Perspektive *Kostenniveau* abbildet. Bevor die Quellenarten bewertet werden können, sind die Ordinalskalen für die Qualitätsmerkmale festzulegen.

Zur Definition der Ordinalskalen von Merkmalen zur Durchführung des Rating Mode geben SAATY (2008), MEIXNER & HAAS (2009) oder HAEDRICH ET. AL. (1986) keine Empfehlung. Im Rahmen dieser Arbeit wurde von den Mitarbeitenden des Industriepartners beschlossen, eine Skala mit den Werten 0, 1, 2 und 3 zu verwenden. In Kapitel 4.1 wurde ausführlich dargelegt, warum die Einbindung dieser Experten zu repräsentativen Ergebnissen für die Automobilindustrie führt. Der Skalenwert 0 bildet dabei ab, dass eine Quellenart das Kriterium nicht erfüllt, das die Merkmale  $M_{Vi}$  in Tabelle 12 und  $M_{Ki}$  in Tabelle 13 beschreiben. Skalenwert 3 bildet ab, dass das Kriterium voll erfüllt ist. Die Werte 1 und 2 stellen Zwischenwerte dar. Die Gewichtung der Skalenwerte wird bestimmt, indem ein Skalenwert durch den maximalen Wert der Skala dividiert wird. Eine Ausnahme stellen die Merkmale  $M_{V1}$  und  $M_{K4}$  dar. Für diese wurde über die Auswertung der Interviews mit den Mitarbeitenden des Industriepartners ermittelt, dass die Ordinalskala nur drei Ausprägungen differenzieren muss. Deshalb können diesen beiden Merkmalen die Wert 0, 1 oder 2 zugeordnet werden. Die Gewichtung der Ausprägungen wird ebenfalls bestimmt, indem die Ausprägung durch das Skalenmaximum dividiert wird.

### **6.2.6 Erstellung der Rangfolge für die Quellenarten hinsichtlich der Quellenqualität**

Nachdem in Kapitel 6.2.5 die Wertebereiche definiert wurden, gilt es im Folgenden, die Qualität der in Kapitel 6.2.2 eingeführten und in Tabelle 11 dargestellten Quellenarten zu bemessen. Dafür muss im Rahmen eines Workshops für jede Quellenart erarbeitet werden, welche Ausprägung der Merkmale von der betrachteten Quellenart erwartet wird. Die gewählten Ausprägungen sind anschließend nach dem Ansatz in Kapitel 6.2.5 zu quantifizieren. Die numerischen Werte sind im Anschluss mit den in Kapitel 6.2.4 bestimmten Gewichtungen zu verrechnen. Zuletzt sind alle gewichteten Merkmalsausprägungen separat für die Perspekti-



ven *Vertretbarkeit* und *Kostenniveau* zu addieren, um für die jeweilige Perspektive die Bemessung der Qualität zu erhalten. Die Bemessung der Qualitätsperspektiven für die Quellenarten aus Tabelle 11 ist detailliert im Anhang in Abbildung 40 dargestellt. Das Ergebnis der Bemessung zeigt Tabelle 14. Die Tabelle bildet für jede Quellenart die Bemessung der Perspektiven *Vertretbarkeit* und *Kostenniveau* ab. Aus den beiden Werten der Perspektiven wird zuletzt ein gesamter, resultierender Messwert für Quellenqualität bestimmt, indem sie im gleichen Verhältnis miteinander verrechnet werden. Auch dieser aggregierte Wert kann Tabelle 14 entnommen werden. Die Quellenarten sind in der Tabelle anhand der resultierenden Quellenqualität absteigend sortiert, wodurch die Rangfolge abgebildet wird. Die wertigste Quelle ist demnach eine validierte Kalkulation mit einer Bemessung der Quellenqualität von 92 Prozent. Von keiner Quelle abgesehen, ist die schlechteste Quellenart die externe Expertenschätzung mit einer Bemessung der Quellenqualität von 28 Prozent. Im Rahmen dieser Arbeit werden die Perspektiven *Vertretbarkeit* und *Kostenniveau* gleich gewichtet, da es für den Nutzen der Kalkulationen im selben Maß relevant ist, dass die Quellen den Lieferanten in Verhandlungen überzeugen und im Sinne einer Kostenanalyse tatsächliche Kosten und keine Preise abbilden.

In Tabelle 14 wird dargelegt, welches Qualitätsniveau einzelne Quellenarten zugewiesen werden. Kann ein Eingangswert eines Hauptkostenmodells sofort recherchiert werden, ist es ausreichend, die vorliegende Quelle hinsichtlich ihrer Quellenart einzuordnen und auf diese Weise das Qualitätsniveau der Quelle zu identifizieren und zu bewerten. Liegt hingegen ein unterstützendes Kostenmodell vor, dann verfügt dieses über mindestens zwei untergeordnete Eingangswerte. Für jeden sollte wiederum eine Quelle vorliegen, denen Quellenarten zugeordnet werden können. Die Qualitätsniveaus der Quellen der untergeordneten Eingangswerte sind demnach noch zu einer finalen Aussage zu aggregieren. Allerdings ist die Quellenqualität keine separate Qualitätsdimension der Wissensqualität. Wie Abbildung 23 darlegt, ist die Quellenqualität ein Teil der Wertqualität. Der zweite Teil ist die Berechnungsqualität. Eine aggregierte Aussage zur Wertqualität eines berechneten Eingangswerts eines Hauptkostenmodells muss folglich die Quellenqualität und die Berechnungsqualität berücksichtigen. Da eine Metrik zur Bemessung und Bewertung von Berechnungsqualität in Kapitel 6.3 erarbeitet wird, wird die Vorschrift zur Berechnung einer aggregierten Kennzahl für Wertqualität in diesem Kapitel beschrieben.

Quellenart	Beurteilung der Qualitätsperspektiven		Resultierende Quellenqualität mit $\frac{w_{Vi}}{w_{Bi}} = \frac{1}{1}$ $Q_i$
	Vertretbarkeit $V_i$	Kostenniveau $B_i$	
Validierte Kalkulation	85%	100%	92%
Verhandeltes Angebot / Kaufvertrag (starke Position)	84%	85%	85%
Kalkulation	67%	100%	83%
Verhandeltes Angebot / Kaufvertrag (normale Position)	90%	74%	82%
Verhandeltes Angebot / Kaufvertrag (schwache Position)	96%	63%	79%
Detailangebot	100%	25%	62%
Externe Dienstleister / Institute	61%	54%	58%
Richtpreisangebot	85%	25%	55%
Interne Planungsprämissen	35%	72%	54%
Listenpreis	81%	17%	49%
Herstellerauskunft	57%	28%	43%
Expertenschätzung eines Kostenanalytikers	17%	64%	41%
Lieferantenauskunft	49%	29%	39%
Expertenschätzung eines Einkäufers	23%	48%	36%
Expertenschätzung (extern)	30%	25%	28%
Keine Quelle	0%	0%	0%

*Tabelle 14: Ergebnis der Beurteilung der Qualität der Quellenarten anhand der Perspektiven Vertretbarkeit und Kostenniveau*

### 6.2.7 Definition der Bewertungsvorschrift für Quellenqualität

In Kapitel 6.2.6 wurde dargelegt, wie die Quellenqualität einzelner Quellen von Eingangswerten für Hauptkostenmodelle quantifiziert wird. Damit liegt ein Vorgehen vor, um eine Metrik zu erarbeiten, mit der Quellenqualität bemessen wer-

den kann. Zuletzt gilt es eine Bewertungsvorschrift zu ermitteln, um anhand des gemessenen Qualitätsniveaus zu entscheiden, ob die Quellenqualität ausreichend ist. In Tabelle 15 ist dargelegt, wie das Bewertungskriterium ermittelt wird.

Quellenart	Messwert für Quellenqualität $Q_i$	Bewertung
Validierte Kalkulation	92%	<b>Verwendbar</b>
Verhandeltes Angebot / Kaufvertrag (starke Position)	85%	<b>Verwendbar</b>
Kalkulation	83%	<b>Verwendbar</b>
Verhandeltes Angebot / Kaufvertrag (normale Position)	82%	<b>Verwendbar</b>
Verhandeltes Angebot / Kaufvertrag (schwache Position)	79%	<b>Verwendbar</b>
Detailangebot	62%	<b>Verwendbar</b>
Externe Dienstleister / Institute	58% (Bewertungskriterium)	<b>Verwendbar</b>
Richtpreisangebot	55%	<i>Nicht verfügbar</i>
Interne Planungsprämissen	54%	<i>Nicht verfügbar</i>
Listenpreis	49%	Nicht verwendbar
Herstellerauskunft	43%	Nicht verwendbar
Expertenschätzung eines Kostenanalytikers	41%	Nicht verwendbar
Lieferantenauskunft	39%	Nicht verwendbar
Expertenschätzung eines Einkäufers	36%	Nicht verwendbar
Expertenschätzung (extern)	28%	Nicht verwendbar
Keine Quelle	0%	Nicht verwendbar

*Tabelle 15: Beispiel für ein Profil zur Bestimmung des Bewertungskriteriums für Quellenqualität*

Tabelle 15 zeigt ein Bewertungsprofil, mit dessen Hilfe das Bewertungskriterium hergeleitet wird. Das Profil zeigt alle Quellenarten, die absteigend anhand ihres Qualitätsniveaus sortiert sind. Zur Erstellung solcher Profile muss zuerst erarbeitet werden, welche Datentypen bei den Eingangswerten des Hauptkostenmodells

differenziert werden können. Beispiele für solche Datentypen sind im Anhang in Tabelle 53 genannt. Damit eine nachvollziehbare Bewertung gewährleistet werden kann, sollte für jeden Datentyp ein eigenes Profil erstellt werden. Im Anschluss wird jeden Datentyp festgelegt, welche Quellenarten in Verhandlungen mit Lieferanten hinsichtlich der Perspektiven *Kostenniveau* und *Vertretbarkeit* nutzbar sind. Diese Quellen werden, dem Beispiel in Tabelle 15 entsprechend, als *verwendbar* gekennzeichnet. Zudem wird festgelegt, welche Quellenarten *nicht verwendbar* sind. Es ist möglich, dass danach Quellearten übrig sind, aus denen für den betrachteten Datentyp keine Werte ermittelt werden können. Im Profil sind diese Quellenarten als *nicht verfügbar* zu kennzeichnen. Bei der Erstellung des Profils ist im Sinne der Konsistenz darauf zu achten, dass kein Messwert einer als *nicht verwendbar* eingeordneten Quelleart die Messwerte der als *verwendbar* eingeordneten Quellenarten übersteigt. Ein Profil, in dem beispielsweise ein Listenpreis mit einem Qualitätsniveau von 49 Prozent als *verwendbar* gilt und ein Richtpreisangebot mit einem Qualitätsniveau von 55 Prozent *nicht verwendbar* ist, wäre nicht konsistent. Zuletzt wird das Bewertungskriterium definiert, indem der niedrigste Messwert aller Quellenarten bestimmt wird, die als *verwendbar* gekennzeichnet sind. Im Beispiel in Tabelle 15 ist das externe Dienstleister / Institute die verwendbare Quellenart mit dem niedrigsten Messwert. Das Qualitätskriterium liegt damit bei 62 Prozent. Das Kriterium liefert die Referenz für das gemessene Qualitätsniveaus einzelner Quellen des Eingangswertes des Hauptkostenmodells. Überschreitet der Messwert das Kriterium, dann ist die Qualität in Ordnung und alle zur Erzeugung des Eingangswertes eingesetzten Quellen sind ausreichend valide. Unterschreitet der Messwert das Kriterium, dann ist die Qualität nicht in Ordnung und mindestens eine zur Erzeugung des Eingangswertes verwendete Quelle gilt als unzureichend aussagekräftig. Mit der Bestimmung des Bewertungskriteriums ist, dem Vorgehen aus Abbildung 26 entsprechend, die Erstellung der Metrik für Quellenqualität abgeschlossen. Die Referenz für Quellenqualität ist ein notwendiger Wert, um ein Qualitätskriterium für die Qualitätsdimension Wertqualität zu ermitteln. Wie dieses Kriterium zu berechnen ist, wird am Ende von Kapitel 6.3 dargelegt.

## 6.3 Erstellung der Bewertungsmethode für Berechnungsqualität

### 6.3.1 Vorgehensweise

Die zweite Qualitätsdimension der im Rahmen dieser Arbeit entwickelten Methode zur Bewertung von Wissensqualität für Kostenelemente ist nach Abbildung 23 die Wertqualität. Diese ist noch einmal in Quellen- und Berechnungsqualität differenziert. Nachdem in Kapitel 6.2 gezeigt wurde, wie eine Metrik für Quellenqualität erstellt wird, widmet sich dieses der Erarbeitung einer Metrik, mit der Berechnungsqualität objektiv bemessen und bewertet werden kann.

Das Vorgehen zur Erstellung einer solchen Metrik zeigt Abbildung 29. Im ersten Schritt werden die Qualitätsanforderungen an Berechnungen identifiziert, die im Rahmen der Generierung von Eingangswerten für Kostenkalkulationen transparent dokumentiert werden sollen. Im zweiten Schritt erfolgt der Aufbau des Messsystems. Dafür werden zunächst anhand der Qualitätsanforderungen aus dem ersten Schritt messbare Qualitätsmerkmale festgelegt. Im Anschluss werden diese Merkmale entsprechend ihrer Relevanz für die Berechnungsqualität gewichtet. Danach gilt es, die Wertebereiche der einzelnen Merkmale zu definieren. Der zweite Schritt des Vorgehens endet mit der Definition der Aggregationsvorschrift für die Ausprägungen der einzelnen Merkmale zu einer Kennzahl für Berechnungsqualität. Im dritten Schritt des Vorgehens wird die Interpretationsvorschrift für den im zweiten Schritt ermittelten Messwert erstellt. Dabei wird das Qualitätskriterium ermittelt, das als Referenz dient, um den Messwert zu bewerten.

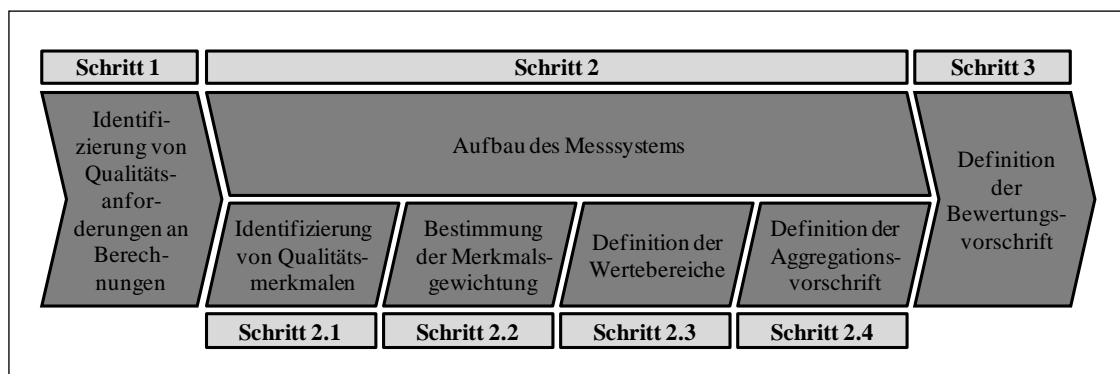


Abbildung 29: Vorgehen zur Erstellung der Metrik für Berechnungsqualität

### 6.3.2 Identifikation von Qualitätsanforderungen an Berechnungen

Der Entwicklung der Metrik zur Bemessung und Bewertung von Berechnungsqualität liegt genauso wie der Entwicklung der Metrik für Dokumentationsqualität und Quellenqualität das Qualitätsverständnis des Ansatzes *Fitness for Use* nach WANG & STRONG (1996) zugrunde, der in Kapitel 2.1.5 beschrieben wird. Demnach erfolgt die Identifikation grundsätzlicher Qualitätsanforderungen für Berechnungen im Rahmen der Generierung von Eingangswerten für Kostenmodelle unter Einbindung von Anwendenden. Die im Folgenden dargestellte Metrik zur Bemessung von Berechnungsqualität wurde zusammen mit Mitarbeitenden des Industriepartners erstellt, der am Forschungsprojekt beteiligt war, in dessen Rahmen diese Arbeit entstand. In Kapitel 4.1 wurde ausführlich dargelegt, warum die Einbindung dieser Experten zu repräsentativen Ergebnissen für die Automobilindustrie führt.

Bei der Diskussion mit den Mitarbeitenden war das erste Ergebnis, dass die übergeordneten Anforderungen an Berechnungsqualität dieselben sein sollen, wie die an Quellenqualität. Demnach müssen weiter differenzierte Anforderungen und zuletzt Qualitätsmerkmale sicherstellen, dass eine Berechnung bei einer Verhandlung gegenüber einem Lieferanten vertretbar ist und dass eine Berechnung im Sinne der Kostenanalyse tatsächliche Kosten und nicht einen beliebigen Preis abbildet. Folglich sind die übergeordneten Anforderungen die Qualitätsperspektiven *Vertretbarkeit* und *Kostenniveau*. In Kapitel 6.2.3 ist umfassend beschrieben, vor welchem Hintergrund diese Perspektiven gewählt wurden. Da sie allerdings noch sehr abstrakt sind, gilt es, sie weiter mit den Mitarbeitenden des Industriepartners zu differenzieren. Als Grundlage für die Differenzierung eignen sich Ansätze aus der Literatur, die bereits auf abstraktem Niveau versucht haben, Anforderungen oder Qualitätsmerkmale für Daten oder Informationen zu strukturieren. Hierzu zählen unter anderem das Konzept für Datenqualität nach WANG & STRONG (1996) oder das Modell für Informationsgüte nach BERNHARD & DRAGAN (2007). Beide Ansätze wurden in Kapitel 3.4 vorgestellt. Mit den Mitarbeitenden des Industriepartners wurde vorrangig das Konzept für Datenqualität nach WANG & STRONG (1996) diskutiert. Ergebnis der Diskussion sind vier differenzierte Anforderungen an Berechnungsqualität. Es handelt sich um die Anforderungen *Übersichtlichkeit*, *Verständlichkeit*, *Fehlerfreiheit* und *inhaltliche Angemessenheit*. Diese sind in Abbildung 30 dargestellt.

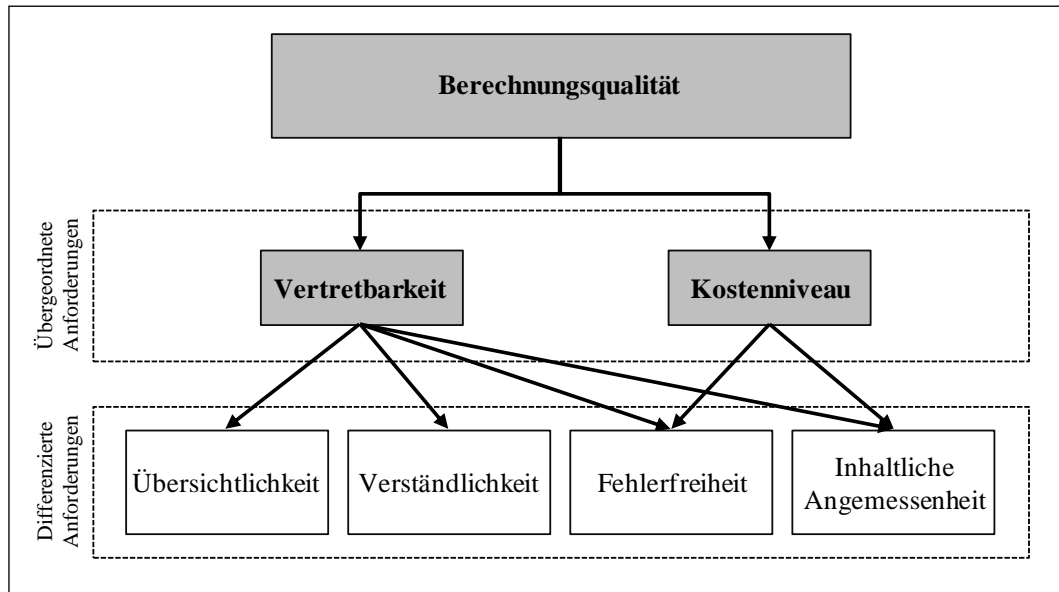


Abbildung 30: Qualitätsanforderungen an Berechnungen

Die ersten drei wurden dabei direkt den 15 Qualitätsdimensionen von WANG & STRONG (1996) entnommen. Mit der Forderung nach *Übersichtlichkeit* und *Verständlichkeit* soll gewährleistet werden, dass die Generierung des Ergebnisses der Berechnung transparent und tatsächlich über Zwischenergebnisse nachvollziehbar ist. Mit Hilfe der Forderung nach *Übersichtlichkeit* soll sichergestellt werden, dass die gesamte Berechnung eine Struktur aufweist, die den Leser durch die einzelnen Schritte der Berechnung führt. Die Anforderung *Verständlichkeit* wurde von den Mitarbeitenden des Industriepartners gewählt, um zu gewährleisten, dass auch ein Anwendender, der über keine umfangreiche Vorkenntnisse verfügt, das der Berechnung zugrunde liegende Modell begreift. Über die Forderung nach *Fehlerfreiheit* soll sichergestellt werden, dass die Berechnung wahre Erkenntnis im Sinne der Definition des Wissensbegriffs nach MITTELSTRASS (1990) abbildet. Die Definition ist in Kapitel 2.1.4 dargelegt. Die vierte Forderung nach *inhaltlicher Angemessenheit* wurde von der Qualitätsdimension *angemessener Umfang* abgeleitet. Durch die Anpassung der Bezeichnung wollten die Mitarbeitenden hervorheben, dass diese Anforderung nicht auf formale Aspekte der Darstellung der Berechnung oder auf die Fehlerfreiheit der logischen Implementierung zielt, sondern auf den fachlich hinreichenden Umfang des implementierten Berechnungsmodells. Die Mitarbeitenden des Industriepartners sind der Meinung, dass alle vier der differenzierten Anforderungen dazu beitragen, die *Vertretbarkeit* einer Berechnung zu stützen. Für die Sicherstellung einer Aussage hinsichtlich des tatsächlichen *Kostenniveaus* sind hingegen nur die differenzierten Anforderungen *Fehlerfreiheit* und *inhaltliche Angemessenheit* von Bedeutung.

Die verbleibenden elf der 15 Qualitätsdimensionen von WANG & STRONG (1996) wurden im Rahmen der Diskussion der Erstellenden von Kalkulationen ausgeschlossen, weil sie nicht relevant oder redundant sind. Als nicht relevant erachteten sie die Dimensionen der Kategorie *Zugangsqualität*, da die Zugänglichkeit zur Berechnung im Rahmen der Dokumentationsqualität sichergestellt wird. Die Qualitätsdimensionen *eindeutige Auslegbarkeit* und *einheitliche Darstellung* sind aus Sicht der Mitarbeitenden redundant zu den gewählten Dimensionen *Übersichtlichkeit* und *Verständlichkeit*. Die Qualitätsdimensionen *Wertschöpfung*, *Relevanz*, *Vollständigkeit*, *Glaubwürdigkeit*, *Objektivität* und *Hohes Ansehen* sind für die Mitarbeitenden des Industriepartners Eigenschaften einer Berechnung, die der *inhaltlichen Angemessenheit* genügt. Zuletzt wird die Qualitätsdimension *Aktualität* betrachtet. Diese wird bereits im Rahmen des Gesamtkonzepts zur Bewertung von Wissensqualität berücksichtigt, das in Abbildung 23 dargestellt ist. Deshalb ist sie in diesem Kontext nicht von Relevanz.

### 6.3.3 Identifikation der Messmerkmale für Berechnungsqualität

Nachdem in Kapitel 6.3.2 die Anforderungen an eine Metrik zur Bewertung von Berechnungsqualität auf abstraktem Niveau erarbeitet wurden, gilt es im Folgenden, diese weiter zu konkretisieren und messbare Qualitätsmerkmale zu identifizieren. In der Diskussion mit den Mitarbeitenden des Industriepartners hat sich gezeigt, dass zur Erstellung und Dokumentation von Berechnungen im Rahmen der Generierung von Eingangswerten für Kostenmodelle üblicherweise Programme für Tabellenkalkulationen verwendet werden. Sie begründen den Einsatz von solchen Programmen damit, dass der Umgang schnell erlernt werden kann, weil das Beherrschen von Programmiersprachen nicht notwendig ist. Zudem sind mit Tabellenkalkulationsprogrammen implementierte Berechnungsmodelle bei ähnlichen Problemstellungen einfach wiederverwendbar, indem festgelegte Eingangsparameter variiert werden.

Dass es in Forschung und Industrie eine weite Verbreitung und Anwendung von Tabellenkalkulationsprogrammen gibt, zeigt die Tatsache, dass sich die Fachliteratur mit Aufbau, Gestaltung und Prüfung von Kostenmodellen befasst, die mit Hilfe solcher Programme implementiert wurden. Seit dem Jahr 1999 gibt es eine Interessensgruppe, die *European Spreadsheet Risk Interest Group (EuSpRIG)*, die jährliche Konferenzen zu diesem Thema organisiert, um Forschenden auf dem Gebiet der Tabellenkalkulation einen Austausch mit Berufsverbänden und Industrievertretern zu ermöglichen. Veröffentlichungen auf diesem Fachgebiet



befassen sich nach KULESZ (2011) mit der Entdeckung und Reduzierung von Fehlern in Tabellenkalkulationen oder thematisieren Vorschläge für sogenannte *Good Practices*. Unter *Good Practices* werden nach KULESZ (2011) Praxisrichtlinien oder Vorschläge verstanden, die aus der Sicht des jeweiligen Autors berücksichtigt werden müssen, um eine Tabellenkalkulation korrekt zu erstellen. Da im Rahmen der Generierung von Eingangswerten für Kostenmodelle Tabellenkalkulationsprogramme genutzt werden, um Berechnungen zu dokumentieren, eignen sich die *Good Practices* aus der Literatur dazu, Merkmale für die Qualitätskategorien *Übersichtlichkeit* und *Verständlichkeit* zu identifizieren. Dabei ist zu berücksichtigen, dass die Merkmale, die auf Basis der in der Literatur beschriebenen Richtlinie erarbeitet werden, eine objektive Bemessung der Berechnungsqualität erlauben.

In Kapitel 6.3.2 wurde erarbeitet, dass die Qualitätskategorie *Übersichtlichkeit* dazu dient, eine Struktur in der Berechnung sicherzustellen, anhand derer ein Verwender beim Nachvollziehen der Berechnung geführt wird. Tabelle 16 zeigt die zehn Merkmale, die im Rahmen dieser Arbeit erstellt wurden, um *Übersichtlichkeit* objektiv zu bemessen. Wie die Merkmale für Dokumentationsqualität in Kapitel 6.1.3 sind die Merkmale in Tabelle 16 in Form von Fragen abgebildet.

Die in Tabelle 16 dargestellten Merkmale wurden auf Basis von *Good Practice* gewählt, die in Veröffentlichungen von BEWIG (2005) und von RAFFENSPERGER (2001) vorgestellt werden. Aus den von den beiden Autoren genannten Gestaltungsrichtlinien wurden die gewählt, welche Vorgaben für die Strukturierung einer Berechnung geben. Eine Übersicht zeigt Abbildung 41 im Anhang. In dieser Abbildung sind die Richtlinien danach geordnet, ob sie einen Vorschlag zum Aufbau der Berechnungstabelle, zur Formatierung einzelner Tabellenzellen, zur Verwendung von Formeln in den Zellen oder zum Umgang mit unnötigen oder doppelten Informationen machen. Für jede Richtlinie ist vermerkt, von welchem Autor sie stammt. Warum BEWIG (2005) und RAFFENSPERGER (2001) die einzelnen Richtlinien für sinnvoll erachten, kann ihren Veröffentlichungen entnommen werden. Zudem zeigt Abbildung 41 das Ergebnis der Diskussion der einzelnen Gestaltungsrichtlinien mit den Erstellenden von Kalkulationen des Industriepartners. In Kapitel 4.1 wurde ausführlich dargelegt, warum die Einbindung der Erstellenden von Kalkulationen zu repräsentativen Ergebnissen für die Automobilindustrie führt. Aus der Abbildung geht darüber hinaus hervor, welche Richtlinien von BEWIG (2005) und RAFFENSPERGER (2001) als notwendig erachtet wurden, um *Übersichtlichkeit* zu bemessen. Außerdem zeigt Abbildung 41 im Anhang, durch welches Merkmal

aus Tabelle 16 die benötigte Richtlinie Berücksichtigung in der Metrik für Berechnungsqualität findet.

Frage 1.1	Folgt die Berechnung der Leserichtung?
Frage 1.2	Sind Eingangswerte, Berechnungen und Berechnungsergebnisse optisch und räumlich voneinander abgesetzt?
Frage 1.3	Erfolgt die Berechnung auf einem einzelnen Tabellenblatt?
Frage 1.4	Sind verschiedene, voneinander unabhängige Berechnungen abgesetzt dargestellt, wenn sie vorhanden sind?
Frage 1.5	Sind Datentypen innerhalb der Berechnung immer gleich in Reihen und Spalten angeordnet?
Frage 1.6	Sind in der Berechnung alle farblichen Hervorhebungen in einer Legende erläutert?
Frage 1.7	Sind konstante Eingaben und Formeln in der Berechnung durch unterschiedliche Zellenformatierung kenntlich gemacht?
Frage 1.8	Sind Zellen mit Werten Einheiten direkt zugeordnet oder geht die Einheit aus der Spalten- oder Zeilenbeschriftung hervor?
Frage 1.9	Wurden Zellen mit Werten bereinigt, die nicht zur Bestimmung des Berechnungsergebnisses beitragen oder der Prüfung der Richtigkeit der Berechnung dienen? (Dangling Cells)
Frage 1.10	Wurden Zellen mit Werten bereinigt, wenn diese nur auf andere Zellen verwiesen haben, ohne den übernommenen Wert zu manipulieren? (Spurious Reference)

*Tabelle 16: Messmerkmale der Kategorie Übersichtlichkeit von Berechnungsqualität*

Nach Kapitel 6.3.2 soll mit Hilfe der Kategorie *Verständlichkeit* für Berechnungsqualität sichergestellt werden, dass auch Anwendende ohne Vorkenntnisse das Berechnungsmodell begreifen können. Ähnlich wie bei der Kategorie *Übersichtlichkeit* wurden die *Good Practice* aus der Literatur genutzt, um konkrete Merkmale zu definieren, die eine objektive Messung zu lassen. Die mit den Mitarbeitenden des Industriepartners ermittelten Merkmale sind in Tabelle 17 zu-

sammengefasst. Wie zuvor sind auch die Merkmale für *Verständlichkeit* in Form von Fragen dargestellt. Auf eine einzelne Erläuterung jedes der sieben Merkmale aus Tabelle 17 wird auch hier verzichtet, da die formulierten Fragen selbsterklärend sind.

Frage 2.1	Enthält die Berechnung eine Basisdokumentation (Titel, Erstellender, Abteilung) inklusive einer kurzen Erklärung des Zwecks und Aufbaus der Berechnung?
Frage 2.2	Sind die einzelnen Berechnungsschritte beschrieben oder offensichtlicher Weise selbsterklärend?
Frage 2.3	Liegt der Berechnung eine Anleitung bei, aus der hervorgeht, welche Eingaben vom Nutzer getätigt werden müssen? Sind Zellen, die Eingaben vorsehen, kenntlich gemacht?
Frage 2.4	Wurden keine Konstanten in Formeln der Berechnung hinterlegt?
Frage 2.5	Wird davon abgesehen, innerhalb einer Zeile oder Spalte unterschiedlichen Formeln abzubilden?
Frage 2.6	Sind Spalten- und Zeilenbeschriftungen verständlich formuliert oder verwenden sie bekannte Abkürzungen?
Frage 2.7	Wird innerhalb der Berechnung darauf verzichtet, auf andere, externe Dateien zu referenzieren, um von ihnen Werte zu für die Berechnung zu beziehen?

*Tabelle 17: Messmerkmale der Kategorie Verständlichkeit von Berechnungsqualität*

Den erarbeiteten Merkmalen für *Verständlichkeit* liegen wie den Merkmalen für *Übersichtlichkeit* die Veröffentlichungen von BEWIG (2005) und von RAFFENSPERGER (2001) zugrunde. Darüber hinaus wurden auch Richtlinien mit aufgenommen, die von PAYETTE (2006) und PRYOR (2006) stammen. Im Anhang zeigt Abbildung 42 eine Übersicht über die Gestaltungsrichtlinien, die von den Mitarbeitenden des Industriepartners diskutiert wurden. Die Abbildung stellt dar, von welchem Autor die Richtlinien stammen. Warum die einzelnen Autoren die Befolgung der Richtlinien als sinnvoll beim Aufbau von Tabellenkalkulationen empfinden, kann ihren Veröffentlichungen entnommen werden. Darüber hinaus geht aus Abbildung 42 hervor, welche Richtlinien von den Mitarbeitenden als relevant zur objektiven Bemessung der Qualitätskategorie *Ver-*

*ständigkeit* empfunden wurden und in welchem der in Tabelle 17 abgebildeten Merkmale die relevanten Richtlinien Berücksichtigung finden.

Damit eine Berechnung ein tatsächliches Kostenniveau abbildet und bei Verhandlungen mit Lieferanten überzeugt, darf sie keine Fehler enthalten. Die Praxis zeigt jedoch, dass in Tabellenkalkulationen zum Teil signifikante Fehler zu finden sind. PANKO (2005) hat dazu eine Studie durchgeführt. Die höchsten Fehlerraten liegen nach PANKO (2005) zwischen vier Prozent und sieben Prozent. Bei seiner Studie hat PANKO (2005) drei zentrale Fehlerarten identifiziert. Die erste Art ist der mechanische Fehler. Bei ihm handelt es sich um Eingabefehler, wie beispielsweise das Eintragen eines falschen Wertes oder die Verknüpfung einer falschen Zelle. Bei der zweiten Art handelt es sich um logische Fehler. In diesem Fall werden Zusammenhänge in der Tabellenkalkulation abgebildet, die nicht korrekt sind. Die letzte Art ist der Auslassungsfehler. Bei dieser Art wurde ein für die korrekte Abbildung eines Zusammenhangs notwendiger Parameter nicht berücksichtigt. Nach KRUCK & SHEETZ (2001) können solche Fehler bereits durch einen strukturierten und übersichtlichen Aufbau einer Tabellenkalkulation vermieden werden. Dies wird jedoch bereits mit den Messmerkmalen zur Sicherstellung der Berechnungsqualität hinsichtlich *Übersichtlichkeit* und *Verständlichkeit* gewährleistet und muss deshalb bei der Bemessung von Fehlerfreiheit nicht erneut berücksichtigt werden. Nach PANKO (2006) ist die wichtigste Maßnahme zur Sicherstellung von Fehlerfreiheit eine ausreichende Überprüfung einer Berechnung. Er nennt fünf Möglichkeiten, eine Tabellenkalkulation nach der Erstellung zu prüfen. Die erste ist die Begutachtung. Bei diesem Ansatz prüft ein Experte aufgrund seiner Erfahrung, ob Zwischen- und Endergebnisse der Berechnung für ihn schlüssig sind. Die zweite Möglichkeit ist der Einsatz kommerzieller Software, um Fehler zu finden. Nach PANKO (2006) kann dieser Ansatz jedoch nur eine Ergänzung zu anderen Maßnahmen sein, da eine Prüfsoftware keine logischen Fehler und Auslassungsfehler findet. Die dritte Möglichkeit ist die Auditierung. Bei diesem Ansatz wird der Erstellende der Berechnung von einem Auditor interviewt. Im Gespräch versucht der Auditor mit geeigneten Fragen und durch Stichproben Fehler zu identifizieren. Dieser Ansatz ist nach PANKO (2006) ineffizient, da er viel Zeit in Anspruch nimmt und die Berechnung dabei nicht in vollem Umfang prüft. Der vierte Ansatz ist der Ausführungstest. Dabei werden Werte für Eingangsparameter der Berechnung variiert und geprüft, ob das korrekte Ergebnis vom Modell geliefert wird. Nach PANKO (2006) ist dieser Ansatz nur sinnvoll, wenn die Ergebnisse bereits bekannt sind. Da Berechnungen meist genutzt werden, um neue Erkenntnisse zu

gewinnen, ist der Ansatz oft ungeeignet. Der fünfte und letzte Ansatz ist die vollständige Zellenprüfung. Bei dieser Möglichkeit werden Schritt für Schritt in der Berechnung genutzten Werte und Formeln geprüft. Dieser Ansatz ist nach PANKO (2006) die einzige Möglichkeit, die Fehleranzahl in Tabellenkalkulationen zu reduzieren. Grundsätzlich kann jede der fünf Maßnahmen, abgesehen vom Audit, vom Erstellenden einer Berechnung durchgeführt werden, um Fehlerfreiheit zu gewährleisten. Allerdings zeigt PANKO (2005) in seiner Studie, dass Erstellende ihre Berechnungen zu genau kennen, um Fehler zu identifizieren. Zudem sind Erstellende zu selbstsicher und schätzen daher die Fehleranzahl in ihren Berechnungen durchweg als zu niedrig ein. Dieser Aspekt führt dazu, dass Erstellende ihre eigene Arbeit nicht gründlich prüfen, weil sie keine Fehler erwarten. BEWIG (2005) rät daher, Berechnungen von unabhängigen Arbeitskollegen prüfen zu lassen.

Vor dem Hintergrund, dass die Berechnungsstruktur bereits Merkmale liefert, um die Berechnungsqualität hinsichtlich der Kategorien *Übersichtlichkeit* und *Verständlichkeit* zu prüfen, reduziert sich das Merkmal zur Bemessung von Fehlerfreiheit auf die in Tabelle 18 abgebildete Frage. Im Rahmen einer Qualitätsprüfung muss geklärt werden, ob geeignete Prüfmaßnahmen durchgeführt wurden, um Fehler zu reduzieren. Welche Maßnahmen geeignet sind und ob eine Differenzierung der Eignung verschiedener Maßnahmen vorgenommen werden kann, wird im Rahmen der Definition der Wertebereiche in Schritt 2.3 des Vorgehens zur Erstellung der Metrik für Berechnungsqualität definiert werden.

Frage 3	Wurden geeignete Prüfmaßnahmen durchgeführt, um mögliche Fehler in der Berechnung zu beseitigen?
---------	--

*Tabelle 18: Messmerkmale der Kategorie Fehlerfreiheit von Berechnungsqualität*

Selbst wenn eine Berechnung den Qualitätsanforderungen *Übersichtlichkeit*, *Verständlichkeit* und *Fehlerfreiheit* genügt, bedeutet das nicht, dass sie zweifellos ein Kostenniveau ausweist und in Verhandlungen Lieferanten überzeugt. Der Berechnung liegt ein Modell zugrunde. Ein Modell ist ein vereinfachtes Abbild eines realen oder geplanten Systems. Nach BÜSSOW (2003) werden bei der Modellbildung reale Zusammenhänge abstrahiert, umstrukturiert oder auch reduziert, um den zu erfassenden Sachverhalt zu vereinfachen. Trotz der Vereinfachung muss ein Modell nach BÜSSOW (2003) zuletzt dem Grundsatz der Richtigkeit genügen. Dies bedeutet, dass Zusammenhänge hinreichend exakt dargestellt sind, damit das Modell das Verhalten des realen oder geplanten Systems

korrekt abbildet. Dem folgend muss auch ein Modell, das einer Berechnung zur Generierung eines Eingangswertes für Kostenkalkulationen zugrunde liegt, die Realität hinreichend genau abbilden. Die Qualitätskategorie *inhaltliche Angemessenheit* soll dies sicherstellen. In der Wissenschaft werden Modelle mit Methoden der statistischen Versuchsplanung SIEBERTZ ET AL. (2010) hinsichtlich ihrer Aussagekraft geprüft. Zur Prüfung der *inhaltlichen Angemessenheit* einer einzelnen Berechnung im Rahmen der Generierung eines Eingangswertes für Kostenkalkulationen sind diese Ansätze jedoch zu umfangreich. Stattdessen wird im Sinne des in Kapitel 2.1.5 vorgestellten Ansatzes *Fitness for Use* und auf Anregung der Mitarbeitenden des beteiligten Industrieunternehmens die Berechnung einem Gremium unabhängiger, unternehmensinterner Experten vorgelegt, die das Modell erfahrungsbasiert hinsichtlich der Angemessenheit des Umfangs prüfen. Aus diesem Ansatz resultiert das einzige Merkmal zur Bemessung der Qualitätskategorie *inhaltliche Angemessenheit*, das als Frage 4 in Tabelle 19 dargestellt ist.

Frage 4	Wurde die inhaltliche Angemessenheit von Experten bestätigt?
---------	--

*Tabelle 19: Messmerkmale der Kategorie inhaltliche Angemessenheit von Berechnungsqualität*

### 6.3.4 Definition der Gewichtung der Messmerkmale für Berechnungsqualität

Zur Ermittlung von Gewichtungen für Messmerkmale und übergeordnete Qualitätskategorien wurden in dieser Arbeit zwei Ansätze verfolgt. In Kapitel 6.2.4 wurde das von SAATY (1977) entwickelte Verfahren des Analytisch-Hierarchischen-Prozesses (AHP) eingesetzt. Dieses ist nach MEIXNER & HAAS (2009) der Stand der Technik bei der systematischen Ermittlung von Merkmalsgewichtungen und hat sich in der Praxis bewährt. Allerdings gilt der AHP auch als anspruchsvolles und aufwendiges Verfahren. Zur Bestimmung der Gewichtung für die Merkmale von Berechnungsqualität wurden deshalb die Mitarbeitenden des beteiligten Industriepartners interviewt. In Kapitel 4.1 wurde ausführlich dargelegt, warum die Einbindung dieser zu repräsentativen Ergebnissen für die Automobilindustrie führt.

Aus Sicht der Mitarbeitenden sind die Qualitätskategorien *Übersichtlichkeit*, *Verständlichkeit*, *Fehlerfreiheit* und *inhaltliche Angemessenheit* mit jeweils 25 Prozent gleich zu gewichten. Dies ist in Tabelle 20 dargestellt.

<b>Kategorie</b>	Übersichtlichkeit	Verständlichkeit	Fehlerfreiheit	Inhaltliche Angemessenheit
<b>Gewichtung</b>	25 %	25 %	25 %	25 %

*Tabelle 20: Gewichtung der Kategorien von Berechnungsqualität*

In der Kategorie *Übersichtlichkeit* haben die Mitarbeitenden unter den zehn Merkmalen ebenfalls keines erkannt, das andere hinsichtlich seiner Relevanz für die Qualität von Berechnungen dominiert. Daher sind alle zehn Merkmale gleich gewichtet. Dieser Sachverhalt ist in Tabelle 21 dargestellt.

<b>Frage</b>	1.1 bis 1.10
<b>Gewichtung</b>	10 %

*Tabelle 21: Gewichtung der Messmerkmale der Kategorie Übersichtlichkeit von Berechnungsqualität*

Gleiches gilt für die sieben Merkmale der Qualitätskategorie *Verständlichkeit*. Laut Aussage der beteiligten Experten dominiert kein Merkmal. Deshalb erhalten auch diese Merkmale innerhalb der Kategorie die gleiche Gewichtung, wie Tabelle 22 zeigt.

<b>Frage</b>	2.1 bis 2.7
<b>Gewichtung</b>	14 %

*Tabelle 22: Gewichtung der Messmerkmale der Kategorie Verständlichkeit von Berechnungsqualität*

Da im Rahmen dieser Arbeit die Qualitätskategorien *Fehlerfreiheit* und *inhaltliche Angemessenheit* nur ein konkretes Merkmal enthalten, muss innerhalb der Kategorien keine differenzierte Gewichtung vorgenommen werden. Das enthaltene Merkmal hat das Gewicht eins.

### 6.3.5 Definition der Wertebereiche der Messmerkmale für Berechnungsqualität

Das Konzept zur Abbildung der unterschiedlichen Wertigkeit verschiedener Ausprägungen eines Qualitätsmerkmals für Berechnungsqualität auf einer Absolutskala wird aus Kapitel 6.1.4 übernommen. Diesem Ansatz folgend hat jedes Merkmal maximal vier Ausprägungen. Die Rangfolge der Ausprägungen wird mit Hilfe von vier Stufen festgelegt. Dabei wird der Stufe 0 die Ausprägung des Merkmals zugewiesen, die das Qualitätsmerkmal am wenigsten erfüllt. Der Stufe 3 wird die Ausprägung zugewiesen, die dem Qualitätsanspruch am meisten gerecht wird.

Zunächst erfolgt die Bestimmung der Ausprägungen der Merkmale der Kategorie *Übersichtlichkeit*. Die Anforderungen, die die zehn Merkmale beschreiben, sind jeweils entweder erfüllt oder nicht erfüllt. Der Wertebereich eines jeden Merkmals besteht damit aus zwei Elementen, die dementsprechend *Ja* oder *Nein* sind. Da die Antwortalternative *Ja* die Erfüllung einer Anforderung abbildet, wird sie der Stufe 3 zugeordnet. Die Antwortalternative *Nein* wird hingegen der Stufe 0 zugeordnet. Dieser Sachverhalt ist in Tabelle 23 dargestellt.

Frage	Wertebereiche der Merkmale zur Bemessung der Kategorie Übersichtlichkeit von Berechnungsqualität			
	Stufe 0	Stufe 1	Stufe 2	Stufe 3
1.1 bis 1.10	Nein	-	-	Ja

Tabelle 23: Wertebereiche von Messmerkmalen der Kategorie *Übersichtlichkeit von Berechnungsqualität*

Derselbe Zusammenhang gilt für die Merkmale der Kategorie *Verständlichkeit*. Den Sachverhalt bildet Tabelle 24 ab.

Frage	Wertebereiche der Merkmale zur Bemessung der Kategorie Verständlichkeit von Berechnungsqualität			
	Stufe 0	Stufe 1	Stufe 2	Stufe 3
2.1 bis 2.7	Nein	-	-	Ja

Tabelle 24: Wertebereiche von Messmerkmalen der Kategorie *Verständlichkeit von Berechnungsqualität*



Auch in diesem Fall enthält der Wertebereich eines jeden der sieben Merkmale die Antwortalternativen *Ja* und *Nein*. Die Antwortalternative *Ja* wird der Stufe 3 und die Antwortalternative *Nein* wird der Stufe 0 zugeordnet.

Die Kategorie *Fehlerfreiheit* enthält ein Qualitätsmerkmal. Dieses wurde in Kapitel 6.3.3 ausführlich beschrieben. Das Merkmal beschreibt die Forderungen, dass geeignete Prüfmaßnahmen durchgeführt wurden, um Berechnungsfehler zu reduzieren. PANKO (2006) nennt mit der Begutachtung, dem Einsatz kommerzieller Software zur Fehlersuche, der Auditierung, dem Ausführungstest und der vollständigen Zellenprüfung fünf Maßnahmen, die zur Reduzierung von Fehlern eingesetzt werden können. Diese sind Grundlage zur Definition der vier Antwortalternativen, die dem Merkmal zur Bemessung von *Fehlerfreiheit* als Ausprägung zugewiesen werden können. Die Ausprägungen des Merkmals sind samt Rangfolge in Tabelle 25 dargestellt. Die Ausprägung mit der geringsten Wertigkeit auf Stufe 0 beschreibt den Fall, dass gar keine Prüfung zur Reduzierung von Fehlern vorgenommen wurde. Die Ausprägung auf Stufe 1 beschreibt den Fall, dass im Sinne von PANKO (2006) eine Begutachtung der Berechnung durch einen Experten durchgeführt wurde. Die Ausprägung auf Stufe 2 beschreibt den Fall, dass im Sinne von PANKO (2006) die Berechnung einem Ausführungstest unterzogen wurde. Die wertigste Antwortalternative auf Stufe 3 beschreibt, dass eine vollständige Zellenprüfung durch einen Experten erfolgt ist.

Frage	Wertebereiche der Merkmale zur Bemessung der Kategorie Fehlerfreiheit von Berechnungsqualität			
	Stufe 0	Stufe 1	Stufe 2	Stufe 3
3	Es wurden keine Prüfungsmaßnahmen für Fehlerfreiheit durchgeführt.	Die Berechnung wurde von einem Experten begutachtet und anhand der Zwischen- und Endergebnisse plausibilisiert.	Die Berechnung wurde von einem Experten begutachtet. Die Zwischen- und Endergebnisse sowie das Berechnungsmodell wurden durch Variation der Eingangsparameter überprüft.	Die Berechnung wurde von einem Experten begutachtet. Dabei wurden die Zellinhalte sowie alle Berechnungsformeln vollständig überprüft.

Tabelle 25: Wertebereiche von Messmerkmalen der Kategorie Fehlerfreiheit von Berechnungsqualität

Zuletzt ist der Wertebereich des Merkmals der Qualitätskategorie *inhaltliche Angemessenheit* zu definieren. Entsprechend der Ausführungen in Kapitel 6.3.3 beschreibt das Merkmal die Anforderung, dass Experten die hinreichende Genauigkeit des Berechnungsmodells prüfen, das einer bewerteten Berechnung zugrunde liegt. Der Wertebereich des Merkmals enthält in diesem Beispiel nach Abstimmung mit den eingebundenen Mitarbeitenden des beteiligten Industrieunternehmens zwei Ausprägungen. Der Sachverhalt ist in Tabelle 26 abgebildet.

Frage	Wertebereiche der Merkmale zur Bemessung der Kategorie <i>inhaltliche Angemessenheit von Berechnungsqualität</i>			
	Stufe 0	Stufe 1	Stufe 2	Stufe 3
4	Das Berechnungsmodell wurde nicht durch ein Expertengremium hinsichtlich seiner inhaltlichen Angemessenheit geprüft oder bei einer Prüfung wurde keine Angemessenheit festgestellt.	-	-	Die inhaltliche Angemessenheit des Berechnungsmodells wurde durch ein Expertengremium bestätigt.

*Tabelle 26: Wertebereiche von Messmerkmalen der Kategorie *inhaltliche Angemessenheit von Berechnungsqualität**

Die Antwortalternative mit der geringsten Wertigkeit beschreibt den Fall, dass entweder keine Prüfung der Angemessenheit erfolgt ist oder die Angemessenheit trotz Prüfung vom Experten nicht festgestellt werden konnte. Diese Ausprägung ist der Stufe 0 zugeordnet. Die Antwortalternative auf Stufe 3 beschreibt den Fall, dass die Angemessenheit des Berechnungsmodells von mehreren Experten bestätigt wurde.

Nachdem für alle Merkmale, die zur objektiven Bemessung von Berechnungsqualität definiert wurden, die Wertebereiche festgelegt sind und für die einzelnen Ausprägungen eine Rangfolge erstellt ist, gilt es die Ordinalskalen auf eine Absolutskala zu überführen. Ziel ist es, wie bereits in Kapitel 6.1.5 beschrieben, den verbal beschriebenen Ausprägungen einen numerischen Wert zu zuweisen, um eine Verrechnung der Ausprägungen verschiedener Merkmale unter Berücksich-

tigung der in Kapitel 6.3.4 erarbeiteten Merkmalsgewichtungen zu ermöglichen. Dafür wird dasselbe Prinzip verwendet, das in Kapitel 6.1.5 bei der Überführung der Merkmalsausprägungen zur Bemessung von Dokumentationsqualität zum Einsatz gekommen ist. Der Zusammenhang zwischen der Stufe, der eine Antwortalternative zugeordnet ist, und dem numerischen Wert, der ihr zugewiesen wird, ist in Tabelle 7 dargestellt. Dieser Zusammenhang ist auch für die Ausprägungen der Merkmale zur Bemessung von Berechnungsqualität gültig.

### **6.3.6 Definition der Aggregationsvorschrift für die Ausprägungen von Messmerkmalen der Berechnungsqualität**

In diesem Kapitel gilt es, die Aggregationsvorschrift entsprechend des Schritts 2.3 des Vorgehens zur Erstellung der Metrik für Berechnungsqualität festzulegen. Zur Berechnung der Qualitätskennzahl für eine einzelne Berechnung werden die numerischen Werte der zutreffenden Ausprägungen der einzelnen Qualitätsmerkmale für Berechnungsqualität unter Verwendung der Gewichtung addiert. Dabei ist zu berücksichtigen, dass die Merkmale der Qualitätskategorien *Übersichtlichkeit*, *Verständlichkeit*, *Fehlerfreiheit* und *inhaltliche Angemessenheit* unterschiedliche Gewichtungen aufweisen können und dass die Qualitätskategorien in Kapitel 6.3.4 selbst zueinander gewichtet wurden.

Komplexer ist die Aggregation mehrerer Qualitätskennzahlen für unterschiedliche Berechnungen, wenn ein Eingangswert eines Hauptkostenmodells auf Basis dieser generiert wurde. Aus Abbildung 23 geht hervor, dass Berechnungsqualität keine separate Dimension der Wissensqualität von Eingangswerten für Hauptkostenmodelle ist. Stattdessen ist Berechnungsqualität genauso wie Quellenqualität ein Element der Qualitätsdimension Wertqualität. Sollen folglich mehrere Qualitätskennzahlen für Berechnungen aggregiert werden, gilt es, unter Berücksichtigung der Qualitätskennzahlen für die verwendeten Quellen eine Kennzahl für Wertqualität zu generieren.

Die Aggregation erfolgt nach einem ähnlichen Vorgehen, wie die Berechnung der konsolidierten Dokumentationsqualität, die in Kapitel 6.1.6 beschrieben ist. In Abbildung 31 ist ein Beispiel für eine Kostengliederungsstruktur dargestellt. Das Beispiel wurde mit der Methode des *Information Manufacturing System* nach BALLOU ET AL. (1998) modelliert, die in Kapitel 5.2 beschrieben wurde. Anhand der Abbildung kann nachvollzogen werden, wie für den Eingangswert eines Hauptkostenmodells *DS* eine konsolidierte Kennzahl für Wertqualität

$WQ_{DS}$  bestimmt wird, wenn der Eingangswert des Hauptkostenmodells  $DS$  aus mehreren recherchierten Einzelwerten  $ED_1$ ,  $ED_2$ ,  $ED_3$  und  $ED_4$  durch Erstellung der Berechnungen  $BR_5$  und  $BR_{DS}$  generiert wird.

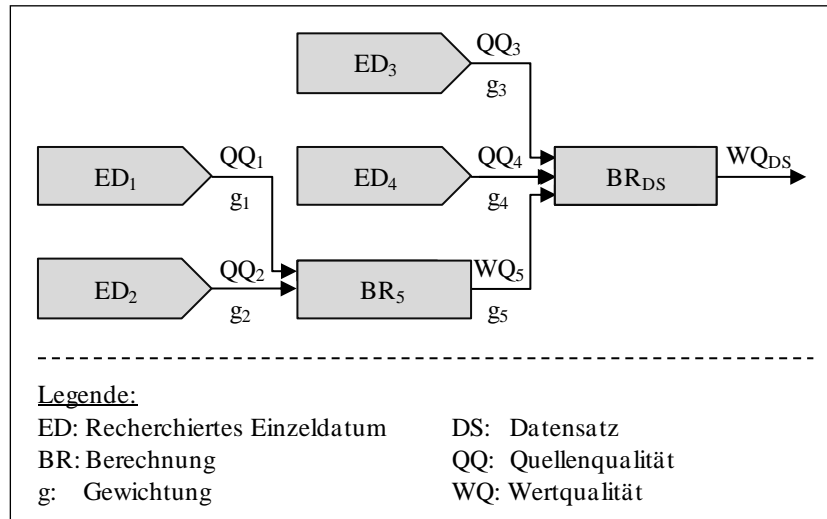


Abbildung 31: Aggregation von Qualitätskennzahlen für Quellen unter Nutzung der Kostengliederungsstruktur

Dabei werden Werte für Quellenqualität oder Kennzahlen für die Wertqualität untergeordneter Berechnungen der Hierarchie der Kostengliederungsstruktur folgend unter Verwendung der Gewichtungen  $g_i$  summiert. Das Prinzip der Berechnung einer Kennzahl für Wertqualität entspricht dabei dem Prinzip zur Berechnung einer resultierenden Dokumentationsqualität, wie es Formel 8 in Kapitel 6.1.6. darlegt. Zur gewichteten Summe aus untergeordneten Quellen- und Wertqualitäten wird unter Verwendung der Gewichtung  $q$  die Berechnungsqualität des betrachteten Datenverarbeitungs- bzw. Datenaufbereitungsblocks addiert. Das Vorgehen zur Berechnung der Gewichtungen  $g_i$  erfolgt nach Formel 9 und Formel 10. Die Gewichtung  $q$  wird, wie ebenfalls in Kapitel 6.1.6 beschrieben, im Sinne des Qualitätsansatzes *Fitness for Use* von den Mitarbeitenden des Industriepartners bestimmt, der an dem Forschungsprojekt beteiligt war, in dessen Rahmen diese Arbeit entstand. In Kapitel 4.1 wurde ausführlich dargelegt, warum die Einbindung dieser Experten zu repräsentativen Ergebnissen für die Automobilindustrie führt. Im Rahmen dieser Arbeit wurde diese Fragestellung mit den Experten des beteiligten Industriepartners diskutiert. Das Ergebnis der Interviews ist, dass sowohl die Berechnungsqualität des betrachteten Datenverarbeitungsblocks als auch in die Verarbeitung eingehende Quellen- und Wertqualitäten im gleichen Maß relevant sind. Deshalb wird dem Gewichtungsfaktor  $q$  der Wert 0,5 zugewiesen.

### 6.3.7 Definition der Bewertungsvorschrift für Berechnungsqualität

In diesem Kapitel wird dargelegt, wie das Qualitätskriterium für Berechnungs- und für Quellenqualität bestimmt wird. Damit wird Schritt 3 des Vorgehens zur Erstellung der Metrik für Berechnungsqualität umgesetzt. Das Qualitätskriterium ist der Referenzwert, der genutzt wird, um zu bewerten, ob die Qualität einer Berechnung oder das Niveau der Wertqualität ausreichend ist.

Der Bestimmung eines Referenzwertes für die Qualität einer Berechnung liegen dabei die in Kapitel 6.3.3 definierte Qualitätsmerkmale, die in Kapitel 6.3.4 bestimmten Merkmalsgewichtungen und die in Kapitel 6.3.5 erarbeiteten Wertebereiche der Qualitätsmerkmale zugrunde. Bei der Bestimmung wird für jedes Qualitätsmerkmal einer Berechnung entschieden, welche Ausprägung als hinreichend erachtet wird. Es ist nicht zwingend erforderlich, dass die Ausprägungen auf Stufe 3 bei der Bemessung erreicht werden müssen, damit die anhand eines Merkmals geprüfte Qualitätsanforderung erfüllt ist. Die Anforderung kann auch als erfüllt gelten, wenn die Berechnung eine Ausprägung aufweist, die einer niedrigeren Stufe zugeordnet ist. Nachdem für jedes Merkmal die Ausprägung festgelegt wurde, für die die Anforderung als erfüllt gilt, werden die den Ausprägungen zugeordneten numerischen Werte unter Verwendung der erarbeiteten Gewichtungen aggregiert. Der auf diese Weise berechnete Wert ist das Qualitätskriterium, anhand dessen Messwerte für Berechnungsqualität bewertet werden können.

Nachdem das Qualitätskriterium für eine Berechnung bestimmt wurde, muss zuletzt der Referenzwert für ein Messergebnis der Dimension Wertqualität ermittelt werden. Neben dem Referenzwert für Berechnungsqualität ist der in Kapitel 6.2.7 bestimmte Referenzwert für Quellenqualität die Grundlage zur Ermittlung des Referenzwertes für Wertqualität. Allerdings muss das Qualitätskriterium für Wertqualität für jeden Eingangswert separat bestimmt werden, da es von der Anzahl der recherchierten Einzelwerte, der Anzahl der untergeordneten Berechnungen und der hierarchischen Struktur der Berechnungen abhängt. Zur Ermittlung kann jedoch dieselbe Bewertungsvorschrift verwendet werden, die in Kapitel 6.3.6 beschrieben wird. Der einzige Unterschied ist, dass mit der Vorschrift nicht unterschiedliche Messwerte für Quellen- und Berechnungsqualität verrechnet werden, sondern die entsprechenden Referenzwerte.

Die Verrechnung der Qualitätskriterien für Quellen- und Berechnungsqualität birgt den Vorteil, dass bei einer Unterschreitung des Referenzwertes für Wertqualität eine schnelle Detailanalyse aufzeigen kann, warum diese zustande

kommt. Dazu muss lediglich die Bemessung einer jeden Berechnung und Quellen daraufhin untersucht werden, für welche Qualitätsmerkmale die als hinreichend festgelegt Merkmalsausprägung nicht erreicht wurde. Dem Vorgehen zur Erstellung der Metrik für Berechnungsqualität aus Abbildung 29 folgend ist mit der Erarbeitung der Interpretationsvorschrift die Erstellung der Metrik für Berechnungsqualität abgeschlossen. Damit ist die Bemessung und Bewertung der Dimension Wertqualität des Konzepts für Wissensqualität, dargestellt in Abbildung 23, möglich.

### 6.4 Bewertung von Schulungsqualität

#### 6.4.1 Vorgehensweise

Die dritte Qualitätsdimension der im Rahmen dieser Arbeit entwickelten Methode zur Bewertung von Wissensqualität für Kostenelemente ist nach Abbildung 23 die Schulungsqualität. Durch die Sicherstellung von Dokumentationsqualität ist gewährleistet, dass alle Daten in Form von Quellen und Berechnungen vorliegen, um einen Eingangswert einer Kostenkalkulation nachvollziehen zu können. Mit Hilfe der Wertqualität ist sichergestellt, dass ein Anwendender nachvollziehen kann, wie Aussagen wertiger Quellen kombiniert wurden, um die durch den Eingangswert abgebildete Information zu generieren. Zuletzt gilt es, dem Anwendenden zu vermitteln, dass die Art der Kombination der Quellenaussagen nicht zu einer beliebigen Information, sondern zu einer wahren Erkenntnis im Sinne der Definition des Wissensbegriffs nach SCHREYÖGG & GEIGER (2002) führt. Dazu muss dem Anwendenden des Eingangswertes von einem Experten der fachliche Hintergrund der Modelle vermittelt werden, die den Berechnungen zugrunde liegen. Diese Vermittlung erfolgt in der Praxis dadurch, dass der Experte den Anwendenden schult. Von der Qualität der Schulung hängt dabei ab, ob der Anwendende die Modelle tatsächlich begreift, dadurch den Eingangswert fachlich selbst vertreten kann und sich damit Wissen als wahre Erkenntnis angeeignet hat.

Im Rahmen dieses Kapitels wird dargelegt, wie eine Metrik zur Bemessung und Bewertung von Schulungsqualität erstellt wird. Abbildung 32 zeigt das Vorgehen zur Erstellung einer Metrik für Schulungsqualität, dass ähnlich zum Vorgehen zur Erstellung einer Metrik für Berechnungsqualität, dargestellt in Abbildung 29, ist. Deshalb wird es nicht erläutert.

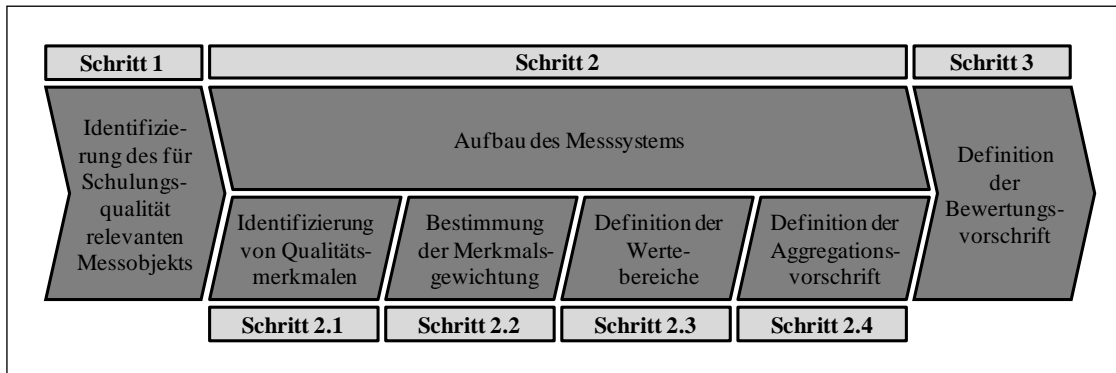


Abbildung 32: Vorgehen zur Erstellung der Metrik für Schulungsqualität

### 6.4.2 Identifikation des relevanten Messobjekts für Schulungsqualität

Entsprechend des Vorgehens zur Erstellung der Metrik für Schulungsqualität wird dem ersten Schritt folgend das Objekt identifiziert, anhand dessen Schulungsqualität bemessen wird. Eine Schulung selbst ist in der Regel eine Veranstaltung, bei der ein Referent einen Sachverhalt einem Teilnehmerkreis erläutert und damit Wissen weiter gibt. Diese Veranstaltung kann mehrmals wiederholt werden, um die Inhalte verschiedenen Teilnehmern zu vermitteln. Im Rahmen dieser Arbeit wurde mit Experten diskutiert, woran die Qualität einer Schulung bemessen werden kann. Bei den Experten handelt es sich um die Mitarbeitenden der Abteilung für Kostenanalyse des Industriepartners, der an dem Forschungsprojekt beteiligt war, in dessen Rahmen diese Arbeit entstand. In Kapitel 4.1 wurde ausführlich dargelegt, warum die Einbindung dieser Experten zu repräsentativen Ergebnissen für die Automobilindustrie führt. Unter den Experten hat Einigkeit darüber geherrscht, dass die Bewertung eines jeden Schulungstermins nicht praktikabel ist. Ein Qualitätsprüfer kann nicht jeder Schulung beisitzen und den Vortragenden bewerten. Ein praktikabler Ansatz zur Bewertung von Schulungsqualität ist hingegen die Prüfung der Schulungsunterlage. An ihr lässt sich erkennen, ob eine Veranstaltung die notwendige Struktur aufweist, um das Lernen der Teilnehmer zu begünstigen. Wird eine qualitativ hochwertige Unterlage darüber hinaus bei mehreren Veranstaltungen eingesetzt, dann ist die Wahrscheinlichkeit hoch, dass die Qualität der Schulung selbst bei jeder Wiederholung auf einem hohen Niveau bleibt. Da die Schulungsunterlage ein konkretes Dokument ist, kann es anhand messbarer Merkmale bewertet werden. Deshalb wird es von den Mitarbeitenden der Abteilung für Kostenanalyse des Industriepartners als Messobjekt zur Bewertung von Schulungsqualität festgelegt.

### 6.4.3 Identifikation der Messmerkmale für Schulungsqualität

Nachdem in Kapitel 6.4.2 festgelegt wurde, dass die Schulungsunterlage das Messobjekt zur Bewertung von Schulungsqualität ist, gilt es, Schritt 2.1 aus Abbildung 32 umzusetzen und die Qualitätsmerkmale zu bestimmen. Die mit dem beteiligten Industriepartner erarbeiteten Merkmale sind in Tabelle 27 dargestellt und werden im Folgenden erläutert.

Eine Anforderung an eine qualitativ hochwertige Schulungsunterlage ist, dass sie die Aufmerksamkeit eines Schulungsteilnehmers auf die Inhalte des Vortrags lenkt, die für das fachliche Verständnis der vorgestellten Berechnungsmodelle relevant sind. Diese Forderung wird durch die Ausführungen von VESTER (2004) gestützt. Er beschreibt das Flaschenhalsmodell der Wahrnehmung. Demnach kann eine Person über die Sinnesorgane Informationen von  $10^9$  Bit pro Sekunde aufnehmen. Von diesen aufgenommenen Informationen können jedoch laut VESTER (2004) nur  $10^2$  Bit pro Sekunde verarbeitet und ins Gedächtnis übernommen werden. Damit geht ein Teil der aufgenommenen Informationen verloren. Darüber hinaus hat VESTER (2004) festgestellt, dass beim Reproduzieren der aufgenommenen Informationen eine Menge von  $10^7$  Bit pro Sekunde erzeugt wird. Ein Schulungsteilnehmer gibt nach VESTER (2004) folglich mehr Informationen wieder, als er sich gemerkt hat. Diese zusätzlichen Informationen erzeugt der Teilnehmer selbstständig, indem er die neuen Informationen mit alten Erfahrungen kombiniert. Dabei kann es sogar vorkommen, dass diese Kombination zu falschen Folgerungen führt. In letzter Konsequenz bedeutet dies, dass ein Schulungsteilnehmer nicht nur einen Teil des in Schulungen vermittelten Wissens vergisst, sondern im schlechtesten Fall auch noch falsche Erkenntnisse selbst kombiniert. Eine gute Schulungsunterlage sollte diese beiden Effekte, die aus dem Wahrnehmungsmodell von VESTER (2004) resultieren, minimieren, indem es durch eine gute Struktur, die Aufmerksamkeit der Schulungsteilnehmer auf fachlich relevante Inhalte lenkt. Dies soll durch die Messmerkmale eins bis vier gewährleistet werden, die in Tabelle 27 in Form von Fragen abgebildet sind. Anhand von Frage 1 soll festgestellt werden, ob die Schulungsunterlage eine übersichtliche Agenda umfasst. Diese hilft dem Schulungsteilnehmer, sich zu Beginn der Schulung einen Überblick über die Schulung zu verschaffen und während der Schulung die jeweils behandelten Inhalte in den Gesamtkontext der Schulung einzuordnen. Da er durch eine Agenda mit wenig Aufwand den Überblick erlangt, kann er im Sinne von VESTER (2004) seine Aufmerksamkeit den fachlichen Inhalten widmen. Mit Hilfe der zweiten Frage wird geklärt, ob die



Schulung für einen Teilnehmer eine erkennbare Struktur aufweist. Ein Beispiel sind sich wiederholende Unterkapitel in einzelnen, themenspezifischen Hauptkapiteln. Eine erkennbare Struktur trägt wie Frage 1 dazu bei, dass ein Schulungsteilnehmer aufwandsarm den Gesamtkontext der Schulung erfassen kann und im Sinne von VESTER (2004) die Aufmerksamkeit fachlichen Details widmen kann.

Frage 1	Wird in der Schulungsunterlage der Ablauf der Schulung durch eine Agenda strukturiert? Ist die Agenda übersichtlich?
Frage 2	Ist die Schulungsunterlage nach einem systematischen Konzept strukturiert?
Frage 3	Entspricht die Gestaltung der Schulungsunterlage den aktuellen Unternehmensvorgaben?
Frage 4	Sind die einzelnen Folien der Schulungsunterlage übersichtlich gestaltet?
Frage 5	Ist die Schulungsunterlage aktuell?
Frage 6	Sind in der Schulungsunterlage die Referenten dokumentiert?
Frage 7	Sind in der Schulungsunterlage weitere Experten dokumentiert, wenn diese im Unternehmen vorhanden sind?
Frage 8	Geht aus der Schulungsunterlage hervor, dass im Rahmen der Schulung theoretische Inhalte durch Anwendungsbeispiele praxisnah erläutert werden?
Frage 9	Geht aus der Schulungsunterlage hervor, dass die Lösungen der Anwendungsbeispiele vom Referenten vorgestellt werden?
Frage 10	Geht aus der Schulungsunterlage hervor, dass die Schulungsteilnehmer im Rahmen von Diskussionsblöcken die Möglichkeit haben, dem Referenten Frage zu stellen?
Frage 11	Geht aus der Schulungsunterlage hervor, dass im Rahmen der Schulung die eingesetzten Medien zur Förderung der Aufmerksamkeit der Teilnehmer gewechselt werden?

*Tabelle 27: Messmerkmale von Schulungsqualität*

Dasselbe Ziel, das mit Frage 1 und 2 verfolgt wird, verfolgen auch Frage 3 und 4. Allerdings wird hier nicht der Aufbau der gesamten Schulungsunterlage, sondern die Gestaltung einzelner Folien betrachtet. Mit Frage 3 wird geprüft, ob die Folien den Unternehmensvorgaben entsprechend optisch gestaltet sind. Wird dieser Standard eingehalten, ist dem Teilnehmer die Darstellung der Inhalte vertraut. Er muss sich beispielweise nicht an eine neue farbliche Gestaltung gewöhnen oder die Bedeutung eines unbekannte Farbschemas aufwendig erschließen. Er kann sich im Sinne von VESTER (2004) vollständig den fachlichen Inhalten zuwenden. Durch Frage 4 soll erreicht werden, dass die einzelnen Folien nicht mit Inhalten überladen sind, damit im Sinne des Flaschenhalsmodells der Wahrnehmung von VESTER (2004) nicht wesentliche Informationen bei der Verarbeitung durch den Teilnehmer wieder verloren gehen. Anhand von Frage 5 zur Bemessung von Schulungsqualität aus Tabelle 27 wird geprüft, ob eine Schulungsunterlage aktuell ist. Ähnlich wie bei Berechnungen und Quellen kann das in Schulungsunterlagen abgebildete Wissen veralten und statt einer wahren Erkenntnis lediglich eine nicht geprüfte Information enthalten. Eine regelmäßige Überprüfung der Aktualität ist deshalb unerlässlich. Ob diese Prüfung regelmäßig erbracht wird, klärt Frage 5 aus Tabelle 27.

VESTER (2004) beschreibt in seinem Flaschenhalsmodell der Wahrnehmung, dass Schulungsteilnehmer sich einen Teil der aufgenommen Informationen nicht merken können und deshalb sogar falsche Zusammenhänge auf Basis bestehender Erfahrungen selbst kombinieren. Diese falschen Schlüsse können nach VESTER (2004) korrigiert werden, indem die in der Schulung vermittelten Inhalte wiederholt werden. Ob eine solche Wiederholung der Inhalte in der Schulung unterstützt und im Anschluss der Schulung ermöglicht wird, kann anhand der Merkmale geklärt werden, die in Tabelle 27 in Form der Fragen 6 bis 10 abgebildet sind. Mit Frage 6 und 7 wird gefordert, dass sowohl die Referenten der Schulung als auch weitere unternehmensinterne Experten für die Schulungsinhalte in der Schulungsunterlage bekannt gemacht werden. Dadurch wird den Teilnehmern ermöglicht, nach der Schulung die Referenten und Experten noch einmal anzusprechen und inhaltliche Fragen zu klären. Die Anforderung nach mehrfacher Wiederholung eines Sachverhalts im Rahmen einer Schulung wird durch die Fragen 8, 9 und 10 abgebildet. Mit Frage 8 wird geprüft, ob theoretische Inhalte durch ein am besten von den Teilnehmern eigenständig zu bearbeitendes Praxisbeispiel vertieft werden. Durch Frage 9 wird die Forderung geprüft, dass die Ergebnisse der Praxisbeispiele vom Referenten vorgestellt werden. Zuletzt klärt Frage 10, ob die vorgestellten Ergebnisse von den Schulungsteilnehmern mit

dem Referenten diskutiert wurden. Geht aus der Schulungsunterlage hervor, dass alle drei Forderungen erfüllt sind, dann erfährt jeder Theorieteil durch die Betrachtung von Praxisbeispielen mindestens eine dreifache Wiederholung.

Dem letzten Merkmal zur Bemessung von Schulungsqualität liegen die Erkenntnisse von PAIVIO (1990) zugrunde. Nach ihm fördert der Einsatz verschiedener Medien in Schulungen die Aufmerksamkeit der Teilnehmer und damit die Vermittlung von Inhalten. Daher wird anhand von Frage 11 in Tabelle 27 geprüft, ob aus der Schulungsunterlage hervorgeht, dass verschiedene Medien zur Wissensvermittlung in der Schulung eingesetzt werden.

#### 6.4.4 Definition der Gewichtung der Messmerkmale für Schulungsqualität

In diesem Kapitel werden die Merkmale hinsichtlich ihrer Relevanz zu gewichtet. Damit wird Schritt 2.2 des Vorgehens zur Erstellung der Metrik für Schulungsqualität, dargestellt in Abbildung 32, umgesetzt. Zur Ermittlung der Merkmalsgewichtung für Schulungsqualität wurde der AHP eingesetzt. Tabelle 28 zeigt das Ergebnis.

Frage	Gewichtung
1	3,56 %
2	9,56 %
3	3,56 %
4	9,56 %
5	3,56 %
6	3,56 %
7	3,56 %
8	21,98 %
9	9,56 %
10	21,98 %
11	9,56 %

*Tabelle 28: Gewichtung der Messmerkmale der Dimension Schulungsqualität*

### 6.4.5 Definition der Wertebereiche der Messmerkmale für Schulungsqualität

Entsprechend des Vorgehens zur Erstellung der Metrik für Schulungsqualität aus Abbildung 32 folgt auf die Ermittlung der Gewichtung für die Qualitätsmerkmale in Kapitel 6.4.4 die Bestimmung der Wertebereiche der einzelnen Merkmale. Damit wird Schritt 2.3 des Vorgehens umgesetzt. Der Ansatz zur Definition der Wertebereiche für Merkmale von Schulungsqualität ist derselbe wie der Ansatz zur Ermittlung der Wertebereiche für Merkmale von Dokumentationsqualität in Kapitel 6.1.4, von Quellenqualität in Kapitel 6.2.5 und von Berechnungsqualität in Kapitel 6.3.5. Analog wurde für Wertebereiche für Merkmale von Schulungsqualität festgelegt, dass die Menge der Antwortalternativen aus maximal vier Elementen besteht. Die Elemente haben dabei eine Rangfolge, die die Wertigkeit der Antwortalternative hinsichtlich der Erfüllung der Qualitätsanforderung widerspiegeln, die anhand des Merkmals überprüft wird. Die Rangfolge wird über die Stufen 0 bis 3 festgelegt. Dabei ist die Antwortalternative auf Stufe 0 diejenige aus der Menge, die die Anforderung am wenigsten erfüllt. Die Antwortalternative, die der Stufe 3 zugeordnet ist, wird dem Qualitätsanspruch am meisten gerecht. Für die in Tabelle 27 abgebildeten Merkmale für Schulungsqualität sind die Wertebereiche im Anhang in Tabelle 57 bis Tabelle 67 dargestellt. Jede Tabelle bildet die Antwortalternativen samt zugehörigem Rang eines Merkmals ab. Die Wertebereiche wurden zusammen mit den Experten des Industriepartners erarbeitet, der dem Forschungsprojekt beteiligt war, in dessen Rahmen diese Arbeit entstand. In Kapitel 4.1 wurde ausführlich dargelegt, warum die Einbindung dieser Experten zu repräsentativen Ergebnissen für die Automobilindustrie führt. Im Anhang sind die Antwortalternativen der Merkmale in Tabelle 27 umfassend beschrieben. Deshalb wird auf eine detaillierte Erläuterung an dieser Stelle verzichtet.

Nachdem für jedes Merkmal von Schulungsqualität die Antwortalternativen verbal beschrieben und anhand eines Rangs geordnet sind, gilt es, die vorliegenden Ordinalskalen auf eine Absolutskala zu überführen. Ziel ist es, wie bereits in Kapitel 6.1.5 beschrieben, den verbal beschriebenen Ausprägungen einen numerischen Wert zu zuweisen, um eine Verrechnung der Ausprägungen verschiedener Merkmale unter Berücksichtigung der in Kapitel 6.3.4 erarbeiteten Merkmalsgewichtungen zu ermöglichen. Dafür wird dasselbe Prinzip verwendet, das in Kapitel 6.1.5 bei der Überführung der Merkmalsausprägungen zur Bemessung von Dokumentationsqualität zum Einsatz gekommen ist. Der Zusammenhang zwi-

schen der Stufe, der eine Antwortalternative zugeordnet ist, und dem numerischen Wert, der ihr zugewiesen wird, ist in Tabelle 7 dargestellt. Dieser Zusammenhang ist auch für die Ausprägungen der Merkmale zur Bemessung von Schulungsqualität gültig.

#### 6.4.6 Definition der Aggregationsvorschrift für die Ausprägung von Messmerkmalen der Schulungsqualität

Durch die Festlegung der Gewichtungen der Merkmale für Schulungsqualität in Kapitel 6.4.4 und die Überführung der Merkmalsausprägungen auf eine Absolutskala in Kapitel 6.4.5 ist es möglich, eine Qualitätskennzahl für eine Schulung zu ermitteln. Bei der Bewertung der Wissensqualität eines Eingangswertes für Kalkulationen kann jedoch der Fall auftreten, dass mehrere Schulungsunterlagen für unterschiedliche Berechnungsmodelle geprüft werden. Damit liegen mehrere Kennzahlen für Schulungsqualität vor. Diese gilt es, zu einer Aussage über die Schulungsqualität für den gesamten Eingangswert zu aggregieren. Die Aggregationsvorschrift wird in diesem Kapitel im Sinne des Schritts 2.4 des Vorgehens zur Erstellung der Metrik für Schulungsqualität aus Abbildung 32 dargelegt.

Die Aggregation mehrerer Kennzahlen für Schulungsqualität erfolgt nach einem ähnlichen Vorgehen wie die Berechnung der konsolidierten Dokumentationsqualität, die in Kapitel 6.1.6 beschrieben ist. In Abbildung 33 ist ein Beispiel für eine Kostengliederungsstruktur dargestellt. Das Beispiel wurde mit der Methode des *Information Manufacturing System* nach BALLOU ET AL. (1998) modelliert, die in Kapitel 5.2 beschrieben wurde. Anhand der Abbildung kann nachvollzogen werden, wie für den Eingangswert eines Hauptkostenmodells  $DS$  eine konsolidierte Kennzahl für Schulungsqualität  $SQ_{DS}$  bestimmt wird, wenn der Eingangswert des Hauptkostenmodells  $DS$  aus mehreren recherchiert Einzelwerten  $ED_1$ ,  $ED_2$ ,  $ED_3$  und  $ED_4$  durch Erstellung der Berechnungen  $BR_5$  und  $BR_{DS}$  generiert wird. Dabei werden Kennzahlen für Schulungsqualität der Hierarchie der Kostengliederungsstruktur folgend unter Verwendung der Gewichtungen  $g_i$  summiert. Das Prinzip der Berechnung einer Kennzahl für Schulungsqualität entspricht dabei dem Prinzip zur Berechnung einer resultierenden Kennzahl für Dokumentationsqualität, wie es Formel 8 in Kapitel 6.1.6. beschreibt. Dem folgend wird zur gewichteten Summe aus untergeordneten Schulungsqualitäten unter Verwendung der Gewichtung  $q$  die Schulungsqualität des betrachteten Datenverarbeitungs- bzw. Datenaufbereitungsblocks addiert. Das Vorgehen zur Berechnung der Gewichtungen  $g_i$  erfolgt nach Formel 9 und Formel 10. Die Gewichtung

$q$  wird, wie ebenfalls in Kapitel 6.1.6 beschrieben, im Sinne des Qualitätsansatzes *Fitness for Use* von den Mitarbeitenden des Industriepartners festgelegt. Dazu wurden Einzelinterviews durchgeführt. Das Ergebnis der Interviews ist, dass sowohl die Schulungsqualität des betrachteten Datenverarbeitungsblocks als auch die aggregierte Schulungsqualität der untergeordneten Elemente im gleichen Maß relevant sind. Deshalb ist für den Gewichtungsfaktor  $q$  der Wert 0,5 einzusetzen.

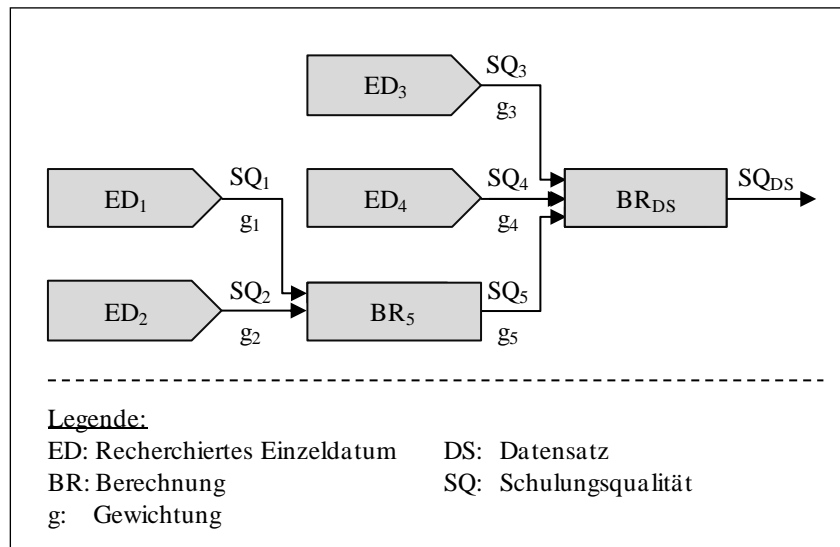


Abbildung 33: Aggregation von Qualitätskennzahlen für Schulungen unter Nutzung der Kostengliederungsstruktur

Ein Unterschied zu den Aggregationsvorschriften zur Ermittlung konsolidierter Kennzahlen für Dokumentationsqualität in Kapitel 6.1.6 und für Wertqualität in Kapitel 6.3.6 liegt im Falle der Aggregationsvorschriften zur Ermittlung konsolidierter Kennzahlen für Schulungsqualität in der Bestimmung von Qualitätswerten für recherchierte Einzeldaten  $ED$  vor. Schulungen dienen der Vermittlung fachlicher Kenntnisse über Berechnungsmodelle, die den Berechnungen  $BR$  zugrunde liegen. Einzeldaten sind direkt recherchiert. Sie werden nicht über ein Modell generiert, das der Erläuterung bedarf und damit eine Schulung erfordert. Folglich liegt für Einzeldaten auch keine Schulungsunterlage vor, die hinsichtlich ihrer Qualität bemessen werden kann. Die am Beispiel in Abbildung 31 entwickelte Aggregationsvorschrift setzt jedoch voraus, dass auch für recherchierte Einzeldaten  $ED$  Werte für Schulungsqualität  $SQ$  vorhanden sind. Um diesen Widerspruch zu lösen, wird für alle recherchierten Einzeldaten  $ED$  die entsprechende Schulungsqualität  $SQ$  auf den Wert eins gesetzt. Aus Sicht der Mitarbeitenden des Industriepartners steigern Berechnungen die Komplexität eines Eingangswertes und mindern damit die Transparenz für den Anwendenden. Die geringste

Komplexität weisen damit Eingangswerte auf, die selber direkt recherchiert sind und damit keine zusätzlichen Berechnungsmodelle und Schulungen erforderlich machen. Die Meinung der Mitarbeitenden des Industriepartners ist, dass eine geringe Komplexität und eine einfache Nachvollziehbarkeit der Generierung eines Eingangswerts *DS* gefordert werden, indem die Schulungsqualität *SQ* von recherchierten Einzelwerten *ED* auf die höchste Ausprägung der Bewertungsskala gesetzt wird.

#### **6.4.7 Definition der Bewertungsvorschrift für Schulungsqualität**

Der letzte Schritt des Vorgehens zur Erstellung der Metrik für Schulungsqualität aus Abbildung 32 ist die Erarbeitung der Bewertungsvorschrift. Der Zweck einer Bewertungsvorschrift für einen Messwert von Schulungsqualität ist identisch mit dem Zweck für eine Bewertungsvorschrift für einen Messwert von Dokumentations- und Wertqualität. Ersterer wird in Kapitel 6.1.7 und letzterer in Kapitel 6.3.7 beschrieben. Auf eine Wiederholung wird an dieser Stelle verzichtet. Zur Erschließung des Zwecks einer Bewertungsvorschrift für einen Messwert von Schulungsqualität wird auf die genannten Abschnitte verwiesen.

Gleiches gilt für die Bestimmung des Referenzwerts, mit dem der Messwert verglichen wird, um eine finale Bewertung vorzunehmen. Die Bestimmung eines Referenzwerts für Schulungsqualität erfolgt nach demselben Ansatz wie die Bestimmung eines Referenzwertes für Dokumentations- und Wertqualität. Der Ansatz wurde bereits detailliert in Kapitel 6.1.7 und in Kapitel 6.3.7 beschrieben. Deshalb wird auf eine Wiederholung an dieser Stelle verzichtet. Mit der Erarbeitung der Bewertungsvorschrift ist die Erstellung einer Metrik zur Bewertung von Schulungsqualität abgeschlossen.

### **6.5 Bewertung der Aktualität**

#### **6.5.1 Vorgehensweise**

Die Aktualität ist die letzte Dimension der Wissensqualität, die in Abbildung 23 dargestellt ist, aber bisher noch nicht beschrieben wurde. Wie in Kapitel 5.4 dargelegt wurde, ist Wissen nach SCHREYÖGG & GEIGER (2002) eine wahre Aussage. Dies bedeutet, dass die Aussage einen realen Sachverhalt korrekt beschreibt. Allerdings kann sich der Wahrheitsgehalt der Aussage mit fortschrei-

tender Zeit ändern. Zu einem späteren Zeitpunkt muss es nicht mehr gegeben sein, dass dieselbe Aussage die Realität abbildet. In diesem Fall ist die ehemals wahre Erkenntnis veraltet und zur beliebigen Information geworden. Ein Beispiel, bei dem diese Transformation besonders schnell erfolgt, sind Preise von Aktien. Innerhalb von Sekunden kann eine gültige Aussage über den Preis durch eine Kursschwankung zur veralteten Information werden. Die Bewertung der Aktualität ist vor diesem Hintergrund wesentlicher Bestandteil einer Metrik, mit der die Wissensqualität von Eingangswerten für Kalkulationen überprüft werden soll.

Das Vorgehen zur Erstellung einer Metrik zur Bewertung von Aktualität zeigt Abbildung 34. Der erste Schritt ist die Identifikation des Messobjekts. Am zu bewertenden Datensatz müssen daher die Elemente identifiziert werden, die zur Bemessung von Aktualität im Detail zu analysieren sind. Im zweiten Schritt wird das Messsystem erstellt. Dabei werden im Rahmen von Schritt 2.1 die Merkmale eines Datensatzelements und die Methode erarbeitet, mit deren Hilfe eine quantitative Kennzahl für Aktualität ermittelt wird. In Schritt 2.2 wird schließlich festgelegt, wie die Kennzahlen für Aktualität mehrerer Datensatzelemente zu einer übergeordneten Aussage für den gesamten Datensatz aggregiert werden. Zuletzt wird in Schritt 3 dargestellt, wie für die erzeugten Messwerte ein Bewertungskriterium generiert wird, bei dessen Überschreitung das Qualitätsniveau für Aktualität als ausreichend gilt und bei dessen Unterschreitung der Datensatz veraltet ist.

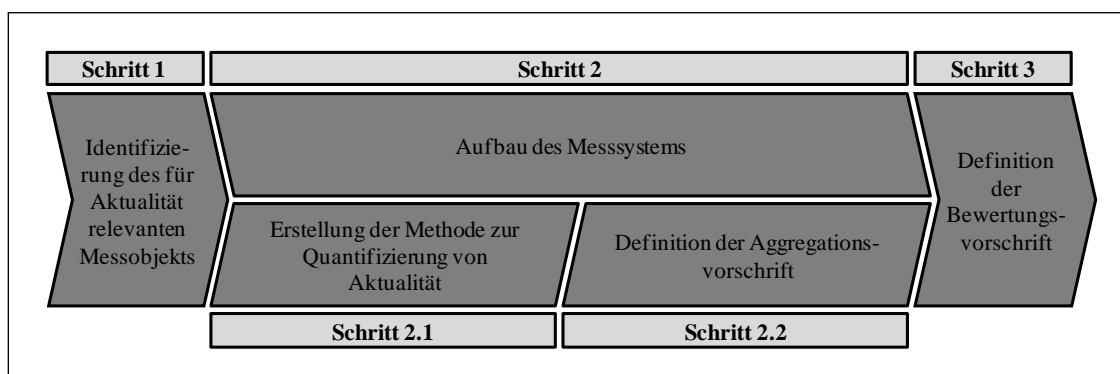


Abbildung 34: Vorgehen zur Erstellung der Metrik für Aktualität

### 6.5.2 Identifikation des relevanten Messobjekts für Aktualität

Der erste Schritt zur Schaffung einer Metrik für die Bemessung von Aktualität ist die Identifikation des Messobjekts und dessen Differenzierung in Elemente, für die konkrete Messmerkmale festgelegt werden können. Wie in Kapitel 5.2 be-



schrieben und in Abbildung 18 dargestellt, sollen die Eingangsgrößen des Hauptkostenmodells einer Kalkulation der Messung unterzogen werden. In Kapitel 5.2 ist ebenfalls dargelegt, dass die Eingangsgrößen des Hauptkostenmodells entweder direkt recherchiert oder das Ergebnis mehrerer aufeinander folgender Berechnungen sein können. Die Aktualität des Eingangswerts hängt damit direkt von der Aktualität der zugrunde liegenden Quellen und der Berechnungen ab. Dass die direkt recherchierte Aussage einer Quelle veraltet sein kann, wurde bereits in Kapitel 6.5.1 am Beispiel des Preises einer Aktie dargelegt. Daneben ist es auch möglich, dass das einer Berechnung zugrunde liegende Modell veraltet. Im Kapitel 6.3 über die Erstellung einer Methode zur Bewertung von Berechnungsqualität wurde in Unterkapitel 6.3.3 mit Frage 4 die Qualitätsanforderung formuliert, dass die Angemessenheit des Berechnungsmodells von Experten bestätigt sein muss. Wenn es jedoch neue wissenschaftliche Erkenntnisse gibt oder der Detaillierungsgrad des Berechnungsmodells nicht mehr ausreicht, um Lieferanten in Verhandlungen zu überzeugen, dann könnte der Fall eintreten, dass dieselben Experten dem Modell bei einer Bewertung zu einem späteren Zeitpunkt die Angemessenheit verweigern würden. Die Aktualität zugrunde liegender Berechnungen ist damit für die Aktualität des gesamten Eingangswerts genauso von Relevanz, wie die Aktualität von Quellenaussagen.

Nachdem ersichtlich ist, dass die Aktualität eines Eingangswertes direkt von der Aktualität der ihm zugrunde liegenden Quellen und Berechnungen abhängt, gilt es die Merkmale der Quellen und Berechnungsdokumente zu identifizieren, anhand derer die Aktualität bemessen werden kann. Mit der Definition der Anforderungen an Dokumentationsqualität in Kapitel 6.1.3 wurde die Möglichkeit bereits geschaffen, sicherzustellen, dass ein Veröffentlichungsdatum und eine Gültigkeitsdauer für jede verwendete Quelle und ein Erstellungsdatum und eine Gültigkeitsdauer für jede generierte Berechnung hinterlegt ist. Diese Attribute der Datensatzelemente sind im folgenden Kapitel die Grundlage zur Quantifizierung der Aktualität.

### **6.5.3 Erstellung der Methode zur Quantifizierung von Aktualität**

Der zweite Schritt zur Erstellung einer Metrik für Aktualität ist gemäß Abbildung 34 die Bestimmung der Quantifizierungsmethode. Grundsätzlich haben bereits andere Autoren beschrieben, dass die Aktualität bei einer Bewertung von Daten- und Informationsqualität Berücksichtigung finden muss. Die Aktualität ist Teil des Konzepts für Datenqualität nach WANG & STRONG (1996) in Abbildung

14, des Modells zum Management von Informationsqualität nach EPPLER (2006) in Abbildung 15 und des Modells für Informationsgüte nach BERNHARD & DRAGAN (2007) in Abbildung 16. Vor diesem Hintergrund wurden in der Fachliteratur bereits Methoden veröffentlicht, mit denen das Niveau der Aktualität einer Berechnung oder eines direkt recherchierten Eingangswerts bestimmt werden kann. Nach HEINRICH & KLIER (2011b) und BALLOU ET AL. (1998) ist der mit Formel 15 beschriebene Ansatz weit verbreitet.

$$a(d) = \max \left\{ \left( 1 - \frac{d-v}{g-v} \right)^n ; 0 \right\}$$

mit

$a(d) \in [0; 1] \hat{=}$  Messwert für Aktualität

$v \in \mathbb{R} \hat{=}$  Veröffentlichungs-/Erstellungsdatum

*Formel 11*

$d \in \mathbb{R} \hat{=}$  Datum der Qualitätsmessung

$g \in \mathbb{R} \hat{=}$  Gültigkeitsdatum

$n \in \mathbb{R}^+ \hat{=}$  Formfaktor der Funktion

Nach Formel 15 wird Aktualität auf einem Intervall zwischen null und eins bemessen. Ein Wert von eins entspricht dabei dem höchstmöglichen Aktualitätsniveau. Ein Wert von null entspricht dem niedrigsten Niveau. Das Niveau wird ermittelt, indem das Alter eines recherchierten Eingangsdatums oder einer Berechnung zum Zeitpunkt der Bemessung durch das höchstmögliche Alter dividiert wird. Das Ergebnis der Division wird im Anschluss vom Wert eins subtrahiert. Das Alter zum Zeitpunkt der Bemessung wird ermittelt, indem vom Datum der Bemessung das Veröffentlichungs- oder Erstellungsdatum subtrahiert wird. Das höchstmögliche Alter wird ermittelt, indem vom Datum des Verfalls der Gültigkeit das Veröffentlichungs- oder Erstellungsdatum subtrahiert wird. Das Datum des Verfalls der Gültigkeit wird ermittelt, indem zum Veröffentlichungs- oder Erstellungsdatum die Gültigkeitsdauer addiert wird. Wie bereits in Kapitel 6.5.2 beschrieben, kann über die Anforderung an Dokumentationsqualität, beschrieben in Kapitel 6.1.3, sichergestellt werden, dass als Grundlage für eine Berechnung des Aktualitätsniveaus nach Formel 15 ein Veröffentlichungsdatum und eine Gültigkeitsdauer für jedes recherchierte Einzeldatum und ein Erstellungsdatum und eine Gültigkeitsdauer für jede generierte Berechnung vorhanden sind.

Die mit Formel 15 beschriebene Funktion zur Quantifizierung von Aktualität ist in Abbildung 35 skizziert. Der Formfaktor  $n$  hat Einfluss auf den Verlauf der Funktion. Ist  $n$  größer als der Wert 1, dann ist die Funktion konvex. Ist  $n$  größer als der Wert 0 aber kleiner als der Wert 1, dann ist die Funktion konkav. Nimmt  $n$  den Wert 1 an, verhält sich die Funktion linear. Über den Formfaktor  $n$  lässt sich folglich einstellen, ob ein recherchiertes Einzeldatum im Gültigkeitszeitraum gleichmäßig an Aktualität verliert, ob der Verlust an Aktualität zu Beginn oder ob er am Ende des Gültigkeitszeitraums schneller erfolgt.

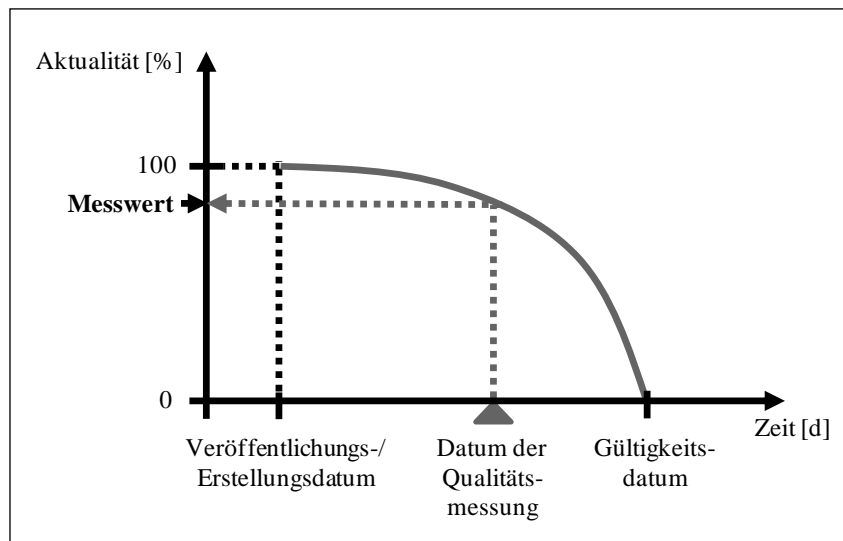


Abbildung 35: Konzept zur Quantifizierung von Aktualität

Da die mit Formel 15 beschriebene Methode nach HEINRICH & KLIER (2011b) und BALLOU ET AL. (1998) bereits verbreitet ist, wird sie auch in dieser Arbeit zur Quantifizierung der Aktualität von recherchierten Einzelwerten und Berechnungen verwendet. Es ist zu klären, welcher Wert für den Formfaktor  $n$  festgelegt wird. Laut den Experten des beteiligten Industriepartners ist der Wert 1 für  $n$  und damit ein lineares Verhalten der Funktion zu wählen. Der Grund für die Entscheidung ist, dass der Messwert für das Aktualitätsniveau durch das lineare Verhalten interpretierbar bleibt. Bei linearem Verhalten kann von der Kennzahl für das Qualitätsniveau auf die relative Restgültigkeit einfach geschlossen werden. Liegt zum Beispiel das Aktualitätsniveau bei 20 Prozent, dann sind tatsächlich 80 Prozent der höchstmöglichen Gültigkeitsdauer bereits abgelaufen. Bei konvexem oder konkavem Verhalten der Funktion ist diese Interpretation nicht ohne weiteres möglich.

### **6.5.4 Definition der Aggregationsvorschrift für die Ausprägung von Messmerkmalen der Aktualität**

In Kapitel 6.5.3 wurde dargelegt, wie die Aktualität eines recherchierten Einzelwerts oder einer Berechnung quantifiziert werden kann. Dem Vorgehen zur Erstellung einer Metrik für Aktualität folgend, gilt es, eine Aggregationsvorschrift zu erarbeiten, nach der Kennzahlen mehrerer recherchierter Einzelwerte und Berechnungen zu einer gesamten Kennzahl für einen Eingangswert eines Hauptkostenmodells verrechnet werden können.

Aggregationsvorschriften zum selben Zweck wurden bereits für die Dokumentationsqualität in Kapitel 6.1.6, für die Wertqualität in Kapitel 6.3.6 und für die Schulungsqualität in Kapitel 6.4.6 beschrieben. Alle Aggregationsvorschriften haben gemeinsam, dass die zu aggregierenden einzelnen Qualitätskennzahlen unter Berücksichtigung einer Gewichtung und der Kostengliederungsstruktur addiert werden. Damit wird bei der Ermittlung des Qualitätsniveaus der Erstellungsprozesse des finalen Eingangswertes berücksichtigt, wie von BALLOU ET AL. (1998) gefordert und in Kapitel 5.2. beschrieben. Derselbe Ansatz kann auch zur Aggregation einzelner Messwerte für Aktualität verfolgt werden. In diesem Fall wäre die Vorschriften aus Kapitel 6.1.6, Kapitel 6.3.6 und Kapitel 6.4.6 zu adaptieren. Im Rahmen dieser Arbeit geht aus den Interviews mit den Mitarbeitenden des Industriepartners jedoch ein anderer Ansatz zur Ermittlung einer Gesamtkennzahl für Aktualität hervor. Nach ihnen ist die Aktualität aller recherchierten Einzelwerte und Berechnungen dringend erforderlich, um bei Verhandlungen mit Lieferanten von Nutzen zu sein. Veraltete Eingangsdaten für Kostenkalkulationen werden vom Lieferanten sofort genutzt, um die Richtigkeit der Argumentationskette infrage zu stellen. Damit ist es im Hinblick auf das Aktualitätsniveau eines gesamten Eingangswertes unerheblich, welche Gewichtungen einzelne recherchierte Eingangswerte oder einzelne Berechnungen aufgrund der Kostengliederungsstruktur haben. Es ist unerlässlich, dass jeder recherchierte Einzelwert und jede Berechnung aktuell sind.

Vor diesem Hintergrund wird bei der Definition der Aggregationsvorschrift für die Qualitätsdimension Aktualität nicht der Ansatz von BALLOU ET AL. (1998) verfolgt. Stattdessen wird der „Alles oder Nichts“-Ansatz nach WÜRTHELE (2003) verfolgt, der in Kapitel 3.4 beschrieben wurde. Das Aktualitätsniveau des Eingangswertes des Hauptkostenmodells wird bestimmt, indem unter allen direkt recherchierten Einzelwerten und Berechnungen, die ihm zugrunde liegen, das minimale Aktualitätsniveau ermittelt wird.

### 6.5.5 Definition der Bewertungsvorschrift für Aktualität

Zuletzt ist in Schritt 3 des Vorgehens zur Erstellung einer Metrik für Aktualität die Bewertungsvorschrift für die im Rahmen von Schritt 2 erzeugten Messwerte zu definieren. Die Interpretationsvorschrift besteht dabei aus einem Referenzwert für Aktualität, mit dem Messwerte verglichen werden können. Liegen die Messwerte über dem Referenzwert, gilt der bemessene Eingangswert des Hauptkostenmodells als hinreichend aktuell. Die mit ihm abgebildete Aussage ist noch gültig und bildet die Realität ab. Vom Standpunkt der Aktualität handelt es sich bei der Aussage um Wissen. Liegt der Messwert für Aktualität unter dem Referenzwert oder trifft ihn exakt, dann ist die Gültigkeit der Aussage abgelaufen. Vom Standpunkt der Aktualität bildet sie einen nicht länger fundierten, veralteten Sachverhalt ab.

In Kapitel 6.5.4 wurde dargelegt, dass der Aggregationsvorschrift für Messwerte von Aktualität der „Alles oder Nichts“-Ansatz nach WÜRTHELE (2003) zugrunde liegt. Das Minimum aller Aktualitätsmesswerte von zugrunde liegenden recherchierten Einzelwerten und Berechnungen repräsentierte das Aktualitätsniveau des aus den Berechnungen generierten gesamten Eingangswertes. Aufgrund des „Alles oder Nichts“-Ansatz ist ein Referenzwert für Aktualität, der für recherchierte Einzelwerte und Berechnungen gilt, zugleich der Referenzwert für den generierten Gesamtwert. Wie beim Vorgehen zur Erstellung der Dokumentations-, der Quellen-, der Berechnungs- und der Schulungsqualität wurde auch bei der Aktualität der Referenzwert von den Mitarbeitenden des Industriepartners festgelegt. Warum die Einbindung dieser Experten zu repräsentativen Ergebnissen für die Automobilindustrie führt, kann in Kapitel 4.1 nachgelesen werden. Als Referenz ist der Wert 0 zu wählen. Grundsätzlich ist es möglich, einen Referenzwert größer null zu definieren. Sobald ein Aktualitätsniveau allerdings unter solch eine Referenz, die größer null ist, fallen würde, würde dies implizieren, dass der Eingangswert veraltet sei. Dazu würde allerdings im Widerspruch stehen, dass das Gültigkeitsdatum noch nicht zwangsläufig überschritten wäre. Der Widerspruch, dass ein Eingangswert als veraltet deklariert wird, obwohl er noch gültig ist, wird dadurch aufgelöst, dass der Referenzwert bei null liegt.

Mit der Erarbeitung der Bewertungsvorschrift ist die Erstellung einer Metrik für Aktualität abgeschlossen. Damit ist für alle Dimensionen von Wissensqualität, die in Abbildung 23 aufgezählt werden, dargelegt, wie Metriken grundsätzlich erstellt werden können. Darüber hinaus wurde für jede Dimension exemplarisch eine Metrik unter Berücksichtigung des Stands der Forschung erarbeitet. Im fol-

genden Kapitel wird an einem Beispiel gezeigt, wie mit Hilfe der erarbeiteten Metriken die Wissensqualität eines Eingangswertes für Kostenkalkulation bewertet werden kann.

## 7 Anwendung der Methode zur Bewertung von Wissensqualität

### 7.1 Anwendungsbeispiel

#### 7.1.1 Vorgehensweise

Zur Erzeugung hochwertiger Kostenanalysen sind Eingangswerte mit hinreichender Wissensqualität im Sinne der Wissensdefinition nach MITTELSTRASS (1990) eine zentrale Grundlage. In diesem Kapitel wird an einem Beispiel gezeigt, wie mithilfe der in Kapitel 6 erstellten Metriken die Qualität eines Eingangswertes geprüft wird. Die Prüfung ist prozessorientiert. Dieses ist in Abbildung 36 dargestellt. Der Vorgehensweise folgend wird im ersten Schritt die Bewertungsvorschrift für den zu bewertenden Eingangswert ermittelt. Im zweiten Schritt wird der Eingangswert als Bewertungsobjekt analysiert, um seine Kostengliederungsstruktur zu ermitteln und damit die eigentliche Bemessung der Qualität vorzubereiten. Im dritten Schritt erfolgt schließlich die Bemessung der Qualität. Zuletzt wird im vierten Schritt mit Hilfe der Bewertungsvorschrift aus Schritt 1 entschieden, ob die in Schritt 3 bemessene Qualität hinreichend ist.

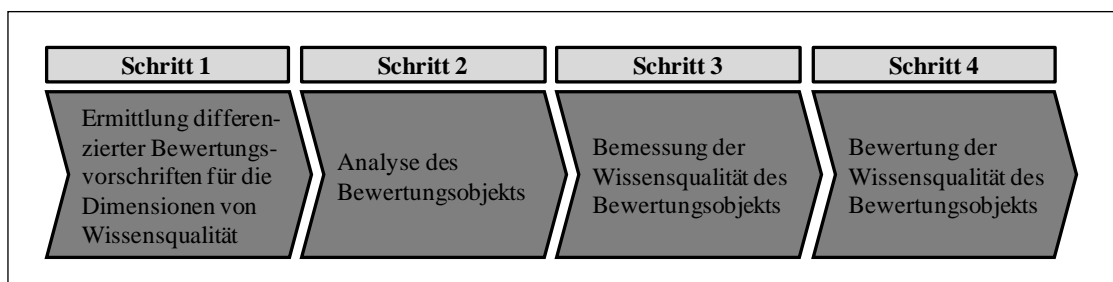


Abbildung 36: Vorgehensweise zur Bewertung der Wissensqualität von Eingangswerten für Kostenkalkulationen

#### 7.1.2 Ermittlung differenzierter Bewertungsvorschriften für die Dimensionen von Wissensqualität

In diesem Kapitel soll beispielhaft der Maschinenstundensatz einer Fräsmaschine hinsichtlich seiner Wissensqualität geprüft werden. Die Fräsmaschine wird dabei durch einen Datensatz abgebildet, in dem Werte für die notwendigen Parameter

einer Maschinestundensatzrechnung angegeben sind. Dazu zählen der Anschaffungswert der Maschine, die kalkulatorische Abschreibungsdauer, der Instandhaltungszuschlag, der Betriebsstoffzuschlag, der Anschlusswert, die Leistungsausnutzung und die Aufstellfläche. Darüber hinaus umfasst der Datensatz Werte für Parameter, über die die technische Ausstattung der Fräsmaschine detaillierter beschrieben ist. Es wird angegeben, welche Höhe, Breite und Tiefe der Arbeitsraum hat. Zudem ist bekannt, dass die Maschine über eine Spindel verfügt, zwei Bearbeitungsachsen hat, mit einem Werkzeugwechsler für 28 Werkzeuge ausgestattet ist und einen Bauteilwechsler umfasst. Über Angaben zu Leistungsparametern für den Bearbeitungsprozess verfügt der Datensatz jedoch nicht. Werte beispielsweise zur maximalen Fahrgeschwindigkeit der Achsen, zur maximalen Drehzahl der Spindel oder zur maximalen Beschleunigung sind nicht dargestellt.

Der Initialschritt zur Durchführung einer Bewertung von Wissensqualität ist entsprechend des Vorgehens aus Abbildung 36 die Ermittlung der Bewertungsvorschrift. Dafür muss unternehmensspezifisch entschieden werden, wie stark die Bewertungsvorschriften differenziert werden sollen. Im einfachsten Fall gibt es eine einzige Vorschrift, die für alle Eingangswerte eines Hauptkostenmodells gilt. Selbst eine einfache Differenzierung zum Beispiel für Material-, Maschinen- oder Lohnkostensätze liegt nicht vor. Der Vorteil dieses Ansatzes ist eine geringe Komplexität. Dem entgegen steht die Möglichkeit, die Menge an Eingangswerten im Detail zu strukturieren. Beispielsweise könnten Maschinenkostensätze nach Fertigungsverfahren klassifiziert werden. Für jede Klasse an Eingangswerten wäre in diesem Fall eine eigene Bewertungsvorschrift zu ermitteln. Der Nachteil dieses Ansatzes ist der hohe Aufwand für die Ermittlung. Der Vorteil dieses Ansatzes liegt in der Möglichkeit, für jede Klasse an Eingangswerten eine Bewertung zu finden, die den individuellen Herausforderungen bei der Erhebung von Datensätzen Rechnung trägt. Die Berücksichtigung individueller Herausforderungen führt dazu, dass die Mitarbeitenden des Unternehmens die Bewertungsvorschriften als gerecht empfinden. Dies ist Voraussetzung dafür, dass die Mitarbeitenden Verbesserungspotentiale, die bei der Prüfung der Wissensqualität festgestellt werden, als tatsächliche Potentiale wahrnehmen und umsetzen.

Für die Menge der Datensätze, die Fräsmaschinen abbilden, wird im Folgenden ein Beispiel für eine Bewertungsvorschrift dargelegt. Die Bewertungsvorschrift wird ermittelt, indem für alle Merkmale der Dimensionen *Dokumentationsqualität*, *Wertqualität*, *Schulungsqualität* und *Aktualität* festgelegt wird, welche Stufe erreicht werden muss, damit das Merkmal als hinreichend erfüllt gilt. Zuerst wird in Tabelle 29 und Tabelle 31 die ermittelte Bewertungsvorschrift für die Merk-



male von Dokumentationsqualität dargestellt. Die exakt beschriebenen Fragestellungen zu den einzelnen Merkmalen und die im Detail differenzierten Ausprägungen der einzelnen Merkmale sind im Anhang in Tabelle 44 auf Seite 187 bis Tabelle 52 auf Seite 190 dargelegt. Tabelle 29 zeigt die Bewertungsvorschrift für die Dokumentationsqualität von Datensätzen. Frage 1.1 fordert den Nachweis, dass für den auditierten Datensatz ein offizieller Recherchebedarf von einem Erstellenden einer Kalkulationen vorgelegen hat. Im Fall einer Fräsmaschine ist ein solcher Nachweis in diesem Fall nicht notwendig. Deshalb zeigt Tabelle 29 für Frage 1.1, dass bereits die Stufe 0 eine zulässige Ausprägung darstellt. Anhand von Frage 1.2 wird die Vollständigkeit des Datensatzes geprüft. Die einzige zulässige Ausprägung ist Stufe 3. Es wird damit das maximale Maß an Vollständigkeit gefordert. Wie dies definiert ist, kann Tabelle 45 im Anhang entnommen werden. Anhand von Frage 1.3 wird geprüft, ob das Berechnungsmodell dokumentiert ist, nach dem die Elemente des Datensatzes zum Nutzwert verrechnet werden, der in das Hauptkostenmodell eingeht. Bei der Bewertung von Fräsmaschinen ist nach dem Beispiel für dieses Merkmal die Stufe 2 als Ausprägung für eine positive Evaluierung hinreichend. Dies bedeutet nach Tabelle 46 im Anhang, dass eine Dokumentation des Berechnungsmodells gefordert wird. Allerdings ist es nicht notwendig, dass diese Dokumentation einem formalen Schulungsstandard genügt, zentral zugänglich abgelegt oder gar mit dem Datensatz verlinkt ist. Zuletzt ist in Tabelle 29 angegeben, wie Frage 1.4 zu bewerten ist. Die einzige akzeptierte Ausprägung ist Stufe 3. Diese bedeutet nach Tabelle 47, dass der Datensatz einer Fräsmaschine über ein Erhebungsdatum und einer technologiespezifischen, von Experten standardisierten Gültigkeitsdauer verfügen muss.

Frage	Bewertungsvorschrift für Messmerkmale der Dokumentationsqualität von Datensätzen			
	Stufe 0	Stufe 1	Stufe 2	Stufe 3
1.1	→ zulässig			
1.2			← unzulässig	→ zulässig
1.3		← unzulässig	→ zulässig	
1.4			← unzulässig	→ zulässig

*Tabelle 29: Beispiel einer Bewertungsvorschrift für die Dokumentationsqualität von Datensätzen*

Tabelle 30 zeigt die Bewertungsvorschrift zur Evaluierung der Dokumentationsqualität von Berechnungen. Anhand von Frage 2.1 wird Tabelle 48 folgend bemessen, ob eine Berechnung überhaupt dokumentiert ist und ob sie intuitiv für Anwendende auffindbar ist, sollte sie dokumentiert sein. Nach Tabelle 30 ist für diese Merkmal nur die maximale Ausprägung mit Stufe 3 zulässig. Dies bedeutet entsprechend Tabelle 48 im Anhang, dass die Berechnung in einem Datei-Management-System abgelegt und von Anwendenden intuitiv auffindbar sein muss.

Frage	Bewertungsvorschrift für Messmerkmale der Dokumentationsqualität von Berechnungen			
	Stufe 0	Stufe 1	Stufe 2	Stufe 3
2.1			← unzulässig	zulässig →
2.2		← unzulässig	zulässig →	
2.3			← unzulässig	zulässig →

*Tabelle 30: Beispiel einer Bewertungsvorschrift für die Dokumentationsqualität von Berechnungen*

Frage 2.2 fordert die Dokumentation des Berechnungsmodells. Für dieses Merkmal sind die Stufe 2 und Stufe 3 zulässig. Dies bedeutet nach Tabelle 49 im Anhang, dass eine Dokumentation des Berechnungsmodells gefordert wird. Allerdings ist es nicht notwendig, dass diese Dokumentation einem formalen Schulungsstandard genügt, zentral zugänglich abgelegt ist oder gar mit dem Datensatz verlinkt ist. Über Frage 2.3 wird sichergestellt, dass auch für Berechnungen dokumentiert wird, wann sie erstellt wurden und wie lange sie zeitlich gültig sind. Dem Qualitätsanspruch genügt eine Berechnung eines Fräsmaschinendatensatzes nach Tabelle 30 nur, wenn die Ausprägung der Stufe 3 bei der Prüfung festgestellt wurde. Beschrieben ist die Ausprägung in Tabelle 50 im Anhang.

Die Bewertungsvorschrift für die Dokumentationsqualität von recherchierten Einzeldaten ist in Tabelle 31 dargestellt. Anhand von Frage 3.1 wird geprüft, ob das Quelldokument für den recherchierten Wert vorlegbar und für Verwender intuitiv auffindbar ist. Aus Qualitätssicht zulässig ist bei diesem Merkmal nur die Ausprägung der Stufe 3. Nach Tabelle 51 im Anhang auf Seite 194 bedeutet dies, dass das Quelldokument direkt über einen Link im Datensatz abrufbar sein muss. Mit Frage 3.2 wird sichergestellt, dass auch für recherchierte Einzeldaten dokumentiert wird, wann sie erstellt wurden und wie lange sie zeitlich gültig

sind. Dem Qualitätsanspruch genügt ein recherchiertes Einzeldatum eines Fräsmaschinendatensatzes nach Tabelle 31 nur, wenn die Ausprägung der Stufe 3 bei der Prüfung festgestellt wurde. Beschrieben ist die Ausprägung in Tabelle 52 im Anhang auf Seite 195.

Frage	Bewertungsvorschrift für Messmerkmale der Dokumentationsqualität von recherchierten Einzeldaten			
	Stufe 0	Stufe 1	Stufe 2	Stufe 3
3.1			← unzulässig	zulässig →
3.2			← unzulässig	zulässig →

*Tabelle 31: Beispiel einer Bewertungsvorschrift für die Dokumentationsqualität von recherchierten Einzeldaten*

Die Bewertungsvorschrift für die Quellenqualität muss in ähnlicher Weise festgelegt werden, wie dies für die Elemente der Dokumentationsqualität in den vorangehenden Absätzen erfolgt ist. Für das Beispiel der Kategorie Fräsmaschinen wird in diesem Fall die Bewertungsvorschrift übernommen, die bereits in Kapitel 6.2.7 erarbeitet wurde und in Tabelle 15 auf Seite 105 abgebildet ist. Der Darstellung folgend erfüllen Dokumente, die zu den Quellenarten *validierte Kalkulation*, *verhandeltes Angebot / Kaufvertrag (starke Position)*, *Kalkulation*, *verhandeltes Angebot / Kaufvertrag (normale Position)*, *verhandeltes Angebot / Kaufvertrag (schwache Position)*, *Detailangebot* und *externe Dienstleister / Institute* gehören, die Anforderung an die Quellenqualität. Daraus resultiert, wie in Kapitel 6.2.7 beschrieben, ein Referenzwert für die Bewertung von Quellenqualität von 62 Prozent.

Nachdem die Bewertungsvorschrift für Fräsmaschinendatensätze bezüglich der Dokumentations- und Quellenqualität erstellt wurde, gilt es, die Vorschrift für Berechnungsqualität herzuleiten. Dazu muss ähnlich wie im Falle der Dokumentationsqualität für jedes Merkmal von Berechnungsqualität festgelegt werden, welche Ausprägung des Merkmals dem Qualitätsanspruch genügt. Dieser Anspruch wird von den Experten des Unternehmens definiert, in dem die Metrik zur Bemessung und Bewertung zum Einsatz kommt. Eine Auswahl an Merkmalen, anhand derer Berechnungsqualität bemessen werden kann, ist in Kapitel 6.3.3 aufgeführt. Die Merkmale sind gegliedert in die Kategorien *Übersichtlichkeit*, *Verständlichkeit*, *Fehlerfreiheit* und *inhaltliche Angemessenheit*. Die Merkmale der Kategorie *Übersichtlichkeit* sind innerhalb der Qualitätsdimension Berech-

nungsqualität mit den Nummern 1.1 bis 1.10 gekennzeichnet. Die Merkmale der Kategorie *Verständlichkeit* tragen innerhalb der Qualitätsdimension Berechnungsqualität die Nummern 2.1 bis 2.7. Das Merkmal der Kategorie *Fehlerfreiheit* hat die Kennnummer 3 und das Merkmal der Kategorie *inhaltliche Angemessenheit* hat die Kennnummer 4. Die Ausprägungen, die jedes der insgesamt 19 Merkmale annehmen kann, sind in Kapitel 6.3.5 beschrieben. Wie dargelegt, gibt es für jedes Merkmal wiederum mindestens zwei und maximal vier Ausprägungen, die den Stufen 0 bis 3 zugewiesen sind. Die Ausprägung mit der höchsten Wertigkeit hinsichtlich der Erfüllung der Qualitätsanforderung ist Stufe 3 zugeordnet. Das Merkmal mit der niedrigsten Wertigkeit ist Stufe 0 zugeordnet. Tabelle 32 zeigt für das Beispiel der Fräsmaschinendatensätze eine mögliche Bewertungsvorschrift für Berechnungsqualität. In diesem Fall ist gefordert, dass alle geprüften Merkmale einer Berechnung die Ausprägung der Stufe 3 aufweisen müssen, damit ein hinreichendes Qualitätsniveau erreicht wird.

Frage	Bewertungsvorschrift für Messmerkmale der Berechnungsqualität			
	Stufe 0	Stufe 1	Stufe 2	Stufe 3
1.1 bis 1.10			← unzulässig	zulässig →
2.1 bis 2.7			← unzulässig	zulässig →
3			← unzulässig	zulässig →
4			← unzulässig	zulässig →

Tabelle 32: Beispiel einer Bewertungsvorschrift für Berechnungsqualität

Die Bewertungsvorschrift für Fräsmaschinendatensätze bezüglich der Schulungsqualität muss ebenfalls definiert werden. Mögliche Qualitätsmerkmale von Schulungsdokumenten sind in Kapitel 6.4.3 aufgeführt und mit den Nummern 1 bis 11 innerhalb der Qualitätsdimension Schulungsqualität eindeutig gekennzeichnet. Die Ausprägungen jedes einzelnen Merkmals sind im Detail im Anhang beginnend mit Tabelle 57 auf Seite 205 bis Tabelle 67 auf Seite 211 beschrieben. Es gilt wieder, dass es für jedes Merkmal mindestens zwei und maximal vier differenzierte Ausprägungen gibt, die den Stufen 0 bis 3 zugewiesen sind. Die für die Fräsmaschinen verwendete Bewertungsvorschrift in Bezug auf Schulungsqualität zeigt Tabelle 33. Nach ihr ist ein hinreichendes Qualitätsniveau erreicht, wenn bei der Prüfung eines Fräsmaschinendatensatzes für alle Merkmale von Schulungsqualität die Ausprägung der Stufe 3 festgestellt wird.

Frage	Bewertungsvorschrift für Messmerkmale der Schulungsqualität			
	Stufe 0	Stufe 1	Stufe 2	Stufe 3
1 bis 11			← unzulässig	zulässig →

*Tabelle 33: Beispiel einer Bewertungsvorschrift für Schulungsqualität*

Abgesehen von der Aktualität wurde in den vorangehenden Abschnitten dieses Kapitels für Fräsmaschinendatensätze beispielhaft definiert, welche Ausprägungen die einzelnen Merkmale einer jeden Dimension von Wissensqualität erreichen müssen, damit ein hinreichendes Qualitätsniveau gewährleistet ist. Auf dieser Basis können für die einzelnen Qualitätsdimensionen jetzt die Referenzwerte berechnet werden. Diese sind gültig für die einzelnen Elemente einer Kostengliederungsstruktur. Die Ergebnisse der Berechnungen sind in Tabelle 34 dargestellt. Die Berechnungen wurden unter Verwendung der Merkmalsgewichtungen durchgeführt, die in Kapitel 6 für alle Qualitätsdimensionen beispielhaft ermittelt wurden. Für die Dimension Dokumentationsqualität ist das verwendete Beispiel für Merkmalsgewichtungen in Kapitel 6.1.6 und das Vorgehen zur Berechnung des Referenzwertes in Kapitel 6.1.7 dargestellt. Für die Subdimension Quellenqualität ist das verwendete Beispiel für Merkmalsgewichtungen in Kapitel 6.2.4 und das Vorgehen zur Berechnung des Referenzwertes in Kapitel 6.2.7 dargestellt. Für die Subdimension Berechnungsqualität ist das verwendete Beispiel für Merkmalsgewichtungen in Kapitel 6.3.4 und das Vorgehen zur Berechnung des Referenzwertes in Kapitel 6.3.7 dargestellt. Für die Dimension Schulungsqualität ist das verwendete Beispiel für Merkmalsgewichtungen in Kapitel 6.4.4 und das Vorgehen zur Berechnung des Referenzwertes in Kapitel 6.4.7 dargestellt.

Zuletzt gilt es, den Referenzwert für die Qualitätsdimension Aktualität zu definieren, um Elemente eines Fräsmaschinendatensatzes nachvollziehbar bewerten zu können. Aus Tabelle 34 kann der Referenzwert für Aktualität entnommen werden, der für dieses Beispiel gilt. Es handelt sich um denselben Wert, der in Kapitel 6.5.5 ermittelt wurde. Die Begründung für die Wahl eines Referenzwertes von 0,00 % kann dort nachgelesen werden.

Die in Tabelle 34 dargestellten Referenzwerte je Kostenelement sind die Basis zur Ermittlung der individuellen Referenzwerte für zu prüfende Eingangswerte von Hauptkostenmodellen für Kalkulationen. Damit diese individuellen Referenzwerte jedoch bestimmt werden können, muss zunächst die Kostengliederungsstruktur des zu bewertenden Eingangswertes transparent sein.

<b>Dimension von Wissensqualität</b>	<b>Referenzwert der Qualitätsdimension je Element einer Kostengliederungsstruktur</b>
Dokumentationsqualität eines Datensatzes	83,33 %
Dokumentationsqualität einer Berechnung	93,33 %
Dokumentationsqualität eines Einzeldatums	100,00 %
Quellenqualität	58,00 %
Berechnungsqualität	100,00 %
Schulungsqualität	100,00 %
Zeitaktualität	0,00 %

*Tabelle 34: Beispiel für resultierende Referenzwerte zur Bewertung der Dimensionen von Wissensqualität*

### 7.1.3 Analyse des Bewertungsobjekts

Nachdem in Kapitel 7.1.2 für das Beispiel des Fräsmaschinendatensatzes die Vorschrift zur Bewertung der Wissensqualität einzelner Kostenelemente einer Kostengliederungsstruktur erstellt wurde, gilt es, den zu bewertenden Datensatz hinsichtlich dieser Struktur zu analysieren. Damit wird Schritt 2 des Vorgehens zur Bewertung von Wissensqualität umgesetzt, das in Abbildung 36 dargestellt ist.

Im ersten Absatz von Kapitel 7.1.2 wurde dargelegt, dass das Beispiel der Prüfung von Wissensqualität anhand eines Datensatzes erfolgt, der eine Fräsmaschine abbildet. Der Datensatz umfasst den Anschaffungswert der abgebildeten Maschine, die kalkulatorische Abschreibungsdauer, den Instandhaltungszuschlag, den Betriebsstoffzuschlag, den Anschlusswert, die Leistungsausnutzung und die Aufstellfläche. Darüber hinaus beinhaltet der Datensatz Werte für Parameter, über die die technische Ausstattung der Fräsmaschine im Detail beschrieben ist.

Aus den Kapitel 6 geht hervor, dass die Grundlage zur Ermittlung aggregierter Qualitätskennzahlen für Dokumentationsqualität, für Wertqualität, für Schulungsqualität und für Zeitaktualität das Gewicht der Einzelwerte des Datensatzes ist. Die Einzelwerte sind Basis der Berechnung des Nutzwertes, der schließlich Eingangswert des Hauptkostenmodells ist. Ziel der Analyse ist damit, die Ge-

wichtung der Einzelwerte des Datensatzes in Bezug auf den Nutzwert zu berechnen. Dafür muss die Kostengliederungsstruktur des Nutzwertes entsprechend der Beschreibung in Kapitel 2.2 ermittelt werden. Zur Darstellung der Kostengliederungsstruktur kann die Modellierungsmethode *Information Manufacturing System* von BALLOU ET AL. (1998) eingesetzt werden, die in Kapitel 5.2 beschrieben wurde. Abbildung 37 zeigt die Kostengliederungsstruktur des Maschinenstundensatzes, abgebildet mit einer Variante der Methode von BALLOU ET AL. (1998).

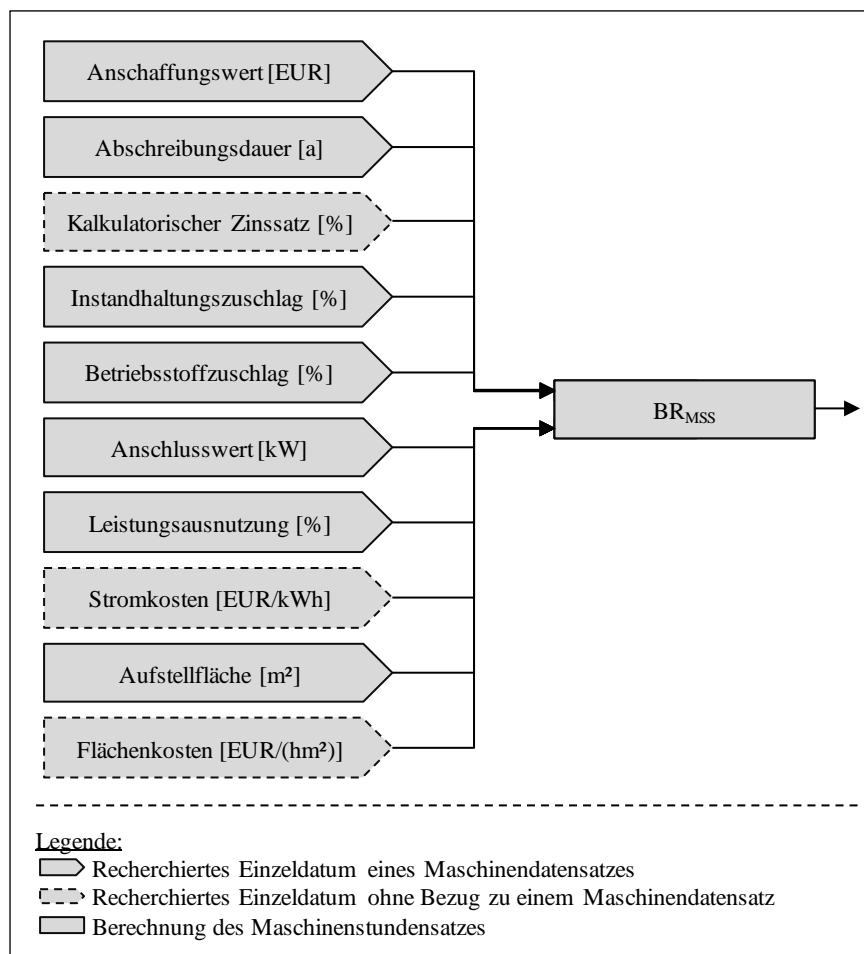


Abbildung 37: Kostengliederungsstruktur eines Maschinenstundensatzes

Nachdem in Abbildung 37 die Kostengliederungsstruktur eines Maschinenstundensatzes abstrakt dargestellt wurde, gilt es, den mathematischen Zusammenhang zwischen den Parametern zu ermitteln, um die Gewichtung bestimmen zu können. Dieser Zusammenhang wird durch Formel 12 beschrieben. Ein Maschinenstundensatz ist demnach die Summe aus der Abschreibung auf den Anschaffungswert pro Produktionsstunde, die Mietkosten für die Aufstellfläche pro Produktionsstunde, die Energiekosten für den Betrieb pro Produktionsstunde, den

Instandhaltungskosten pro Produktionsstunde, den Betriebsstoffkosten pro Produktionsstunde und den kalkulatorischen Kapitalkosten pro Produktionsstunde.

$$K_{MSS} := \frac{AW}{AD \cdot PS} + \frac{AF \cdot k_F \cdot 12}{PS} + AS \cdot LA \cdot k_S \\ + \frac{IZ \cdot AW}{PS} + \frac{BZ \cdot AW}{PS} + \frac{KZ \cdot AW}{2 \cdot PS}$$

mit

$AW \in \mathbb{R}^+ \hat{=}$  Anschaffungswert pro Stück

$AD \in \mathbb{R}^+ \hat{=}$  Abschreibungsdauer in Jahren

$PS \in \mathbb{R}^+ \hat{=}$  Anzahl der Produktionsstunden pro Jahr

$AF \in \mathbb{R}^+ \hat{=}$  Aufstellfläche in  $m^2$

Formel 12

$k_F \in \mathbb{R}^+ \hat{=}$  Flächenkosten pro  $m^2$  und pro Monat

$AS \in \mathbb{R}^+ \hat{=}$  Anschlusswert in Kilowatt

$LA \in [0; 1] \hat{=}$  Leistungsausnutzung

$k_S \in \mathbb{R}^+ \hat{=}$  Stromkosten pro Kilowattstunde

$IZ \in \mathbb{R}^+ \hat{=}$  Instandhaltungszuschlag

$BZ \in \mathbb{R}^+ \hat{=}$  Betriebsstoffzuschlag

$KZ \in \mathbb{R}^+ \hat{=}$  Kalkulatorischer Zinssatz

Auf Basis der generellen Formel für die Berechnung eines Maschinenstundensatzes können zuletzt die konkreten Gewichtungen der Einzelwerte des in diesem Beispiel betrachteten Fräsmaschinendatensatzes ermittelt werden. Wie die Berechnung erfolgt, ist in Kapitel 6.1.6 beschrieben. Demnach ist zuerst für jeden Wert  $w_i$  des Datensatzes eine Sensitivitätsanalyse durchzuführen. Dafür wird errechnet, welchen Wert der Maschinenstundensatz annimmt, wenn der Wert  $w_i$  um zehn Prozent erhöht wird. Somit ist  $f((1,0 + 0,1) w_i)$  zu ermitteln. Tabelle 35 zeigt die Ergebnisse der Sensitivitätsanalyse. In der Tabelle sind alle Werte des Fräsmaschinendatensatzes aufgeführt, die in die Maschinenstundensatzrechnung eingehen. Neben der Bezeichnung und des Index  $i$  in Spalte 1 und Spalte 2 zeigt Tabelle 35 die Werte  $w_i$  in Spalte 3, die dem als Beispiel verwendeten Fräsmaschinendatensatz entnommen werden. Zudem ist in Spalte 4 der Maschinenstundensatz  $f(w_i)$  ohne Aufschlag auf den Wert  $w_i$  abgebildet. In Spalte 5 ist der Maschinenstundensatz  $f((1,0 + 0,1) w_i)$  der Fräsmaschine inklusive des Aufschlags auf den Wert  $w_i$  abgebildet.



Index $i$	Betrachtetes Einzeldatum $w_i$ des Maschinendatensatzes	Wert von $w_i$	Maschinenstundensatz $f(w_i)$	Maschinenstundensatz $f((1,0 + 0,1) w_i)$
1	Anschaffungswert	600.000 EUR	28,33 EUR/h	30,92 EUR/h
2	Abschreibungsdauer	8,0 a	28,33 EUR/h	26,96 EUR/h
3	Instandhaltungszuschlag	4,0 %	28,33 EUR/h	28,81 EUR/h
4	Betriebsstoffzuschlag	3,0 %	28,33 EUR/h	28,69 EUR/h
5	Anschlusswert	45,0 kW	28,33 EUR/h	28,54 EUR/h
6	Leistungsausnutzung	0,4 %	28,33 EUR/h	28,54 EUR/h
7	Aufstellfläche	30 m <sup>2</sup>	28,33 EUR/h	28,37 EUR/h

*Tabelle 35: Beispiel für Maschinendatensatz samt berechneter Maschinenstundensätze*

Auf Basis der Maschinenstundensätze  $f(w_i)$  und  $f((1,0 + 0,1) w_i)$  kann anschließend die relative Abweichung  $\Delta_i$  nach Formel 9 berechnet werden. Die relativen Abweichungen aller Werte  $w_i$  sind im Anschluss noch auf das Intervall  $[0;1]$  unter Verwendung der Formel 10 zu normieren. Das Resultat der Normierung sind die zu bestimmenden Gewichtungen  $g_i$ . Für die Elemente des Fräsmaschinendatensatzes sind die Gewichtungen in Tabelle 36 abgebildet.

Index $i$	Betrachtetes Einzeldatum $w_i$ des Maschinendatensatzes	$\Delta_i$	$g_i$
1	Anschaffungswert	9,1 %	49,24 %
2	Abschreibungsdauer	4,8 %	26,03 %
3	Instandhaltungszuschlag	1,7 %	9,16 %
4	Betriebsstoffzuschlag	1,3 %	6,87 %
5	Anschlusswert	0,7 %	3,98 %
6	Leistungsausnutzung	0,7 %	3,98 %
7	Aufstellfläche	0,1 %	0,74 %

*Tabelle 36: Beispiel für Maschinendatensatz samt berechneter Gewichtungen der Datensatzelemente*

Mit der Ermittlung der Gewichtungen für die Elemente des Fräsmaschinendatensatzes, die in die Maschinenstundensatzrechnung eingehen, ist die Bestimmung der aggregierten Qualitätsmesswerte und der individuellen Referenzwerte zur Bewertung vorbereitet. Damit ist Schritt 2 des Vorgehens aus Abbildung 36 abgeschlossen.

### 7.1.4 Bemessung der Wissensqualität des Bewertungsobjekts

Schritt 3 des Vorgehens zur Bewertung von Wissensqualität ist die objektive Bemessung des Qualitätsniveaus. Dafür muss für jedes Element der in Schritt 2 ermittelten Kostengliederungsstruktur die Dokumentationsqualität und die Zeitaktualität bemessen werden. Abhängig davon, ob es sich bei einem Element um einen berechneten Wert oder ein recherchiertes Einzeldatum handelt, muss zudem das Qualitätsniveau für die Berechnungs- und Schulungsqualität oder die Quellenqualität ermittelt werden. Die Bemessung der Qualitätsdimensionen erfolgt in der Praxis im Rahmen eines Audits. Die Qualitätsprüfung findet damit in einem Gespräch zwischen einem Qualitätsprüfer und dem Verantwortlichen für die Datenerhebung statt. Gegenstand des Gesprächs ist der Datensatz, der den zu prüfenden Eingangswert abbildet. Zusammen prüfen Qualitätsprüfer und Erhebungsverantwortlicher alle Merkmale der Dimensionen für Wissensqualität für alle Elemente der Kostengliederungsstruktur gemeinsam und ermitteln, welche der Ausprägung der für jedes Merkmal definierten Wertebereiche für das betrachtete Element zutrifft. Die erreichten Ausprägungen für jedes Merkmal werden vom Prüfer dokumentiert. Auf diese Weise wurde der Fräsmaschinendatensatz geprüft, der in diesem Kapitel als Beispiel dient. Grundlage des Gesprächs waren die Merkmale samt ihrer Wertebereiche, wie sie für die Qualitätsdimensionen in Kapitel 6 erarbeitet wurden.

Die Ergebnisse der Bemessung der Dokumentationsqualität recherchierter Einzeldaten des Fräsmaschinendatensatzes sind in Tabelle 37 abgebildet. Es ist für jedes Element des Datensatzes, das in die Maschinenstundensatzrechnung eingeht, dargestellt, welche Ausprägung für die zwei zu betrachtenden Qualitätsmerkmale erreicht werden. Dabei weisen alle Elemente bei beiden Qualitätsmerkmalen die wertigste Ausprägung auf Stufe 3 auf.

Index <i>i</i>	Betrachtetes Einzeldatum $w_i$ des Maschinendatensatzes	Bemessung der Qualitätsmerkmale für Dokumentationsqualität der recherchierten Einzeldaten des Maschinendatensatzes	
		Frage 3.1	Frage 3.2
1	Anschaffungswert	Stufe 3	Stufe 3
2	Abschreibungsdauer	Stufe 3	Stufe 3
3	Instandhaltungszuschlag	Stufe 3	Stufe 3
4	Betriebsstoffzuschlag	Stufe 3	Stufe 3
5	Anschlusswert	Stufe 3	Stufe 3
6	Leistungsausnutzung	Stufe 3	Stufe 3
7	Aufstellfläche	Stufe 3	Stufe 3

*Tabelle 37: Beispiel für die Bemessung der Dokumentationsqualität von recherchierten Einzeldaten eines Maschinendatensatzes*

Neben der Bewertung der Dokumentationsqualität der recherchierten Einzeldaten ist nach Kapitel 6.1.3 auch die Bewertung von Berechnungen hinsichtlich der Dokumentationsqualität durchzuführen. Dabei ist zwischen der Berechnung zu unterscheiden, mit der der Nutzwert des Datensatzes ermittelt wird und untergeordneten Berechnungen, die Ergebnisse für die Berechnung des Nutzwertes erzeugen. Die Dokumentationsqualität des Berechnungsmodells zur Ermittlung des Nutzwertes wird bei der Betrachtung des gesamten Datensatzes geprüft. Für untergeordnete Berechnungen erfolgt eine separate Prüfung. Bei der Betrachtung der Kostengliederungsstruktur eines Maschinenstundesatzes, dargestellt in Abbildung 37, fällt auf, dass es keine untergeordneten Berechnungen gibt. Deshalb entfällt die Bemessung der Dokumentationsqualität von Berechnungen für das Beispiel des Fräsmaschinendatensatzes. Die Dokumentationsqualität des Datensatzes ist hingegen für die Fräsmaschine zu bemessen. Das Ergebnis ist in Tabelle 38 abgebildet. Im Gespräch zwischen Qualitätsprüfer und Datenerhebungsverantwortlichen wurde festgestellt, dass es keinen konkreten Auftrag zur Erhebung des Fräsmaschinendatensatzes gab. Deshalb wurde für das mit Frage 1.1 abgebildete Qualitätsmerkmal die Stufe 0 erreicht. Bei der Prüfung der Vollständigkeit des Fräsmaschinendatensatzes wurde durch den Prüfer und Verantwortlichen festgestellt, dass allen erforderlichen Parametern Werte zugeordnet sind, abgesehen von den technischen Leistungsparametern der Fräsmaschine. Tabelle 45 im

Anhang folgend erreicht der Datensatz für die mit Frage 1.2 definierte Qualitätsanforderung die Ausprägung der Stufe 2. Darüber hinaus konnte der Qualitätsprüfer feststellen, dass das Modell zu Berechnung eines Maschinenstundesatzes dokumentiert und zentral abgelegt ist. Für Anwendende ist es innerhalb des Unternehmens über das Intranet veröffentlicht und auffindbar. Allerdings ist die Dokumentation des Berechnungsmodells nicht direkt mit dem Fräsmaschinendatensatz verlinkt. Für das mit Frage 1.3 abgebildete Qualitätsmerkmal wird daher die Ausprägung der Stufe 2 erreicht, wie es Tabelle 46 im Anhang entnommen werden kann. Zuletzt gilt es zu prüfen, ob für den Datensatz der Fräsmaschine ein Erhebungsdatum und eine von Experten bestätigte Gültigkeitsdauer dokumentiert sind. Laut Qualitätsprüfer ist dies der Fall. Deshalb wurde die Ausprägung der Stufe 3 für das mit Frage 1.4 abgebildete Merkmal erreicht, wie es Tabelle 38 zeigt.

Betrachteter Datensatz	Bemessung der Qualitätsmerkmale für Dokumentationsqualität auf Datensatzebene			
	Frage 1.1	Frage 1.2	Frage 1.3	Frage 1.4
Fräsmaschine	Stufe 0	Stufe 2	Stufe 2	Stufe 3

*Tabelle 38: Beispiel für die Bemessung der Dokumentationsqualität eines Maschinendatensatzes*

Nach der Bemessung der Dokumentationsqualität des Fräsmaschinendatensatzes gilt es, die Wertqualität des selbigen zu ermitteln. Dafür muss für jeden recherchierten Einzelwert die Quellenqualität und für die Berechnung des Maschinenstundesatzes die Berechnungsqualität bestimmt werden. Zur Ermittlung der Quellenqualität lässt sich der Prüfer vom Erhebungsverantwortlichen für jeden Wert des Fräsmaschinendatensatzes, der in die Maschinenstundesatzrechnung eingeht, das Quellendokument vorlegen. Der Prüfer stellt sicher, dass die Quellendokumente tatsächlich die Werte für die abzubildende Fräsmaschine liefern. Im Anschluss ordnet der Prüfer jedem Quellendokument eine Quellenart zu. Für die Bemessung der Quellenqualität des Fräsmaschinendatensatzes werden die Quellenarten verwendet, die beispielhaft in Kapitel 6.2.2 erarbeitet sowie in Tabelle 54, Tabelle 55 und Tabelle 56 im Detail beschrieben wurden. Tabelle 39 zeigt das Ergebnis der Zuordnung der Quellenarten zu den recherchierten Einzeldaten. Für jede Quellenart wurde in Kapitel 6.2.6 ein Qualitätsniveau quantifiziert. Diese sind ebenfalls je Quellenart in Tabelle 39 ausgewiesen.

Index <i>i</i>	Betrachtetes Einzeldatum $w_i$ des Maschinendatensatzes	Bemessung der Quellenqualität der Einzeldaten des Maschinendatensatzes	
		Quellenart	Messwert
1	Anschaffungswert	Verhandeltes Angebot / Kaufvertrag (starke Position)	85,00 %
2	Abschreibungsdauer	Externe Dienstleister / Institute	58,00 %
3	Instandhaltungszuschlag	Externe Dienstleister / Institute	58,00 %
4	Betriebsstoffzuschlag	Externe Dienstleister / Institute	58,00 %
5	Anschlusswert	Detailangebot	62,00 %
6	Leistungsausnutzung	Detailangebot	62,00 %
7	Aufstellfläche	Expertenschätzung (extern)	28,00 %

*Tabelle 39: Beispiel für die Bemessung der Quellenqualität von recherchierten Einzeldaten eines Maschinendatensatzes*

Die einzige Berechnung in der Kostengliederungsstruktur einer Maschinenstundensatzrechnung und damit bei der Erstellung des Nutzwertes der Fräsmaschine ist nach Abbildung 37 die Ermittlung des Maschinenstundensatzes selber. Diese muss hinsichtlich der Berechnungsqualität bewertet werden. Dies erfolgt, indem Qualitätsprüfer und Erhebungsverantwortlicher die dokumentierte Berechnung oder die implementierte Berechnungsmethode zusammen prüfen. Dabei prüfen sie, ob die in Kapitel 6.3.3 dargelegten Qualitätsmerkmale erfüllt sind. Die Maschinenstundensatzrechnung ist keine Methode, die ausschließlich für die Abbildung der Fräsmaschine entwickelt wurde. Sie kommt bei der Bestimmung des Nutzwertes einer jeden abgebildeten Maschine zum Einsatz. Deshalb wurde sie bereits mehrfach geprüft. Aus diesem Grund konnte bei der Prüfung der Fräsmaschine für jedes Qualitätsmerkmal von Berechnungsqualität aus Kapitel 6.3.3 die wertigste Ausprägung mit Stufe 3 festgestellt werden. Gleiches gilt für die Schulungsqualität. Da die Maschinenstundensatzrechnung bei der Abbildung jeder Maschine verwendet wird, ist auch die Schulungsunterlage zur Vermittlung des Berechnungsmodells bereits mehrfach geprüft und verbessert worden. Bei der Bemessung der Schulungsqualität anhand der in Kapitel 6.4.3 vorgestellten Merkmale wurde für jedes die wertigste Ausprägung mit Stufe 3 festgestellt.

Zuletzt gilt es noch, die Aktualität der Elemente des Fräsmaschinendatensatzes zu bemessen. Durch die Prüfung der Dokumentationsqualität wurde bereits si-

chergestellt, dass für die recherchierten Einzeldaten Veröffentlichungsdatum und Gültigkeitsdauer vorhanden sind. Mit Hilfe dieser Informationen, dem Datum der Prüfung, der Funktion zur Quantifizierung der Aktualität aus Kapitel 6.5.3 und der Festlegung, dass der Formfaktor der Funktion den Wert eins annimmt, kann für jedes recherchierte Einzeldatum das Aktualitätsniveau ermittelt werden. Die Ergebnisse zeigt Tabelle 40.

Index <i>i</i>	Betrachtetes Einzeldatum $w_i$ des Maschinendatensatzes	Bemessung der Aktualität der Einzeldaten des Maschinendatensatzes			
		Veröffentlichungsdatum	Gültigkeitsdatum	Datum der Qualitätsmessung	Messwert
1	Anschaffungswert	01.01.13	01.01.15	01.01.14	50,00 %
2	Abschreibungsdauer	01.01.12	01.01.15	01.01.14	33,30 %
3	Instandhaltungszuschlag	01.01.11	01.01.15	01.01.14	24,98 %
4	Betriebsstoffzuschlag	01.01.11	01.01.15	01.01.14	24,98 %
5	Anschlusswert	01.01.11	01.01.15	01.01.14	24,98 %
6	Leistungsausnutzung	01.01.11	01.01.15	01.01.14	24,98 %
7	Aufstellfläche	01.01.11	01.01.15	01.01.14	24,98 %

*Tabelle 40: Beispiel für die Bemessung der Aktualität von recherchierten Einzeldaten eines Maschinendatensatzes*

Neben der Aktualität der recherchierten Einzeldaten ist nach Kapitel 6.5.2 auch die Aktualität der Berechnungen oder der implementierten Berechnungsmethoden zu quantifizieren, die zur Bestimmung des Nutzwertes und anderen Zwischenergebnissen Anwendung finden. Im Fall des Fräsmaschinendatensatzes gibt es mit der Maschinenstundensatzrechnung nur eine Berechnungsmethode, die hinsichtlich der Aktualität bemessen werden muss. Bei der Prüfung der Dokumentationsqualität von Berechnungen wurde bereits sichergestellt, dass für die Maschinenstundensatzrechnung das Erstellungsdatum und die Gültigkeitsdauer der Methode vorliegen. Mit Hilfe derselben Formel und Annahmen wie bei der Quantifizierung der Aktualität der recherchierten Einzeldaten kann die Aktualität der Berechnung ermittelt werden. Das Ergebnis für das Beispiel der Fräsmaschine ist in Tabelle 41 abgebildet.

Betrachtete Berechnung	Bemessung der Aktualität der Berechnungen			
	Veröffentlichungsdatum	Gültigkeitsdatum	Datum der Qualitätsmessung	Messwert
Maschinenstundensatzrechnung für Fräsmaschine	01.06.12	01.06.16	01.01.14	60,37 %

*Tabelle 41: Beispiel für die Bemessung der Aktualität der Berechnung eines Maschinendatensatzes*

Nachdem für alle Elemente des Fräsmaschinendatensatzes, die in die Maschinenstundensatzrechnung eingehen, die Ausprägung der Merkmale von Wissensqualität bestimmt wurde, sind schließlich die aggregierten Qualitätskennzahlen für die Dimensionen *Dokumentationsqualität*, *Wertqualität*, *Schulungsqualität* und *Aktualität* zu ermitteln. Die Methode zur Ermittlung der aggregierten Kennzahl für *Dokumentationsqualität* wird in Kapitel 6.1.6 beschrieben. Die Methode zur Ermittlung der aggregierten Kennzahl für *Wertqualität* wird in Kapitel 6.3.6 dargestellt. Die Methode zur Ermittlung der aggregierten Kennzahl für *Schulungsqualität* ist in Kapitel 6.4.6 zu finden. Die Methode zur Ermittlung der aggregierten Kennzahl für *Aktualität* erläutert Kapitel 6.5.4.

Dimension der Wissensqualität	Bemessungsergebnis für die Fräsmaschine
Dokumentationsqualität	84,85 %
Wertqualität	85,70 %
Schulungsqualität	100,00 %
Aktualität	24,98 %

*Tabelle 42: Beispiel für Ergebnisse zur Bemessung von Wissensqualität anhand der einzelnen Qualitätsdimensionen*

Grundlage aller Methoden ist die Gewichtung der Elemente des Datensatzes, der hinsichtlich seiner Wissensqualität geprüft werden soll. Für das Beispiel der Fräsmaschine wurden die Gewichte in Kapitel 7.1.3 ermittelt und in Tabelle 36 abgebildet. Die resultierenden aggregierten Kennzahlen der Qualitätsdimensio-

nen zeigt Tabelle 42. Mit der Ermittlung dieser Werte ist die Bemessung der Wissensqualität für das Beispiel des Fräsmaschinendatensatzes abgeschlossen.

### 7.1.5 Bewertung der Wissensqualität des Bewertungsobjekts

Der vierte und letzte Schritt des Vorgehens zur Bewertung der Wissensqualität von Eingangswerten für Kostenkalkulationen ist nach Abbildung 36 die Interpretation der in Schritt 3 ermittelten Qualitätsniveaus für die Qualitätsdimensionen. Dies bedeutet, dass durch einen Abgleich der Messergebnisse mit Referenzwerten entschieden wird, ob die *Dokumentationsqualität*, die *Wertqualität*, die *Schulungsqualität* und die *Aktualität* hinreichend oder unzureichend sind. In Kapitel 6.1.7, Kapitel 6.3.7, Kapitel 6.4.7 und Kapitel 6.5.5 wird beschrieben, wie die Referenzwerte ermittelt werden. Zentral Erkenntnis aus diesen Kapiteln ist, dass jeder Eingangswert aufgrund einer individuellen Kostengliederungsstruktur und individueller Gewichtung der Elemente der Kostengliederungsstruktur auch individuelle Referenzwerte aufweist. Diese müssen im ersten Schritt der Bewertung bestimmt werden.

Dimension der Wissensqualität	Bemessungsergebnis für die Fräsmaschine	Referenzwert zur Bewertung der Fräsmaschine	Ergebnis der Bewertung der Wissensqualität
Dokumentationsqualität	84,85 %	< 91,67 %	Qualität unzureichend
Wertqualität	85,70 %	> 81,00 %	Qualität hinreichend
Schulungsqualität	100,00 %	≥ 100,00 %	Qualität hinreichend
Zeitaktualität	24,98 %	> 0,00 %	Qualität hinreichend

Tabelle 43: Beispiel für die Bewertung von Wissensqualität anhand der einzelnen Qualitätsdimensionen

In Kapitel 7.1.2 wurden zur Vorbereitung darauf bereits Referenzwerte für jede Dimension von Wissensqualität erarbeitet, die für die einzelnen Elemente der Kostengliederungsstruktur eines Datensatzes der Klasse Fräsmaschine gültig sind. Unter Verwendung der Referenzwerte je Kostenelement aus Tabelle 34, der Kostengliederungsstruktur aus Abbildung 37 und der Gewichte der Kostenele-



mente für den betrachteten Fräsmaschinendatensatz aus Tabelle 36 lassen sich die individuellen Referenzwerte bestimmen. Diese sind nur gültig für den betrachteten Fräsmaschinendatensatz und sind in der dritten Spalte von Tabelle 43 dargestellt. In Tabelle 43 sind darüber hinaus auch die Messergebnisse aus Tabelle 42 aufgeführt. Ein Vergleich der Messergebnisse mit den Referenzwerten offenbart, ob das gemessene Qualitätsniveau der einzelnen Dimensionen von Wissensqualität hinreichend ist. Bei der Wertqualität, der Schulungsqualität und der Aktualität ist das der Fall, da der Wert der Messergebnisse den Referenzwert überschreitet. Bei der Dokumentationsqualität hingegen liegt der Messwert unter dem Referenzwert. Dies bedeutet, dass die Dokumentationsqualität nicht den Anforderungen genügt und damit das Qualitätsniveau unzureichend ist. Mit der Interpretation der Messwerte liegt das Bewertungsergebnis für den Fräsmaschinendatensatz vor. Die Bewertung ist damit abgeschlossen.

## **7.2 Bewertung der entwickelten Methode**

### **7.2.1 Bewertung der Anforderungen**

Das Anwendungsbeispiel zeigt, dass die entwickelte Methode zur Bewertung der Wissensqualität von Kostenelementen für Kalkulationen in der Automobilindustrie die Anforderung der Anwendenden, dargelegt in Kapitel 4.1, erfüllt. Die Qualitätsmerkmale können sicherstellen, dass die abgebildeten Informationen aktuell und begründet sind. Dadurch handelt es sich bei ihnen nach SCHREYÖGG & GEIGER (2002) um tatsächliches Wissen. Zudem definiert die Bewertungsmethode, dass für ein Kostenelement hochwertige Quellen und hochwertige Berechnungen samt Schulungsunterlagen verfügbar sind. Damit wird die Anforderung der Anwendenden nach einer nachvollziehbaren Generierung des Kostenelements erfüllt. Zuletzt liefert die Methode die Möglichkeit, einfach vergleichbare Qualitätskennzahlen zu erzeugen.

Die Methode zur Bewertung der Wissensqualität von Kostenelementen für Kalkulationen in der Automobilindustrie erfüllt auch die Anforderungen an Metriken aus Kapitel 4.2. Messwerte für die Dimensionen von Wissensqualität und eventuell festgestellte Abweichungen dürfen jedoch nicht Selbstzweck sein. Bei einer Abweichung des bestimmten vom erforderlichen Qualitätsniveau auf der Ebene der aggregierten Kennzahlen muss es möglich sein, die konkrete Ursache für die Abweichung zu identifizieren und somit das Verbesserungspotential auszuwei-

sen. Diese Anforderung wurde zu Beginn der Entwicklung der Methode zur Bewertung der Wissensqualität von Eingangswerten für Kostenanalysen gestellt. Sie wurde bereits in Kapitel 4.1 unter der Bezeichnung *fachliche Interpretierbarkeit* aufgeführt und geht auf HEINRICH & KLIER (2011a) zurück. Die in Kapitel 6 entwickelte und in Kapitel 7.1 erprobte Methode erfüllt diese Anforderung. Da für alle Merkmale der Dimensionen von Wissensqualität die Mindestausprägung bestimmt und dokumentiert wird, kann mit wenig Aufwand das Kostenelement ermittelt werden, bei dem Merkmale nicht diese Mindestausprägung erreicht haben. Durch die Abstufung der maximal vier Ausprägungen je Merkmal zueinander ist ersichtlich, welches Defizit bei der Prüfung des Kostenelements festgestellt wurde und welche Verbesserung sich daraus ableiten lässt. Für den in diesem Kapitel geprüften Fräsmaschinendatensatz weisen die aggregierten Qualitätskennzahlen zum Beispiel darauf hin, dass die Dokumentationsqualität unzureichend ist. Beim Abgleich der Messergebnisse für die Merkmale von Dokumentationsqualität mit den zuvor erstellten Bewertungsvorschriften je Merkmal ist schnell ersichtlich, dass bei der Bemessung der Dokumentationsqualität des Datensatzes das mit Frage 1.2 abgebildete Qualitätsmerkmal nicht die verlangte Ausprägung aufweist. Als erforderlich wurde in Kapitel 7.1.2 die Stufe 3 erachtet. Erreicht wurde bei der Bemessung in Kapitel 7.1.4 lediglich Stufe 2. Beim Vergleich der Stufen dieses Merkmals in Tabelle 45 wird ersichtlich, dass im Fräsmaschinendatensatz fehlende Werte für technische Leistungsparameter der Anlage zur niedrigeren Einstufung geführt haben. Das Verbesserungspotential liegt damit in der Recherche und Ergänzung dieser Werte.

Die entwickelte Methode zur Bewertung der Wissensqualität von Eingangswerten für Kostenanalysen erfüllte jedoch nicht nur die Anforderung der *fachlichen Interpretierbarkeit*. Auch die in Kapitel 4.1 genannten, für Metriken wesentlichen Anforderungen *Normierung*, *Kardinalität*, *Sensibilisierbarkeit* und *Aggregierbarkeit* sind erfüllt. Die *Normierung* ist gegeben, weil die Ausprägungen aller Merkmale für jede Dimension der Wissensqualität auf das Intervall  $[0;1]$  überführt werden. Das geht deutlich aus den Vorgehen zur Erstellung von Metriken für die einzelnen Qualitätsdimensionen in Kapitel 6 hervor.

Da innerhalb eines Unternehmens für eine Klasse von Kostensätzen wie Maschinen,- Material- oder Lohnkosten dieselben Qualitätsmerkmale samt identischen Gewichtungen und Ausprägungen mit gleicher Einstufung gelten, ist zuletzt auch die *Kardinalität* aufgrund der einheitlichen Messskala gegeben. Zwischen zwei Eingangswerten, die zur selben Klasse von Kostensätzen gehören, kann eine Differenz der aggregierten Qualitätskennzahlen quantifiziert werden.

Darüber hinaus wird auch der Forderung nach *Sensibilisierbarkeit* Rechnung getragen. Die Metriken zur Bewertung der Dimensionen für Wissensqualität können über die Gewichtungen der Merkmale und über die Gestaltung der Verfahren zur Aggregation der Merkmalausprägungen zur Qualitätskennzahl auf eine Weise abgestimmt werden, dass besonders kritische Defizite bei einzelnen Merkmalen einen hohen oder und unkritische einen geringen Einfluss auf das aggregierte Qualitätsniveau haben. Bei der Entwicklung der Bewertungsmethode in Kapitel 6 wurde zum Beispiel mangelnde Aktualität für ein kritisches Defizit gehalten. Konsequenter Weise wurde in Kapitel 6.5.4 die Aggregationsvorschrift für einzelne Aktualitätsmesswerte anders gestaltet, als für die Messwerte der anderen Dimensionen der Wissensqualität. Während es sich bei den aggregierten Kennzahlen der anderen Dimensionen um gewichtete Mittelwerte handelt, entspricht das aggregierte Qualitätsniveau der Dimension Aktualität dem Minimum aller einzelnen Messwerte. Damit wird vermieden, dass die abgelaufene Aktualität eines Kostenelements durch eine hohe Aktualität eines zweiten Kostenelements kompensiert werden kann.

Zuletzt ist offensichtlich, dass Metriken, die nach den Vorgehen in Kapitel 6 erstellt werden, auch der Forderung nach *Aggregierbarkeit* genügen. Zur Gewährleistung der Aggregierbarkeit werden alle Merkmalsausprägungen durchgängig auf das Intervall  $[0;1]$  normiert. Die Definition der Aggregationsvorschrift zur Erzeugung übergeordneter Qualitätskennzahlen ist Teil eines jeden Vorgehens zur Erarbeitung der Metriken für die Dimensionen von Wissensqualität in Kapitel 6.

Neben den Anforderungen an Metriken im Speziellen sind in Kapitel 4.3 Anforderungen zur Sicherstellung der praktischen Anwendbarkeit einer Methode im Allgemeinen aufgeführt. Die Methode zur Bewertung von Wissensqualität muss auch diesen Anforderungen genügen. Die erste in Kapitel 4.3 genannte Anforderung betrifft die *Praxistauglichkeit*. Sie fordert, dass die entwickelte Methode in der industriellen Praxis verständlich und durchführbar ist. Trotz der hohen Anzahl an Dimensionen, Qualitätsmerkmalen und Merkmalsausprägungen erfüllt die Methode zur Bewertung der Wissensqualität für Eingangswerte von Kostenanalysen diese Anforderung. Sind die Metriken zur Bemessung der Qualitätsdimensionen einmal erarbeitet, lassen sie sich mit überschaubarem Aufwand unter Verwendung eines Programms zur Tabellenkalkulation implementieren. Im implementierten Programm sind die Qualitätsmerkmale samt Wertebereichen und Gewichtungen hinterlegt. Auch die Logiken zur Berechnung aggregierter Quali-

tätskennzahlen können abgebildet werden. Auf diese Weise entsteht ein Werkzeug, dass die Qualitätsbewertung in der Praxis aufwandsarm ermöglicht.

Die zweite in Kapitel 4.3 genannte Anforderung an die praktische Anwendbarkeit betrifft die *Übertragbarkeit*. Mit der entwickelten Methode zur Bewertung von Wissensqualität soll es möglich sein, verschiedene Arten an Eingangswerten zu prüfen. Dies ist gegeben. Die Merkmale zur Bewertung von *Dokumentationsqualität*, *Wertqualität*, *Schulungsqualität* und *Aktualität* sind für jede Art von Eingangsdatum zutreffend.

Zuletzt soll die Methode zur Bewertung von Wissensqualität nach Kapitel 4.3 die Anforderung der *Skalierbarkeit* erfüllt. Da die Anwendbarkeit der Methode unabhängig von der Anzahl der Werte ist, die ein zu prüfender Datensatz umfasst, ist auch diese Anforderung erfüllt. Solange die Kostengliederungsstruktur für den Nutzwert abgebildet werden kann, ist sie einsetzbar.

### 7.2.2 Bewertung der Wirtschaftlichkeit

Die im Rahmen dieser Arbeit entwickelte Methode dient dazu, die Wissensqualität von Kostenelementen für Kalkulationen zu bewerten und sicherstellen zu können. Qualitativ hochwertige Kostenelemente sollen dazu beitragen, Kostentpotentiale bei der Beschaffung von Zukaufteilen zu identifizieren und in der Verhandlung mit Lieferanten zu realisieren. Der Aufwand zur Umsetzung der Methode gliedert sich dabei in einen einmaligen Initialaufwand und einen fortlaufenden Aufwand zur Durchführung.

Der Initialaufwand resultiert daraus, dass die Bewertungsmetrik vor ihrem Einsatz unternehmensspezifische erarbeitet werden muss. Wie in Kapitel 6 beschrieben, sind für jede Qualitätsdimension die Merkmale, deren Gewichtungen und die Bewertungsvorschrift zu definieren. Für den Initialaufwand wird ein Mannjahr veranschlagt. Zur Implementierung ist ein Mitarbeitender mit Hochschulbildung erforderlich. Vor diesem Hintergrund kann davon ausgegangen werden, dass die Implementierungskosten 120.000 EUR betragen.

Der fortlaufende Aufwand entsteht durch die operative Prüfung der Qualität von Kostenelementen mit Hilfe der Methode durch Mitarbeitende. Darüber hinaus müssen diese Mitarbeitenden Verbesserungsmaßnahmen definieren und deren Umsetzung sicherstellen, wenn Qualitätsmängel festgestellt werden. Die Höhe des fortlaufenden Aufwands hängt von der Anzahl der Kostensätze für Lohn,

Material oder Produktionsmittel ab, die zur Verfügung stehen müssen, um effizient Kalkulationen erstellen zu können. Die Anzahl hängt wiederum von der Komplexität des Produkts ab, für dessen Zukaufteile Kalkulationen erstellt werden. Sollen die Zukaufteile eines Fahrzeugs umfassend kalkuliert werden, dann erfordert der Umfang an benötigten Kostensätzen einen fortlaufenden Prüfaufwand von einem Mannjahr und damit 120.000 EUR. Darüber hinaus gehören zum fortlaufenden Aufwand auch die Kosten für die Recherche der Kostensätze. Die Höhe der Recherchekosten hängen von den definierten Qualitätsanforderungen und der Art der Kostenelemente ab.

Dem Aufwand zur Erzeugung qualitativ hochwertiger Kostenelemente steht deren Nutzen entgegen. Monetär wird dieser am Verhandlungserfolg gegenüber Lieferanten bemessen. Dass der Nutzen höher als der Aufwand ist, wird im Folgenden anhand des Beispiels qualitativ hochwertiger Lohnkostensätze gezeigt. Die Qualitätsprüfung der durchschnittlichen Lohnkosten eines Facharbeiters in Deutschland im Rahmen dieser Arbeit hat ergeben, dass ohne gründliche Recherche oft Kostensätze aus Tarifabschlüssen in Kalkulationen verwendet wurden. Eine gründliche Recherche mit hochwertigen Quellen zeigt jedoch, dass Tarife vor allem in kleinen und mittelständischen Unternehmen nicht flächendeckend angewendet werden. Die Prüfung hat dazu geführt, dass ein Kostenpotential von 28 Prozent bei den Lohnkosten identifiziert wurde. Unter den Annahmen, dass der Lohnkostenanteil bei Automobilzulieferern bei 5 Prozent liegt und Materialkosten eines Fahrzeugs im Schnitt 10.000 Euro betragen, ergibt sich eine Einsparmöglichkeit von 140 Euro pro produziertem Fahrzeug. Wird zudem berücksichtigt, dass Automobilhersteller auf einer Produktionslinie in zwei Schichten im Durchschnitt 120.000 Fahrzeuge eines Modells pro Jahr bauen, dann ergibt sich durch die Prüfung der Wissensqualität von Lohnkostensätzen allein für dieses Modell ein Kostenpotential von 16,8 Millionen Euro pro Jahr. Wird darüber hinaus einbezogen, dass ein Modell durchschnittliche 7 Jahr produziert wird, dann ergibt sich über die Laufzeit ohne Berücksichtigung von Zinseffekten ein Kostenpotential in Höhe von 117,6 Mio. Euro.

Zur Identifizierung dieses Potential fällt neben dem Initialaufwand zur Implementierung der Metrik und dem fortlaufenden Aufwand zur Durchführung der Qualitätsprüfungen noch der Rechercheaufwand für den Lohnkostensatz. Bei auf Kostenanalyse spezialisierte Dienstleister können Datensätze für einzelne Länder, die Lohnkosten für mehrere Qualifizierungsstufen im produzierenden Gewerbe umfassen, in geforderter Qualität für 15.000 Euro gekauft werden. Diese Kosten fallen jährlich an, da jedes Jahr eine Aktualisierung notwendig ist.

Auf Basis der Aufwände, des Einsparpotentials pro Jahr und eines Kalkulationszinssatzes von 2 Prozent lässt sich der Kapitalwert für die Nutzung der Methode zur Bewertung von Wissensqualität berechnen. Er liegt bei 107,7 Millionen Euro und ist deutlich positiv. Aus betriebswirtschaftlicher Sicht scheint es daher sinnvoll zu sein, die Wissensqualität von Kostenelementen, die für Kalkulationen verwendet werden, mit Hilfe der entwickelten Methode zu prüfen und zu verbessern.

## 8 Zusammenfassung und Ausblick

Die Automobilindustrie ist von zwei Trends geprägt. Der erste Trend ist die signifikante Verlagerung von Produktionsinhalten vom Automobilhersteller zum Lieferanten. Nach VDA (2008) beträgt die Fertigungstiefe von Automobilherstellern nur noch 25 Prozent. Der zweite Trend ist die Konsolidierung der Zulieferindustrie. Nach ABELE (2005) hat sich die Anzahl der eigenständigen Automobilzulieferer zwischen dem Jahr 2000 und dem Jahr 2015 halbiert. Vor dem Hintergrund dieser Entwicklungen büßen die Einkaufsorganisation von Automobilherstellern Verhandlungsstärke gegenüber Lieferanten ein. Ein Weg, wie ein Automobilhersteller seine Verhandlungsposition entgegen der Trends stärken kann, ist nach WIEDMANN & TEICHMANN (2008) die systematische Durchführung von Kostenanalysen. Sie heben hervor, dass die Grundlage guter Kostenanalysen qualitativ hochwertige Eingangswerte sind, die mit Hilfe von Kalkulationsmodellen zu Stückkosten verrechnet werden. Um diese hochwertigen Eingangswerte zu gewährleisten, fordern WIEDMANN & TEICHMANN (2008), dass Einkaufsorganisationen von Automobilherstellern ein systematisches Wissensmanagement implementieren sollen. Ein zentraler Teil des Wissensmanagements ist dabei die Prüfung der Eingangswerte hinsichtlich der Wissensqualität. In der wissenschaftlichen Literatur sind jedoch keine Ansätze zu finden, mit der dies möglich ist. Wissensqualität lässt sich bisher weder mit Bewertungsmethoden der wissenschaftlichen Disziplin des Wissensmanagements, wie in Kapitel 3.3 gezeigt, noch Methoden des Informations- und Datenmanagements, wie Kapitel 3.4 dargelegt, bewerten.

Aus diesem Grund wurde im Rahmen dieser Arbeit eine Methode entwickelt, mit der unternehmensspezifisch Metriken erarbeitet werden können, die eine systematische Prüfung der Wissensqualität von Eingangswerten für Kalkulationen erlauben. Hierfür wurden zunächst die Qualitätsdimensionen von Wissensqualität definiert. Im Anschluss wurde für jede Dimension ein Prozess erstellt, der beschreibt, wie eine entsprechende Metrik zur Bemessung der Qualität erarbeitet wird. An einem Beispiel wurde je Dimension gezeigt, welche konkreten Bewertungsmerkmale zur Bemessung verwendet werden können, wie die Gewichtung der Merkmale bestimmt wird, wie der Wertebereich der Merkmale zu definieren ist und wie die Merkmalsausprägungen normiert werden. Zuletzt wurde dargelegt, wie aggregierte Qualitätskennzahlen je Dimension berechnet und interpretiert werden können. Der Anwendende der erarbeiteten Metrik ist in der Lage, mit ihrer Hilfe das Qualitätsniveau seiner Eingangswerte für Kalkulationen zu

ermitteln. Aus den aggregierten Bewertungsergebnissen kann er aufgrund der konkreten Qualitätsmerkmale erkennen, welche Verbesserungsmaßnahmen zu ergreifen sind, um das Qualitätsniveau der Eingangswerte und damit die Zuverlässigkeit seiner Kalkulationsergebnisse nachhaltig zu steigern.

Die vorliegende Arbeit bietet die Grundlage für weitere Forschungsaktivitäten. Kapitel 6 hat gezeigt, dass zur Bewertung von Wissensqualität über alle untergeordneten Qualitätsdimensionen hinweg eine große Anzahl an Merkmalen überprüft und für diese Merkmale die entsprechenden Ausprägungen bestimmt werden müssen. Es ist vorgesehen, dass die Prüfung der Merkmale im Rahmen von Audits erfolgt. Demzufolge werden Interviews mit den Mitarbeitenden geführt, die die Erhebung des zu bewertenden Eingangswertes verantworten. Im Rahmen des Gesprächs wird die Bewertung zusammen erarbeitet. Der zentrale Vorteil dieses Ansatzes ist, dass durch die Einbindung des Verantwortlichen in die Überprüfung potentielle Qualitätsabweichungen als solche Akzeptanz finden. Die Praxis zeigt, dass die Einbindung der Verantwortlichen die Bereitschaft steigert, Verbesserungspotentiale bei der Wissensqualität als solche anzunehmen und umzusetzen. Der Nachteil der aufwendigen Prüfung ist, dass nicht alle Datensätze geprüft werden können, die in Unternehmen erstellt werden, um als Eingangswerte für Kostenanalysen zu dienen. Es ist lediglich die Prüfung einer Stichprobe möglich. Für eine flächendeckende Prüfung der Wissensqualität gilt es, die vorliegende Methode zu vereinfachen oder geeignete Hilfsmittel zu schaffen, um die Effizienz einer Prüfung zu erhöhen. Ein Ansatz, der in der Praxis bereits verfolgt wird, ist die separate Prüfung der *Berechnungs-* und *Schulungsqualität*. In der Regel werden Berechnungsmodelle nicht verwendet, um einen einzelnen Eingangswert für Kostenanalysen zu erzeugen, sondern um mehrere zu generieren. Nach dem in dieser Arbeit vorgestellten Ansatz müsste ein und dasselbe Berechnungsmodell wiederholt hinsichtlich *Berechnungs-* und *Schulungsqualität* bewertet werden, wenn mehrere einzelne Eingangswerte dies erfordern. In der Praxis wird das vermieden, indem standardisierte Berechnungsmodelle separat hinsichtlich *Berechnungs-* und *Schulungsqualität* geprüft werden und bei erfolgreicher Qualitätsprüfung ein Qualitätssiegel erhalten. Kommt dieses Modell dann bei der Erzeugung eines Eingangswertes zum Einsatz, ist sofort durch das Qualitätssiegel erkennbar, dass eine Prüfung bereits stattgefunden hat und nicht erneut erforderlich ist. Dies reduziert den Aufwand zur Bewertung der Wissensqualität von Eingangswerten deutlich. Ein weiteres Forschungspotential liegt in der Definition eines Vorgehens zur Auswahl der Aggregationsvorschrift, nach der die Ausprägungen der Merkmale der einzelnen Dimensionen von Wissens-



qualität verrechnet werden. Der Aggregationsvorschrift der Dimensionen *Dokumentationsqualität* in Kapitel 6.1, für *Quellenqualität* in Kapitel 6.2, für *Berechnungsqualität* in Kapitel 6.3 und für *Schulungsqualität* in Kapitel 6.4 liegt in dieser Arbeit der Ansatz des gewichteten Mittelwertes zugrunde. Bei der Qualitätsdimension *Aktualität* wurde in Kapitel 6.5 der von WÜRTHELE (2003) beschriebene „Alles oder Nichts“-Ansatz verwendet, nach dem das minimale Qualitätsniveau aller untergeordneten Qualitätskennzahlen die Ausprägung der übergeordneten festlegt. Zuletzt wurde im Rahmen dieser Arbeit festgestellt, dass die Qualität einer Kostenanalyse nicht alleine von der Qualität der Eingangswerte des Hauptkostenmodells abhängt. Auch die Gestaltung der Kalkulation mit Hilfe des Hauptkostenmodells hat einen Einfluss darauf, ob die für einen spezifischen Fahrzeugumfang bestimmten Stückkosten sich eignen, um die Verhandlungsposition der Einkaufsorganisation eines Automobilherstellers gegenüber den Lieferanten zu stärken. Zur Prüfung der Qualität von Kalkulationen gibt es ebenfalls keine wissenschaftlich fundierten Ansätze. Damit ergibt sich auch auf diesem Feld Forschungspotential.



## 9 Literaturverzeichnis

### ABELE 2005

Abele, T.: Die Automobilindustrie im Jahr 2015: Konsequenzen und Handlungsempfehlungen zum Best-in-Class Zulieferer. 10. ArGeZ-Zuliefererforum. Bad Homburg / Deutschland, 01.02.2005.

### ABELE & REINHART 2011

Abele, E.; Reinhart, G.: Zukunft der Produktion: Herausforderungen, Forschungsfelder, Chancen. München: Carl Hanser 2011. ISBN: 3-446-42595-8.

### ALAVI & LEIDNER 2001

Alavi, M.; Leidner, D. E.: Knowledge Management And Knowledge Management Systems: Conceptual Foundations And Research Issues. MIS Quarterly 25 (2001) 1, S. 107-136.

### ALWERT 2005

Alwert, K.: Wissensbilanzen – Im Spannungsfeld zwischen Forschung und Praxis. In: Mertins, K.; Heisig, P.; Alwert, K. (Hrsg.): Wissensbilanzen: Intellektuelles Kapital erfolgreich nutzen und entwickeln. 1. Aufl. Berlin: Springer 2005. S. 19-39. ISBN: 3-540-23719-4.

### ALWERT 2006

Alwert, K.: Wissensbilanzen für mittelständische Organisationen. Stuttgart: Fraunhofer IRB Verlag 2006. ISBN: 3-8167-7033-6.

### ALWERT ET AL. 2008

Alwert, K.; Bornemann, M.; Will, M.: Wissensbilanz – Made in Germany: Leitfaden 2.0 zur Erstellung einer Wissensbilanz. Arbeitskreis Wissensbilanz Dokumentation Nr. 574. Berlin: BMWi 2008.

### BACHER 1996

Bacher, J.: Clusteranalyse. 2. Aufl. München: Oldenbourg 1996. ISBN: 3-4862-3760-8.

### BALLOU ET AL. 1998

Ballou, D.; Wang, R. Y.; Pazer, H.; Tayi, G. K.: Modeling Information Manufacturing To Determine Information Product Quality. In: Management Science 44 (1998) 4, S. 462-484.

### BERNHARD & DRAGAN 2007

Bernhard, J.; Dragan, M.: Bewertung der Informationsgüte in der Informationsgewinnung für die modellgestützte Analyse großer Netze der Logistik. SFB 559 Technical Report 07006. Universität Kassel (2007).

### BERNHARD ET AL. 2007

Bernhard, J.; Jodin, D.; Hömberg, K.; Kuhnt, S.; Schürmann, C.; Wenzel, S.: Vorgehensmodell zur Informationsgewinnung: Prozessschritte und Methodennutzung. SFB 559 Technical Report 06008. Universität Kassel (2007).

### BEWIG 2005

Bewig, P. L.: How Do You Know Your Spreadsheet Is Right?: Principles, Techniques and Practices of Spreadsheet Styles <<http://www.eusprig.org/hdykysir.pdf>> – 02.08.2015.

### BODENDORF 2006

Bodendorf, F.: Daten- und Wissensmanagement. 2. Aufl. Berlin: Springer 2006. ISBN: 3-540-28743-4.

### BORNSCHLEGL ET AL.

Bornschlegl, M.; Kreitlein S.; Bregulla, M.; Franke, J.: A Method for Forecasting the Running Costs of Manufacturing Technologies in Automotive Production during the Early Planning Phase. Procedia CIRP 26 (2015), S. 412-417.

### BROSSMANN & MÖDINGER 2011

Broßmann, M.; Mödinger, W.: Praxisguide Wissensmanagement: Quantifizieren in Gegenwart und Zukunft – Planung, Umsetzung und Controlling im Unternehmen. 1. Aufl. Heidelberg: Springer 2011. ISBN: 3-540-46225-5.

### BULLINGER 1995

Bullinger, H.-J.: Electronic Business: Märkte, Technologien, Erfolgsstrategien für Anbieter und Nutzer. Stuttgart: Fraunhofer IRB Verlag 1995.

### BÜSSOW 2003

Büssow, T.: Chaostheorie und Unternehmenssteuerung: Konstruktionen zur modellgestützten Entscheidungsvorbereitung. Diss. Universität Lüneburg (2003).

CAPPIELLO ET AL. 2004

Cappiello, C.; Francalanci, C.; Pernici, B.: Data Quality Assessment From The User's Perspective. In: Naumann, F et al. (Hrsg.): International Workshop on Information Quality in Information Systems (IQIS 2004). Paris, 18. Juni 2004. New York: ACM 2004, S. 68-73. ISBN: 1-58113-902-0.

CHEW ET AL. 2008

Chew, E.; Swanson, M.; Stine, K.; Bartol, N.; Brown, A.; Robinson, W.: Information Security: Performance Measurement Guide For Information Security (Special Publication 800-55). Gaithersburg: NIST 2008.

COENENBERG 2009

Coenenberg, A. G.: Kostenrechnung und Kostenanalyse. 7. Aufl. Stuttgart: Schäffer-Poeschel 2009. ISBN: 3-791-02491-4.

COTHREL 2000

Cothrel, J. P.: Measuring The Success Of An Online Community. Strategy & Leadership 28 (2000) 2, S. 17-21.

DE MONTIS ET AL. 2000

De Montis, A.; De Toro, P.; Droste-Franke, B.; Omann, I.; Stagl, S.: Criteria For Quality Assessment Of MCDA Methods. 3<sup>rd</sup> Biennial Conference of the European Society for Ecological Economies. Wien / Österreich, 3.-6. Mai 2000.

DILLER 2007

Diller, H.: Preispolitik. 4. Aufl. Stuttgart: Kohlhammer 2007. ISBN: 3-170-19492-2.

DIN 44300:1972

DIN 44300: Begriffe – Definitionen und Erklärungen, Berlin: Beuth 1972.

DONABEDIAN 1980

Donabedian, A.: Exploration in quality assessment and monitoring. 1. Aufl. Ann Arbor: Health Administration Press 1980. ISBN: 0-91490-448-5.

EDVINSSON 1997

Edvinsson, L.: Developing Intellectual Capital At Skandia. Long Range Planning 30 (1997) 3, S. 366-373.

EDVINSSON & MALONE 1997

Edvinsson, L.; Malone, M. S.: Intellectual Capital: Realizing Your Company's True Value By Finding Its Hidden Brainpower. New York: Harper Business 1997. ISBN: 0-8873-0841-4.

EPPLER 2006

Eppler, M.: Managing Information Quality: Increasing The Value Of Information In Knowledge-Intensive Products And Processes. 2. Aufl. Berlin: Springer 2006. ISBN: 3-5403-1408-3.

FABRYCKY & BLANCHARD 1991

Fabrycky, W. J.; Blanchard, B. S.: Life-Cycle Cost And Economic Analysis. Englewood Cliffs: Prentice Hall 1991. ISBN: 0-13-538323-4.

FEENY & WILLCOCKS 1998

Feeny, D. E.; Willcocks, L. P.: Core IS Capabilities For Exploiting Information Technology. Sloan Management Review 39 (1998) 3, S. 9-21.

FISCHER 1977

Fischer, W.: Rationelle Erstellung von Angeboten. Diss. Aachen (1977).

FREIDANK 2001

Freidank, C.-C.: Kostenrechnung. 7. Aufl. München: Oldenbourg 2001. ISBN: 3-486-25544-4.

FERSTL & SINZ 2013

Ferstl, O. K.; Sinz, E. J.: Grundlagen der Wirtschaftsinformatik. 7. Aufl. München: Oldenbourg 2013. ISBN: 978-3-486-71353-4.

GARVIN 1984

Garvin, D. A.: What Does "Product Quality" Really Mean? Sloan Management Review 26 (1984) 1. S. 25-43.

GOTTWALD 2000

Gottwald, W.: Statistik für Anwender: Die Praxis der instrumentellen Analytik. 2. Aufl. Weinheim: Wiley-VCH 2000. ISBN: 3-527-29780-4.

GÖTZE 2010

Götze, U.: Kostenrechnung und Kostenmanagement. 5. Aufl. Berlin: Springer 2010. ISBN: 3-642-11824-1.

GRONAU 2009

Gronau, N.: Wissen prozessorientiert managen: Methoden und Werkzeuge für die Nutzung der Wettbewerbsfaktors Wissen in Unternehmen. München: Oldenbourg 2009. ISBN: 3-486-59020-3.

GUTENBERG 1971

Gutenberg, E.: Grundlagen der Betriebswirtschaftslehre, Band 1: Die Produktion. 24. Aufl. Berlin: Springer 1971.

HAEDRICH ET AL. 1986

Haedrich, G.; Kuss, A.; Kreilkamp, G.: Der Analytic Hierarchy Process: Ein neues Hilfsmittel zur Analyse und Entwicklung von Unternehmens- und Marketingstrategien. *Wirtschaftsstudium* 3 (1986) 1, S 120-126.

HAMPLE 1974

Hample, F. R.: The Influence Curve and Its Role in Robust Estimation. *Journal of the American Statistical Association* 69 (1974) 346, S. 383-393.

HANSEN & NEUMANN 1992

Hansen, H. R.; Neumann, G.: *Wirtschaftsinformatik 1: Grundlagen und Anwendungen*. 10. Aufl. Stuttgart: Lucius & Lucius 2005. ISBN: 3-8252-2669-7.

HARTUNG ET AL. 1999

Hartung, J.; Elpelt, B.; Klösener, K.-H.: *Statistik: Lehr- und Handbuch der angewandten Statistik*. 12. Aufl. München: Oldenbourg 1999.

HEDBERG 1991

Hedberg, B.: How Organizations Learn And Unlearn. In: *Mystrom, P. C.; Starbuck, W. H. (Hrsg.): Handbook Of Organizational Design: Adapting Organizations To Their Environments*. New York: Oxford 1981, S. 3-27. ISBN: 0-198-27241-3.

HEINRICH & KLIER 2011a

Heinrich, B.; Klier, M.: Datenqualitätsmetriken für ein ökonomisch orientiertes Qualitätsmanagement. In: *Hildebrand, K.; Gebauer, M.; Hinrichs, H.; Mielke, M. (Hrsg.): Daten- und Informationsqualität: Auf dem Weg zur Information Excellence*. 2. Aufl. Wiesbaden: Vieweg+Teubner 2011, S. 49-67. ISBN: 3-834-81453-1.

### HEINRICH & KLIER 2011b

Heinrich, B.; Klier, M.: Assessing Data Currency: A Probabilistic Approach. *Journal of Information Science* 37 (2011) 1, S. 85-101.

### HEISIG 2005

Heisig, P.: *Integration von Wissensmanagement in Geschäftsprozesse*. Berlin: EuReKi 2005. ISBN: 3-00017-244-0.

### HELLERSTEIN 2008

Hellerstein, J. M.: *Quantitative Data Cleaning For Large Databases* <<http://db.cs.berkeley.edu/jmh/papers/cleaning-unece.pdf>> – 02.08.2015.

### HERING & DRAEGER 1999

Hering, E.; Draeger, W.: *Handbuch der Betriebswirtschaft für Ingenieure*. 3. Aufl. Berlin: Springer 1999. ISBN: 3-540-65095-4.

### HILDRETH ET AL. 1999

Hildreth, P.; Wright, P.; Kimble, C.: Knowledge Management: Are We Missing Something? In: Brooks, L.; Kimble, C.: *Information Systems. The Next Generation*. 4<sup>th</sup> UKAIS Conference. York / Großbritannien, 7.-9. April 1999. S. 347-356.

### HINKELMANN ET AL. 2002

Hinkelmann, K.; Karagiannis, D.; Telesko, R.: PROMOTE – Methodologie und Werkzeuge für geschäftsprozessorientiertes Wissensmanagement. In: Abecker, A.; Hinkelmann, K.; Maus, H.; Müller, H.J. (Hrsg.): *Geschäftsprozessorientiertes Wissensmanagement: Effektive Wissensnutzung bei der Planung und Umsetzung von Geschäftsprozessen*. Berlin: Springer 2002, S. 65-90. ISBN: 3-540-42970-0.

### HOLSAPPLE & SINGH 2003

Holsapple, C. W.; Singh, M.: The Knowledge Chain Model: Activities For Competitiveness. In: Holsapple, C. W (Hrsg.): *Handbook On Knowledge Management 2: Knowledge Directions*. Berlin: Springer 2003, S. 215-251. ISBN: 3-540-43848-3.

### ISO 9000:2005

DIN EN ISO 9000:2005: *Qualitätsmanagementsysteme – Grundlagen und Begriffe*. Berlin: Beuth 2005.



JANN 2005

Jann, B.: Einführung in die Statistik. 2. Aufl. München: Oldenbourg 2005. ISBN: 3-486-57687-9.

JUNG 2006

Jung, H.: Allgemeine Betriebswirtschaftslehre. 10. Aufl. München: Oldenbourg 2006. ISBN: 3-48658-049-3.

KAYA 2007

Kaya, M.: Verfahren der Datenerhebung. In: Albers, S.; Klapper, D.; Konradt, U.; Walter, A.; Wolf, J. (Hrsg.): Methodik zur empirischen Forschung. 2. Aufl. Wiesbaden: Gabler 2007, S. 49-64. ISBN: 978-3-8349-0469-0.

KILGER 1992

Kilger, W.: Einführung in die Kostenrechnung. 3. Aufl. Wiesbaden: Gabler 1987. ISBN: 3-409-21069-0.

KLEINHANS 1989

Kleinhans, A. M.: Wissensverarbeitung im Management: Möglichkeiten und Grenzen wissensbasierter Managementunterstützungs-, Planungs- und Simulationssysteme. Frankfurt am Main: Peter Lang 1989. ISBN: 3-631-41610-5.

KRUCK & SHEETZ 2001

Kruck, S. E.; Sheetz, S. D.: Spreadsheet Accuracy Theory. Journal of Information Systems Education 12 (2001) 2, S. 93-108.

KULESZ 2011

Kulesz, D.: From Good Practices To Effective Policies For Preventing Errors In Spreadsheets. In European Spreadsheet Risks Interest Group (EuSpRIG) (Hrsg.): Spreadsheet Governance – Policy and Practice. EuSpRIG 2011. ISBN: 978-0-9566256-9-4.

KRCMAR 2010

Krcmar, H.: Informationsmanagement. 5. Aufl. Heidelberg: Springer 2010. ISBN: 3-642-04285-0.

KREBS 2012

Krebs, P.: Bewertung vernetzter Produktionsstandorte unter Berücksichtigung multidimensionaler Unsicherheiten. Diss. Technische Universität München (2011). München: Utz 2012. ISBN: 3-8316-4156-7.

KREIKEBAUM 1989

Kreikebaum, H.: Strategische Unternehmensplanung. 3. Aufl. Stuttgart: Kohlhammer 1989. ISBN: 3-170-10592-2.

KUSS & EISEND 2010

Kuß, A.; Eisend, M.: Marktforschung: Grundlagen der Datenerhebung und Datenanalyse. 3. Aufl. Wiesbaden: Gabler 2010.

KUSTERER 2008

Kusterer, S.: Qualitätssicherung im Wissensmanagement: Eine Fallstudie. Diss. Berlin (2008). Wiesbaden: Gabler 2008. ISBN: 978-3-8349-1191-9.

LEGLER ET AL. 2009

Legler, H.; Gehrke, B.; Krawczyk, O.; Schasse, U.; Rammer, C.; Leheyda, N.; Sofka, W.: Die Bedeutung der Automobilindustrie für die deutsche Volkswirtschaft im europäischen Kontext – Endbericht an das Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie <[ftp://ftp.zew.de/pub/zew-docs/gutachten/AutomobEndBericht\\_final.pdf](ftp://ftp.zew.de/pub/zew-docs/gutachten/AutomobEndBericht_final.pdf)> – 02.08.2015.

LEHNER 2012

Lehner, F.: Wissensmanagement: Grundlagen, Methoden und technische Unterstützung. 3. Aufl. München: Hanser 2012. ISBN: 3-446-42563-7.

LIEBOWITZ ET AL. 2000

Liebowitz, J.; Rubenstein-Montano, B.; Buchwalter, J.; Browning, C.: The Knowledge Audit. Knowledge And Process Management 7 (2000) 1, S. 3-10.

LINGEMANN 2005

Lingemann, H.-F.: Instrument für Wissens- und Personalarbeit. In: Mertins, K.; Alwert, K.; Heisig, P.: Wissensbilanzen: Intellektuelles Kapital erfolgreich nutzen und entwickeln. Berlin: Springer 2005, 87-108. ISBN: 3-540-23719-4.

LILLRANK 2003

Lillrank, P.: The Quality Of Information. International Journal of Quality & Reliability Management 20 (2003) 6, S. 691-701.

LIU ET AL. 2004

Liu, H.; Shah, S.; Jiang, W.: On-line Outlier Detection And Data Cleaning. Computers and Chemical Engineering 28 (2004) 9, S. 1635-1647.

MAG 1984

Mag, W.: Informationsbeschaffung. In: Grochla, E; Wittmann, W.: Handwörterbuch der Betriebswirtschaftslehre. Stuttgart: Poeschel 1984, S. 1882-1894.

MEIXNER & HAAS 2009

Meixner, O.; Haas, R.: Wissensmanagement und Entscheidungsunterstützung. 2. Aufl. Wien: Inst. für Marketing & Innovation, Univ. für Bodenkultur 2009. ISBN: 3-200-01468-7.

MERTINS & ALWERT 2003

Mertins, K.; Alwert, K.: Integrierte Wissensbewertung: Ein Instrument zur Bewertung, Steuerung und Bilanzierung von Wissen. ZWF 98 (2003) 11, S. 578-582.

MITTELSTRASS 1990

Mittelstrass, J.: Gestörte Verhältnisse? Zur gesellschaftlichen Wahrnehmung von Wissenschaft. In: Schuster, H. J. (Hrsg.): Handbuch des Wissenschaftstransfers. Berlin: Springer 1990, S. 43-55. ISBN: 3-540-51623-1.

MÖLLER 2008

Möller, N.: Bestimmung der Wirtschaftlichkeit wandlungsfähiger Produktionssysteme. Diss. Technische Universität München (2008). München: Utz 2008. ISBN: 3-8316-0778-8.

NONAKA & TAKEUCHI 1997

Nonaka, I.; Takeuchi, H.: Die Organisation des Wissens: Wie japanische Unternehmen eine brachliegende Ressource nutzbar machen. Frankfurt am Main: Campus 1997. ISBN: 3-593-35643-0.

NORTH 2011

North, K.: Wissensorientierte Unternehmensführung: Wertschöpfung durch Wissen. 5. Aufl. Wiesbaden: Gabler 2011. ISBN: 978-3-8349-2538-1.

NORTON & KAPLAN 1996

Norton, D. P.; Kaplan, R. S.: The Balanced Scorecard: Translating Strategy Into Action. Boston: Harvard Business School Press 1996. ISBN: 0-87584-651-3.

PANKO 2005

Panko, R. R.: What We Know About Spreadsheet Errors. Journal Of End User Computing's 10 (1998) 2, S. 15-21.

PANKO 2006

Panko, R. R.: Recommended Practices For Spreadsheet Testing <<http://arxiv.org/ftp/arxiv/papers/0712/0712.0109.pdf>> – 02.08.2015.

PAUTZKE 1989

Pautzke, G.: Die Evolution der organisatorischen Wissensbasis: Bausteine zu einer Theorie des organisatorischen Lernens. München: Kirsch 1989. ISBN: 3-882-32058-3.

PAIVIO 1990

Paivio, A.: Mental Representations: A Dual Coding Approach. Oxford: Oxford University Press 1990. ISBN: 0-1950-6666-1.

PAYETTE 2006

Payette, R.: Documenting Spreadsheets <<http://arxiv.org/ftp/arxiv/papers/0803/0803.0165.pdf>> – 02.08.2015.

PETERS ET AL. 2010

Peters, K.; Maruster, L.; Jorna, R. J.: Knowledge Claim Evaluation: A Fundamental Issue For Knowledge Management. Journal of Knowledge Management 14 (2010) 2; S. 243-257.

PIRCHER 2010

Pircher, R.: Organisatorisches Wissensmanagement. In: Pircher, R. (Hrsg.): Wissensmanagement, Wissenstransfer und Wissensnetzwerke: Konzepte, Methoden und Erfahrungen. Erlangen: Publicis Kommunikationsag 2010, S. 17-59. ISBN: 3-895-78360-9.

PLINKE & RESE 2006

Plinke, W.; Rese, M.: Industrielle Kostenrechnung – Eine Einführung. 7. Aufl. Berlin: Springer 2006. ISBN: 3-540-23705-4.

POLANYI 1966

Polanyi, M.: The Tacit Dimension. 1. Aufl. Garden City: Doubleday & Company 1966.

PORTER 1985

Porter, M. E.: Competitive Advantage: Creating And Sustaining Superior Performance. New York: Free Press 1985.

PROBST ET AL. 2010

Probst, G.; Raub, S.; Romhardt, K.: Wissen managen: Wie Unternehmen ihre wertvollste Ressource optimal nutzen. 6. Aufl. Wiesbaden: Gabler 2010. ISBN: 3-834-91903-9.

PRYOR 2006

Pryor, Louise: What's The Point Of Documentation? <<http://arxiv.org/ftp/arxiv/papers/1011/1011.1021.pdf>> – 05.08.2015.

RAFFENSPERGER 2001

Raffensperger, J. F.: New Guidelines For Spreadsheets <<http://arxiv.org/ftp/arxiv/papers/0807/0807.3186.pdf>> – 05.08.2015.

REHÄUSER ET AL. 1996

Rehäuser, J.; Krzmar, H.: Wissensmanagement im Unternehmen. In: Schreyögg, G.; Conrad, P.: Managementforschung 6. Berlin: Gruyter 1996, S. 1-40. ISBN: 3-110-1499-9.

REINHART ET AL. 2011

Reinhart, G.; Pause, J.; Krziwon, K.: Managementkonzept für Eingangsgrößen von Kostenmodellen – Wissensmanagement ergebnisorientiert umsetzen. ZWF 106 (2011) 6, S. 438-443.

REINMANN-ROTHMEIER 2001

Reinmann-Rothmeier, G.: Wissen managen: Das Münchner Modell. Forschungsbericht Nr. 131. Ludwig-Maximilian-Universität München (2001).

RIMPAU 2010

Rimpau, C.: Wissensbasierte Risikobewertung in der Angebotskalkulation für hochgradig individualisierte Produkte. Diss. Technische Universität München (2010). München: Utz 2011. ISBN: 3-8316-4015-7.

### ROHWEDER ET AL. 2011

Rohweder, J. P.; Kasten, G.; Malzahn, D.; Piro, A.; Schmid, J.: Informationsqualität: Definitionen, Dimensionen und Begriffe. In: Hildebrand, K.; Gebauer, M.; Hinrichs, H.; Mielke, M. (Hrsg.): Daten- und Informationsqualität: Auf dem Weg zur Information Excellence. 2. Aufl. Wiesbaden: Vieweg+Teubner 2011, S. 25-45. ISBN: 3-834-81453-1.

### ROMHARDT 1998

Romhardt, K.: Die Organisation aus der Wissensperspektive: Möglichkeiten und Grenzen der Intervention. Wiesbaden: Gabler 1998. ISBN: 3-409-12855-7.

### RÖBLE 1956

Röble, K.: Allgemeine Betriebswirtschaftslehre. 5. Aufl. Stuttgart: Poeschel 1956.

### RUNKLER 2000

Runkler, T. A.: Information Mining: Methoden, Algorithmen und Anwendungen intelligenter Datenanalyse. Braunschweig: Vieweg 2000. ISBN: 3-5280-5741-6.

### RÜTH 2012

Rüth, D.: Kostenrechnung – Band 1. 3. Aufl. München: Oldenbourg 2012. ISBN: 3-486-70215-6.

### SAATY 1977

Saaty, T. L.: A Scaling Method For Priorities In Hierarchical Structures. *Journal of Mathematical Psychology* 15 (1977) 1, S. 234-281.

### SAATY 1987

Saaty, T. L.: The Analytic Hierarchy Process: What It Is And How It Is Used. *Mathematical Modelling* 9 (1987) 3-5, S. 161-176.

### SAATY 1990

Saaty, T. L.: How To Make A Decision: The Analytic Hierarchy Process. *European Journal of Services Sciences* 1 (2008) 1, S. 83-98.

### SAATY 2008

Saaty, T. L.: Decision Making With The Analytic Hierarchy Process. *International Journal of Services Sciences* 1 (2008) 1, S. 83-98.

SACHS & HEDDERICH 2006

Sachs, L.; Hedderich, J.: Angewandte Statistik: Methodensammlung mit R. 12. Aufl. Berlin: Springer 2004. ISBN: 3-5403-2160-8.

SCHÄFFER & WEBER 2005

Schäffer, U.; Weber, J.: Bereichscontrolling – Funktionsspezifische Anwendungsfelder, Methoden und Instrumente. 1. Aufl. Stuttgart: Schäffer-Poeschel 2005. ISBN: 3-7910-2350-0.

SCHOEN 2000

Schoen, S.: Gestaltung und Unterstützung von Communities of Practice. Diss. Technische Universität München (2000), München: Utz 2001. ISBN: 3-89675-882-9.

SCHOPPHOVEN 1996

Schopphoven, I.: Messung von Entscheidungsqualität: Konzeptualisierung, Operationalisierung und Validierung eines Meßinstrumentariums für Entscheidungsqualität. Diss. Berlin (1995). Frankfurt am Main: Lang 1996. ISBN: 3-631-49413-0.

SCHREYÖGG & GEIGER 2002

Schreyögg, G; Geiger, D.: If Knowledge Is Everything, Maybe It Is Nothing: Reconsidering Organizational Knowledge. 3<sup>rd</sup> European Conference on Organizational Knowledge, Learning And Capabilities. Athen / Griechenland. 5.-6. April 2002.

SCHULZ 1970

Schulz, A.: Gedanken zu einer Informationsbetriebslehre. ZfB 40 (1970) 1, S. 91-104.

SCHULZE 2007

Schulze, P. M.: Beschreibende Statistik. 6. Aufl. München: Oldenbourg 2007. ISBN: 3-4865-8220-8.

SCHÜPPEL 1996

Schüppel, J.: Wissensmanagement: Organisatorisches Lernen im Spannungsfeld von Wissens- und Lernbarrieren. Wiesbaden: DUV 1996.

### SIEBERTZ ET AL. 2010

Siebertz, K.; van Bebbber, D.; Hochkirchen, T.: Statistische Versuchsplanung: Design of Experiments (DoE). 1. Aufl. Heidelberg: Springer 2010. ISBN: 978-3-642-05492-1.

### SIEGWART ET. AL 1998

Sieewart, H.; Bartel, H.; Schultheiss, L.: Kalkulation – Arbeitsbuch für Studium und Praxis. 1. Aufl. Köln: Wirtschaftsverlag Bachem 1998. ISBN: 3-89172-379-2.

### STAHL 2005

Stahl, H.-W.: Kosten- und Leistungsrechnung. In: Gienke, H. (Hrsg.); Kämpf, R. (Hrsg.): Praxishandbuch Produktion – Innovatives Produktionsmanagement: Organisation, Konzepte, Controlling. München: Hanser 2005. ISBN: 3-446-40196-2. (Band 2)

### STEGER 2010

Steger, J.: Kosten- und Leistungsrechnung: Einführung in das betriebliche Rechnungswesen, Grundlagen der Vollkosten-, Teilkosten-, Plankosten- und Prozesskostenrechnung. 5. Aufl. München: Oldenbourg 2010. ISBN: 3-486-59672-4.

### STEINMANN & SCHREYÖGG 2005

Steinmann, H.; Schreyögg, G.: Management: Grundlagen der Unternehmensführung. 4. Aufl. Wiesbaden: Gabler 2005. ISBN: 3-409-63312-3.

### STEINMÜLLER 1993

Steinmüller, W.: Informationstechnologie und Gesellschaft: Einführung in die angewandte Informatik. 1. Aufl. Darmstadt: Wissenschaftliche Buchgesellschaft 1993. ISBN: 3-534-07397-5.

### STEWART 1997

Stewart, T. A.: Intellectual Capital: The New Wealth Of Organizations. New York: Doubleday Currency 1997. ISBN: 0-385-48381-3.

### STROHNER 1990

Strohner, H.: Information, Wissen und Bedeutung. In: Weingarten, R. (Hrsg.): Information und Kommunikation. Frankfurt/M: Fischer 1990. ISBN: 3-596-24185-5.



SVEIBY 1997

Sveiby, K. E.: The New Organizational Wealth: Managing And Measuring Knowledge-Based Assets. San Francisco: Berrett-Koehler 1997. ISBN: 1-57675-014-0.

TRIER 2005

Trier, M.: IT-Supported Visualization And Evaluation Of Virtual Knowledge Communities. Diss. Technische Universität Berlin (2005).

VDA 2008

Verband der Automobilindustrie e.V. (VDA): Auto – Jahresbericht 2008. Berlin: VDA 2008. ISSN: 0171-4317.

VESTER 2004

Vester, F.: Denken, Lernen, Vergessen – Was geht in unserem Kopf vor, wie lernt das Gehirn und wann lässt es uns im Stich? 30. Aufl. München: Deutscher Taschenbuchverlag 2004. ISBN: 3-4233-3045-7.

WALTER & WÜNSCHE 2005

Walter, G. W.; Wünsche, I.: Einführung in die moderne Kostenrechnung. 3. Aufl. Wiesbaden: Gabler 2005. ISBN: 3-409-32246-9.

WANG & STRONG 1996

Wang, R. Y.; Strong, D. M.: Beyond Accuracy: What Data Quality Means to Data Consumers. Journal of Management Information Systems 12 (1996) 4. S. 5-34.

WARNECKE ET AL. 1996

Warnecke, H.-J.; Bullinger, H.-J.; Hichert, R.; Voegelé, A.: Kostenrechnung für Ingenieure. 5. Aufl. München: Hanser 1996. ISBN: 3-446-18695-6.

WENGER 1999

Wenger, E.: Communities Of Practice: The Key To Knowledge Strategy. In: Lesser, E. L.; Fontaine, M. A.; Slusher, J. A. (Hrsg.): Knowledge And Communities. Woburn: Butterworth-Heinemann 2000, S. 3-20. ISBN: 0-750-67293-5.

### WIEDMANN & TEICHMANN 2008

Wiedmann, H.; Teichmann, J.: Next Level Purchasing: Erfolgsfaktor eines aktiven Kostenmanagements. In: BME (Hrsg.): Best Practice in Einkauf und Logistik. Wiesbaden: Gabler 2008, S. 56-65. ISBN: 3-834-90737-0.

### WILDEMANN 1996

Wildemann, H.: Entwicklungsstrategien für Zulieferunternehmen. 3. Aufl. München: TCW 1996. ISBN: 3-9299-1869-2.

### WINCKLER 2003

Winckler, G.: Wissensbilanz: Bilanz des Wissens?. Wien: Österreichische Rektorenkonferenz 2003. ISBN: 3-901-11309-6.

### WOMACK ET AL. 1990

Womack, J. P.; Jones, D. T.; Roos, D.: The Machine That Changed The World – Based On The Massachusetts Institute Of Technology 5-Million-Dollar 5-Year Study On The Future Of The Automobile. 1. Aufl. New York: Scribner 1990. ISBN: 0-8925-6350-8

### WÜRTHELE 2003

Würthele, V. G.: Datenqualitätsmetrik für Informationsprozesse. Diss. Eidgenössische Technische Hochschule Zürich (2003).

### ZANGEMEISTER 1976

Zangemeister, C.: Nutzwertanalyse in der Systemtechnik – Eine Methodik zur multidimensionalen Bewertung und Auswahl von Projektalternativen. 4. Aufl. Winnemark: Zangemeister & Partner, 1976. ISBN: 3-9232-6400-3.

### ZOLLONDZ 2006

Zollondz, H.-D.: Grundlagen Qualitätsmanagement: Einführung in Geschichte, Begriffe, Systeme und Konzepte. 2. Aufl. München: Oldenbourg 2006. ISBN: 3-486-57964-9.

## 10 Verzeichnis betreuter Studienarbeiten

Im Rahmen dieser Dissertation entstanden am Institut für Werkzeugmaschinen und Betriebswissenschaften (*iwb*) der Technischen Universität München (TUM) und beim an der Forschung beteiligten Industriepartnern in den Jahren von 2010 bis 2013 unter wesentlicher wissenschaftlicher, fachlicher und inhaltlicher Anleitung des Autors die im Folgenden aufgeführten studentischen Arbeiten. In diesen Arbeiten wurden verschiedene Fragestellungen zur Bewertung der Wissensqualität von Eingangswerten für Kostenanalysen untersucht. Die Ergebnisse der Studienarbeiten sind in Teilen in die vorliegende Arbeit eingeflossen. Der Autor dankt allen Studierenden für ihr Engagement bei der Unterstützung dieser wissenschaftlichen Arbeit.

<b>Studierende(r)</b>	<b>Studienarbeit</b>
Dörner, C.	Entwicklung und Umsetzung einer Methode zur Ermittlung der Wissensqualität in der Kostenanalyse eines Automobilherstellers, abgegeben im August 2012
Krziwon, K.	Entwicklung einer Methode zur systematischen Erhebung von Faktorpreisen für Kalkulationsmodelle zur Kostenstrukturanalyse von Fahrzeugbauteilen, abgegeben im März 2011
Quitterer, J.	Aufbau eines Standardkonzepts für Schulungen in der Kostenanalyse im Rahmen der Wissensnutzung, abgegeben im November 2012
Wagner, E.	Entwicklung von Methoden zur systematischen Teilung, Anwendung und Weiterentwicklung von Wissen für die Kostenstrukturanalyse von Fahrzeugbauteilen, abgegeben im Februar 2012
Wiedemann, L.	Entwicklung eines Konzepts zur strukturierten Identifikation von Wissensbedarfen bei Eingangswerten für Kostenmodelle in der Automobilindustrie, abgegeben im Oktober 2011



## 11 Anhang

### 11.1 Ergänzungen zur Erstellung der Metrik für Dokumentationsqualität

#### 11.1.1 Bemessung der Dokumentationsqualität auf Stammdatensatzebene

Ebene: Datensatz		
Frage 1.1: Wurde der Erhebungs- oder Aktualisierungsbedarf für den Stammdatensatz offiziell eingesteuert?		
Antwortalternativen	Stufe 0:	Nein  <u>Erläuterung:</u> Der zu bewertende Maschinendatensatz wurde nicht durch einen Kostenanalytiker als neuer Wissensbedarf gemeldet.
	Stufe 1:	-
	Stufe 2:	-
	Stufe 3:	Ja  <u>Erläuterung:</u> Der zu bewertende Maschinendatensatz wurde durch einen Kostenanalytiker als neuer Wissensbedarf gemeldet oder die Aktualisierung war notwendig, weil die Gültigkeit des Datensatzes abgelaufen war.

Tabelle 44: Beispiele für Antwortalternativen zu Frage 1.1

<b>Ebene: Datensatz</b>	
<b>Frage 1.2:</b> Sind die Inhalte des Stammdatensatzes vollständig angelegt?	
<b>Antwortalternativen</b>	<p>Stufe 0: Der Kostensatz des Stammdatensatzes ist nicht differenziert.</p> <p><u>Erläuterung:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Für den geprüften Maschinendatensatz ist ein pauschaler, nicht differenzierter Stundensatz angegeben.</li> <li>• Die technologiespezifischen Parameter zur Beschreibung der Maschine sind vollständig angelegt.</li> </ul>
	<p>Stufe 1: Der Kostensatz des Stammdatensatzes ist unvollständig differenziert.</p> <p><u>Erläuterung:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bei der Maschinenstundensatzrechnung sind die Kostenparameter angegeben (Investition, kalkulatorische Abschreibung, Zuschlag für Instandhaltung und Betriebsstoffe).</li> <li>• Maschinenspezifische Parameter für die MSS-Rechnung sind nicht angegeben (benötigte Fläche, Anschlusswert, Leistungsausnutzung).</li> <li>• Die technologiespezifischen Parameter zur Beschreibung der Maschine sind vollständig angelegt.</li> </ul>
	<p>Stufe 2: Der Kostensatz des Stammdatensatzes ist vollständig differenziert.</p> <p><u>Erläuterung:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bei der Maschinenstundensatzrechnung sind alle Kostenparameter angegeben (Investition, kalkulatorische Abschreibung, Zuschlag für Instandhaltung und Betriebsstoffe, benötigte Fläche, Anschlusswert, Leistungsausnutzung).</li> <li>• Für Investitionen größer 800.000 € ist die Gesamtinvestition differenziert in Anschaffungswerte für die Grundmaschine und andere Ausstattungsumfänge.</li> <li>• Die technologiespezifischen Parameter zur Beschreibung der Maschine sind vollständig angelegt.</li> </ul>
	<p>Stufe 3: Der Kostensatz ist vollständig differenziert und der Stammdatensatz ist vollständig angelegt.</p> <p><u>Erläuterung:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bei der Maschinenstundensatzrechnung sind alle Kostenparameter angegeben (Investition, kalkulatorische Abschreibung, Zuschlag für Instandhaltung und Betriebsstoffe, benötigte Fläche, Anschlusswert, Leistungsausnutzung).</li> <li>• Für Investitionen größer 800.000 € ist die Gesamtinvestition differenziert in Anschaffungswerte für die Grundmaschine und andere Ausstattungsumfänge.</li> <li>• Die technologiespezifischen Parameter zur Beschreibung der Maschine sind vollständig angelegt.</li> <li>• Die technischen Leistungsparameter der Maschine sind vollständig angelegt.</li> </ul>

Tabelle 45: Beispiele für Antwortalternativen zu Frage 1.2

<b>Ebene: Datensatz</b>		
<b>Frage 1.3:</b> Ist das Berechnungsmodell transparent beschrieben und zugänglich hinterlegt?		
<b>Antwortalternativen</b>	Stufe 0:	<p>Kostenmodell für den Nutzwert des Stammdatensatzes ist nicht erläutert.</p> <p><u>Erläuterung:</u> Es gibt keine dokumentierte Erläuterung, anhand derer Dritte die Methode zur Berechnung eines Maschinenstundensatzes (MSS) nachvollziehen können.</p>
	Stufe 1:	<p>Eine Dokumentation des Modells zur Berechnung des Nutzwertes liegt vor.</p> <p><u>Erläuterung:</u> Es existiert ein schriftliches Dokument, in dem die Berechnung eines MSS beschrieben ist.</p>
	Stufe 2:	<p>Ein zentral abgelegtes Schulungsdokument zur Erläuterung des Berechnungsmodells für den Nutzwert liegt vor.</p> <p><u>Erläuterung:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Es existiert ein schriftliches Dokument, in dem die Berechnung eines MSS beschrieben ist.</li> <li>• Das Dokument ist zentral auf einer Plattform zum Wissensaustausch veröffentlicht.</li> </ul>
	Stufe 3:	<p>Das Schulungsdokument zum Berechnungsmodell des Nutzwertes ist direkt mit dem zur bewertenden Datensatz verlinkt.</p> <p><u>Erläuterung:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Es existiert ein schriftliches Dokument, in dem die Berechnung eines MSS beschrieben ist.</li> <li>• Das Dokument ist zentral auf einer Plattform zum Wissensaustausch veröffentlicht.</li> <li>• Der Datensatz verfügt über einen Link, der zum Schulungsdokument führt.</li> </ul>

*Tabelle 46: Beispiele für Antwortalternativen zu Frage 1.3*

<b>Ebene: Datensatz</b>		
<b>Frage 1.4:</b> Sind ein Erhebungsdatum und eine Gültigkeitsdauer für den Stammdatensatz hinterlegt?		
<b>Antwortalternativen</b>	Stufe 0:	Weder Erhebungsdatum noch Gültigkeitsdauer sind hinterlegt. <u>Erläuterung:</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kein Erhebungsdatum ist hinterlegt.</li> <li>• Keine Gültigkeitsdauer ist hinterlegt.</li> </ul>
	Stufe 1:	Das Erhebungsdatum ist hinterlegt. <u>Erläuterung:</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Das Erhebungsdatum ist direkt im Datensatz hinterlegt und entspricht dem jüngsten Veröffentlichungsdatum der Quellen, die dem Anschaffungswert zugrunde liegen.</li> <li>• Keine Gültigkeitsdauer ist hinterlegt.</li> </ul>
	Stufe 2:	Das Erhebungsdatum und eine Gültigkeitsdauer sind hinterlegt. <u>Erläuterung:</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Das Erhebungsdatum ist direkt im Stammdatensatz hinterlegt und entspricht dem jüngsten Veröffentlichungsdatum der Quellen, die dem Anschaffungswert zugrunde liegen.</li> <li>• Die Gültigkeitsdauer ist direkt im Datensatz hinterlegt.</li> </ul>
	Stufe 3:	Das Erhebungsdatum und eine technologiespezifisch standardisierte Gültigkeitsdauer sind hinterlegt. <u>Erläuterung:</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Das Erhebungsdatum ist direkt im Stammdatensatz hinterlegt und entspricht dem jüngsten Veröffentlichungsdatum der Quellen, die dem Anschaffungswert zugrunde liegen.</li> <li>• Die Gültigkeitsdauer ist direkt im Datensatz hinterlegt und entspricht der kleinsten Gültigkeitsdauer der Quellen, die dem Anschaffungswert zugrunde liegen.</li> </ul>

*Tabelle 47: Beispiele für Antwortalternativen zu Frage 1.4*



### 11.1.2 Bemessung der Dokumentationsqualität auf Berechnungsebene

Ebene: Berechnung		
Frage 2.1: Liegt eine dokumentierte Berechnung für das Einzeldatum vor?		
Antwortalternativen	Stufe 0:	Die Berechnung ist nicht vorlegbar. <u>Erläuterung:</u> Es liegt keine Berechnung vor, anhand derer das Zustandekommen des Wertes nachvollzogen werden kann.
	Stufe 1:	Die Berechnung ist vorlegbar. <u>Erläuterung:</u> Für das Einzeldatum kann die Berechnung vorgelegt werden.
	Stufe 2:	-
	Stufe 3:	Berechnung vorhanden und in standardisierter Struktur abgelegt. <u>Erläuterung:</u> Die Berechnung ist mit Hilfe eines IT-Systems gesichert und über eine Ablagestruktur in der Form abgelegt, dass Dritte sie intuitiv finden können.

Tabelle 48: Beispiele für Antwortalternativen zu Frage 2.1

<b>Ebene: Berechnung</b>		
<b>Frage 2.2:</b> Ist das Berechnungsmodell transparent und zugänglich hinterlegt?		
<b>bAntwortalternativen</b>	Stufe 0:	Das Berechnungsmodell ist nicht dokumentiert. <u>Erläuterung:</u> Das hinter der Berechnung stehende Modell ist mit seinen logischen Zusammenhängen nicht dargelegt.
	Stufe 1:	Das Berechnungsmodell ist frei dokumentiert. <u>Erläuterung:</u> Es kann ein Dokument vorgelegt werden, das das hinter der Berechnung stehende Modell vorstellt.
	Stufe 2:	Eine Schulungsunterlage für Berechnungsmodell vorhanden und zentral abgelegt. <u>Erläuterung:</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Es kann ein Dokument vorgelegt werden, das das hinter der Berechnung stehende Modell vorstellt.</li> <li>• Das Dokument ist zentral auf einer Plattform zum Wissensaustausch veröffentlicht.</li> </ul>
	Stufe 3:	Eine zentral abgelegte Schulungsunterlage ist direkt mit dem Stammdatensatz verknüpft. <u>Erläuterung:</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Es kann ein Dokument vorgelegt werden, das das hinter der Berechnung stehende Modell vorstellt.</li> <li>• Das Dokument ist zentral auf einer Plattform zum Wissensaustausch veröffentlicht.</li> <li>• Der Datensatz verfügt über einen Link, der zum Schulungsdokument führt.</li> </ul>

*Tabelle 49: Beispiele für Antwortalternativen zu Frage 2.2*

<b>Ebene: Berechnung</b>		
<b>Frage 2.3:</b> Sind das Erstellungsdatum bzw. das Datum der letzten Überprüfung, sowie die Gültigkeitsdauer für das Berechnungsmodell hinterlegt?		
<b>Antwortalternativen</b>	Stufe 0:	Weder Erstellungsdatum noch Gültigkeitsdauer sind hinterlegt. <u>Erläuterung:</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kein Erstellungsdatum ist hinterlegt.</li> <li>• Keine Gültigkeitsdauer ist hinterlegt.</li> </ul>
	Stufe 1:	Das Erstellungsdatum ist hinterlegt. <u>Erläuterung:</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Das Erstellungsdatum ist direkt in der Unterlage hinterlegt, das die Berechnung dokumentiert.</li> <li>• Keine Gültigkeitsdauer ist hinterlegt.</li> </ul>
	Stufe 2:	Das Erstellungsdatum und eine Gültigkeitsdauer sind hinterlegt. <u>Erläuterung:</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Das Erstellungsdatum ist direkt in der Unterlage hinterlegt, das die Berechnung dokumentiert.</li> <li>• Die Gültigkeitsdauer ist direkt in der Unterlage hinterlegt, das die Berechnung dokumentiert.</li> </ul>
	Stufe 3:	Das Erstellungsdatum und eine technologiespezifisch standardisierte Gültigkeitsdauer sind hinterlegt. <u>Erläuterung:</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Das Erstellungsdatum ist direkt in der Unterlage hinterlegt, das die Berechnung dokumentiert.</li> <li>• Die Gültigkeitsdauer ist direkt in der Unterlage hinterlegt, das die Berechnung dokumentiert.</li> <li>• Die Gültigkeitsdauer entspricht einem technologiespezifischen Standard, der von Experten des Unternehmens bestätigt wurde.</li> </ul>

*Tabelle 50: Beispiele für Antwortalternativen zu Frage 2.3*

### 11.1.3 Bemessung der Dokumentationsqualität auf Einzeldatenebene

Ebene: Einzeldatum		
Frage 3.1: Liegt/Liegen die Quelle/ die Quellen für das Einzeldatum vor?		
Antwortalternativen	Stufe 0:	Die Quelle kann nicht vorgelegt werden. <u>Erläuterung:</u> Es kann keine Quelle vorgelegt werden, die das Einzeldatum belegt.
	Stufe 1:	Die Quelle kann vorgelegt werden. <u>Erläuterung:</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bei Quellenklassen, die eine schriftliche Auskunft von Lieferanten, Herstellern usw. voraussetzen, kann das entsprechende Dokument bei der Bewertung vorgelegt werden.</li> <li>• Bei Quellenklassen, die nur eine mündliche Auskunft umfassen, kann eine Dokumentation der Aussage vorgelegt werden.</li> </ul>
	Stufe 2:	-
	Stufe 3:	Die vorgelegt Quelle ist direkt mit dem Datensatz verlinkt. <u>Erläuterung:</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bei Quellenklassen, die eine schriftliche Auskunft von Lieferanten, Herstellern usw. voraussetzen, kann das entsprechende Dokument im Audit vorgelegt werden.</li> <li>• Bei Quellenklassen, die nur eine mündliche Auskunft umfassen, kann eine Dokumentation der Aussage vorgelegt werden.</li> <li>• Der Datensatz verfügt über einen Link, der zur Quelle des Einzeldatums führt.</li> </ul>

*Tabelle 51: Beispiele für Antwortalternativen zu Frage 3.1*

<b>Ebene: Einzeldatum</b>		
<b>Frage 3.2:</b> Sind das Veröffentlichungsdatum für die Quelle und die Gültigkeitsdauer für den Quellenwert bekannt?		
<b>Antwortalternativen</b>	Stufe 0:	Weder Veröffentlichungsdatum noch Gültigkeitsdauer sind bekannt. <u>Erläuterung:</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kein Veröffentlichungsdatum ist bekannt.</li> <li>• Keine Gültigkeitsdauer ist bekannt.</li> </ul>
	Stufe 1:	Das Veröffentlichungsdatum ist bekannt. <u>Erläuterung:</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Das Veröffentlichungsdatum geht aus dem Quelldokument, das das Einzeldatum belegt, hervor.</li> <li>• Keine Gültigkeitsdauer ist hinterlegt.</li> </ul>
	Stufe 2:	Das Erstellungsdatum und eine Gültigkeitsdauer sind hinterlegt. <u>Erläuterung:</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Das Veröffentlichungsdatum geht aus dem Quelldokument, das das Einzeldatum belegt, hervor.</li> <li>• Die Gültigkeitsdauer ist direkt für das Einzeldatum hinterlegt.</li> </ul>
	Stufe 3:	Das Erstellungsdatum und eine technologiespezifisch standardisierte Gültigkeitsdauer sind hinterlegt. <u>Erläuterung:</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Das Veröffentlichungsdatum geht aus dem Quelldokument, das das Einzeldatum belegt, hervor.</li> <li>• Die Gültigkeitsdauer ist direkt für das Einzeldatum hinterlegt.</li> <li>• Die Gültigkeitsdauer entspricht einem technologiespezifischen Standard, der von Experten des Unternehmens bestätigt wurde.</li> </ul>

*Tabelle 52: Beispiele für Antwortalternativen zu Frage 3.2*

## 11.1.4 Beispiele für Datensatztypen

Datensatztyp	Umfang an Attributen
Kostensatz für Rohmaterialien	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundpreis</li> <li>• Legierungszuschlag</li> <li>• Halbzeugzuschlag</li> <li>• Schrotterlös</li> </ul>
Kostensatz für Nutzfahrzeuge	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Anschaffungspreis</li> <li>• Land/Region</li> <li>• Hersteller und Modell</li> <li>• Abmessung für Laderaum</li> <li>• Zulässige Zuladung (Nutzlast)</li> <li>• Kraftstoffverbrauch</li> <li>• Gesamtgewicht</li> <li>• Anzahl der Achsen</li> <li>• Variable Betriebskosten (z. B. Verschleiß)</li> <li>• Fixe Betriebskosten (Steuer und Versicherung)</li> </ul>
Kostensatz für Flurförderfahrzeuge	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Anschaffungspreis oder Leasingrate (inkl. Leasingdauer)</li> <li>• Tonnage</li> <li>• Hersteller und Modell</li> <li>• Kosten für Full-Service-Vertrag inkl. Jahresbetriebsstunden</li> </ul>
Kostensatz für Verpackungsmaterial	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Beschreibung / Gattung (z. B. Faltpackung)</li> <li>• Preis</li> <li>• Abmessungen außen</li> <li>• Abmessungen innen</li> <li>• Taragewicht</li> <li>• Tragkraft</li> </ul>

Tabelle 53: Beispiele für weitere Datensatztypen samt Attributen

## 11.2 Ergänzungen zur Erstellung der Metrik für Quellenqualität

### 11.2.1 Beispiele für Quellenklassen

Quellenart	Beschreibung
Validierte Kalkulation	Die Kalkulation beschreibt die Kostenstruktur eines Beschaffungsumfangs bei am besten möglichen Randbedingungen mit dem Ziel, eine kalkulatorische Nulllinie aufzuzeigen. Die Richtigkeit der Kalkulation wurde in Verhandlung mit Lieferanten bereits validiert.
Verhandeltes Angebot / Kaufvertrag (starke Position)	Es handelt sich um dokumentierte, verhandelte Angebote oder Kaufverträge. Der Lieferant befindet sich im starken Wettbewerb mit Konkurrenten. Am Markt herrscht ein Polypol mit sehr vielen alternativen Anbietern.
Verhandeltes Angebot / Kaufvertrag (normale Position)	Es handelt sich um dokumentierte, verhandelte Angebote oder Kaufverträge. Der Lieferant befindet sich im Wettbewerb mit Konkurrenten. Am Markt herrscht ein Polypol mit einigen alternativen Anbietern.
Kalkulation	Die Kalkulation beschreibt die Kostenstruktur eines Beschaffungsumfangs bei am besten möglichen Randbedingungen mit dem Ziel, eine kalkulatorische Nulllinie aufzuzeigen.
Verhandeltes Angebot / Kaufvertrag (schwache Position)	Es handelt sich um dokumentierte, verhandelte Angebote oder Kaufverträge. Der Lieferant befindet sich im Wettbewerb mit sehr wenigen oder keinen Konkurrenten. Es herrscht ein Oligopol mit wenigen alternativen Anbietern vor.

Tabelle 54: Beschreibung von Quellenarten (Teil1)

Quellenart	Beschreibung
Externe Dienstleister / Institute	Der Eingangswert für die Kalkulation wurde von einem externen Dienstleister zur Verfügung gestellt, dessen Ermittlungsmethode auf einem Vergleich mehrerer Quellen basiert und bei dem die Ermittlungsmethode bekannt und transparent ist.
Detailangebot	Es handelt sich um ein schriftliches, vorlegbares Angebot von einem Lieferanten nach einer konkret spezifizierten Anfrage mit Differenzierung von Kostenpositionen.
Richtpreisangebot	Es handelt sich um ein schriftliches, vorlegbares Angebot von einem Lieferanten nach einer konkret spezifizierten Anfrage. Einzelne Kostenpositionen sind nicht differenziert.
Interne Planungsprämissen	Es handelt sich um interne Angaben von Zentralabteilungen des Unternehmens, das die Kostenanalyse erstellt. Die Werte werden nicht exklusiv für die Kalkulation erhoben.
Lieferantenauskunft	Es handelt sich um eine unverbindliche, bilaterale Auskunft eines direkten Lieferanten, die zum Beispiel bei einer Firmenbesichtigung aufgenommen und in Protokollen dokumentiert wurde.
Listenpreis	Es handelt sich um eine unverbindliche, öffentliche Preisauskunft eines Herstellers oder direkten Lieferanten, die zum Beispiel in Form von Preisliste oder -matrizen von der Vertriebsorganisation des Lieferanten veröffentlicht wurden.
Herstellerauskunft	Es handelt sich um eine unverbindliche, nicht verhandelte, bilaterale Auskunft eines Herstellers die zum Beispiel auf einer Messe aufgenommen und in Protokollen dokumentiert wurde.

*Tabelle 55: Beschreibung von Quellenarten (Teil 2)*



Quellenart	Beschreibung
Expertenschätzung eines Kostenanalytikers	Der Eingangswert stammt von einem Kostenanalytiker und basiert ohne weitere Belege über die Herkunft auf dessen Erfahrung.
Expertenschätzung eines Einkäufers	Der Eingangswert stammt von einem Einkäufer und basiert ohne weitere Belege über die Herkunft auf dessen Erfahrung.
Expertenschätzung (extern)	Der Eingangswert stammt von einer unternehmensexternen Person. Die Erhebungsmethode ist unbekannt und die Expertise des Dienstleisters ist nicht nachgewiesen.
Keine Quelle	Die Quelle des Eingangswertes kann nicht genannt und nicht vorgelegt werden.

*Tabelle 56: Beschreibung von Quellenarten (Teil 3)*

### 11.2.2 Bestimmung von Merkmalsgewichtungen für die Qualitätsperspektiven Vertretbarkeit und Kostenniveau

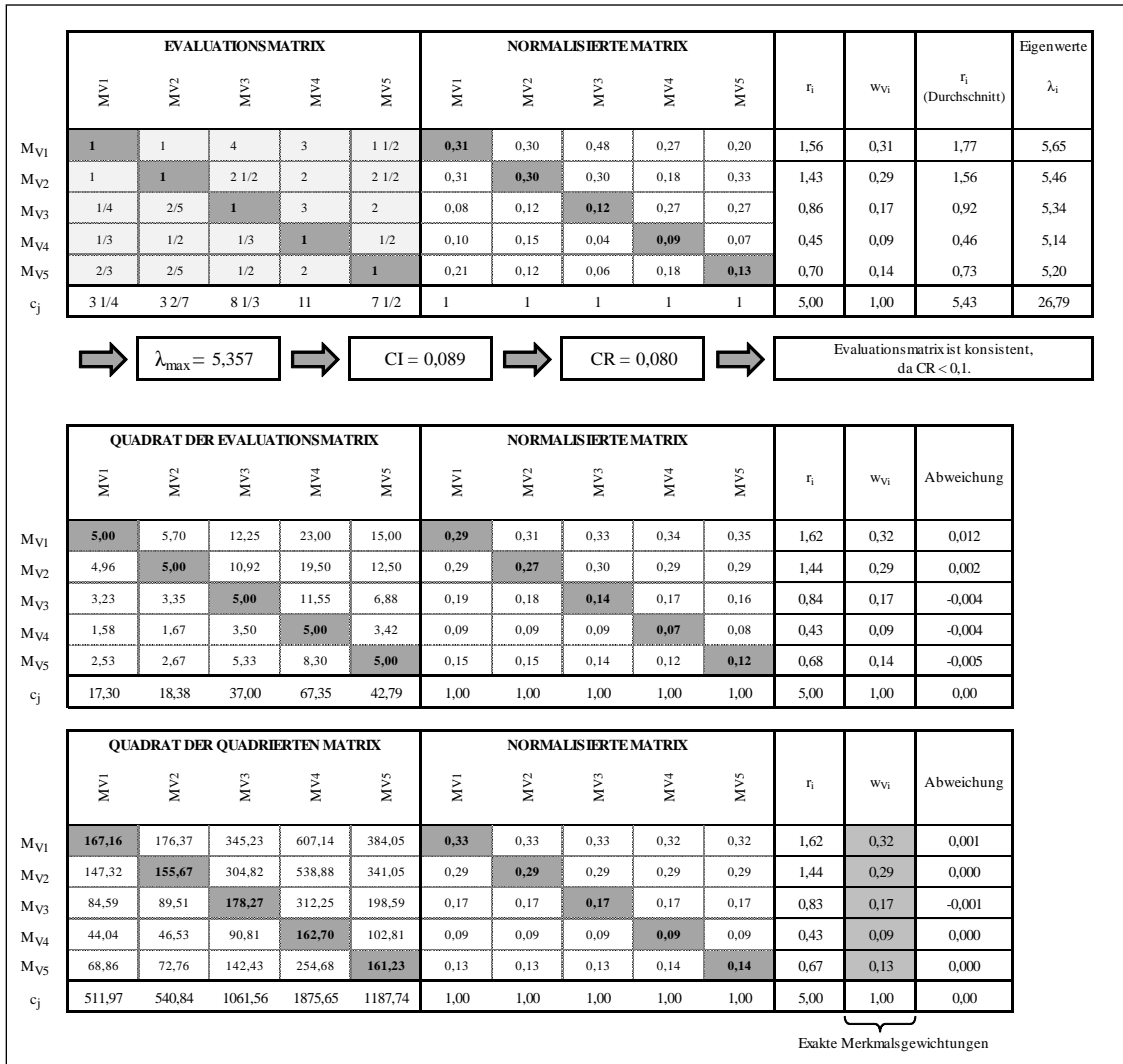


Abbildung 38: Evaluationsmatrix und Ermittlung der Merkmalsgewichtungen für die Perspektive Vertretbarkeit von Quellenqualität

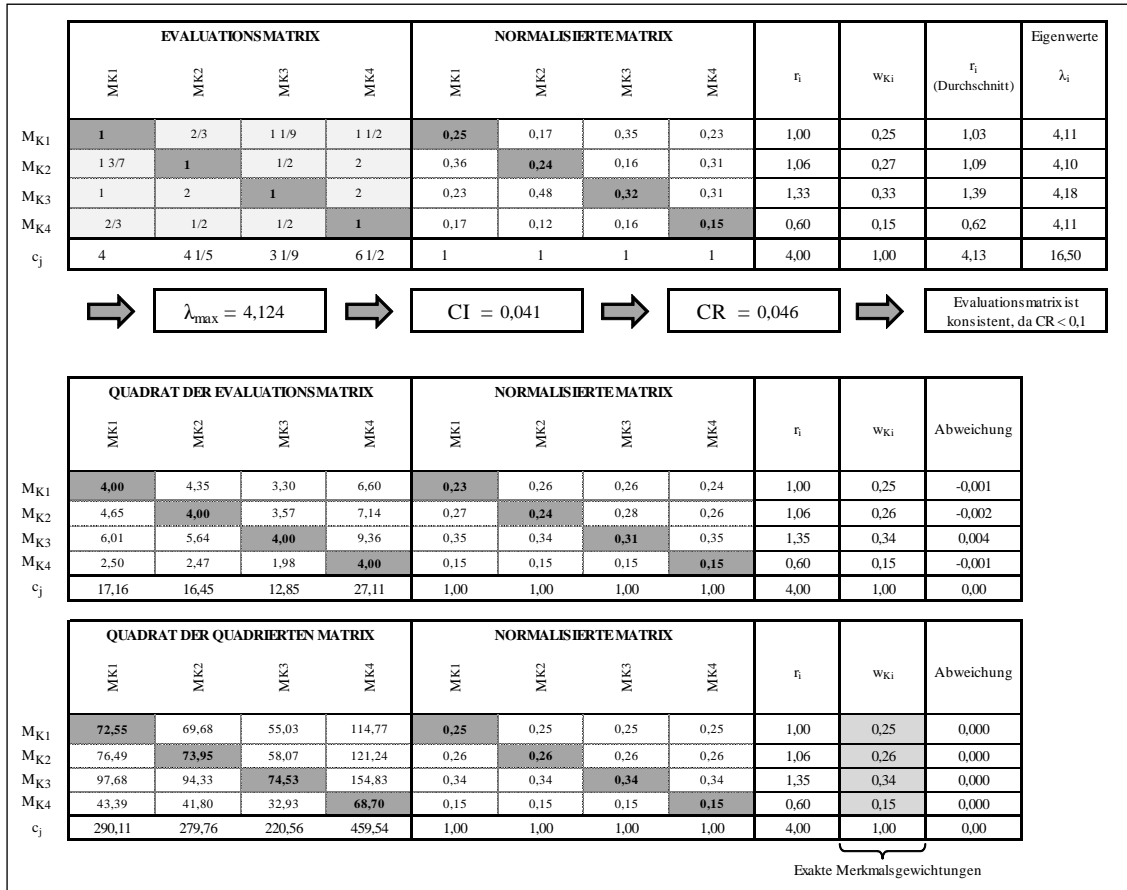


Abbildung 39: Evaluationsmatrix und Ermittlung der Merkmalsgewichtungen für die Perspektive Kostenniveau von Quellenqualität

11.2.3 Ermittlung des Niveaus der Quellenqualität für Quellenarten

Vertretbarkeit		Quellen-art 1		Quellen-art 2		Quellen-art 3		Quellen-art 4		Quellen-art 5		Quellen-art 6		Quellen-art 7		Quellen-art 8		Quellen-art 9		Quellen-art 10		Quellen-art 11		Quellen-art 12		Quellen-art 13		Quellen-art 14		Quellen-art 15		Quellen-art 16			
		EG	TB	EG	TB	EG	TB	EG	TB	EG	TB	EG	TB	EG	TB	EG	TB	EG	TB	EG	TB	EG	TB	EG	TB	EG	TB	EG	TB	EG	TB	EG	TB		
Kriterien	Skalen- maximum (EG <sub>max,vb</sub> )	2	0,32	0	0,00	0	0,00	0	0,32	2	0,32	2	0,32	2	0,32	2	0,32	2	0,32	1	0,16	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	2	0,32	2	0,32	0	0,00
M <sub>v1</sub>	32%	2	0,32	0	0,00	0	0,00	0	0,32	2	0,32	2	0,32	2	0,32	2	0,32	2	0,32	1	0,16	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	2	0,32	2	0,32	0	0,00
M <sub>v2</sub>	29%	3	0,29	2	0,19	3	0,29	3	0,29	3	0,29	3	0,29	3	0,29	3	0,29	3	0,29	2	0,19	2	0,19	0	0,00	0	0,00	1	0,10	1	0,10	2	0,19	0	0,00
M <sub>v3</sub>	17%	3	0,17	2	0,11	3	0,17	3	0,17	3	0,17	3	0,17	3	0,17	3	0,17	3	0,17	2	0,11	2	0,11	1	0,06	2	0,11	2	0,11	1	0,06	2	0,11	0	0,00
M <sub>v4</sub>	9%	1	0,03	2	0,06	1	0,03	3	0,09	3	0,09	3	0,09	3	0,09	1	0,03	3	0,09	2	0,06	0	0,00	1	0,03	2	0,06	2	0,06	3	0,09	0	0,00		
M <sub>v5</sub>	13%	3	0	0,00	3	0,13	2	0,09	2	0,09	2	0,09	2	0,09	1	0,04	3	0,13	2	0,09	2	0,09	0	0,00	2	0,09	2	0,09	3	0,13	3	0,13	0	0,00	
Gesamtbewertung in %		81%		49%		57%		96%		90%		84%		85%		100%		61%		30%		17%		23%		35%		67%		85%		0%			

Kostenniveau		Quellen-art 1		Quellen-art 2		Quellen-art 3		Quellen-art 4		Quellen-art 5		Quellen-art 6		Quellen-art 7		Quellen-art 8		Quellen-art 9		Quellen-art 10		Quellen-art 11		Quellen-art 12		Quellen-art 13		Quellen-art 14		Quellen-art 15		Quellen-art 16		
		EG	TB	EG	TB	EG	TB	EG	TB	EG	TB	EG	TB	EG	TB	EG	TB	EG	TB	EG	TB	EG	TB	EG	TB	EG	TB	EG	TB	EG	TB	EG	TB	
Kriterien	Skalen- maximum (EG <sub>max,kb</sub> )	3	0,17	0	0,00	2	0,17	3	0,25	3	0,25	3	0,25	3	0,25	3	0,25	3	0,25	3	0,25	2	0,17	1	0,08	3	0,25	3	0,25	3	0,25	0	0,00	
M <sub>k1</sub>	23%	3	0,17	0	0,00	2	0,17	3	0,25	3	0,25	3	0,25	3	0,25	3	0,25	3	0,25	3	0,25	2	0,17	1	0,08	3	0,25	3	0,25	3	0,25	0	0,00	
M <sub>k2</sub>	26%	3	0	0,00	2	0,18	0	0,00	3	0,26	3	0,26	3	0,26	0	0,00	0	0,00	2	0,18	0	0,00	2	0,18	2	0,18	2	0,18	3	0,26	3	0,26	0	0,00
M <sub>k3</sub>	34%	3	0	0,00	1	0,11	1	0,11	1	0,11	2	0,22	3	0,34	0	0,00	0	0,00	1	0,11	0	0,00	2	0,22	2	0,22	2	0,22	3	0,34	3	0,34	0	0,00
M <sub>k4</sub>	15%	2	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	1	0,07	0	0,00	1	0,07	2	0,15	2	0,15	0	0,00
Gesamtbewertung in %		17%		29%		28%		63%		74%		85%		25%		25%		54%		25%		64%		48%		72%		100%		100%		0%		

**Legende**

Quellenart 1: Listenpreis  
 Quellenart 2: Lieferantensukkniff  
 Quellenart 3: Herstellerauskniff  
 Quellenart 4: Verhandeltes Angebot / Kaufvertrag (schwache Position)  
 Quellenart 5: Verhandeltes Angebot / Kaufvertrag (normale Position)  
 Quellenart 6: Verhandeltes Angebot / Kaufvertrag (starke Position)

Quellenart 7: Richtpreisangebot  
 Quellenart 8: Detailangebot  
 Quellenart 9: Externe Dienstleister / Institute  
 Quellenart 10: Expertenschätzung (extern)  
 Quellenart 11: Expertenschätzung eines Kostenanalytikers  
 Quellenart 12: Expertenschätzung eines Einkäufers

Quellenart 13: Interne Planungsprämisse  
 Quellenart 14: Kalkulation  
 Quellenart 15: Validierte Kalkulation  
 Quellenart 16: Keine Quelle

EG: Erfüllungsgrad  
 TB: Teilbearbeitung

Abbildung 40: Beurteilung der Quellenarten anhand der Merkmale für die Perspektiven Vertretbarkeit und Kostenniveau von Quellenqualität

# 11.3 Ergänzungen zur Erstellung der Metrik für Berechnungsqualität

## 11.3.1 Definition von Merkmalen der Kategorie Übersichtlichkeit für Berechnungsqualität

RAFFENSPERGER (2010)		BEWIG (2005)		Bewertung der Relevanz durch Experten des Industriepartners		Berücksichtigung in den finalen Qualitätsmerkmalen für Berechnungsqualität	
Seitenangabe		Seitenangabe		benötigt	nicht benötigt	Kategorie Übersichtlichkeit	
<b>Aufbau der Berechnung</b> Berechnung folgt Leserichtung von links oben nach rechts unten. (Keine Verweise nach "rechts unten") Informationsfluss von Eingabe über Berechnung zu Ausgabe. Trennung von Eingabe-, Berechnungs- und Ausgabeblöcken in Blöcken auf verschiedenen Tabellenblättern. Berechnung erfolgt möglichst auf einem einzelnen Tabellenblatt. Keine Verweise auf weit entfernte Zellen oder andere Tabellenblätter. Nutzung möglichst weniger Tabellenblätter für die Berechnung Anordnung verschiedener Berechnungen in Blöcken. Trennung durch leere Spalten/Reihen. So wenig Freiräume (Abstände zwischen den Berechnungen) wie möglich. Datentypen innerhalb des Dokuments immer gleich anordnen, entweder in Reihen oder Spalten.		S. 3	S. 2	x		1.1	
		S. 4	S. 2	x		1.2	
		S. 4 und 5	S. 2		x	-	
		S. 5	S. 2	x		1.3	
		S. 4	S. 2	x		1.3	
		S. 5	S. 2	x		1.3	
		S. 6	S. 7	x		1.4	
		S. 6	-		x	-	
		S. 7	S. 4	x		1.5	
		S. 12	S. 7	x		1.6	
		S. 11	-		x	-	
		S. 12	S. 7	x		1.7	
		S. 12	-	x		1.7	
		S. 12	-		x	-	
		S. 13	-	x		1.8	
		S. 10	S. 8	benötigt	nicht benötigt	Kategorie Übersichtlichkeit	
		S. 9	-	x		1.9	
		S. 9	-	x		1.10	
<b>Formatierung von Zellen</b> Wechseltender Verzicht auf farbliche Markierungen und Formatierungen. Verwendung einheitlicher Schriftgrößen. Verwendung unterschiedlicher Formatierungen für Konstanten und Formeln. Verzicht auf verschiedene Zahlenformate (außer für Konstanten/Formeln). Verwendung einheitlicher Spaltenbreiten und Zeilenhöhen. Beschreibende Formatierung für Datenzellen (Währung, %-Werte, etc.), oder Kennzeichnung in der Zeilen-/Spaltenbeschriftung.				benötigt	nicht benötigt	Kategorie Übersichtlichkeit	
<b>Verwendung von Formeln</b> Verbergen "gewollter" Fehler, aber ungewollte müssen sichtbar sein. Formeln möglichst verschachtelt in einer Zelle, keine Aufteilung auf mehrere Zellen.				benötigt	nicht benötigt	Kategorie Übersichtlichkeit	
<b>Ungang mit unnötigen oder doppelten Informationen</b> Keine Zellen mit Daten, die nicht weiter benutzt werden, keinen Ausgabewert darstellen oder zur Überprüfung der Berechnung gedacht sind ("dangling cells") Keine Zellen die nur auf eine andere Zelle verweisen. ("spurious reference")				benötigt	nicht benötigt	Kategorie Übersichtlichkeit	

Legende:  
 Autor trifft keine Aussage,  Autor widerspricht

Abbildung 41: Auswahl von Gestaltungsrichtlinien für die Kategorie Übersichtlichkeit von Berechnungsqualität

Dokumentation der Berechnung	RAFFENSPERGER (2001)	BRWIG (2005)	PAYETTE (2006)	FRYOX (2006)	Bewertung der Relevanz durch Experten des Industriepartners		Berücksichtigung in den finalen Qualitätsmerkmalen für Berechnungsqualität
					benötigt	nicht benötigt	
<b>Dokumentation der Berechnung</b> Kurze Erklärung von Zweck und Aufbau der Berechnung in separaten Tabellenblatt. Basisdokumentation (Titel, Ersteller, Erstellungsdatum, Letzte Änderung, Abfräher). Beschreibung der einzelnen Berechnungsschritte / Berechnungsböcke. "Gebrauchsanweisung" zur Benutzung des Berechnungstools. Beschreibung komplexer Formeln mit Fließtext. Übersichtliste aller verwendeter Formeln in der Berechnung. "Change record" im Dokument führen, um Änderungen / Versionierungen zu dokumentieren. Schaubild mit Zellenverknüpfungen ("dependency graph") im Dokument. Angabe der Quellen für Eingangsdaten.	-	S.3	S.2	S.3	x		2.1
	-	S.4	S.1	-	x		2.1
	-	-	S.2	S.3	x		2.2
	-	S.3	S.2	S.3	x		2.3
	-	S.6	-	-	x		2.2
	-	S.8	-	-	x		-
	-	-	S.2	S.3	x		-
	-	S.3	-	-	x		-
	-	S.6	S.2	S.3	x		-
	-	-	-	-	x		-
<b>Verwendung von Formeln</b> Formeln vereinfachen / nur einfache Formeln verwenden. Keine Konstanten in Formeln einbauen ("verstecken"). Komplizierte Formeln in verschiedene Zellen mit Zwischenergebnissen aufteilen. Einheitliche Manipulation von Werten in einer Zeile / Spalte eines Berechnungsblocks. Keine unterschiedlichen Formeln.	S.9	S.1	-	-	x		2.4
	S.13	S.5	-	-	x		2.4
	S.10	S.8	-	-	x		2.2
	S.7	S.4	-	-	x		2.5
<b>Sonstige Merkmale</b> Ausformulierte, verständliche Zeilen- / Spaltenbeschriftungen. Keine Abkürzungen, die nicht allgemein bekannt sind. Keine versteckten oder ausgeblendeten Zellen, Zeilen oder Spalten. Wichtige Zwischenergebnisse, die wiederverwendet werden, einen Namen zuweisen. Keine Verlinkungen in andere Arbeitsmappen oder sonstige externe Quellen. Kennzeichnung von Feldern, die eine Eingabe vom Benutzer verlangen.	S.13	-	-	-	x		2.6
	S.14	S.5	-	-	x		-
	-	S.4	-	-	x		-
	-	S.5	-	-	x		2.7
	-	S.5	-	-	x		2.3

Abbildung 42: Auswahl von Gestaltungsrichtlinien für die Kategorie Verständlichkeit von Berechnungsqualität

## 11.4 Ergänzungen zur Erstellung der Metrik für Schulungsqualität

Schulungsqualität		
<b>Frage 1:</b> Wird in der Schulungsunterlage der Ablauf der Schulung durch eine Agenda strukturiert? Ist die Agenda übersichtlich?		
<b>Antwortalternativen</b>	Stufe 0:	Es liegt keine Agenda vor, die die Struktur der Schulung darlegt.
	Stufe 1:	Die Agenda ist eine der ersten Folien der Schulungsunterlage.
	Stufe 2:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Agenda ist eine der ersten Folien der Schulungsunterlage.</li> <li>• Die Agenda-Punkte sind nummeriert.</li> <li>• Aus der Agenda geht der zeitliche Ablauf der Schulung hervor.</li> <li>• Jedem Agenda-Punkt ist ein vortragender Referent zugeordnet.</li> <li>• Jedem Agenda-Punkt ist die Seitenzahl in der Präsentation zugeordnet, ab der die zum Punkt gehörenden Inhalte behandelt werden.</li> </ul>
	Stufe 3:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Agenda ist eine der ersten Folien der Schulungsunterlage.</li> <li>• Die Agenda-Punkte sind nummeriert.</li> <li>• Aus der Agenda geht der zeitliche Ablauf der Schulung hervor.</li> <li>• Jedem Agenda-Punkt ist ein vortragender Referent zugeordnet.</li> <li>• Jedem Agenda-Punkt ist die Seitenzahl in der Präsentation zugeordnet, ab der die zum Punkt gehörenden Inhalte behandelt werden.</li> <li>• Auf jeder Folie ist eine Übersicht der Agenda zu sehen.</li> <li>• Auf jeder Folie ist in der Agenda-Übersicht der Agenda-Punkt markiert, zu dem die Folie gehört.</li> </ul>

*Tabelle 57: Beispiel für den Wertebereich von Messmerkmal 1 der Schulungsqualität*

Schulungsqualität	
Frage 2: Ist die Schulungsunterlage nach einem systematischen Konzept strukturiert?	
Stufe 3	<p>Die Schulungsunterlage ist unter Berücksichtigung der Reihenfolge anhand der folgenden Umfänge gegliedert:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Vorstellung der referierenden Person,</li> <li>- Vorstellung weiterer Experten,</li> <li>- Zielsetzung,</li> <li>- Einführung in die Thematik,</li> <li>- Erklärung der Theorie,</li> <li>- Anwendungsbeispiel,</li> <li>- Diskussion zum Anwendungsbeispiel,</li> <li>- Zusammenfassung,</li> <li>- Abschlussdiskussion und</li> <li>- Nennen eines Ansprechpartners.</li> </ul>
Stufe 2	<p>Die Schulungsunterlage ist ohne Berücksichtigung der Reihenfolge anhand der folgenden Umfänge gegliedert:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Vorstellung der referierenden Person,</li> <li>- Vorstellung weiterer Experten,</li> <li>- Zielsetzung,</li> <li>- Einführung in die Thematik,</li> <li>- Erklärung der Theorie,</li> <li>- Anwendungsbeispiel,</li> <li>- Diskussion zum Anwendungsbeispiel,</li> <li>- Zusammenfassung,</li> <li>- Abschlussdiskussion und</li> <li>- Nennen eines Ansprechpartners.</li> </ul>
Stufe 1	<p>Die Struktur der Schulungsunterlage weist folgende Elemente auf:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Theorie,</li> <li>- Anwendungsbeispiel,</li> <li>- Diskussion und</li> <li>- Schluss.</li> </ul>
Stufe 0	<p>Die Schulungsunterlage weist keine Struktur auf oder es lassen sich lediglich eine Einführung, ein Hauptteil und ein Schluss differenzieren.</p>

Tabelle 58: Beispiel für den Wertebereich von Messmerkmal 2 der Schulungsqualität



<b>Schulungsqualität</b>		
<b>Frage 3:</b> Entspricht die Gestaltung der Schulungsunterlage den aktuellen Unternehmensvorgaben?		
<b>Antwortalternativen</b>	Stufe 0:	Unternehmensrichtlinien zur Gestaltung von Dokumenten werden durch die Schulungsunterlage nicht berücksichtigt.
	Stufe 1:	-
	Stufe 2:	Die Schulungsunterlage entspricht hinsichtlich der Gestaltung einer veralteten Richtlinie für den Unternehmensauftritt.
	Stufe 3:	Die Schulungsunterlage entspricht hinsichtlich der Gestaltung den aktuellen Unternehmensvorgaben. Diese können beispielsweise anhand folgender Merkmale überprüft werden: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Schriftart, Schriftgröße, Schriftfarbe und Positionierung von Überschriften,</li> <li>• Schriftart, Schriftgröße, Schriftfarbe und Positionierung von Textblöcken oder</li> <li>• Verwendetes Farbschema in Abbildungen oder Tabellen.</li> </ul>

*Tabelle 59: Beispiel für den Wertebereich von Messmerkmal 3 der Schulungsqualität*

<b>Schulungsqualität</b>		
<b>Frage 4:</b> Sind die einzelnen Folien der Schulungsunterlage übersichtlich gestaltet?		
<b>Antwortalternativen</b>	Stufe 0:	Keine der in Stufe 3 beschriebenen Anforderungen wurde eingehalten, um die Folien der Schulungsunterlage übersichtlich zu gestalten.
	Stufe 1:	Die Inhalte der Folien sind innerhalb eines definierten Rahmens platziert.
	Stufe 2:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Inhalte der Folien sind innerhalb eines definierten Rahmens platziert.</li> <li>• Maximal 50 Prozent der Fläche einer Folie dienen der Darstellung von Informationen und verhindern somit eine zu hohe Informationsdichte.</li> <li>• In der Schulungsunterlage sind pro Folie nicht mehr als drei Abbildungen dargestellt, wodurch ebenfalls die Informationsdichte begrenzt wird.</li> </ul>
	Stufe 3:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Inhalte der Folien sind innerhalb eines definierten Rahmens platziert.</li> <li>• Maximal 50 Prozent der Fläche einer Folie dienen der Darstellung von Informationen und verhindern somit eine zu hohe Informationsdichte.</li> <li>• In der Schulungsunterlage sind pro Folie nicht mehr als drei Abbildungen dargestellt, wodurch ebenfalls die Informationsdichte begrenzt wird.</li> <li>• Nicht mehr als 10 Prozent des Texts einer Folie sind durch beispielsweise Fett-Schrift oder Signalfarben hervorgehoben, um Kernbotschaften zu markieren.</li> </ul>

*Tabelle 60: Beispiel für den Wertebereich von Messmerkmal 4 der Schulungsqualität*

Schulungsqualität		
<b>Frage 5:</b> Ist die Schulungsunterlage aktuell?		
Antwort-alternativen	Stufe 0:	Es liegt keine Änderungshistorie vor, in der eine Prüfung der Inhalte dokumentiert ist oder die letzte dokumentierte Prüfung liegt mehr als ein Jahr zurück.
	Stufe 1:	-
	Stufe 2:	-
	Stufe 3:	Die Schulungsunterlage ist aktuell. Innerhalb des letzten Jahres wurde nachweislich sichergestellt, dass die Inhalte korrekt sind. Der Nachweis geht aus einer Änderungshistorie hervor.

*Tabelle 61: Beispiel für den Wertebereich von Messmerkmal 5 der Schulungsqualität*

Schulungsqualität		
<b>Frage 6:</b> Sind in der Schulungsunterlage die Referenten dokumentiert?		
Antwort-alternativen	Stufe 0:	In der Schulungsunterlage sind keine Referenten aufgeführt oder dokumentierte Referenten sind nicht mehr aktuell.
	Stufe 1:	Die Referenten der Schulung sind in der Schulungsunterlage mit <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorname und Name sowie</li> <li>• Abteilung dokumentiert.</li> </ul>
	Stufe 2:	Die Referenten der Schulung sind in der Schulungsunterlage mit <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorname und Name,</li> <li>• Foto sowie</li> <li>• Abteilung dokumentiert.</li> </ul>
	Stufe 3:	Die Referenten der Schulung sind in der Schulungsunterlage mit <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorname und Name,</li> <li>• Foto,</li> <li>• Abteilung sowie</li> <li>• Aufgabengebiet dokumentiert.</li> </ul>

*Tabelle 62: Beispiel für den Wertebereich von Messmerkmal 6 der Schulungsqualität*

<b>Schulungsqualität</b>		
<b>Frage 7:</b> Sind in der Schulungsunterlage weitere Experten dokumentiert, wenn diese im Unternehmen vorhanden sind?		
<b>Antwort-alternativen</b>	Stufe 0:	In der Schulungsunterlage sind keine weiteren Experten aufgeführt oder dokumentierte Experten sind nicht mehr aktuell.
	Stufe 1:	Die weiteren Experten sind in der Schulungsunterlage mit <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorname und Name sowie</li> <li>• Abteilung dokumentiert.</li> </ul>
	Stufe 2:	Die weiteren Experten sind in der Schulungsunterlage mit <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorname und Name,</li> <li>• Foto sowie</li> <li>• Abteilung dokumentiert.</li> </ul>
	Stufe 3:	Die weiteren Experten sind in der Schulungsunterlage mit <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorname und Name,</li> <li>• Foto,</li> <li>• Abteilung sowie</li> <li>• Aufgabengebiet dokumentiert.</li> </ul>

*Tabelle 63: Beispiel für den Wertebereich von Messmerkmal 7 der Schulungsqualität*

<b>Schulungsqualität</b>		
<b>Frage 8:</b> Geht aus der Schulungsunterlage hervor, dass im Rahmen der Schulung theoretische Inhalte durch Anwendungsbeispiele praxisnah erläutert werden?		
<b>Antwort-alternativen</b>	Stufe 0:	Anwendungsbeispiele werden im Rahmen der Schulung nicht von den Teilnehmern bearbeitet.
	Stufe 1:	Die Schulungsteilnehmer bearbeiten nach der gesamten Theorieinheit der Schulung ein Anwendungsbeispiel zusammen mit dem Referenten.
	Stufe 2:	Die Schulungsteilnehmer bearbeiten nach jedem Theorieblock ein dazugehöriges Anwendungsbeispiel selbstständig in einer Gruppe aus mehreren Teilnehmern.
	Stufe 3:	Die Schulungsteilnehmer bearbeiten nach jedem Theorieblock ein dazugehöriges Anwendungsbeispiel selbstständig und alleine.

*Tabelle 64: Beispiel für den Wertebereich von Messmerkmal 8 der Schulungsqualität*

Schulungsqualität		
<b>Frage 9:</b> Geht aus der Schulungsunterlage hervor, dass die Lösungen der Anwendungsbeispiele vom Referenten vorgestellt werden?		
Antwort-alternativen	Stufe 0:	Es wird lediglich das Ergebnis des Beispiels genannt oder auf eine Darstellung des Ergebnisses wird komplett verzichtet.
	Stufe 1:	Die Lösung des Anwendungsbeispiels wird genannt. Der Lösungsweg wird rudimentär skizziert und nicht mit den Teilnehmern der Schulung aktiv diskutiert.
	Stufe 2:	Die Lösung samt Lösungsweg des Anwendungsbeispiels wird detailliert vom Referenten erläutert. Auf eine Diskussion der Lösung wird verzichtet.
	Stufe 3:	Die Lösung samt Lösungsweg des Anwendungsbeispiels wird detailliert vom Referenten erläutert. Mehrere Lösungsalternativen werden gezeigt und mit den Teilnehmern diskutiert.

*Tabelle 65: Beispiel für den Wertebereich von Messmerkmal 9 der Schulungsqualität*

Schulungsqualität		
<b>Frage 10:</b> Geht aus der Schulungsunterlage hervor, dass die Schulungsteilnehmer im Rahmen von Diskussionsblöcken die Möglichkeit haben, dem Referenten Frage zu stellen?		
Antwort-alternativen	Stufe 0:	Im Rahmen der Schulung ist keine Diskussion mit dem Referenten vorgesehen.
	Stufe 1:	Ein Diskussionsblock ist nur am Ende der Schulung mit dem Referenten vorgesehen.
	Stufe 2:	In der Schulung sind nach jedem Themenblock höchstens fünf Minuten und am Ende der Schulung höchstens 20 Minuten für einen Diskussionsblock eingeplant.
	Stufe 3:	In der Schulung sind nach jedem Themenblock mindestens fünf Minuten und am Ende der Schulung mindestens 20 Minuten für einen Diskussionsblock eingeplant.

*Tabelle 66: Beispiel für den Wertebereich von Messmerkmal 10 der Schulungsqualität*

<b>Schulungsqualität</b>		
<b>Frage 11:</b> Geht aus der Schulungsunterlage hervor, dass im Rahmen der Schulung die eingesetzten Medien zur Förderung der Aufmerksamkeit der Teilnehmer gewechselt werden?		
<b>Antwort-alternativen</b>	Stufe 0:	Die Schulung wird alleine mit Hilfe der Schulungspräsentation durchgeführt. Auch die Referenten wechseln nicht.
	Stufe 1:	Die Schulung wird alleine mit Hilfe der Schulungspräsentation durchgeführt. Mehrere Referenten wechseln sich dabei ab.
	Stufe 2:	Aus der Präsentation geht hervor, dass ein mäßiger Medienwechsel durch die Einbindung von Berechnungsmodellen in Tabellenkalkulationsprogrammen vorgesehen ist. Ein Referentenwechsel ist nicht notwendig.
	Stufe 3:	Aus der Präsentation geht hervor, dass ein vielseitiger Medienwechsel durch die Einbindung von beispielsweise Flip Charts, Videos oder Berechnungsmodellen in Tabellenkalkulationsprogrammen vorgesehen ist. Ein Referentenwechsel ist nicht notwendig.

*Tabelle 67: Beispiel für den Wertebereich von Messmerkmal 11 der Schulungsqualität*