

FAKULTÄT MASCHINENBAU

Studiengang Wirt.-Ing.

Fachgebiet IT in Produktion und Logistik

Univ.-Prof. Dr.-Ing. Markus Rabe

B a c h e l o r a r b e i t

**Vorgehensweise zur systematischen Ableitung und
Bewertung konstruktionsrelevanter Kennzahlen im
Schiffsbau**

von

Frerk Schreiber

Matrikel-Nr.: 186703

Erstprüfer:

Univ.-Prof. Dr.-Ing. Markus Rabe

Zweitprüfer:

M.Sc. Joachim Hunker

Ausgegeben am 25.02.2019

Eingereicht am 20.05.2019

Vorwort

Diese Bachelorthesis entstand in Kooperation mit dem Lehrstuhl für IT in Produktion und Logistik der Technischen Universität Dortmund und der Meyer Werft in Papenburg. Der Verfasser dieser Bachelorthesis entwickelte im Laufe eines vorgelagerten Praktikums und durch Anregung von Herrn Patrick Stockden (Meyer Werft) das Thema dieser Arbeit. Ferner ermunterte Herr Joachim Hunker den Autor, die Bedeutung von Daten- und Informationsqualität zu erkennen. Alle in dieser Arbeit verwendeten und entwickelten (Kenn-)Zahlen werden auf Rücksicht des Betriebsgeheimnisses der Meyer Werft anonymisiert.

Inhaltsverzeichnis

Vorwort	I
1 Einleitung	1
2 Grundlagen zum Schiffsbau	4
2.1 Vom Schiffsentwurf zur Detailkonstruktion	5
2.2 Projektplanung im Schiffsbau	7
3 Datenqualität	10
3.1 Begriffsdefinition Daten- und Informationsqualität	10
3.2 Datenqualitätsdimensionen	12
3.3 Datenqualitätsmetriken	15
4 Kennzahlen	17
4.1 Begriffe und Definitionen	17
4.1.1 Indikatoren	18
4.1.2 Key Performance Indicators	19
4.1.3 Performance-Measurement-Systeme	19
4.2 Arten, Aufgaben und Anwendungen	19
4.3 Kennzahlensysteme	24
4.4 Verwendung im Schiffsbau	25
4.5 Bedeutung der Informationsqualität	27
5 Vorgehensentwicklung zum systematischen Ableiten und Bewerten von Kennzahlen im Schiffsbau	29
5.1 Entwicklung einer allgemeinen Methode zum Ableiten von Kennzahlen aus einer Datenbasis	30
5.1.1 Analyse einer Kennzahl	31
5.1.2 Priorisierung der Datenqualitäts-Dimensionen	32
5.1.3 Auswahl und Entwicklung von Datenqualitäts-Metriken	36
5.1.4 Bewerten der Datenbasis	36
5.1.5 Ableiten einer Kennzahl	37
5.2 Ausarbeitung einer Kennzahl für die Detailkonstruktion im Schiffsbau	37

5.3	Anpassung der Methode zur konkreten Vorgehensweise zum Ableiten der schiffsbaulichen Kennzahl	39
5.3.1	Analyse der Kennzahl	40
5.3.2	Entwicklung von Metriken	42
6	Fallbeispiel aus der Praxis	46
6.1	Vorstellung der Meyer Werft	46
6.2	Anwendung der Vorgehensweise zur Kennzahlenermittlung im Schiffsbau . .	47
6.2.1	Bewerten der Datenbasis	47
6.2.2	Datenqualitätsmaßnahmen	50
6.2.3	Ableiten der Kennzahl für die Detailkonstruktion	52
6.3	Bewertung der Kennzahl für die Detailkonstruktion	54
6.4	Fazit	55
7	Zusammenfassung und Ausblick	56
	Literaturverzeichnis	58
	Abbildungsverzeichnis	63
	Tabellenverzeichnis	64
	Formelverzeichnis	65
	Abkürzungsverzeichnis	66
	Eidesstaatliche Versicherung	66
A	Anhang	67

1 Einleitung

Die internationale Schiffsbauindustrie befindet sich seit der Weltwirtschaftskrise 2008 in einer angespannten Situation. In den Jahren vor der Krise wurde in Erwartung eines stetig steigenden Schiffsbedarfes die weltweite Schiffstonnage stark ausgebaut (vgl. Rox; 2016, S. 21). Diese Annahme stellte sich durch die Weltwirtschaftskrise als eine Fehlkalkulation heraus, in deren Folge die Bauaufträge neuer Schiffe einbrachen (vgl. Rox; 2016, S. 21). Als Konsequenz hat sich die Anzahl der aktiven Werften seit 2009 mehr als halbiert (vgl. VSM; 2017, S. 24). Lediglich ein Drittel der weltweit aktiven Werften konnte im Jahr 2017 neue Aufträge gewinnen (vgl. VSM; 2017, S. 24). Hohe Überkapazitäten, eine anhaltende Rezession und staatliche Subventionen bestimmen deshalb die aktuelle Wettbewerbssituation (VSM; 2018, S. 4).

Die europäischen Werften konnten sich dem allgemeinen Trend widersetzen. Ihr Anteil am weltweiten Auftragsvolumen steigerte sich von 10 % im Jahr 2013 auf 35 % im Jahr 2017 (VSM; 2017, S. 25). Diese positive Entwicklung der europäischen Werften liegt in erster Linie am Fokus auf die diversen Formen des Passagierschiffsbaus (S. 26 VSM; 2017; Rox; 2016, S. 2). Der Schwerpunkt in Richtung des Spezialschiffsbaus hat den deutschen und europäischen Werften Robustheit vor der Volatilität des Volumenschiffsmarktes verschafft (VSM; 2017, S. 26). Im Bereich der Passagierschiffe, vor allem im boomenden Kreuzfahrtsektor, gibt es eine konstant wachsende Nachfrage (VSM; 2017, S. 26). Das Handelsblatt spricht bei der besonders lukrativen Kreuzfahrtschiffsbaubranche gar von einer europäischen Industrie (Handelsblatt; 2017).

Die Attraktivität der Branche und die ausbleibenden Aufträge im Volumenschiffsbau wecken Begehrlichkeiten bei den vornehmlich im asiatischen Raum angesiedelten Werften für den Containerschiffsbau (vgl. VSM; 2017, S. 28). Die Marktkonsolidierung im Spezialschiffsbau ist deshalb in vollem Gange. In den letzten Jahren hat der Wettbewerb durch Übernahmen und Neugründungen stark zugenommen (Handelsblatt; 2018; Wördemann; 2009; Kuchenbecker; 2017). Ferner drängt die chinesische Regierung mit ihrer staatlichen Initiative „Made in China 2025“ in den Wettbewerb. Sie hat den Kreuzfahrtschiffsbau als eine der zehn Schlüsselindustrien ausgerufen, in denen sie 2025 weltweit führend sein will (Shi; 2017, S. 74). Die deutschen Werften müssen sich darauf einstellen, dass der ohnehin schon starke Wettbewerb

in Zukunft noch zunehmen dürfte. Dr. Lootz, Abteilungsleiter bei der Meyer Werft GmbH & Co. KG (Meyer Werft), stellt fest:

„Um als Werft auf dieser schweren See bestehen zu können, benötigt die Unternehmensleitung eine Auswahl der richtigen Stellhebel aus der Masse entscheidungsrelevanter Managementinformationen, um beispielsweise die Reiseroute oder Geschwindigkeit anzupassen“ (Lootz; 2018, S. 344).

Im Rahmen des Zitates werden unter „Stellhebel“ sogenannte Kennzahlen verstanden (vgl. Lootz; 2018, S. 344). Kennzahlen sind besondere Zahlen, welche als Grundlage für Unternehmensentscheidungen dienen. Bei einer kritischen Betrachtung des Zitates stellt sich die Frage, was genau „richtige“ Kennzahlen ausmacht. Im Kontext des Zitates wird die Richtigkeit von Kennzahlen als geeignete Informationsentlastung auf erfolgstreibende Faktoren definiert (vgl. Lootz; 2018, S. 344). Dabei wird die grundlegende Frage nach der Glaubwürdigkeit von Kennzahlen nicht betrachtet. Ein geeigneter „Stellhebel“ zur Unternehmenssteuerung setzt allerdings a priori eine hohe Glaubwürdigkeit voraus. Denn nur, wenn die Realität tatsächlich abgebildet wird, können fundierte Entscheidungen auf Basis von Kennzahlen erfolgen. Die Überlegung führt zur Frage: Wie kann sichergestellt werden, dass Kennzahlen glaubwürdig sind?

Die aufgeworfene Forschungsfrage ist dabei nicht neu. Kleindienst (vgl. 2017, S. 187) stellt dabei die Frage nach einer geeigneten Datenqualität für Kennzahlen in den Fokus. Eine australische Studie, auf die in der Arbeit näher eingegangen wird, zeigt, dass der Zusammenhang von Datenqualität und Kennzahlen in der Praxis bereits erkannt und zu konkreten Maßnahmen geführt hat (vgl. Masayna et al.; 2009, S. 231). Allerdings wurde nach Wissen des Autors noch keine konkrete Methode entwickelt, die beide Themenfelder, Datenqualität und Kennzahlen, in einem kombinierten Verfahren zum Ableiten valider Kennzahlen vereint. Ziel dieser Bachelorarbeit ist daher die Entwicklung einer Methode zur systematischen Ableitung und Bewertung von Kennzahlen. Der Fokus soll dabei auf der Bewertung der Kennzahlen in Bezug auf ihre Glaubwürdigkeit liegen. Darüber hinaus soll die allgemeine Methode für eine konstruktionsrelevante Kennzahl im Schiffsbau angepasst werden. Ziel ist es, die Methode zu einer konkreten Vorgehensweise zum Ableiten dieser Kennzahl anzupassen. Es soll sichergestellt werden, dass die Realität in angemessenem Umfang abgebildet wird und so ein Beitrag zur Beantwortung der aufgeworfenen Frage geleistet wird.

Zur Zielerreichung werden die wissenschaftlichen Grundlagen zu Datenqualität und Kennzahlen erarbeitet. Des Weiteren wird der Schiffsbau als Themenfeld dieser Arbeit näher beleuchtet. Die drei Themen werden zunächst unabhängig voneinander betrachtet. Im zweiten Kapitel wird der Konstruktions- und Planungsprozess von Schiffen erläutert. Dabei soll

ein grundlegendes Verständnis für das Anwendungsbeispiel der Vorgehensweise vermittelt werden. Anschließend werden im dritten Kapitel Techniken zur Messung von Datenqualität vorgestellt. Diese werden gemeinsam mit dem im vierten Kapitel vorgestellten Stand der Technik bei Kennzahlen als Werkzeuge der Vorgehensweise dienen. Darüber hinaus wird im Kapitel zu Kennzahlen auf die Wechselwirkung zwischen Kennzahlen und Datenqualität und auf schiffsbauliche Kennzahlen eingegangen.

Die entwickelte Methode verbindet die Erkenntnis aus der Studie von Masayna et al. (2009, vgl.), das Datenqualitätsmodell der Deutsche Gesellschaft für Informations- und Datenqualität (DGIQ) und die wissenschaftlichen Grundlagen zu Kennzahlen in einem fünfphasigen Vorgehen zum Ableiten von Kennzahlen. Die Methode ist dabei allgemeingültig. Um die Methode an die Konstruktion im Schiffsbau anzupassen, wird ein neuer „Stellhebel“ in Form einer Kennzahl zur Messung der Performance in der schiffsbaulichen Detailkonstruktion hinzugefügt. Im letzten Schritt des fünften Kapitels wird die Methode an diese Kennzahl angepasst. Dadurch entwickelt sich die allgemeine Methode zu einer konkreten Vorgehensweise zur systematischen Ableitung und Bewertung konstruktionsrelevanter Kennzahlen in der schiffsbaulichen Detailkonstruktion. Anschließend erfolgt die praktische Validierung des Entwickelten anhand von Daten der Meyer Werft. Dabei werden die Vorgehensweise und die Kennzahl kritisch überprüft. Zum Abschluss dieser Arbeit werden die Erkenntnisse zusammengefasst und ein Ausblick über weiterführende Entwicklungen und Forschungsfelder gegeben.

2 Grundlagen zum Schiffsbau

Schiffe sind hochspezialisierte Konstruktionen, die, ihrem jeweiligen Anwendungsgebiet nach, stark angepasst entwickelt werden (vgl. Tschullik et al.; 2008, S. 2). Im Gegensatz zu Produkten anderer Industriezweige handelt es sich bei Schiffen oft um Neubauten oder Kleinstserien mit kurzer Entwicklungszeit (vgl. Rox; 2016, S. 2). Sie müssen durch den stetigen Konkurrenzdruck in kürzester Zeit projektiert, konstruiert und produziert werden (vgl. Tschullik et al.; 2008, S. 2). Die Abbildung 2.1 verdeutlicht die Anforderungen an den Schiffsbau im Vergleich zu anderen Industriezweigen.

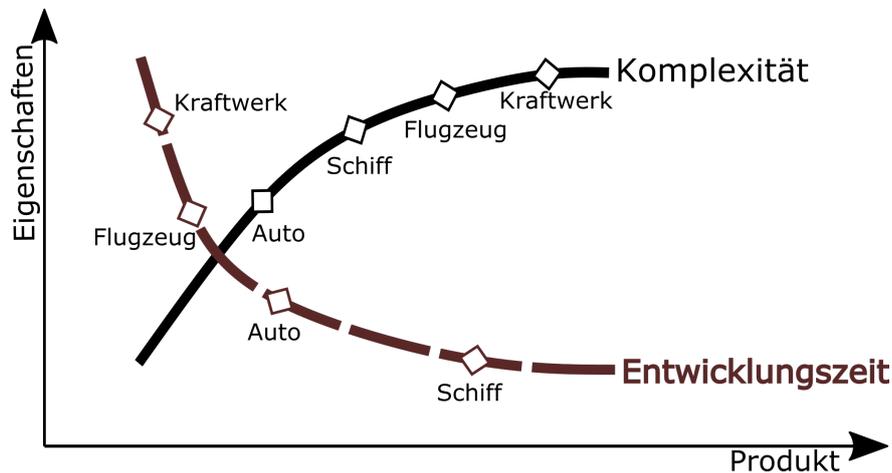


Abbildung 2.1: Komplexität und Entwicklungszeit ausgewählter Industriegüter - Quelle: in Anlehnung an (i.A.a.) Tschullik et al. (2008, S. 2)

Die kurze Entwicklungszeit und hohe Komplexität (vgl. Abbildung 2.1), gerade bei Spezialschiffen, stellen besondere Anforderungen an die Konstruktion und Planung im Schiffsbau (vgl. Tschullik et al.; 2008, S. 2). In diesem Kapitel sollen die Grundlagen zu beiden Themen erörtert werden, um das Umfeld dieser Arbeit zu beleuchten. Einleitend wird dazu der Konstruktionsverlauf vom ersten Entwurf eines Schiffes bis zur Detailkonstruktion erklärt, dem Themenfeld dieser Arbeit. In Abschnitt 2.2 werden, auf den Konstruktionsprozess aufbauend, die Grundlagen zur (Projekt-)Planung im Schiffsbau erörtert. Schiffe werden in der Regel in Einzel- oder Kleinstserienfertigung gebaut (vgl. Rox; 2016, S. 22). Die Planung im Schiffsbau kann daher der Projektplanung zugeordnet werden. Zur Veranschaulichung wird dem Abschnitt 2.2 ein aus der Praxis stammendes Beispiel zur maritimen Projektplanung angehängt.

2.1 Vom Schiffsentwurf zur Detailkonstruktion

Der Schiffsentwurf ist eine praxisorientierte und praxisfundierte Wissenschaft (vgl. Schneekluth; 1985, S. 3). Viele verschiedene wissenschaftliche Zweige wie Hydrodynamik, Fertigungstechnologien, Materialkunde, aber auch Architektur und Recht fließen in die Entwurfsaufgaben ein (vgl. Schneekluth; 1985, S. 3). Besonders anspruchsvoll ist der Schiffsbau aufgrund der verschiedenen Medien, in denen sich das Schiff bewegt: Wasser und Luft (vgl. Schneekluth; 1985, S. 3). Dadurch werden komplexe Ansprüche an die Form und damit auch die Schiffsstruktur gestellt. Die Ergebnisse aus dem Entwurf sind die Grundlage für das Produkt Schiff (vgl. Rox; 2016, S. 22). Technische Entscheidungen, die im Entwurf getroffen wurden, haben großen Einfluss auf das Endprodukt, im Positiven wie im Negativen. Im Hinblick auf die Einzel- bzw. Kleinstserienfertigung in Deutschland ist es essentiell, korrekte Entwurfsparameter zu entwickeln, da diese in der Serie nicht mehr zu korrigieren sind (vgl. Rox; 2016, S. 22). Bemerkenswert ist, dass bereits 70 % der gesamten Kosten eines Schiffes in der frühen Entwurfsphase, vor der Unterzeichnung des Bauvertrages, durch den ersten Entwurf festgelegt werden (vgl. Rox; 2016, S. 22). Im Allgemeinen wird die Zeit zwischen Projektanfrage und Bauvertragsunterzeichnung als frühe Schiffsentwurfsphase oder frühe Entwurfsphase bezeichnet (vgl. Schneekluth; 1985, S. 4). Während dieser Phase ist es das Ziel, einen funktionierenden Schiffsentwurf zu entwickeln, der die Reedereiforderungen mit den technischen Möglichkeiten unter Wahrung finanzieller Randbedingungen und unter Beachtung gesetzlicher Rahmenbedingungen erfüllt (vgl. Schneekluth; 1985, S. 4). Anknüpfend an die frühe Entwurfsphase kann dann der Detailentwurf erfolgen (vgl. Tschullik et al.; 2008, S. 5). In dieser Phase erfolgt die detaillierte Konstruktion der inneren Schiffsstruktur (Rox; 2016, S. 27).

Frühe Entwurfsphase

Die frühe Entwurfsphase ist, wie der gesamte Engineeringprozess im Schiffsbau, ein iterativer Vorgang. Alle Überlegungen, Berechnungen und Entscheidungen wiederholen sich mit steigender Ausführlichkeit und Genauigkeit (vgl. Schneekluth; 1985, S. 14). Aus diesem Grund wird die frühe Entwurfsphase oft durch die sogenannte Entwurfsspirale dargestellt, siehe Abbildung 2.2 (Eyres und Bruce; 2012, S. 4). Die einzelnen Attribute wie Generalplan oder Linienriss sind nicht als feste Begriffe anzusehen (vgl. Abbildung 2.2). Sie variieren in der Literatur. Die Darstellung der Entwurfsspirale verdeutlicht den für den Schiffsbau typischen Verlauf „vom Groben zum Feinen“ (vgl. Mayer; 2006, S. 16). Nach Eyres gliedert sich die frühe Entwurfsphase wiederum in drei Phasen: *Vertragsentwurf*, *vorläufiger Entwurf* und *Konzeptentwurf* (vgl. Eyres und Bruce; 2012, S. 4).

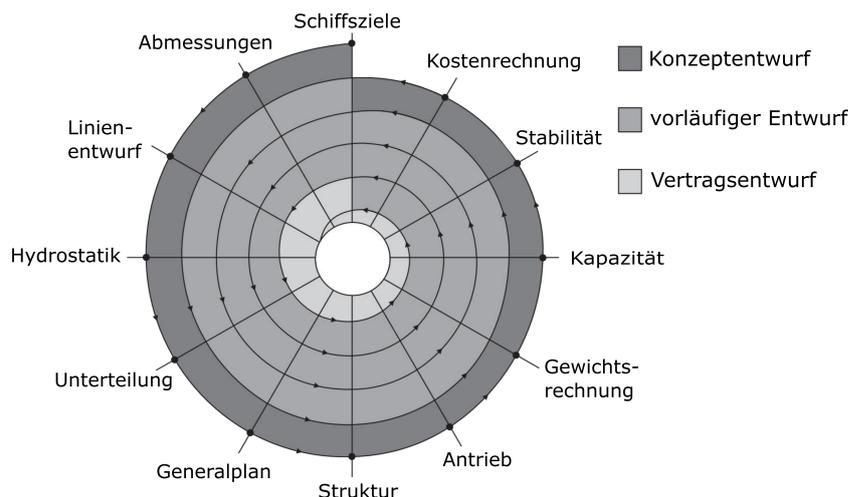


Abbildung 2.2: Die Entwurfsspirale - Quelle: aus dem Englischen nach Eyres und Bruce (2012, S. 4)

Detailentwurf

Im modernen Schiffsbau wird der Entwurf eines Schiffes in Schiffsentwurf und dem Stahlentwurf unterschieden, siehe Abbildung 2.3 (vgl. Rox; 2016, S. 24). Der Stahlentwurf umfasst einen längeren Zeitraum und beginnt, sobald der Schiffsentwurf einen ausreichend genauen Stand bei der inneren Unterteilung des Schiffes entwickelt hat (vgl. Rox; 2016, S. 27). Er folgt auf die frühe Entwurfsphase und bildet den „Detailentwurf“ (vgl. Tschullik et al.; 2008, S. 5). Im Stahlentwurf wird eingangs der Hauptspant konstruiert (vgl. Rox; 2016, S. 27). Ein Spant ist ein Querschnitt durch das Schiff, der Hauptspant ist der Spant an der breitesten Stelle des Schiffes (vgl. Tschullik et al.; 2008, S. 7). Er bildet die Schnittstelle zwischen Schiff- und Stahlentwurf (vgl. Rox; 2016, S. 27). Die grundlegende Form ist durch den Schiffsentwurf vorgegeben (vgl. Rox; 2016, S. 27). Im Stahlentwurf werden die inneren Profile des Schiffes beginnend am Hauptspant konstruiert (vgl. Rox; 2016, S. 27). Hier treten die größten Biegemomente und Belastungen der Schiffsstruktur auf. Träger, Stahlböden, Querstreben etc. werden im Stahlentwurf konstruiert (vgl. Rox; 2016, S. 28). Einhergehend wird ein Finite-Elemente (FE)-Modell des gesamten Schiffes entwickelt. Anschließend erfolgen auf Basis von Gewichts-, Schwingungs- und FE-Rechnungen Optimierungen am Stahlentwurf.

Detailkonstruktion

Die Detailkonstruktion ist das letzte Glied des Stahlentwurfes und der Schiffskonstruktion insgesamt. Teilweise wird die Detailkonstruktion als eigene Konstruktionsphase gesehen (vgl. Tschullik et al.; 2008, S. 4). Hier werden u.a. Pumpsysteme, Klimaanlage und Rohrsysteme konstruiert. Bei Kreuzfahrtschiffen werden bis zu 300 km an verschiedensten Rohrgeometri-

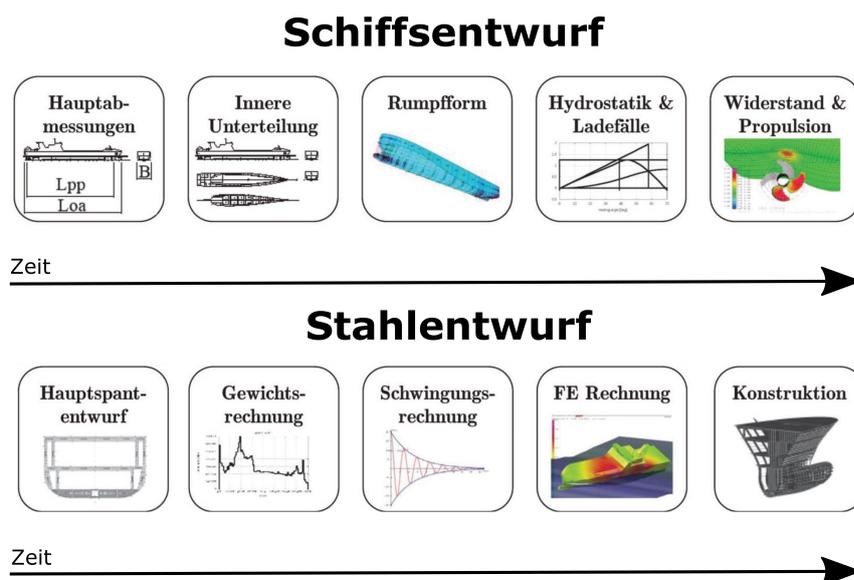


Abbildung 2.3: Aufgaben des Schiff- und Stahlentwurfes - Quelle: i.A.a. Rox (2016, S. 24)

en pro Schiff konstruiert werden. Die Konstrukteure arbeiten in einem 3D-computer-aided design (CAD) System und sind direkte Zulieferer der Fertigung. Sie konstruieren in einem Volumen. Dabei werden sukzessive die Räume einer übergeordneten Struktur bestehend aus einem Deck (horizontale Unterteilung) und einer Feuerzone (vertikale Unterteilung) bearbeitet. Das so umschlossene Volumen wird als Deck/Feuerzone (DK/FZ) bezeichnet. Im Anhang 4 befindet sich eine Darstellung, die das Prinzip der schiffsbaulichen Unterteilung nach DK/FZ verdeutlicht. Auf diese Art und Weise wird das Schiff unter den Konstrukteuren aufgeteilt. Es bedingt sich, dass nicht jeder Raum den gleichen Konstruktionsaufwand für die Detailkonstruktion erfordert. Auf Basis des 3D-Modells werden die Zeichnungen für die Monteure erstellt (vgl. Roh et al.; 2007, S. 216). Für die Kosten eines Schiffes kann die Detailkonstruktion, zusammengelegt mit der späteren Montage, über 50 % der Gesamtkosten eines Schiffes ausmachen (vgl. Dong et al.; 2016, S. 1).

In der Praxis ist die genaue Einteilung der verschiedenen Konstruktionsphasen unternehmensabhängig (vgl. Rox; 2016, S. 24). Im Anhang 3 befindet sich deshalb ein aus der Praxis entnommenes Organigramm zum Konstruktionsprozess im Schiffsbau. Es zeigt exemplarisch die praktische Organisation vom Entwurf bis zur Detailkonstruktion.

2.2 Projektplanung im Schiffsbau

„Planen bedeutet, die Zukunft gedanklich vorwegzunehmen und daraus eine Vorstellung abzuleiten, in welcher Art und Weise man ein bestimmtes Ziel oder Vorhaben realisieren will“ (Meyer und Reher; 2016, S. 35). Bei Projekten entsteht als Ergebnis der Projektplan.

Komplexe Produkte mit einmaligem Charakter, einem begrenzten Zeithorizont, interdisziplinärer Teamarbeit und fortschreitender Konkretisierung können als solche Projekte angesehen werden. Dies trifft u.a. auf den Neubau eines Schiffes zu (vgl. Meyer und Reher; 2016, S. 19). Sie erfordern aufgrund ihrer Vielfaltigkeit eine detaillierte Planung. Um die Komplexität bewältigen zu können, werden Projekte in der Planung in mehrere sequentielle Etappen aufgeteilt (vgl. Carl et al.; 2017, S. 161). Für jede Phase werden die Hauptaufgaben konkretisiert und Übergabepunkte (Meilensteine) für die nächste Etappe beschrieben (vgl. Carl et al.; 2017, S. 161). Der so entstandene Projektplan ist das Ergebnis vielfältiger Überlegungen, wie z.B. die Termin- oder Budgetplanung. Im Rahmen eines Projektplans wird zwischen Projektphasen und Meilensteinen unterschieden (vgl. Meyer und Reher; 2016, S. 14).

Projektphase

Die einzelnen Projektphasen bilden zeitliche Abschnitte innerhalb des Projektverlaufes ab. Sie orientieren sich stark an den inhaltlichen Ausrichtungen des Projektes. Im Schiffsbau wäre z.B. die Detailkonstruktion oder die frühe Entwurfsphase eine Projektphase. Generell verkörpern Projektphasen vereinbarte Tätigkeiten. Sie können unterschieden werden in allgemeingültige Phasen und projektspezifische Phasen (vgl. Meyer und Reher; 2016, S. 16). Das erwähnte Beispiel der Detailkonstruktion ist eine projektspezifische Phase für den Schiffsbau. Für die allgemeingültigen Phasen gibt es verschiedene Modelle. Das amerikanische Institut für Projektmanagement unterteilt folgende Phasen (Project Management Institute; 2019, vgl.):

- Starten
- Planen
- Ausführen
- Überwachen
- Beenden

Die projektspezifischen Phasen können den Allgemeingültigen zugeordnet werden. Das Ende einer Projektphase ist in der Regel durch Meilensteine charakterisiert, auf die im Folgenden näher eingegangen wird. (vgl. Meyer und Reher; 2016, S. 16).

Meilensteine

Meilensteine sind Ereignisse von besonderer Bedeutung. Im Projektplan sind sie zwangsläufig mit einem festen Termin verknüpft (vgl. Carl et al.; 2017, S. 162). Außerdem sind sie mit einem Inhalt hinterlegt, der den konkreten Liefergegenstand zwischen den Projektphasen beschreibt und zu einem bestimmten Zeitpunkt geliefert werden muss (vgl. Carl et al.; 2017, S. 162). Dabei stellen sie den Beginn oder das Ende einer Aktivität dar, jedoch niemals die Aktivität

selbst (vgl. Meyer und Reher; 2016, S.16). In diesem Sinne erleichtern sie die Rückkopplung zum Kunden und den einzelnen Stakeholdern. Meilensteine helfen dabei, die Fragen, *ob man die richtigen Dinge tut* und *ob man die Dinge richtig tut*, zu beantworten (vgl. Meyer und Reher; 2016, S.17). Aufgrund dessen werden Meilensteine in der Projektplanung benötigt, um bei der späteren Durchführung und dem Projektmanagement Risiken zu erkennen:

- Das Produkt und seine Qualität erfüllen nicht die Erwartungen.
- Die Kosten und Termine entsprechen nicht den Erwartungen.
- Die Art der Zusammenarbeit stimmt nicht mit den Erwartungen überein.
- Der erwartete Nutzen tritt nicht ein.

Ferner werden Prozesse in Projekten arbeitsteilig organisiert. Dies führt dazu, dass verschiedene Institutionen zusammen arbeiten. Der Schiffsbau, insbesondere der Spezialschiffsbau, ist hierfür ein geeignetes Beispiel. Fremdfirmen, Zulieferer und die Werft arbeiten zusammen an einem Projekt (vgl. Frankfurter Rundschau; 2018). Als Folge laufen Prozesse parallel ab und müssen aufeinander abgestimmt werden. Die Meilensteine erfüllen insofern auch eine Synchronisationsfunktion, da sie die arbeitsteilige Organisation unterstützen (vgl. Meyer und Reher; 2016, S. 17).

Schiffsentwicklungsprozess

Im Anhang 5 befindet sich ein praktisches Beispiel für einen Projektplan im Schiffsbau, den Schiffsentwicklungsprozess. Der Plan soll dazu dienen, die erläuterte Planung bei schiffsbau-lichen Projekten zu visualisieren. Bei der auftragsbezogenen Fertigung im Schiffsbau wird zwischen Linie und Projekt unterschieden. Der beschriebene Projektplan bezieht sich auf konkrete Projekte, die Linie hingegen erfordert eine ganzheitliche Planung über mehrere Schiffe hinweg (vgl. Lootz; 2018, S. 355).

3 Datenqualität

In Zeiten von Digitalisierung, Big Data und Künstlicher Intelligenz stellen Daten eine strategische Ressource dar, die als Grundlage wettbewerbsentscheidender Innovationen dient (vgl. Otto und Österle; 2016, S. 1). Dabei verlangen diverse Treiber eine zunehmend hohe Datenqualität (vgl. Otto und Österle; 2016, S. 2). Im Verlauf dieser Arbeit werden Kennzahlen als ein Treiber von Datenqualität identifiziert. Den Methoden zum Messen von Datenqualität kommt insofern eine zentrale Bedeutung bei dem Ziel dieser Arbeit zu (vgl. Kapitel 1). Ein grundlegendes Verständnis der Methoden zur Messung von Datenqualität ist deshalb von zentraler Bedeutung für diese Arbeit. Im folgenden Kapitel werden Definitionen, Methoden und Metriken im Themenfeld Datenqualität vorgestellt.

Aufgrund des uneinheitlichen Gebrauches der Begriffe Daten, Information und der darauf aufbauenden Begriffe Datenqualität und Informationsqualität werden in Abschnitt 3.1 die für diese Arbeit gültigen Definitionen festgelegt. Darauf basierend können in dem Abschnitt 3.2 die Ausprägungen von Datenqualität anhand unterschiedlicher Modelle erörtert werden. Die Ausprägungen sind entscheidend bei der Bewertung von Datenqualität und werden über Metriken gemessen. In Abschnitt 3.3 werden verschiedene Methoden der Datenqualitätsmetriken vorgestellt, welche im weiteren Verlauf der Arbeit Verwendung finden sollen.

3.1 Begriffsdefinition Daten- und Informationsqualität

Daten und Informationen

Ein weitverbreitetes Modell zum Aufbau und dem Zusammenhang zwischen Daten und Informationen ist die Wissenspyramide, dargestellt in Abbildung 3.1 (vgl. Engelmann und Großmann; 2018, S. 3). Folgen Zeichen einem regelbasierten Zusammenhang, so ergeben sich Daten (vgl. Abbildung 3.1). Durch einen zusätzlichen Kontext oder eine Bedeutung entstehen Informationen (vgl. Abbildung 3.1). In dieser Arbeit werden Daten als Zeichen, welchen eine Syntax zugeordnet ist und Informationen als Daten im Zusammenhang mit einem Kontext definiert (vgl. Engelmann und Großmann; 2018, S. 3). Ursachen-Wirkung-Beziehungen, wie bei Zeichen und Daten, werden in der Praxis beispielsweise durch die 5-W Methode herausgearbeitet (vgl. Fiedler; 2018, S. 75). Dabei wird die konkrete Ursache eines Sachverhaltes durch wiederholtes Fragen nach dem Grund herausgearbeitet (vgl. Fiedler; 2018, S. 75).

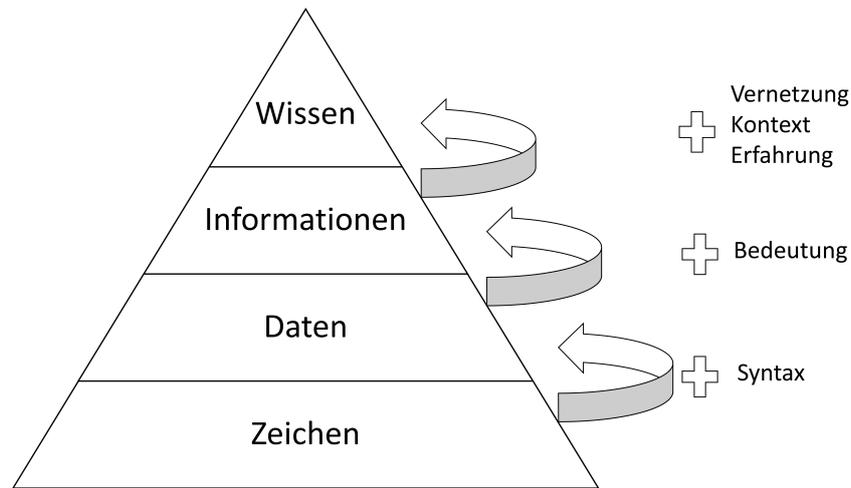


Abbildung 3.1: Die Wissenspyramide - Quelle: i.A.a. Engelmann und Großmann (2018, S. 3)

Ein Problem, welches vor allem im Umfeld von Kennzahlen auftaucht, stellt die Frage nach der Eindeutigkeit der Information dar. Dieselben Daten können zu unterschiedlichen Informationen, je nach Empfänger, verarbeitet werden (vgl. Engelmann und Großmann; 2018, S. 14). Die Problematik zwischen speicherbaren Daten und verstandenen Informationen ist für das Verständnis von Daten und Informationen nicht von vordergründiger Bedeutung. Es sei darauf verwiesen, dass die suggerierte Sequenz aus der Wissenspyramide: Daten \rightarrow Information \rightarrow Wissen fehlerhaft ist. Ein Modell, das sich mit dieser Problematik beschäftigt, wurde u.a. von Dippold et al. (vgl. 2005, S. 21) erstellt.

Information und Datenqualität

Die Begriffe Datenqualität (DQ) und Informationsqualität (IQ) werden in aktuellen Diskussionen häufig synonym verwendet (vgl. Gebauer und Windheuser; 2018, S. 87). Für praktische Anwendungen ist dies nicht von Bedeutung. Jedoch ist es für das Verständnis von Datenqualität wichtig, die Unterschiede herauszuarbeiten (vgl. Gebauer und Windheuser; 2018, S. 92). Grundsätzlich wurde erörtert, dass Informationen aus Daten und zusätzlichem Kontext bestehen. Daten an sich sind wertlos (vgl. Gebauer und Windheuser; 2018, S. 87). Sie erfüllen erst dann einen Zweck, wenn sie durch einen zusätzlichen Kontext eine zielgerichtete Nutzung ermöglichen. In diesem Sinne haben Daten erst einen Nutzen, wenn aus ihnen Informationen abgeleitet werden (vgl. Gebauer und Windheuser; 2018, S. 87). Folglich kann die Qualität von Daten nur im Kontext ihrer Nutzung beurteilt werden. Insofern wird der Begriff Informationsqualität in dieser Arbeit synonym zu Datenqualität verwendet.

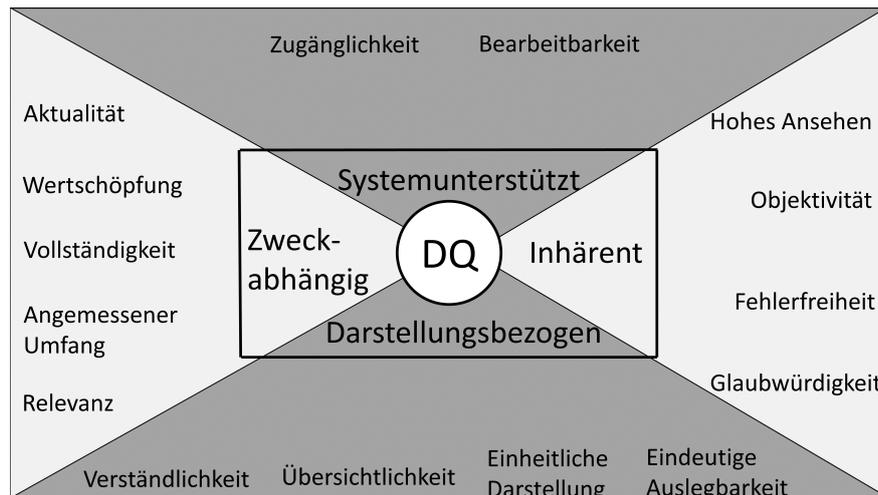


Abbildung 3.2: Das Datenqualitätsmodell der DGIQ - Quelle: i.A.a. Rohweder et al. (2018, S. 28)

Das Prinzip der „Zweckeignung“ oder „Fit for Use“ hat sich für die Datenqualität durchgesetzt (vgl. Gebauer und Windheuser; 2018, S. 87. ff.). Eine passende Definition von Datenqualität liefert u.a. Morbey:

„Datenqualität bezeichnet den Erfüllungsgrad der Gesamtheit der Anforderungen an die für einen bestimmten Zweck benötigten Daten“ (Morbey; 2011, S. 16).

3.2 Datenqualitätsdimensionen

Es existieren eine Vielzahl von wissenschaftlichen und praxisorientierten Veröffentlichungen zum Strukturieren von Datenqualität (vgl. Heinrich und Klier; 2018, S. 54). Zu nennen sind hier u.a. Wang, English und Würthele (Würthele 2003; Wang und Strong 1996; English 1999). In dieser Arbeit wird das auf der Ausarbeitung von Wang und Strong gestützte Modell zur Beschreibung von Datenqualitätsdimensionen, der Deutsche Gesellschaft für Informations- und Datenqualität (DGIQ), verwendet (vgl. Rohweder et al.; 2018, S. 33). Es gehört zu den in Deutschland verbreitetsten Modellen zur Beschreibung von Datenqualität (vgl. Hildebrand et al.; 2018, S. 4). Die Abbildung 3.2 veranschaulicht das Modell der DGIQ. Die DQ-Dimensionen stehen im äußeren Rechteck (vgl. Abbildung 3.2). Jede einzelne der 15 DQ-Dimensionen ist ein kritischer Erfolgsfaktor für ein Informationssystem (vgl. Rohweder et al.; 2018, S. 36). Die Funktionsfähigkeit eines Informationssystems ist nur dann gewährleistet, wenn jede DQ-Dimension eine ausreichende Qualität aufweist. Grundsätzlich gibt es keine Unterscheidung hinsichtlich der Bedeutung der Dimensionen (vgl. Rohweder et al.; 2018, S. 36). Wurde über alle Dimensionen nachgedacht, können einzelne Qualitätsaspekte aus der Sicht des Nutzers priorisiert werden (vgl. Rohweder et al.; 2018, S. 36). Jeder Dimension wird

der Übersichtlichkeit halber eine von vier DQ-Kategorien zugeordnet (vgl. Abbildung 3.2). Im Folgenden werden die Dimensionen nach Rohweder et al. erläutert (vgl. Rohweder et al.; 2018, S. 30-40).

Hohes Ansehen

Informationen sind hoch angesehen, wenn die Informationsquelle, das Transportmedium und das verarbeitende System im Ruf einer hohen Vertrauenswürdigkeit und Kompetenz stehen. Ein hohes Ansehen ist das Ergebnis von länger andauernden positiven Erfahrungen mit einer Informationsquelle und ist vor allem von Bedeutung, wenn z.B. *Fehlerfreiheit* und *Glaubwürdigkeit* nicht gemessen werden können.

Objektivität

Informationen sind objektiv, wenn sie streng sachlich und wertfrei sind. Das Merkmal lässt sich durch das Fehlen von subjektiven Einflüssen beschreiben.

Fehlerfreiheit

Informationen sind fehlerfrei, wenn sie mit der Realität übereinstimmen.

Glaubwürdigkeit

Informationen sind glaubwürdig, wenn die Informationsgewinnung und Verbreitung mit hohem Aufwand betrieben werden. Für die *Glaubwürdigkeit* ist entscheidend, ob die aktuell vorliegenden Informationen als vertrauenswürdig und zuverlässig angesehen werden.

Eindeutige Auslegbarkeit

Informationen sind eindeutig auslegbar, wenn sie in gleicher, fachlich korrekter Art und Weise begriffen werden.

Einheitliche Darstellung

Informationen sind einheitlich dargestellt, wenn die Informationen fortlaufend auf dieselbe Art und Weise abgebildet werden.

Übersichtlichkeit

Informationen sind übersichtlich, wenn die benötigten Informationen in einem passenden und leicht fassbaren Format dargestellt werden. Die Informationen bzw. Daten eines Sachverhaltes sollen unabhängig vom Datenersteller, dem Erstellungsort oder dem verwendeten Datensystem immer im selben Format, demselben Layout und denselben Zeichen dargestellt werden.

Verständlichkeit

Informationen sind verständlich, wenn sie unmittelbar von dem Anwender verstanden und für seine Zwecke eingesetzt werden können.

Relevanz

Daten sind relevant, wenn sie für den Anwender notwendige Informationen liefern. Die Daten können dabei zu Informationen führen, die relevant sind aber nicht unbedingt einen konkret quantifizierbaren, monetären Wertschöpfungsbeitrag leisten.

Angemessener Umfang

Informationen sind von angemessenem Umfang, wenn die Menge der verfügbaren Information den gestellten Anforderungen genügt. Es gilt, dass die Anzahl an Attributen eines Datensatzes, als auch die Anzahl an Datensätzen ausreichend groß sein sollte.

Vollständigkeit

Informationen sind vollständig, wenn sie nicht fehlen und zu den festgelegten Zeitpunkten in den jeweiligen Prozess-Schritten zur Verfügung stehen.

Wertschöpfung

Informationen sind wertschöpfend, wenn ihre Nutzung zu einer quantifizierbaren Steigerung einer monetären Zielfunktion führen kann.

Aktualität

Informationen sind aktuell, wenn sie die tatsächliche Eigenschaft des beschriebenen Objektes zeitnah abbilden.

Zugänglichkeit

Sind die Daten mit einfachen Verfahren und auf direktem Weg für den Nutzer verfügbar, können sie als zugänglich angesehen werden.

Bearbeitbarkeit

Informationen sind leicht bearbeitbar, wenn sie mit wenig Aufwand zu ändern und für unterschiedliche Zwecke zu verwenden sind. Dieses Merkmal muss anwendungsabhängig als positiv oder negativ bewertet werden.

3.3 Datenqualitätsmetriken

Um die DQ-Dimension aus dem vorangegangenen Abschnitt 3.2 messen und bewerten zu können, werden DQ-Metriken benötigt (vgl. Heinrich und Klier; 2018, S. 54). Die Datenqualitätsmetriken bestehen aus messbaren Größen, welche in Bezug auf die Ausprägung eines Qualitätsmerkmals sensitiv reagieren (vgl. Hildebrand et al.; 2018, S. 93). Anhand dieser Metriken können ferner Erfolg oder Misserfolg von Maßnahmen zur Qualitätssteigerung und die Qualität von Daten gemessen werden (vgl. Heinrich und Klier; 2018, S. 55). Es existieren sowohl Metriken, die auf der subjektiven Qualitätseinschätzung der Datennutzer beruhen, als auch Ansätze, die auf einer direkten und automatisierbaren Analyse des Datenbestandes basieren (vgl. Helfert; 2002, S. 142 ff.). Zu Ersterem gehört z.B. die AIM Quality (AIMQ)-Methode, welche auf zwei Phasen aufbaut. In der ersten Phase erfolgt die Messung der DQ durch eine Befragung der Stakeholder. Die DQ-Kategorien nach Wang und Strong (vgl. Abschnitt 3.2) werden auf einer Basis von 1-10 bewertet. Das Ergebnis der subjektiven Bewertung wird in der zweiten Phase als Grundlage einer ausführlichen Analyse genutzt (vgl. Lee et al.; 2002, S. 140). Das Vorgehen nach der AIMQ-Methode ermöglicht in der Regel keine automatisierbare, objektive und reproduzierbare Messung der DQ (vgl. Heinrich und Klier; 2018, S. 57). Metriken, welche objektiv und automatisiert die Güte der Datenqualität messen, wurden u.a. von Hinrichs sowie Heinrich und Klier entwickelt (Heinrich und Klier 2018; Hinrichs 2002). Im Folgenden sind Anforderungen an automatisierbare Metriken formuliert (vgl. Heinrich und Klier; 2018, S. 56):

- Normierung: Um die Ergebnisse messen und vergleichen zu können, wird eine geeignete Normierung benötigt.
- Kardinalität: Für das Berücksichtigen der Datenqualität im Laufe der Zeit wird eine Kardinalität der Ergebnisse benötigt.
- Sensibilisierbarkeit: Die Metriken müssen für eine konkrete Anwendung sensibilisiert werden, um das DQ-Niveau zielgerichtet messen zu können.
- Aggregierbarkeit: In einer relationalen Datenbank sollten die Ergebnisse von Attribut-, Tupel- und Datenbankebene zur nächst höheren Ebene aggregierbar sein.
- Fachliche Interpretierbarkeit: In der praktischen Anwendung müssen die Ergebnisse fachlich interpretierbar sein.

Exemplarisch für automatisierbare Datenqualitätsmetriken werden im Folgenden die für die DQ-Dimension *Vollständigkeit* und *Fehlerfreiheit* entwickelte Datenqualitätsmetriken nach Hinrichs aufgeführt (vgl. Hinrichs; 2002, S. 83). Beide Dimensionen werden in wissenschaftlichen Veröffentlichungen intensiv diskutiert (vgl. Heinrich und Klier; 2018, S. 54). Ferner

sind sie von hoher Bedeutung für die Praxis (vgl. Heinrich und Klier; 2018, S. 54). Aus den genannten Gründen besitzen beide DQ-Dimensionen eine Relevanz für diese Arbeit. Es sei anzumerken, dass es eine Vielzahl DQ-Metriken für die einzelnen Dimensionen in der Literatur gibt.

Hinrichs normiert alle Metriken auf einen Wert zwischen null und eins (vgl. Hinrichs; 2002, S. 69). *Vollständigkeit* wird definiert als Vorhandensein von Attributwerten im Informationssystem, welche im semantischen Sinne ungleich dem Wert NULL sind (vgl. Hinrichs; 2002, S. 76). Für die Attributwertebene ergibt sich mit der Annahme, dass ω ein Attributwert darstellt die Metrik 3.1:

$$Q_{voll}(\omega) = \begin{cases} 0 & \text{falls } \omega = NULL \text{ oder zu NULL äquivalent} \\ 1 & \text{sonst.} \end{cases} \quad (3.1)$$

Die Metrik zu *Vollständigkeit* auf Tupelebene nach Hinrichs (vgl. 2002, S. 76) ist in Gleichung 3.2 dargestellt. Auf Tupelebene ergeben sich mit den Annahmen:

t sei ein Tupel mit den Attributwerten $t.A_1, \dots, t.A_n$

g_j sei die relative Wichtigkeit von A_j im Hinblick auf Vollständigkeit mit $g_j \in (0, 1)$.

$$Q_{voll}(t) := \frac{\sum_{j=1}^n Q_{voll}(t.A_j)g_j}{\sum_{j=1}^n g_j} \quad (3.2)$$

Für die darüberliegende Relationsebene und der übergeordneten Datenbank werden jeweils die Aritmetischen Mittel der untergeordneten Ebene als Metriken verwendet.

Bei Metriken zur *Fehlerfreiheit* wird zwischen zwei Ansätzen unterschieden, dem „Alles oder Nichts“-Ansatz und dem Toleranz-Ansatz (vgl. Hildebrand et al.; 2018, S. 62). Bei Ersterem ist jeder Wert ungleich dem Realwert ein Fehler. Bei Letzterem wird über eine Abstandsmessung ein Toleranzbereich ermittelt. Der Ansatz zur *Fehlerfreiheit* unter Berücksichtigung einer Toleranz soll näher erläutert werden. Für die Attributwertebene ergibt sich unter der Annahme ω_1 sei der Attributwert und ω_r der Realwert die folgende Metrik 3.3.

$$Q_{Fehler}(\omega_1, \omega_r) = 1 - \left(\frac{|\omega_1 - \omega_r|}{\max(|\omega_r|, |\omega_1|)} \right)^\alpha \quad (3.3)$$

Die Abstandsfunktion der Metrik 3.3 lässt sich über α an das jeweilige Anwendungsgebiet anpassen (vgl. Hildebrand et al.; 2018, S. 63). Bei Werten über eins wird die Messung toleranter gegenüber Abweichungen, bei Werten unter eins wird sie sensibler (vgl. Hildebrand et al.; 2018, S. 63).

4 Kennzahlen

Die rasante Entwicklung der Daten- und Informationstechnologien kann zu einem Überfluss an Informationen führen. In einer aktuellen Studie gaben 60 % der befragten Manager an, mit der täglichen Informationsmenge überfordert zu sein (vgl. Wirtschaftswoche; 2016). Ein in der wissenschaftlichen Literatur oftmals zitierter und Lenin zugeschriebener Satz scheint deshalb immer noch aktuell:

„Wieder und wieder bitte ich: Non multa sed multum. Weniger Zahlen, aber gescheitere“ (Lenin zitiert nach Stadler und Weissenberger; 1999, S. 5).

Kennzahlen stellen im Sinne ihrer Aufgabe, komplexe Informationen zu verdichten, eine Lösung für die beschriebene Problematik dar (vgl. Weber und Großklaus; 1995, S. 187). In dem folgenden Kapitel wird der Stand der Technik im Themenfeld erörtert. Aufgrund von Entwicklungen in der jüngeren Literatur müssen einleitend Begriffsabgrenzungen und Definitionen im Umfeld von Kennzahlen erfolgen. Ferner werden die für das Kapitel 5 benötigten Grundlagen erarbeitet. Es werden verschiedene Arten von Kennzahlen erläutert und erklärt, welche Funktionen sie erfüllen. Dabei wird auch auf übergeordnete Systeme von Kennzahlen eingegangen. In den Abschnitten 4.4 und 4.5 wird die Verbindung zu den vorangegangenen Kapiteln *Grundlagen des Schiffsbaus* und *Datenqualität* hergestellt.

4.1 Begriffe und Definitionen

In diesem Abschnitt werden die wichtigsten Begriffe aus dem Bereich der Kennzahlen vorgestellt und die für diese Arbeit gültigen Definitionen festgelegt. Vor allem in der aktuellen deutschsprachigen Literatur erhalten vermehrt Fachbegriffe angelsächsischen Ursprungs Einzug in den Diskurs. Diese werden in den Unterabschnitten erläutert und im Kontext zu Kennzahlen gesetzt. Zunächst muss deshalb der Begriff Kennzahl näher ausgeführt werden.

Der Begriff Kennzahl wurde lange Zeit intensiv diskutiert (vgl. Kleindienst; 2017, S. 40). In einer Kennzahl bündeln sich Informationen zu einer aussagekräftigen Größe (vgl. Vollmuth; 2014, S. 9). Ferner existieren eine Reihe von in der Literatur verwendeten Synonymen. Dazu zählen unter anderem Messgrößen, Leistungsgrößen, Kontrollzahlen und Kennziffern (vgl. Kleindienst; 2017, S. 41). In Tabelle 4.1 werden verschiedene Definitionen aufgeführt.

Tabelle 4.1: Definitionen des Begriffs Kennzahlen - Quelle: i.A.a. Kleindienst (2017, S. 41)

Wissenschaftler	Jahr	Definition
REICHMANN, T.	2006	„Kennzahlen werden als jene Zahlen betrachtet, die quantitativ erfassbare Sachverhalte in konzentrierter Form erfassen“(Reichmann et al.; 2006, S. 18).
WEBER, J.; SCHÄFFER, U.	2008	„Kennzahlen sind quantitative Daten, die als bewusste Verdichtung der komplexen Realität über zahlenmäßig erfassbare betriebswissenschaftliche Sachverhalte informieren sollen“(Weber und Schäffer; 2008, S. 173).
GLADEN, W.	2014	„Kennzahlen im engeren Sinne sind Maßgrößen, die willentlich stark verdichtet werden zu absoluten oder relativen Zahlen, um mit ihnen in einer konzentrierten Form über einen zahlenmäßig erfassbaren Sachverhalt berichten zu können“(Gladen; 2014, S. 9).

Anhand der Tabelle ist zu erkennen, dass ein relativ einheitliches Verständnis von Kennzahlen existiert. Alle drei Definitionen sprechen von Sachverhalten in konzentrierter oder verdichteter Form. Im Folgenden wird die Definition nach Gladen verwendet. Sie ist die aktuellste der drei Definitionen (vgl. Gladen; 2014, S. 9).

4.1.1 Indikatoren

Indikatoren werden u.a. als Kennzahlen im weiteren Sinne angesehen (vgl. Gladen; 2014, S. 9). Unter ihnen sind quantitative Informationen zu verstehen, die zur Unternehmensanalyse und -steuerung aufbereitet werden (vgl. Gladen; 2014, S. 9). Aufgrund der in dieser Arbeit verwendeten engeren Definition von Kennzahlen muss für Indikatoren allerdings eine eigene Begriffsbestimmung definiert werden. Indikatoren unterscheiden sich von Kennzahlen dadurch, dass sie gezwungenermaßen unvollständig und indirekt über die Realität berichten (vgl. Weber und Dehler; 1999, S. 217). Sie sind Ersatzgrößen, durch deren Wert oder Veränderung Rückschlüsse auf eine andere, als wichtig zu erachtende, Größe gezogen werden können (vgl. Gladen; 2014, S. 9). Als Indikator der Kundenzufriedenheit lässt sich zum Beispiel die Anzahl an Kundenbeschwerden nennen. Ferner besitzen Indikatoren keine Steuerungsfunktion und dienen lediglich der Information (vgl. Schreyer; 2008, S. 4).

4.1.2 Key Performance Indicators

Die im vorangegangenen Abschnitt erörterte Definition von Indikatoren gilt nicht für den, aus dem Englischen stammenden, Begriff Key Performance Indicator (KPI). Der Bestandteil „Indicators“ (dt. Indikatoren) des Ausdruckes KPI führt zu keinem inhaltlichen Zusammenhang mit der vorangegangenen Definition von Indikatoren. KPI lässt sich sinngemäß als Leistungskennzahl übersetzen (vgl. Demir und Theis; 2018, S. 379). Insofern findet der Begriff im Folgenden als eine spezielle Kennzahl Verwendung, die sich aus den kritischen Erfolgsfaktoren eines Bereiches ableitet und strategisch wichtige Aspekte misst (vgl. Demir und Theis; 2018, S. 379).

4.1.3 Performance-Measurement-Systeme

Der Begriff Performance-Measurement-System (PMS) findet in der jüngeren deutschsprachigen Literatur Einzug und muss im Einklang mit dem Begriff Kennzahlensystem abgegrenzt werden. Kennzahlensysteme sind Bestandteil des betrieblichen Informationssystems (vgl. Gladen; 2014, S. 6). Ein Kennzahlensystem ist u.a. definiert als eine geordnete Menge von Kennzahlen, die zueinander in Beziehung stehen und als Gesamtheit über einen Sachverhalt informieren (vgl. Horváth; 2006, S. 545). Eine realitätsnahe Erfassung von Merkmalen macht es erforderlich, dass in modernen Kennzahlensystemen neben monetären auch nicht-monetäre Größen erfasst werden (vgl. Schwarz; 2002, S. 267).

Die Unterteilung in traditionelle Kennzahlensysteme mit monetären Merkmalen, auch Analyse-Kennzahlensysteme genannt, und moderne Kennzahlensysteme, welche um nicht-monetäre Merkmale erweitert werden, ist ein wichtiger Bestandteil der Begriffsabgrenzung. In diesem Zusammenhang kann PMS als Begriff für ein modernes Kennzahlensystem, auch Steuerungs-Kennzahlensystem, wie z.B. die Balanced Scorecard gesehen werden (vgl. Gladen; 2014, S. 8). Diese Bedeutung hat sich noch nicht einheitlich durchgesetzt (vgl. Karlstedt; 2014, S. 32). Im Folgenden wird diese Definition aufgrund ihrer dominierenden Stellung in der jüngeren Literatur verwendet.

4.2 Arten, Aufgaben und Anwendungen

Bildung von Kennzahlen

Kennzahlen können durch Verdichtung oder Selektion gewonnen werden (vgl. Gladen; 2014, S. 11). Das Verdichten von Informationen zu Kennzahlen wird in eine qualitative und eine quantitative Verdichtung unterteilt. Bei einer qualitativen Verdichtung entstehen neue, in den Einzelinformationen nicht enthaltene Informationen. Kennzahlen, welche z.B. durch Korrelationsrechnungen entstanden sind, wurden durch eine qualitative Verdichtung erzeugt.

Das Zusammenfassen von Einzelinformationen gleichartiger Objekte zu einer Kennzahl wird im Allgemeinen als quantitative Verdichtung verstanden. Kennzahlen aus Summen- oder Differenzbildungen werden durch eine quantitative Verdichtung gewonnen (vgl. Gladen; 2014, S. 11).

Einhergehend mit der Verdichtung von Informationen zu Kennzahlen steht das „Konzept selektiver Kennzahlen“ (vgl. Weber und Großklaus; 1995, S. 209). Hinter diesem Konzept steht die Erkenntnis, dass eine reine Verdichtung von Informationen nicht die ausreichende Entlastung an Informationen bewirkt. Weber und Großklaus formulieren am Beispiel des Logistikbereichs zwei Gruppen von Kennzahlen, die strategierelevanten, kritischen Erfolgsfaktoren und die kritischen Engpässe im Geschäftssystem (vgl. Weber und Großklaus; 1995, S. 209). Beide werden aus einer bestimmten Menge von Merkmalen oder Kennzahlen unterschiedlicher Ausprägung aufgrund ihrer Bedeutung ausgewählt. Durch das Konzept selektiver Kennzahlen wird insofern eine stärkere Selektion als durch die Verdichtung von Informationen alleine gewährleistet.

Arten von Kennzahlen

Klassifizierung von Kennzahlen nach Gliederungsart

Kennzahlen können je nach ihrer Verwendung und Anforderungen unterschiedlich klassifiziert werden. Engroff (vgl. 2005, S. 16) z.B. differenziert nach der Motivation der Unternehmen. Er unterscheidet zwischen den gesetzlich verpflichtenden „zwingenden“ und „freiwilligen“ Kennzahlen (vgl. Engroff; 2005, S. 16). Zusätzlich existieren diverse Unterteilungsmöglichkeiten (vgl. Karlstedt; 2014, S. 25). Die Tabelle 4.2 listet eine Auswahl der für die Arbeit wichtigen Möglichkeiten der Klassifizierung von Kennzahlen auf.

Tabelle 4.2: Klassifizierung von Kennzahlen nach Gliederungsart - Quelle: i.A.a. Karlstedt (2014, S. 25)

Gliederungsart	Definition	
Planungsgesichtspunkte	Ist-Kennzahlen	Soll-Kennzahlen
Erhebungszeitraum	Zeitpunktbezogen	Zeitraumbezogen
Ausrichtung	Monetäre Kennzahlen	Operative Kennzahlen

Klassifizierung von Kennzahlen nach Weber und Bichler

Eine weitere Möglichkeit Kennzahlen einzuteilen ist ihren Aufgaben und Empfängern entsprechend. Die Kennzahlenpyramide veranschaulicht diese Klassifizierung nach Weber und

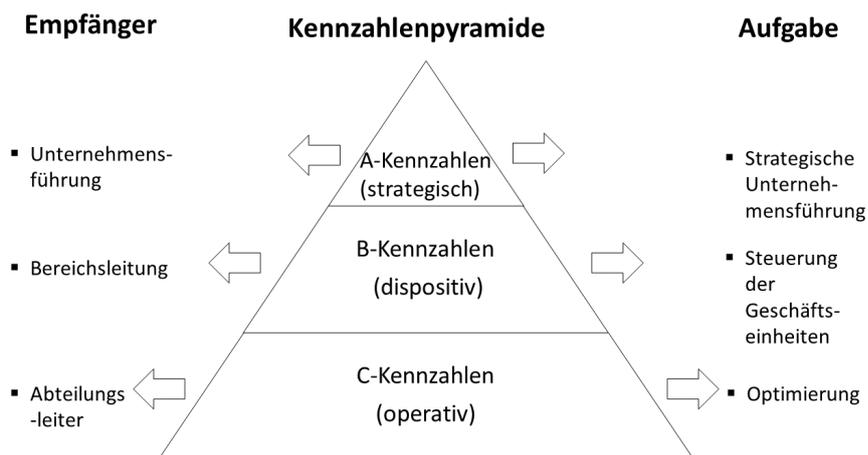


Abbildung 4.1: Die Kennzahlenpyramide nach Weber und Dehler - Quelle: i.A.a. Weber und Dehler (1999, S. 78)

Dehler (vgl. 1999, S. 78), siehe Abbildung 4.1. Übergeordnete Kennzahlen dienen der langfristigen Unternehmensführung und sind strategische Kennzahlen. Dem mittleren Management werden überwiegend dispositive Kennzahlen zur Verfügung gestellt. Ihre Aufgabe liegt in der Steuerung der einzelnen Unternehmensbereiche. Die sogenannten C-Kennzahlen sind von operativem und kurzfristigem Charakter. Sie werden auf der Abteilungsleiterenebene für die Optimierung eingesetzt (vgl. Weber und Dehler; 1999, S. 78).

Klassifizierung von Kennzahlen aus statistischer Sicht

Eine wichtige Unterteilung der Kennzahlen für diese Arbeit und im Allgemeinen ist von statistischer Natur (vgl. Gladen; 2014, S. 14). Die Aufteilung von Kennzahlen in absolute und relative Zahlen stellt eine zusätzliche Differenzierungsmöglichkeit zur Tabelle 4.2 dar (vgl. Weber et al.; 1995, S. 17).

Absolute Kennzahlen ergeben sich aus Einzelwerten, Summen, Differenzen sowie Mittelwerten (vgl. Peskes; 2014, S. 78). Statistisch gesehen geben absolute (Kenn-)Zahlen an, welche Werte die Merkmalsausprägung einer statistischen Masse besitzen oder aus wie vielen Elementen die Masse besteht (vgl. Buchner; 1985, S. 67). Absolute Kennzahlen besitzen einen Informationscharakter, allein betrachtet haben sie eine geringe Aussagekraft (vgl. Kleindienst; 2017, S. 42). Einige Autoren sind deshalb der Auffassung, dass absolute Zahlen aufgrund ihres geringen Aussagegehaltes noch nicht zu den Kennzahlen gezählt werden können (vgl. Gladen; 2014, S. 14).

Relativen Kennzahlen werden im Allgemeinen ein höherer Informationsgehalt zugeschrieben (vgl. Weber und Schäffer; 2008, S. 174). Aus statistischer Sicht liegen relative Zahlen

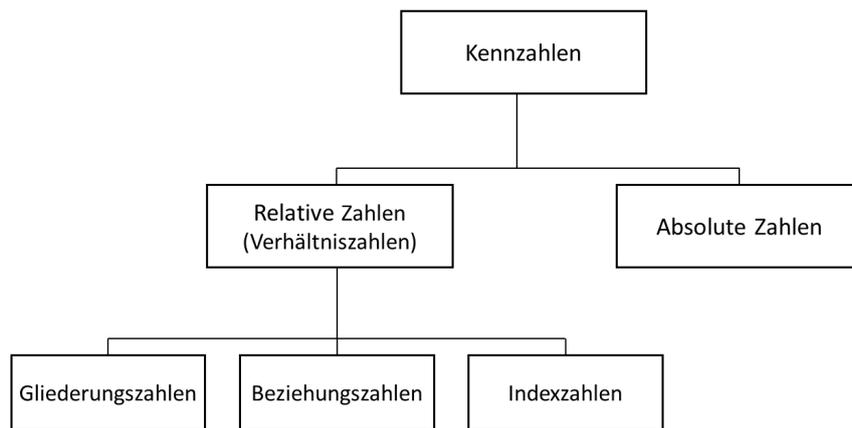


Abbildung 4.2: Kennzahlen aus statistischer Sicht - Quelle: i.A.a. Gladen (2014, S. 15)

vor, wenn eine statistische Masse an einer anderen statistischen Masse gemessen wird (vgl. Buchner; 1985, S. 67). Die relativen Kennzahlen können ferner nach der sachlogischen Art der Beziehungen untergliedert werden (Gladen; 2014, S. 15).

Die Abbildung 4.2 zeigt die Arten von Kennzahlen nach statistischer Sicht und sachlogischer Unterteilung. Im Rahmen dieser Arbeit ist vor allem auf die Beziehungszahlen einzugehen. Sie „stellen Beziehungen zwischen ungleichartigen Zahlen verschiedener Gesamtheiten her“ (Gladen; 2014, S. 16). Der zu messende Wert wird im Zähler angegeben, während das Maß den Nenner kennzeichnet. Beziehungszahlen werden ferner anhand des Verhältnisses von Zähler zu Nenner näher differenziert (vgl. Buchner; 1985, S. 67 ff.):

- Inbeziehungsetzen von Bewegungsmassen zu korrespondierenden Massen (Häufigkeitszahlen)
- Inbeziehungsetzen von Bewegungsmassen zu sie verursachenden Bewegungs-/Bestandsmassen (Verursachungszahlen)
- Inbeziehungsetzen von Teilmassen einer Gesamtmasse
- Inbeziehungsetzen von Massen zu Massen, die ihr Milieu charakterisieren (Dichtekennzahlen, Entsprechungszahlen)

Eigenschaften und Funktionen von Kennzahlen

Kennzahlen besitzen eine Reihe von Eigenschaften. Die Wichtigsten sind der *Informationscharakter*, die *Quantifizierbarkeit* und die *spezifische Form der Information* (vgl. Reichmann et al.; 2006, S. 19). Der Informationscharakter erlaubt eine Einschätzung wichtiger Sachverhalte und Zusammenhänge (vgl. Kleindienst; 2017, S. 42). Durch die Quantifizierbarkeit können

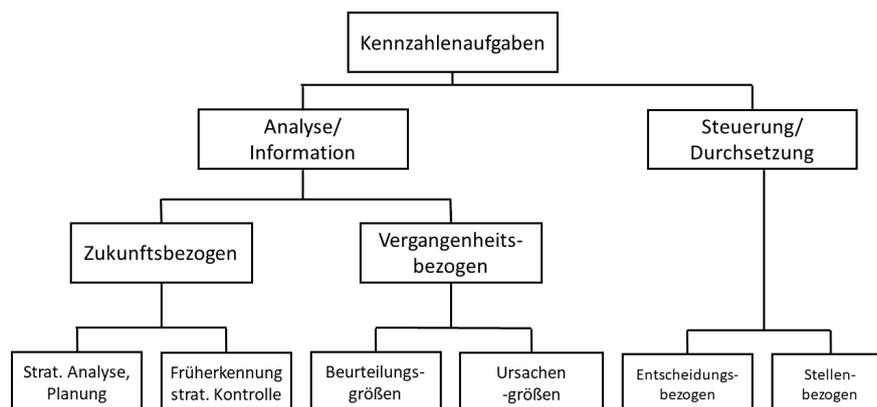


Abbildung 4.3: Aufgaben von Kennzahlen - Quelle: i.A.a. Gladen (2014, S. 33)

Kennzahlen präzise Aussagen zu einem Sachverhalt treffen. Die spezifische Form der Kennzahl dient dazu komplexe Zusammenhänge in einer einfachen Darstellung zu verdichten (vgl. Reichmann et al.; 2006, S. 19). Auf Basis der Eigenschaften von Kennzahlen leiten sich vielfältige Funktionen in Industrieunternehmen ab (vgl. Karlstedt; 2014, S. 25). Neben der klassischen Informationsfunktion haben Kennzahlen weitere Aufgaben übernommen: Sie dienen der sachlichen und organisatorischen Führung. Anhand von Kennzahlen werden beispielsweise die Güte von Prozessen gemessen und Ziele definiert (vgl. Weber und Dehler; 1999, S. 76-77). Die Abbildung 4.3 gibt einen Überblick über die vielfältigen Funktionen von Kennzahlen. In den folgenden Abschnitten werden die einzelnen Funktionen aus Abbildung 4.3 näher erläutert.

Vergangenheitsbezogene Kennzahlernaufgaben zur Analyse

Kennzahlen unterstützen eine Analyse der Vergangenheit in Form von Beurteilungsgrößen (vgl. Gladen; 2014, S. 33). Sie stellen einen Sachverhalt in geeigneter Form dar. Zu den Beurteilungsgrößen gehören u.a. die Funktionen des Benchmarking und des Soll-Ist-Vergleiches (vgl. Gladen; 2014, S. 33). Kennzahlen haben die Aufgabe, Vergleiche zu ermöglichen und Sachverhalte beurteilen zu können. Unter den Ursachengrößen wird die Aufgabe von Kennzahlen, Korrelationen und Beziehungen zwischen Sachverhalten aufzudecken, eingeordnet (vgl. Gladen; 2014, S. 34).

Zukunftsbezogene Kennzahlernaufgaben zur Information

Um frühzeitige Chancen und Risiken zu erkennen, benötigt man Kennzahlen, die zukünftige Größen annähernd prognostizieren können (vgl. Gladen; 2014, S. 36.). Kennzahlen besitzen insofern u.a. eine Früherkennungsfunktion (vgl. Abbildung 4.3). Einhergehend haben sie die Aufgabe, bei der strategischen Planung als Entscheidungsgröße zu dienen (vgl. Gladen; 2014, S. 36.).

Steuerung

Kennzahlen besitzen ebenfalls eine Steuerungsfunktion. Sie erfüllen die Aufgabe von stellenbezogenen Soll- bzw. Zielwerten und können die Einflussnahme einer höheren Hierarchieebene auf einer untergeordneten Ebene garantieren. In diesem Sinne dienen sie auch der Motivation (vgl. Gladen; 2014, S. 32).

4.3 Kennzahlensysteme

Der hohe Verdichtungsgrad von Kennzahlen erfüllt die Funktion der Informationsentlastung für höhere Führungsebenen (vgl. Abschnitt 4.2). Anzumerken sei hier, dass besonders hochverdichtete Zahlen ihre Realitätsnähe verlieren und zu „Kunsthahlen“ werden (vgl. Birk; 1991). Als Resultat können durch solche Kennzahlen zwar Fehlentwicklungen in Unternehmen erkannt werden, aber nicht die Fehlerursache lokalisiert werden (vgl. Gladen; 2014, S. 12). Zum Ausgleich dieser Schwächen werden Kennzahlensysteme verwendet. Durch Systeme mit Kennzahlen abnehmender Verdichtungsgrade werden die Schwächen der „Kunsthahlen“ ausgeglichen.

Arten von Kennzahlensystemen

Die geläufigste Gliederung von Kennzahlensystemen findet anhand der systematischen Verknüpfung von Kennzahlen und Elementen statt (vgl. Burkert; 2008, S. 12). Dies führt zu einer Unterscheidung von Rechensystemen und Ordnungssystemen.

In einem Rechensystem haben Kennzahlen eine mathematische Beziehung zueinander (vgl. Karlstedt; 2014, S. 34). Durch mathematische Operatoren wie Division, Addition etc. laufen die einzelnen Kennzahlen pyramidenförmig zu KPIs zusammen (vgl. Karlstedt; 2014, S. 34). Durch die formale Struktur werden Ursache-Wirkung-Beziehungen transparent dargestellt. Multikausalitäten, Wechselwirkungen und Rückkopplungen können in diesen Systemen nicht dargestellt werden (vgl. Gladen; 2014, S. 99). Aus diesem Grund sind Rechensysteme auf Sachverhalte begrenzt, die sich mathematisch erfassen lassen (vgl. Gladen; 2014, S. 99).

In einem Ordnungssystem stehen die Kennzahlen in einem sachlogischen Zusammenhang (vgl. Karlstedt; 2014, S. 34.). Sie werden auf Basis ihrer sachlogischen Verbindung zu Gruppen zusammengefasst. Die Verbindungen sind nicht per se quantifizierbar und beruhen vor allem auf technischen oder wirtschaftlichen Erkenntnissen, Erfahrungen und Annahmen (vgl. Karlstedt; 2014, S. 34). Die Beziehungen unter den Kennzahlen sind durch keine Rechenoperationen darstellbar (vgl. Gladen; 2014, S. 100). Der bekannteste Vertreter dieser Systeme ist die Balanced Scorecard. Durch den Verzicht auf quantifizierbare und mathematische Beziehungen

unter den Kennzahlen erreichen die Ordnungssysteme eine höhere Flexibilität (vgl. Gladen; 2014, S. 100). Dahingehend büßen sie an Übersichtlichkeit und Strukturiertheit ein (vgl. Karlstedt; 2014, S. 34).

Funktionen und Ziele

Kennzahlensysteme erfüllen die gleichen Funktionen wie Kennzahlen (vgl. Abbildung 4.3) (Karlstedt; 2014, S. 32). Sie besitzen Steuerungs- und Informationsfunktionen sowie eine Abbildungs-, Plaunungs- und Kontrollfunktion (vgl. Karlstedt; 2014, S. 32). Gemäß der Definition aus 4.1 besitzen nur moderne PMS die Steuerungsfunktionen (vgl. Gladen; 2014, S. 8). Aus den Funktionen eines modernen Kennzahlensystems ergeben sich u.a. die folgenden Ziele, die durch das PMS sichergestellt werden sollen (vgl. Kleindienst; 2017, S. 52):

- Operationalisierung der Unternehmensstrategie
- Identifikation von und auf Erfolgsfaktoren
- Planung und Steuerung des Ressourceneinsatzes
- Leistungsbeurteilung
- Mitarbeitermotivation

4.4 Verwendung im Schiffsbau

Übergeordnete Kennzahlen

Im internationalen Schiffsbau werden eine Reihe von absoluten und relativen Kennzahlen verwendet, um Schiffe und Werften vergleichbar zu machen. Aus dem Volumen aller geschlossener Räume eines Schiffes ermittelt sich die Bruttoreaumzahl (BRZ) bzw. die Gross Tonnage (GT) als englischer Begriff. Um die Kennzahl aussagekräftiger zu gestalten und die Leistung einzelner Werften und Nationen besser in Relation setzen zu können, wurde die gewichtete BRZ entwickelt (vgl. Pires Jr. et al.; 2009, S. 14). Im Schiffsbau wird hierfür die englische Bezeichnung Compensated Gross Tonnage (CGT) verwendet. Die Formel 4.2 beschreibt diese Kennzahl.

$$CGT = A * gt^B \quad (4.1)$$

A und B sind Faktoren, welche von dem Schiffstyp abhängig sind. Eine Fähre beispielsweise besitzt einen B-Wert von 0,71, während bei Chemikalientankern mit einem Faktor von 0,55 kalkuliert wird (vgl. Pires Jr. et al.; 2009, S. 14). Zahlreiche im Schiffsbau verwendete

Kennzahlen nehmen Bezug auf die gewichtete Bruttoreaumzahl, um individuelle Komplexitätsfaktoren je Schiff obsolet werden zu lassen, beispielsweise $\frac{mh}{CGT}$ (Pires Jr. et al.; 2009, S. 14). Die Einheit mh steht dabei für die benötigten Arbeitsstunden im Schiffsbau. Bei den Arbeitsstunden tritt schon bei Kleinstserien eine ausgeprägte Lernkurve auf, die bei CGT nicht berücksichtigt wird. Um diese Schwäche auszugleichen, wurde eine übergeordnete Kennzahl, die Series Compansated Gross Tonnage (SCGT), entwickelt (Pires Jr. et al.; 2009, S. 15):

$$SCGT = CGT * f_s \text{ mit}$$

$$f_s = \begin{cases} -0,1483 * \ln(n) + 0,9995 & \text{falls } 1 \leq n \leq 10 \\ -0,1483 * \ln(10) + 0,9995 & \text{sonst.} \end{cases} \quad (4.2)$$

Durch die relative Kennzahl SCGT wird eine realistische Vergleichbarkeit in der Performance von Werften erreicht (vgl. Pires Jr. et al.; 2009, S. 15). Sowohl die Komplexität eines Schiffes als auch die mindernden Nachbaueffekte werden berücksichtigt. Die Kennzahl wurde ermittelt, um die Effektivität von Werften und Ländern durch $\frac{mh}{scgt}$ realistisch vergleichen zu können. Die Berechnungen zur Lernkurve sind von Bedeutung für die weitere Arbeit.

Werftspezifisch

Im Schiffsbau können Kennzahlen zwischen Linie und Projekt unterschieden werden (vgl. Lootz; 2018, S. 355). Die Kennzahlenberichte der Linie inkludieren mehrere Schiffe, während die Kennzahlen aus den Projekten exakt ein Schiff betrachten. Typische Kennzahlen aus dem Projekt sind beispielsweise die Design-Stunden, während Kennzahlen für die Linie auch weiterführende Aspekte, wie z.B. die Energiekosten, beinhalten können (vgl. Lootz; 2018, S. 355). Die Kennzahlen der Linie und der Projekte stehen in einem Ordnungssystem zueinander (vgl. Abschnitt 4.3)(vgl. Lootz; 2018, S. 357). Sie werden in einem maritimen PMS zusammengeführt und bilden insofern ein modernes Steuerungs-Kennzahlensystem (vgl. Abschnitt 4.1.3)(vgl. Lootz; 2018, S. 357).

4.5 Bedeutung der Informationsqualität

Der Zusammenhang zwischen Datenqualität und Kennzahlen ist trotz der offensichtlichen Verbindung und der hohen Bedeutung für die Praxis ein kaum untersuchter Sachverhalt. Kleindienst schreibt im Abschluss seiner Dissertation über PMS:

„Forschungsbedarf sieht der Autor in diesem Zusammenhang beim Thema Datenqualität. Es muss sichergestellt werden, dass eine Speisung des PMM-Systems (Anm. des Autors: PMS) – trotz der riesigen automatisiert erfassten Datenmengen – mit validen Eingangsgrößen erfolgt“ (Kleindienst; 2017, S. 187).

Abbildung 4.4 veranschaulicht den Zusammenhang zwischen Kennzahlen und Daten. Durch den Grundsatz „Garbage in - Garbage out“ (vgl. Kapitel 3) wird deutlich, dass die Grundlage einer jeden aussagekräftigen Kennzahl vertrauenswürdige Daten sind. Kennzahlen auf Basis von Daten mit niedriger Qualität sind minderwertige Kennzahlen und können zu falschen Entscheidungen führen (vgl. Masayna et al.; 2009, S. 231).

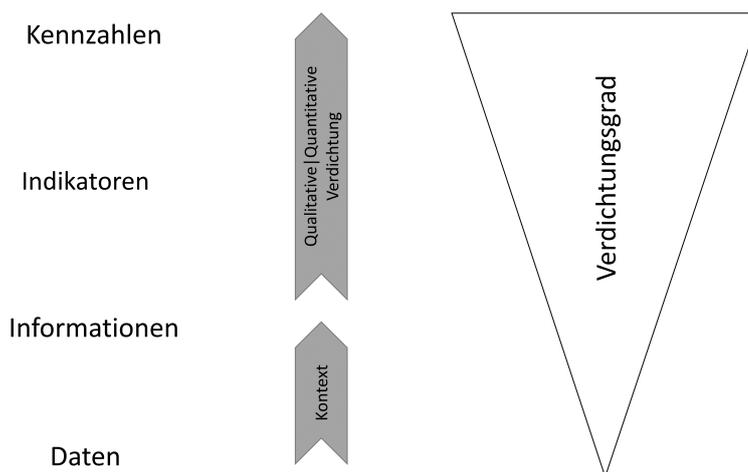


Abbildung 4.4: Verdichtung von Daten zu Kennzahlen - Quelle: i.A.a. Moness (2010, S. 73)

Eine für den Autor herausragende Arbeit auf dem Gebiet stellt die Studie und wissenschaftliche Arbeit von Masayna et al. (2009) dar. Es wurden ca. 3000 Experten aus über 1000 australischen Firmen nach dem Zusammenhang zwischen KPIs und Datenqualität befragt. Im Anschluss daran wurden mit 23 ausgewählten Managern Folge-Interviews zum Thema Datenqualität und KPIs geführt. Die Studie zeigt eine starke Korrelation zwischen dem Verwenden von KPIs und Datenqualitätsmaßnahmen (vgl. Masayna et al.; 2009, S. 233). Etwa 84 % der Unternehmen mit KPIs besitzen Maßnahmen zur Datenqualitätssteigerung, 65 % davon entwickelten konkrete Maßnahmen, um die Datenqualität für die KPIs zu steigern. Dennoch gaben von allen befragten Unternehmen mit KPIs nur ca. 28 % an, dass ihre Kennzahlen

aus Daten mit einer hohen Qualität gewonnen wurden. In den Folge-Interviews wurden die Manager nach ihren Beweggründen für Datenqualitätsmaßnahmen und dem Zusammenhang zu Kennzahlensystemen befragt. Die Manager gaben u.a. die folgenden Gründe für die eingeführten Datenqualitätsmaßnahmen an (vgl. Masayna et al.; 2009, S. 233 ff.):

- **Kennzahlensysteme auf A-Level** (Performance measurement at the strategic level): 87 % der befragten Manager sehen hier einen entscheidenden Faktor für Datenqualitätsmaßnahmen.
- **Kennzahlensysteme auf B-Level** (Performance measurement at the business / tactic level): Autoren sprechen von einer nicht näher präzisierten Mehrheit.
- **Kennzahlensysteme auf C-Level** (Performance measurement at the operational level): 78 % der befragten Manager sehen u.a. eine hohe Datenqualität der operativen Kennzahlen als wichtigen Faktor für DQ-Maßnahmen.

Auf Basis der Studie entstand ein Framework, welches den Zusammenhang von Kennzahlen und Datenqualität darstellt (vgl. Abbildung 4.5). Dieses Framework verbindet die DQ-Dimensionen aus Abbildung 3.2, die Key Performance Indicators aus Abschnitt 4.1.2 und die Kennzahlenpyramide 4.1, um die Verbindung zwischen DQ-Maßnahmen und Kennzahlen zu veranschaulichen.

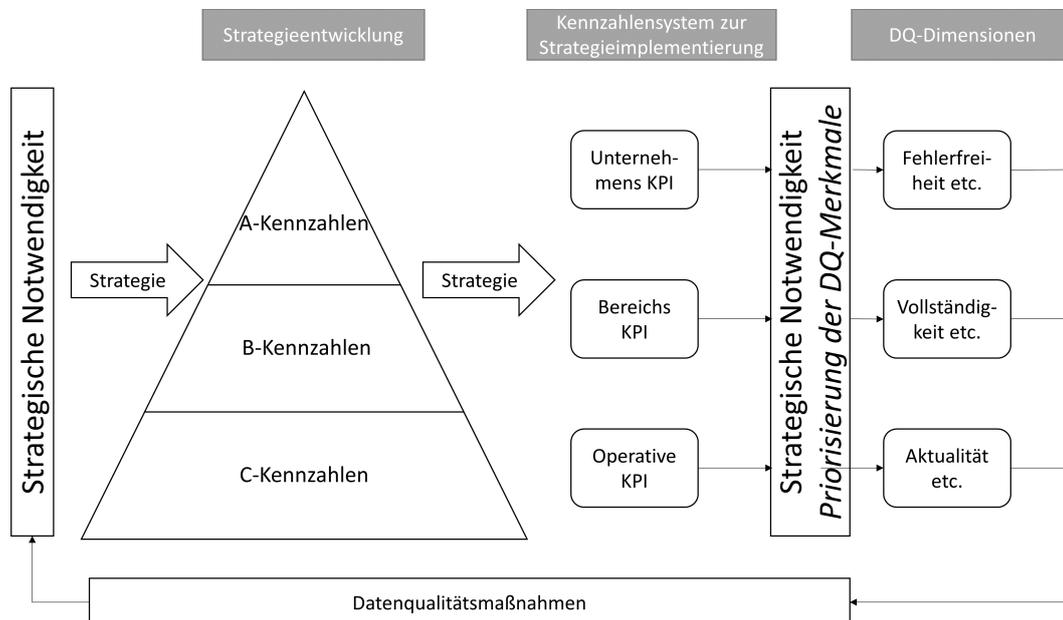


Abbildung 4.5: Framework zur Verbindung von Daten und Kennzahlen - Quelle: i.A.a. Masayna et al. (2009, S. 234)

5 Vorgehensentwicklung zum systematischen Ableiten und Bewerten von Kennzahlen im Schiffsbau

In Kapitel 3 und 4 konnte gezeigt werden, dass Daten das Fundament für Kennzahlen liefern. Ausführlich wurde erläutert, dass hochwertige Daten Voraussetzung für hochwertige Kennzahlen sind. Dennoch gibt es wenig Untersuchungen über die Wechselwirkungen zwischen beiden Themen (vgl. Abschnitt 4.5). Durch die Arbeit von Masayna et al. konnte gezeigt werden, dass KPIs in der Praxis bereits als Treiber für Datenqualitätsmaßnahmen dienen. Ferner zeigt die Arbeit in Grundzügen, dass sich anhand der Arten von Kennzahlen wichtige DQ-Dimensionen priorisieren lassen (vgl. Abschnitt 4.5). Diese Annahme deckt sich mit dem Grundsatz der Zweckeignung bei der Messung von Datenqualität (vgl. Abschnitt 3.1). Kleindienst stellt in diesem Zusammenhang die Frage, wie sichergestellt werden kann, dass ein Kennzahlensystem mit validen Daten eingespeist wird (vgl. Abschnitt 4.5). Diese wissenschaftliche Arbeit soll hierzu einen Beitrag leisten und eine Methode entwickeln, um bei der Ableitung von Kennzahlen ihre Validität sicherzustellen.

Der Schiffsbau dient im Rahmen dieser Arbeit als praktisches Untersuchungsfeld. Die anfangs beschriebene herausfordernde Situation im Schiffsbau (vgl. Kapitel 1) erfordert einen kontinuierlichen Verbesserungsprozess der Werften, um international konkurrenzfähig zu sein. Eine geeignete Methode, um valide Kennzahlen abzuleiten, kann gerade in ausgeprägten Wettbewerben einen Vorteil bedeuten. Ferner sind moderne PMS mit dem Ziel, das Unternehmen ganzheitlich zu steuern, Stand der Technik in der maritimen Wirtschaft (vgl. Abschnitt 4.4). Der Schiffsbau kann als geeigneter Untersuchungsgegenstand der Methode angesehen werden.

Eine übergeordnete Methode zum Ableiten von Kennzahlen wird in 5.1 entwickelt. Dabei besitzt die Methode keinen konkreten Bezug zum Schiffsbau und wird allgemeingültig entwickelt. Um diese am Beispiel des Schiffsbau zu validieren, wird in 5.2 eine geeignete Kennzahl für die Detailkonstruktion im Schiffsbau entwickelt. Abschließend wird die allgemeine Methode aus 5.1 an die maritime Kennzahl angepasst. Es entsteht eine konkrete Vorgehensweise, um die schiffsbauliche Kennzahl aus 5.2 systematisch ableiten zu können.

5.1 Entwicklung einer allgemeinen Methode zum Ableiten von Kennzahlen aus einer Datenbasis

Im Folgenden wird zunächst der Aufbau der Methode erläutert. Es wird in knapper Form begründet, warum die einzelnen Phasen in der Methode Verwendung finden. Zur Veranschaulichung wird die Methode anschließend graphisch dargestellt. Darauf aufbauend werden in den Teilabschnitten die einzelnen Phasen der Methode näher analysiert. Es wird aufgeführt, welche Bestandteile die einzelnen Abschnitte umschließen. Ferner wird ihre Bedeutung für das systematische Ableiten von Kennzahlen herausgearbeitet und das Vorgehen innerhalb der Phasen erläutert.

Die Methode beginnt mit einer Untersuchung der Art und Funktion der abzuleitenden Kennzahl. Ziel ist es, die Anforderung der betrachteten Kennzahl an die Datenqualität herauszuarbeiten, indem sie zunächst nach den Methoden aus Abschnitt 4.2 eingeordnet wird. Die Phase wird als *Analyse einer Kennzahl* bezeichnet. Darauf folgend werden die wichtigen DQ-Dimensionen aus Abschnitt 3.2 ausgewählt. Die Phase wird als *Priorisierung der DQ-Dimension* bezeichnet. In der anschließenden Phase *Auswahl und Entwicklung von Metriken* können für die priorisierten DQ-Dimensionen Metriken ausgewählt und entwickelt werden. Dies hat zum Ziel, die *Bewertung der Datenbasis* zu ermöglichen. In dieser Phase werden die Metriken benutzt, um die DQ für die Kennzahl zu bewerten. Wird die Datenqualität für geeignet befunden, kann die Kennzahl abgeleitet werden. Die letzte Phase wird dementsprechend als *Ableiten einer Kennzahl* bezeichnet. Reicht die DQ nicht für eine Ableitung, müssen DQ-Maßnahmen getroffen werden bis die Qualität der Daten im Rahmen der Metriken für geeignet befunden wird.

Die Methode kombiniert bekannte Vorgehensweisen aus dem Stand der Technik zu Datenqualität und Kennzahlensysteme zu einer allgemeingültigen Methode für die Ableitung von Kennzahlen. Als Ergebnis der Methode entstehen Kennzahlen, deren Glaubwürdigkeit sichergestellt ist oder die Erkenntnis, dass die Daten für eine Verdichtung zu Kennzahlen eine Qualitätsverbesserung benötigen. In diesem Sinne soll die entwickelte Methode einen Beitrag zu dem von Kleindienst 2017 beschriebenen Forschungsbedarf, der Sicherstellung von validen Eingangsgrößen für Kennzahlensysteme leisten. Graphisch dargestellt ist die Methode in Abbildung 5.1. Eine detaillierte Erklärung zu den einzelnen Phasen erfolgt in den Teilabschnitten. Dabei beziehen sich die Teilabschnitte immer auf eine mit der Methode untersuchte Kennzahl und nicht auf eine Spezifische.

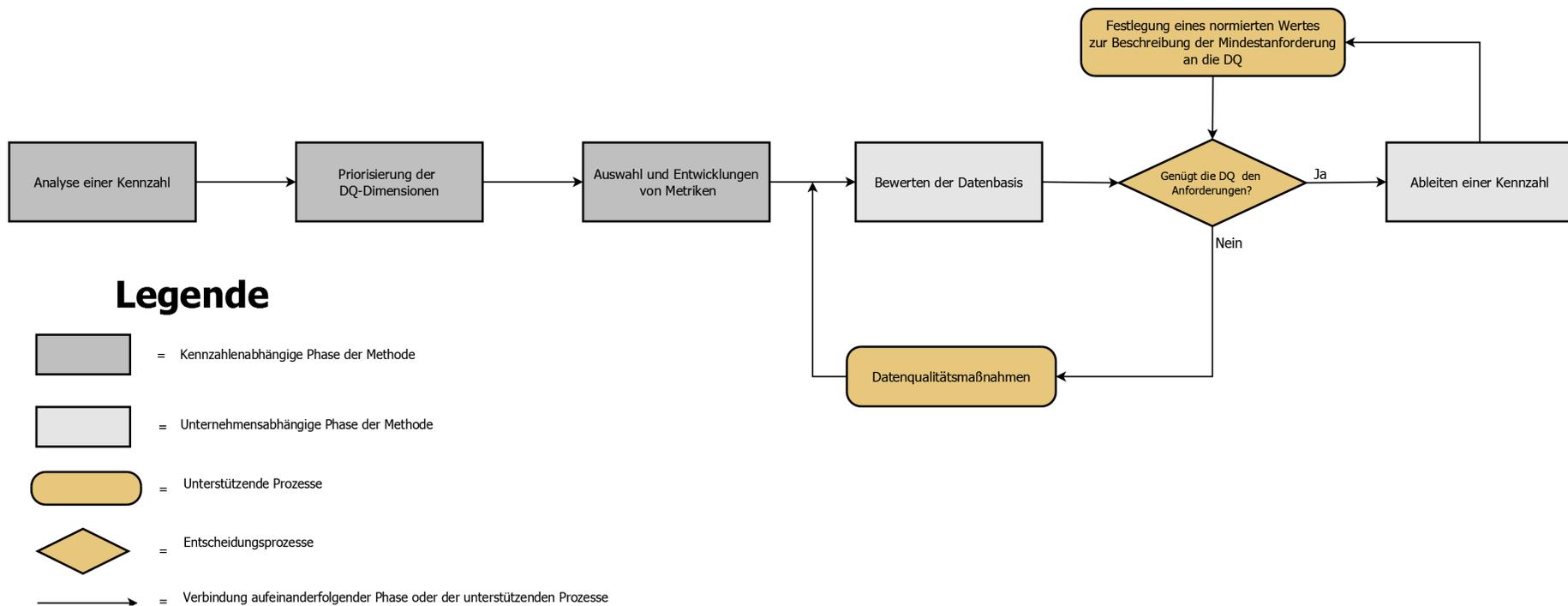


Abbildung 5.1: Entwickelte Methode zum systematischen Ableiten von Kennzahlen

5.1.1 Analyse einer Kennzahl

Zu Beginn der Methode müssen die Anforderungen der zu untersuchenden Kennzahl an die Datenqualität herausgearbeitet werden. Eine Einordnung der Kennzahl nach den in Abschnitt 4.2 vorgestellten Gliederungsmöglichkeiten von Kennzahlen unterstützt das Herausarbeiten der Anforderungen. Der Hintergrund zu diesem Vorgehen ist die Vielfalt von Kennzahlenarten und -funktionen (vgl. Abschnitt 4.2). Der Nutzer der Methode wird gezwungen, die Kennzahl im Detail zu betrachten. Dabei werden verschiedene Aspekte der Kennzahl beleuchtet, die auf den ersten Blick nicht offensichtlich erkennbar sind. Beispielsweise kann eine Einordnung der Kennzahlart nach statistischer Sicht (vgl. Abbildung 4.2) dazu führen, dass erkannt wird, ob verschiedene Datenbasen für die Kennzahl betrachtet

werden müssen. Dies wäre bei einer Einordnung zu relativen Kennzahlen der Fall. Aus den zwei verschiedenartigen statistischen Massen, welche durch eine relative Kennzahl in Beziehung gesetzt werden, kann gefolgert werden, dass es zwei verschiedene Datenbasen gibt (vgl. Abschnitt 4.2). Darüber hinaus kann eine Betrachtung der Funktionen von Kennzahlen weitere Anforderungen herausstellen. Wird beispielsweise der zu untersuchenden Kennzahl nach Abbildung 4.3 die Früherkennungsfunktion zugeordnet, lässt sich daraus ableiten, dass die Aktualität der Kennzahl ein entscheidendes Kriterium für ihre Validität ist. Es lässt sich festhalten, dass eine detaillierte Analyse der Kennzahlenart und -funktion erforderlich ist, um die Anforderungen an die Datenbasis im Detail herauszuarbeiten. Des Weiteren existieren Anforderungen, welche unabhängig von der jeweiligen Art der Kennzahl sind. Auf Basis der allgemeinen Eigenschaften von Kennzahlen lässt sich herausarbeiten, dass sie generell hohe Anforderungen an die Glaubwürdigkeit stellen. Da sie als Grundlage von Entscheidungen auf allen Unternehmensebenen genutzt werden, müssen Kennzahlen valide sein (vgl. Abbildung 4.1). Dies bedingt, dass sie möglichst exakt die Realität widerspiegeln sollen. Dabei ist zu beachten, dass Kennzahlen hohe Anforderungen an ein einheitliches Verständnis des dargestellten Zusammenhangs stellen.

5.1.2 Priorisierung der Datenqualitäts-Dimensionen

Anknüpfend an die *Analyse einer Kennzahl* aus Abschnitt 5.1.1 werden die DQ-Dimensionen für die zu untersuchende Kennzahl priorisiert (vgl. Abbildung 5.1). Die Ergebnisse aus der Analyse werden genutzt, um einen Schluss auf die Relevanz der einzelnen DQ-Dimensionen für die mit der Methode untersuchte Kennzahl zu ziehen (vgl. 3.2). Darüber hinaus gibt es DQ-Dimensionen, die für jede Kennzahl von Bedeutung sind. Diese Aussage lässt sich mit den allgemeinen Anforderungen von Kennzahlen begründen (vgl. Abschnitt 5.1.1). Es wird unterschieden zwischen den von dem Analyseergebnis abhängig zu priorisierenden DQ-Dimensionen und den allgemein wichtigen DQ-Dimensionen von Kennzahlen. Letztere werden in diesem Abschnitt einmalig auf Basis der allgemeinen Anforderungen von Kennzahlen definiert. Daran anknüpfend wird anhand eines exemplarischen Vergleiches zweier verschiedenartiger Kennzahlen gezeigt, inwiefern DQ-Dimension auf Basis der *Analyse einer Kennzahl* priorisiert werden können (vgl. 5.1.1).

Priorisierung der DQ-Dimensionen auf Basis des allgemeinen Charakters von Kennzahlen

Glaubwürdigkeit

Da Kennzahlen im Allgemeinen hohe Anforderungen im Bezug auf ihre Glaubwürdigkeit besitzen (vgl. 5.1.1), wird die DQ-Dimension *Glaubwürdigkeit* priorisiert. Die Glaubwürdigkeit von Daten ist unabhängig von der Kennzahlenart oder Funktion, ein a priori wichtiges Merkmal.

Fehlerfreiheit

Aus der Glaubwürdigkeit von Kennzahlen bedingt sich, dass *Fehlerfreiheit* eine priorisierte DQ-Dimension ist (vgl. 5.1.1). Fehlerhafte Daten führen zu unglaubwürdigen Kennzahlen.

Eindeutige Auslegbarkeit

Um Daten zu einer einheitlichen Kennzahl zu verdichten, muss sichergestellt sein, dass alle beteiligten Organe die Informationen auf dieselbe Art und Weise verstehen. In diesem Sinne kann die *Eindeutige Auslegbarkeit* als ein wichtiges Merkmal für Datenqualität bei Kennzahlen gesehen werden.

Hohes Ansehen

Ein mangelndes Vertrauen in die Informationsquelle oder dem verarbeitenden Informationssystem führt zu einer mangelnden Akzeptanz der daraus abgeleiteten Kennzahl. Daraus kann gefolgert werden, dass *Hohes Ansehen* eine wichtige DQ-Dimension für Kennzahlen ist.

Objektivität

Um eine valide Kennzahl zu gewährleisten, müssen die Informationen in einer Datenbasis streng sachlich und wertfrei geführt werden. Gibt es subjektive Einflüsse der Daten, wird die Realität in der Kennzahl nicht wiedergegeben. Insofern ist *Objektivität* eine zu priorisierende DQ-Dimension für Kennzahlen.

Die Dimensionen *Glaubwürdigkeit*, *Fehlerfreiheit*, *Eindeutige Auslegbarkeit*, *Hohes Ansehen* und *Objektivität* sind für jede Kennzahl von hoher Bedeutung. Bei Anwendung der Methode sind sie ohne weitere Untersuchung als priorisierte Dimensionen zu betrachten. Im Folgenden wird begründet, warum die übrigen elf DQ-Dimensionen nicht per se zu den wichtigen DQ-Dimensionen für Kennzahlen gehören. Sie können je nach dem Ergebnis der Phase *Analyse einer Kennzahl* priorisiert werden (vgl. Abbildung 5.1).

Aktualität

Kennzahlen können sowohl zeitpunktbezogen als auch vergangenheitsbezogen sein (vgl. Tabelle 4.2). Die Bedeutung der DQ-Dimension *Aktualität* hängt insofern von der Kennzahlenart ab und kann nicht allgemein priorisiert werden.

Wertschöpfung

Die Zusammenhänge zwischen finanzieller Zielgröße und Kennzahl sind oft indirekt (vgl. Abschnitt 4.2). Die Definition der DQ-Dimension *Wertschöpfung* nach 3.2 kann deshalb nicht zu einer Priorisierung der Dimension führen.

Vollständigkeit

Unvollständige Daten führen nicht zwangsläufig zu minderwertigen Kennzahlen. Fehlen Daten, aber die Vorhandenen sind von hoher Qualität, können hieraus qualitativ hochwertige Kennzahlen gewonnen werden. Diese Kennzahlen haben nur ein beschränktes Anwendungsgebiet, aber innerhalb dessen sind sie valide. Aus dieser Überlegung kann gefolgert werden, dass *Vollständigkeit* keine allgemein wichtige DQ-Dimension für Kennzahlen ist.

Angemessener Umfang

Die Anforderungen an die DQ-Dimension *Angemessener Umfang* können nicht auf Basis des allgemeinen Charakters von Kennzahlen bewertet werden. Die Definition nach 4.2 ist zu allgemein, um zu einer Priorisierung der DQ-Dimension zu führen.

Relevanz

Daten müssen für die jeweilige Kennzahl relevant sein, um eine hohe Qualität der Datenbasis zu ermöglichen. Die Dimension hat dabei keinen expliziten Bezug zum allgemeinen Charakter von Kennzahlen. Aus diesem Grund wird sie nicht per se zu den wichtigen DQ-Dimensionen gezählt.

Verständlichkeit

Die unmittelbare Verständlichkeit der Daten beschreibt keine wichtige DQ-Dimension für die Datenqualität bei Kennzahlen. Die zugrundeliegenden Daten werden systematisch verdichtet und dem Anwender in einer verständlichen Kennzahl zur Verfügung gestellt. Die Verständlichkeit für den Endanwender ist insofern gesichert.

Übersichtlichkeit und Einheitliche Darstellung

Beide Dimensionen beziehen sich auf die Darstellung der Daten. Die *Übersichtlichkeit* und *Einheitliche Darstellung* der Daten sind nicht von Bedeutung, solange die Darstellung das Verdichten der Informationen zu Kennzahlen nicht beeinträchtigt.

Zugänglichkeit

Die einfache Zugänglichkeit zu den Daten ist aus demselben Grund wie bei der *Übersichtlichkeit* und der *Einheitlichen Darstellung* nicht von zentraler Bedeutung. Wichtig ist, dass eine glaubhafte Kennzahl ermittelt werden kann und diese dem Endanwender direkt zugänglich gemacht wird.

Bearbeitbarkeit

Diese Dimension kann nicht für Kennzahlen allgemein bewertet werden. Auf Basis des all-

gemeinen Charakters von Kennzahlen lässt sich keine Aussage über die Bedeutung einer einfachen Bearbeitbarkeit der Daten treffen.

Priorisierung der DQ-Dimensionen auf Basis der Analyse

Neben den im Allgemeinen für Kennzahlen wichtigen Dimensionen von DQ bildet die Priorisierung von DQ-Dimensionen auf Basis der *Analyse einer Kennzahl* den Kern der zweiten Phase (vgl. Abschnitt 5.1.1 und Abbildung 5.1). Um das Vorgehen zu erläutern, werden exemplarisch zwei verschiedenartige Kennzahlen untersucht. Die Erkenntnis, welche Art und Funktion die beiden Kennzahlen erfüllen, wäre durch die erste Phase der Methode *Analyse einer Kennzahl* gewonnen worden (vgl. Abschnitt 5.1.1). Zur Vereinfachung wird dieser Schritt übersprungen und im Folgenden operative Kennzahlen mit Steuerungsfunktion und zeitraumbezogene Kennzahlen zur Analyse verglichen (vgl. Abschnitt 4.2). Es soll am Beispiel der DQ-Dimension *Aktualität* gezeigt werden, dass die Art und Funktion einer Kennzahl Auswirkung auf die priorisierten DQ-Dimensionen hat.

Operative Kennzahlen, die fortlaufend ermittelt werden müssen, stellen hohe Anforderungen an die Aktualität von Daten. Als Beispiel eignet sich die Qualitätssicherung in der automatisierten Fertigung. Eine oft verwendete Kennzahl in diesem Bereich ist der Ausschuss an fehlerhaften Teilen. Ist die Datenbasis nicht aktuell, kann dies dazu führen, dass derselbe Fehler solange zu fehlerhaften Teilen führt bis die Daten zu der tatsächlichen Kennzahl verdichtet werden. Bei aktuellen Daten kann die Fehlerursache sofort behoben werden und die Anzahl an fehlerhaften Teilen minimiert werden. Die Datenqualität hängt also zu einem erheblichen Teil von der DQ-Dimension *Aktualität* ab.

Zeitraumbezogene oder projektbezogene Kennzahlen mit dem Ziel Benchmarking-Größen zur Analyse zu entwickeln, stellen indes keine Forderungen an aktuelle Daten, da sie sich auf die Vergangenheit beziehen (vgl. Abbildung 4.3). Ein schiffsbauliches Beispiel wären die Kosten für ein ausgeliefertes Schiff, um diese Kennzahl als Zielwert für ein neues Projekt zu setzen. Die Datenqualität wird in diesem Fall kaum durch *Aktualität* bestimmt. Die *Vollständigkeit* und die *Eindeutige Auslegbarkeit* der Daten sind in diesem Fall von größerer Bedeutung.

Anhand dieses Vergleichs soll deutlich gemacht werden, dass ein systematisches Ableiten von Kennzahlen aus einer Datenbasis im ersten Schritt eine detaillierte Analyse der Art und der Funktionen der Kennzahlen erfordert, bevor die DQ-Dimensionen priorisiert werden können (vgl. Abbildung 5.1).

Zusammenfassung

Die DQ-Dimensionen *Glaubwürdigkeit*, *Fehlerfreiheit*, *Eindeutige Auslegbarkeit*, *Hohes Ansehen* und *Objektivität* sind für jede Kennzahl wichtig. Die Güte dieser Merkmale muss durch Metriken sichergestellt werden, um eine glaubhafte Kennzahl aus einer Datenbasis ableiten zu können. Die anderen DQ-Dimensionen werden im Rahmen der Analyse (vgl. Abschnitt 5.1.1) durch die Art und Funktion der jeweiligen Kennzahl auf ihre Bedeutung überprüft und gegebenenfalls priorisiert.

5.1.3 Auswahl und Entwicklung von Datenqualitäts-Metriken

Sind die priorisierten Dimensionen bekannt, kann entschieden werden, für welche DQ-Dimensionen eigene, kennzahlenspezifische Metriken entwickelt werden müssen. Nicht für jede der 15 DQ-Dimensionen muss eine Metrik entwickelt werden. Die Bedeutung der einzelnen DQ-Dimensionen für eine valide Kennzahl entscheidet über den Aufwand bei der Entwicklung von Metriken. Dabei gilt, dass für jede priorisierte DQ-Dimension ein geeignetes Messverfahren entwickelt oder aus der Literatur ausgewählt werden muss. Die Metriken sind essentiell für den Erfolg der Methode. Sie ermöglichen die Bewertung der Datenbasis hinsichtlich ihrer Eignung, um als Grundlage für eine Verdichtung in Kennzahlen zu dienen. Durch eine Normierung der Messergebnisse kann ermöglicht werden, dass ein Minimalwert entwickelt wird, der die minimale Anforderung an die Datenqualität setzt.

5.1.4 Bewerten der Datenbasis

Die Datenbasis wird mit den Metriken aus der Phase *Auswahl und Entwicklung von Datenqualitäts-Metriken* bewertet (vgl. Abbildung 5.1). Erfüllen die Metriken aller priorisierten DQ-Dimensionen den Minimalwert (vgl. Abschnitt 5.1.3), wird die Datenbasis als geeignet befunden und zur Ableitung der Kennzahl als letzten Schritt in der Methode freigegeben. Die Festlegung des Minimalwertes erfordert Erfahrungswerte, bis zu welcher Datenqualität valide Kennzahlen für den jeweiligen Anwendungsfall abgeleitet werden können. Des Weiteren müssen zusätzlich die nicht priorisierten Dimensionen von Datenqualität grob auf ihre Eignung überprüft werden. Bei gravierenden Fehlern können sie ebenfalls dazu führen, dass die Datenbasis als für nicht geeignet befunden wird. Erfüllt eine der Metriken den Minimalwert nicht, ist die Datenbasis ungeeignet für eine Ableitung der Kennzahl. In diesem Fall müssen DQ-Maßnahmen getroffen werden, um die Qualität zu verbessern bis die Minimalkriterien erfüllt sind (vgl. Abbildung 5.1).

5.1.5 Ableiten einer Kennzahl

Wenn in der Phase *Bewerten der Datenbasis* eine ausreichende Datenqualität sichergestellt werden kann, werden zum Schluss der Methode die Daten zu Kennzahlen verdichtet. Das genaue Vorgehen hängt wiederum von der zu untersuchenden Kennzahl und Datenbasis ab. Relative Kennzahlen können mathematische Operatoren zwischen verschiedenartigen Daten erfordern (vgl. Abschnitt 4.2). Absolute Kennzahlen können direkt abgelesen werden (vgl. Abschnitt 4.2). Die Ableitungsmethode zum Verdichten von Daten zu einer Kennzahl muss äquivalent zu den DQ-Metriken individuell nach dem Anwendungsgebiet entwickelt werden. Darüber hinaus erfolgt nach dem Ableiten der Kennzahlen eine Rückkopplung zur Phase *Bewerten der Datenbasis*. Die abgeleiteten Kennzahlen müssen kritisch überprüft werden. Entsprechen sie der Realität muss der gesetzte Wert für die Mindestanforderung der DQ nicht verändert werden (vgl. Abbildung 5.1). Sind die abgeleiteten Kennzahlen nicht präzise genug kann der normierte Wert für die Mindestanforderung der DQ angepasst werden.

5.2 Ausarbeitung einer Kennzahl für die Detailkonstruktion im Schiffsbau

In der Literatur ist keine Kennzahl bekannt, die die Leistung der Detailkonstruktion im Schiffsbau wiedergibt (vgl. Abschnitt 4.4). In diesem Abschnitt soll deshalb eine Kennzahl entwickelt werden, mit welcher die Performance gemessen werden kann und die für die Detailkonstruktion Gültigkeit besitzt. Im Folgendem bezieht sich der Begriff Kennzahl im Gegensatz zu dem im Abschnitt 5.1 auf eine konkrete Kennzahl für die Detailkonstruktion im Schiffsbau.

Die grundlegenden Anforderungen an Kennzahlen wurden in Abschnitt 4.2 erörtert. Ferner lässt sich das Prinzip der Zweckmäßigkeit aus dem Umfeld von Datenqualität (vgl. Abschnitt 4.5) nahtlos auf Kennzahlen übertragen. Eine Kennzahl muss den Anforderungen ihres jeweiligen Anwendungsgebietes genügen. Die Detailkonstruktion als Anwendungsgebiet und ein maritimes PMS als übergeordnete Struktur stellen spezifische Anforderungen an die Kennzahl. Im Folgenden, werden diese benannt und in den Teilabschnitten näher erläutert:

- Die Leistung der Detailkonstruktion muss in der Kennzahl wiedergegeben werden.
- Die Kennzahl muss einen passenden Detaillierungsgrad für ein übergeordnetes maritimes PMS sicherstellen.
- Die Kennzahl muss Vergleichbarkeit zwischen verschiedenen Schiffen und Werften herstellen können (vgl. Abschnitt 4.4).

- Die Kennzahl muss mit akzeptablen Aufwand ermittelbar sein.
- Die Kennzahl muss sowohl für die Linie als auch für das Projekt Gültigkeit besitzen (vgl. Abschnitt 2.2).

Die Leistung der Detailkonstruktion muss in der Kennzahl wiedergeben werden.

Die Leistung in der Detailkonstruktion besteht aus der Konstruktionsleistung der Mitarbeiter (vgl. Abschnitt 2.1). In diesem Rahmen kann die Leistung definiert werden als die benötigte Arbeitszeit je Konstruktion unter der Annahme, dass eine Konstruktion durch Qualitätsanforderungen immer die gleiche Qualität besitzt. Dies führt zu dem Grundgerüst der Kennzahl in Formel 5.1 .

$$\frac{\textit{Arbeitszeit}}{\textit{Konstruktion}} \quad (5.1)$$

Die Kennzahl muss einen passenden Detaillierungsgrad für ein übergeordnetes maritimes PMS sicherstellen.

Der Detaillierungsgrad der Kennzahl wird über den Nenner *Konstruktion* impliziert (vgl. Formel 5.1). Der Nenner lässt sich von einzelnen Rohrgeometrien bis zur Detailkonstruktion eines gesamten Schiffes definieren (vgl. Abschnitt 2.1). Möglicher Nenner ist insofern die Meteranzahl der konstruierten Rohrgeometrien, ein Anderer wäre die GT-Zahl eines Schiffes. Beide stellen keinen zufriedenstellenden Kompromiss dar, sondern stehen für eine starke Detaillierung oder Generalisierung. Eine passende Einheit stellen die Einheiten Quadratmeter oder Kubikmeter dar. Es wird gegenüber den exakten Konstruktionen wie Kabelbahnen, Rohre etc. auf Detailliertheit verzichtet, um Übersichtlichkeit zu wahren. Gleichzeitig erreicht man eine höhere Genauigkeit als bei den beschriebenen gröberen Einheiten. Des Weiteren unterstützt die Konstruktionsweise von Raum zu Raum (vgl. Abschnitt 2.1), Quadratmeter oder Kubikmeter als Definition der Konstruktion in der schiffsbaulichen Detailkonstruktion (vgl. Abschnitt 2.1). Das Grundgerüst der Kennzahl 5.2 kann auf Basis dieser Überlegungen zur Gleichung 5.2 modifiziert werden.

$$\frac{\textit{Arbeitszeit}}{m^{2(3)}} \quad (5.2)$$

Die Kennzahl muss Vergleichbarkeit zwischen verschiedenen Schiffen und Werften herstellen können.

Tatsächliche Vergleichbarkeit zwischen unterschiedlichen Schiffen ist eine wichtige Herausforderung, welche durch die Kennzahl $\frac{\textit{Arbeitszeit}}{m^{2(3)}}$ nicht gelöst wird (vgl. Abschnitt 4.4). Der Schiffstyp findet bis jetzt keine Verwendung in der entwickelten Kennzahl. Aus Abschnitt 2.1 ist bekannt, dass die Komplexität für den Konstrukteur von Raum zu Raum variiert.

Es ist festzuhalten, dass sich die Art der Räume zwischen unterschiedlichen Schiffen der gleichen Art nicht ändert, nur die Größe. Jedes neugebaute Schiff wird eine bestimmte Anzahl an Maschinenräumen oder Kabinen besitzen. Die Art der Räume, im Folgenden „Bereiche“ genannt, ist je nach Schiffstyp begrenzt. Eine Kennzahl für die Detailkonstruktion muss dies berücksichtigen. Die Kennzahl aus dem vorherigen Abschnitt wird insofern in Bereiche unterteilt, siehe Gleichung 5.3. In diesem Sinne wird Vergleichbarkeit zwischen der Leistung der Detailkonstruktion je Schiff hergestellt. Ziel dieser Entwicklung ist es, dass schiffsbauliche Projekte nicht direkt miteinander verglichen werden, sondern die Leistung in Bezug auf den jeweiligen Bereich. Im Anhang 7 befindet sich ein Beispiel für die Bereiche eines Kreuzfahrtschiffes.

$$\frac{\text{Arbeitszeit}}{m^{2/3}} \text{ je Bereich} \quad (5.3)$$

Die Kennzahl muss mit akzeptablen Aufwand ermittelbar sein. Aus pragmatischen Gründen ist die Flächeneinheit gegenüber der Volumeneinheit zu bevorzugen. Zu jedem Schiff wird im Entwurf ein Generalplan erstellt (vgl. Abschnitt 2.1). Diesem Plan sind die Quadratmeter der einzelnen Räume und damit der übergeordneten Bereiche hinterlegt. Es ist daher mit geringerem Aufwand verbunden, die Flächen der Bereiche zu ermitteln als das Volumen der Bereiche. Ferner kann die Zeit in Stunden angegeben werden. Die übliche Einheit im Schiffsbau ist *manhour* (*mh*), im Deutschen Arbeitsstunden (vgl. Abschnitt 4.4). Eine geeignete Kennzahl für die Detailkonstruktion ist in Gleichung 5.4 dargestellt.

$$\frac{h}{m^2} \text{ je Bereich} \quad (5.4)$$

Die Kennzahl muss sowohl für die Linie als auch für das Projekt Gültigkeit besitzen.

Die entwickelte Kennzahl lässt sich auf die Gewerke der Linie genauso wie auf ein Projekt beziehen. Als Projektkennzahl werden die Kennzahlen für ein Schiff bestimmt. Bei den einzelnen Projekten werden die benötigten Konstruktionsstunden für das einzelne Projekt mit den Quadratmetern der Bereiche in Beziehung gesetzt. In der Linie kann das Arithmetische Mittel der Projektkennzahlen in einem zu bestimmenden Zeitintervall verwendet werden.

5.3 Anpassung der Methode zur konkreten Vorgehensweise zum Ableiten der schiffsbaulichen Kennzahl

Die Phasen der allgemeinen Methode zum Ableiten von Kennzahlen lassen sich unterscheiden in kennzahlenabhängige und unternehmensabhängige (vgl. Abbildung 5.1). Die ersten

beiden Phasen: *Analyse einer Kennzahl* und *Priorisierung von DQ-Dimensionen* können an die jeweilig zu untersuchende Kennzahl angepasst werden, ohne dass es einen Bezug zu einem Unternehmen gibt. Die letzten Phasen der Methode *Bewerten der Datenbasis* und *Ableitung einer Kennzahl* sind an Unternehmensdaten anzupassen. Für die Phase *Entwicklung oder Auswahl von Metriken* lässt sich eine Vorauswahl an geeigneten Metriken in Bezug zur Kennzahl entwickeln. Dennoch müssen diese bei der praktischen Anwendung an die Daten des jeweiligen Unternehmens angepasst werden.

In diesem Abschnitt wird die Methode aus dem Abschnitt 5.1 an die Kennzahl aus Abschnitt 5.2 angepasst. Ziel ist es, dass durch die Anpassung eine konkrete Vorgehensweise zum systematischen Ableiten der Kennzahl für die schiffsbauliche Detailkonstruktion entsteht. Zur Zielerreichung werden die ersten drei Phasen *Analyse einer Kennzahl*, *Priorisierung von DQ-Dimensionen* und *Entwicklung oder Auswahl von Metriken* für die schiffsbauliche Kennzahl $\frac{h}{m^2}$ je Bereich spezifiziert (vgl. Abschnitt 5.2). Im Folgenden bezieht sich der Ausdruck Kennzahl in der Regel auf die entwickelte Kennzahl in der schiffsbaulichen Detailkonstruktion (vgl. Abschnitt 5.2).

5.3.1 Analyse der Kennzahl

Um eine konkrete Vorgehensweise zu entwickeln, wird die Phase *Analyse einer Kennzahl* aus der Methode in Abschnitt 5.1 auf die Kennzahl $\frac{h}{m^2}$ je Bereich angewendet (vgl. Abschnitt 5.2). In diesem Sinne wird die Kennzahl der Detailkonstruktion im Schiffsbau im Folgenden auf ihre Funktionen und Art hin untersucht (vgl. Abschnitt 5.1.1).

Art der Kennzahl

Kennzahlenpyramide

Die Kennzahl für die Detailkonstruktion lässt sich den dispositiven Kennzahlen zuordnen. Ihr Adressat ist in erster Linie die Bereichsleitung (vgl. Abbildung 4.1). Sie dient der Steuerung der Unternehmensabteilung „Detailkonstruktion“ (vgl. Anhang 3 - Abteilung Koordinierung).

Statistische Sichtweise

Die entwickelte Kennzahl gehört zu den relativen Zahlen (vgl. Abschnitt 4.2). Die statistische Masse „Arbeitsstunden“ wird in Beziehung zu der statistischen Masse „ m^2 je Bereich“ gesetzt. Ferner sind die beiden Massen von ungleicher Art, insofern gehört die entwickelte Kennzahl zu den Beziehungszahlen (vgl. Abschnitt 4.2). Darüber hinaus lässt sich die schiffsbauliche Kennzahl den Verursachungszahlen zuordnen (vgl. Abschnitt 4.2). Die Bewegungsmasse Arbeitsstunden wird im Verhältnis zur verursachenden Bestandsmasse m^2 je Bereich gesetzt. Bei der entwickelten Kennzahl „verursachen“ die Quadratmeter der Bereiche einen Aufwand, der die Arbeitsstunden beeinflusst.

Gliederungsart

Die klassische Unterteilung nach Gliederungsart (vgl. Tabelle 4.2) gestaltet sich als schwierig bei der Kennzahl für die Detailkonstruktion. Sie lässt sich kaum nach den in Tabelle 4.2 dargestellten Unterteilungen einordnen. Unter Planungsgesichtspunkten stellt sie sowohl eine Ist-Kennzahl aus vergangenen Projekten dar als auch eine Soll-Kennzahl für zukünftige Projekte. Der Erhebungszeitraum aus Tabelle 4.2 kann als zeitraumbezogen definiert werden, weil ein Projekt einen festgelegten Anfang und ein festgelegtes Ende besitzt (vgl. Abschnitt 2.2). Darüber hinaus, stellt die Kennzahl keine Monetäre Größe dar, steht aber in direktem Zusammenhang zu den Konstruktionskosten. Ferner dient sie der operativen Steuerung der Detailkonstruktion und ist insofern eher den operativen Kennzahlen zuzuordnen (vgl. Tabelle 4.2).

Funktionen der Kennzahl

Beurteilungsgröße

Die Kennzahl: $\frac{h}{m^2}$ je Bereich kann im Sinne eines Soll-Ist-Vergleiches eine geeignete Beurteilung der Leistungen in der Detailkonstruktion gewährleisten (vgl. Abschnitt 5.2). Es wird ermöglicht, besonders gut verlaufende Projekte als Benchmarking zu nutzen.

Ursachengröße

Die Kennzahl erfüllt die Funktion, Ursachen für positive wie negative Entwicklungen erkennbar zu machen. Werden beispielsweise bei der Analyse von Projekten ausufernde Konstruktionskosten festgestellt, kann durch die Kennzahl die Ursache für diese Entwicklung gefunden werden. Es kann detailliert analysiert werden, welche Bereiche Kostentreiber sind (vgl. Abschnitt 5.2).

Strategische Analyse und Planung

Die Kennzahl unterstützt die Projektplanung im Schiffsbau (vgl. Abschnitt 2.2). Das Budget an Arbeitsstunden für ein neues Schiff kann durch Multiplikation der $\frac{h}{m^2}$ je Bereich eines abgeschlossenen Projektes mit den Quadratmetern der entsprechenden Bereiche eines neuen Schiffes näherungsweise berechnet werden. Handelt es sich um eine Bauserie, können mithilfe der Formel für die Lerneffekte bei Schiffsbauerserien (vgl. Formel 3.3) die geplanten Arbeitsstunden angepasst werden.

Stellenbezogene Steuerung

Wird ein konkreter Zielwert der Bereichsleitung für die Abteilung festgelegt, z.B. $\frac{2h}{m^2}$ für den Maschinenraum, dann erfüllt die Kennzahl auch Steuerungsfunktionen. Es kann ein klares Ziel für die Konstrukteure formuliert werden.

Schlussfolgerung

Aus der statistischen Einordnung der Kennzahl lässt sich entnehmen, dass ihr zwei verschiedenartige Daten zugrunde liegen, die Quadratmeter der Bereiche und die Arbeitsstunden. Insofern ist davon auszugehen, dass die Daten bei einer Untersuchung der Datenqualität unabhängig voneinander zu betrachten sind. Ferner wird die Kennzahl aus vergangenen Projekten gewonnen. Die Daten beziehen sich also auf die Vergangenheit. Anhand der vielfältigen Funktionen der Kennzahl wird deutlich, dass sie hohe Anforderungen an valide Daten stellt. Auf Basis dieser Auswertung können die DQ-Dimensionen nach dem im Abschnitt 5.1.2 beschriebenen Vorgehen untersucht werden. Es ist festzuhalten, dass die *Priorisierung der DQ-Dimensionen* (vgl. Abschnitt 5.1.2) nach der Methode aus Abbildung 5.1 zu keiner von der Analyse der Kennzahl abhängig priorisierten Dimension führt. Die allgemein für Kennzahlen priorisierten DQ-Dimensionen (vgl. Abschnitt 5.1.2) genügen, um die Datenqualität für die $\frac{h}{m^2}$ je Bereich zu bewerten.

5.3.2 Entwicklung von Metriken

Um die Datenqualität für die Kennzahl in der schiffsbaulichen Detailkonstruktion bewerten zu können müssen Metriken für die DQ-Dimensionen *Glaubwürdigkeit*, *Fehlerfreiheit*, *Eindeutige Auslegbarkeit*, *Hohes Ansehen* und *Objektivität* entwickelt werden (vgl. Abschnitt 5.3.1). Diese DQ-Dimensionen sind immer aufgrund des allgemeinen Charakters von Kennzahlen priorisiert und erfordern entsprechend eine Metrik (vgl. Abschnitt 5.1.2). Für jede Dimension müssen für diese Kennzahl zwei Metriken entwickelt werden (vgl. Abschnitt 5.3.1). Zum Einen für die Daten zu den Quadratmetern der Bereiche, zum Anderen für die Arbeitsstunden (vgl. Abschnitt 5.3.1). Da die Datenhaltung unternehmensabhängig ist, werden die Metriken nur für die Attributwertebene entwickelt. Im Folgenden wird Db_{m^2} als die Datenbasis für die Bereichsflächen eines Schiffes definiert. In der Datenbasis zu den Bereichsflächen eines Schiffes (Db_{m^2}) sind die Daten zu den Quadratmetern der einzelnen Bereiche hinterlegt. In der Datenbasis zu den Arbeitszeitdaten der Detailkonstruktion eines Schiffes (Db_h) sind die Daten zu den Arbeitszeitdaten hinterlegt.

Fehlerfreiheit

Für die Flächen eines Schiffes gibt es einen vertraglich festgelegten Wert im Generalplan (vgl. Abschnitt 2.1), anhand dessen man die Güte von Db_{m^2} beurteilen kann. Die in Abschnitt 3.3 entwickelte Metrik 3.3 lässt sich somit übertragen. Es wird der Toleranz-Ansatz verwendet (vgl. Abschnitt 3.3), da kleine Abweichungen bei den Bereichsflächen kaum Auswirkung auf die Kennzahl haben. Dies liegt daran, dass die Flächeneinheiten einen deutlich größeren Wert einnehmen als die Arbeitszeiten. Bei der Division zur Kennzahl haben dementsprechend klei-

neren Abweichungen der Flächeneinheiten kaum Auswirkungen. Auf Basis dieser Überlegungen lässt sich die Metrik 5.5 als geeignetes Messsystem für die Datenqualität der Bereichsflächen bezeichnen.

Sei ω_{m^2} der Attributwert der Datenbasis für die Fläche eines Bereiches und ω_r die Fläche des Bereiches nach dem Generalplan, so kann die Metrik 3.3 wie folgt angepasst werden:

$$QFehler_{Db_{m^2}}(\omega_{m^2}, \omega_r) = 1 - \left(\frac{|\omega_{m^2} - \omega_r|}{\max(|\omega_r|, |\omega_{m^2}|)} \right)^\alpha \quad (5.5)$$

Anhand der Metrik 5.5 kann *Fehlerfreiheit* als Maß der Abweichung zwischen der vertraglich festgelegten Fläche eines Schiffsbereiches und des eingetragenen Attributwertes berechnet werden. Über α kann das Maß sensibilisiert werden.

Bei der Db_h wird die Dimension *Fehlerfreiheit* anders charakterisiert: Es wird die Annahme getroffen, dass die Arbeitszeit jedes Mitarbeiters, wie in modernen Industrieunternehmen üblich, automatisiert erfasst wird. Ferner gilt die Annahme, dass die Mitarbeiter ihre Stunden manuell auf die einzelnen schiffsbaulichen Projekte kontieren müssen. Auf Grund dessen existiert kein objektiver Realwert für die benötigten Arbeitsstunden je Bereich, DK/FZ oder Projekt (die genaue Unterteilung ist unternehmensabhängig). Als Fehler werden alle fehlenden Attributwerte und alle Attributwerte mit dem Wert null gewertet. Ein fehlender Attributwert wäre beispielsweise, wenn für einen fertig konstruierten Bereich keine Stunden aufgeschrieben wurden. Außerdem wäre ein Wert von null ein Fehler, da jede Konstruktion einen Mindestaufwand an Zeit erfordert. Aus diesen Überlegungen ermittelt sich die Metrik 5.6.

Sei ω_h der Attributwert für die Stunden je Bereich, so kann die Metrik 5.6 für die Fehlerfreiheit der Arbeitszeitdaten in Anlehnung an die Metrik 3.1 wie folgt angegeben werden:

$$QFehler_{Db_h}(\omega_h) = \begin{cases} 0 & \text{falls } \omega_h = \text{null} \text{ oder nicht eingetragen} \\ 1 & \text{sonst.} \end{cases} \quad (5.6)$$

Glaubwürdigkeit

Die Glaubwürdigkeit der Bereichsflächendaten für die schiffsbauliche Kennzahl der Detailkonstruktion lässt sich durch die Metrik 5.5 zur *Fehlerfreiheit* messen. Es existiert ein eindeutig festgelegter und vertraglich gesicherter Wert für den Flächeninhalt der Räume, Bereiche, Decks und des Schiffes (vgl. Abschnitt 2.1). Insofern sind die Daten als glaubwürdig anzusehen, sofern sie keine Abweichung von diesen Werten enthalten. Deshalb können die Daten zu den Bereichsflächen als glaubwürdig angesehen werden, wenn sie gemäß der Metrik 5.5 als

fehlerfrei gelten. Aus dieser Überlegung resultiert Gleichung 5.7.

$$QGlaubwürdigkeit_{Db_{m^2}} = QFehler_{Db_{m^2}} \quad (5.7)$$

Für die Arbeitsstunden gilt es, die Glaubwürdigkeit der Information, in diesem Fall der durch die Mitarbeiter selbst kontierten Arbeitszeiten, zu bewerten. Dies kann sowohl durch eine subjektive Einschätzung der Informationsnutzer als auch durch eine automatisierbare Metrik erfolgen. Für die Kennzahl in der Detailkonstruktion wird angenommen, dass die Konstruktionsstunden in einer realistische Minimal- und Maximalabweichung von einem für das Projekt definierten Mittelwert der Stunden je Bereich bewegen: Sei \bar{x} ein Erfahrungswert der zu erwartenden Stunden des Bereiches, z.B. die in der Planung kalkulierte Stundenanzahl des jeweiligen Bereiches, dann gilt die Annahme, dass sich die tatsächlichen Arbeitsstunden nur bis zu einem bestimmten Faktor abweichen. Die untere Grenze der realistischen Arbeitsstunden werden durch k beschrieben, die Obere durch g . Aus den Überlegungen resultiert die Metrik 5.8. Dabei stellt ω_h den Attributwert für die Arbeitszeitdaten dar.

$$QGlaubwürdigkeit_{Db_h}(\omega_h, \bar{x}, g, k) = \begin{cases} 0 & \text{sonst.} \\ 1 & \text{falls } k * \bar{x} < \omega_h < g * \bar{x} \end{cases} \quad (5.8)$$

mit

$$k \in \mathbb{R} | 0 \leq k \leq 1$$

$$g \in \mathbb{R} | 1 \leq g$$

Hohes Ansehen

Für die zwei verschiedenartigen Daten der Kennzahl kann nur durch eine Abfrage der wahrgenommenen Vertrauenswürdigkeit eine Beurteilung der DQ-Dimension *Hohes Ansehen* realisiert werden. Dies kann aus dem Charakter der Dimension als subjektive Bewertung der Datenquelle und des verarbeitenden Systems geschlussfolgert werden (vgl. Abschnitt 3.1). Um das Ziel einer automatisierbaren Freigabe zur Ableitung der Kennzahl bei einem bestimmten Messergebnis der Datenqualität zu gewährleisten, wird das Abfrageergebnis auf eine Zahl zwischen null und eins normiert. Eine geeignete Abfragemethode ist die Expertenmeinung der für die Arbeitszeit oder der Informationstechnik (IT) zuständigen Mitarbeiter. Die einzelnen Experten oder Stakeholder sollten in einem festen Intervall hinsichtlich des Ansehens der IT hinter den Daten befragt werden. Die Überlegung führt zur Metrik 5.9. Sie kann sowohl für die Arbeitszeitdaten als auch für die Bereichsflächendaten verwendet werden. Das Vorgehen in der Metrik ist an die AIMQ Methode angelehnt (vgl. Abschnitt 3.3). Sei EE_n das Ergebnis

der Umfrage unter den einzelnen Experten, dann gilt:

$$QAnsehen_{Db_h, Db_{m^2}}(ST_n) = \frac{\sum_{i=1}^n EE_n}{n} \quad (5.9)$$

Objektivität und Eindeutige Auslegbarkeit

Beide Dimensionen können nicht objektiv untersucht werden, da sie in hohem Maße von der menschlichen Wahrnehmung abhängen. Die eindeutige Auslegbarkeit der Daten, über alle beteiligten Organe der Informationsgewinnung hinweg, lässt sich durch eine Abfrage aller Beteiligten messen. Das würde voraussetzen, dass eine sehr niedrige Fluktuation der Datennutzer, Datenquellen und Datensammlern herrscht. Bei der Kennzahl für Detailkonstruktion im Schiffsbau sind jedoch Fremdfirmen, interne Mitarbeiter und verschiedene interne Abteilungen beteiligt (vgl. Abschnitt 2.2). Der Aufwand solcher Umfragen wäre zeitintensiv und nur für außerordentlich wichtige Kennzahlen zu rechtfertigen. Aus diesem Grund ist die Beurteilung der eindeutigen Auslegbarkeit durch den Verantwortlichen der Kennzahlen in der Detailkonstruktion eine pragmatische Lösung. Dieses Vorgehen ist an die AIMQ Methode angelehnt (vgl. Abschnitt 3.3). Ähnliches gilt für die *Objektivität*. Ein Messsystem muss beurteilen wie subjektiv die Flächeneinheiten generiert oder die Arbeitsstunden kontiert werden. Eine geeignete und praktikable Lösung für diese Dimension ist deshalb die Beurteilung durch einen Experten.

6 Fallbeispiel aus der Praxis

Die in Kapitel 5 entwickelte Methode, die Vorgehensweise und die Kennzahl erfordern eine Validierung. Ein Fallbeispiel aus der Praxis ist besonders geeignet das Entwickelte zu verifizieren. Ein Erfolg in der praktischen Validierung zeigt, dass die Methode einen tatsächlichen Mehrwert für die Realität darstellt. Die Meyer Werft dient als Grundlage dieser Untersuchung. Einleitend wird die Werft in knapper Ausführung vorgestellt, um die Eignung des Fallbeispiels für die praktische Validierung zu erläutern. Im Anschluss daran kann die Vorgehensweise aus Abschnitt 5.3 anhand der Werftdaten validiert werden. Das Ergebnis der Validierung wird als Grundlage für eine kritische Bewertung genutzt. Im Rahmen dessen können die allgemeine Methode aus Abschnitt 5.1, die Kennzahl aus Abschnitt 5.2 und die konkrete Vorgehensweise aus Abschnitt 5.3 auf ihren Nutzen in der Praxis untersucht werden.

6.1 Vorstellung der Meyer Werft

Die Meyer Werft ist ein in Papenburg ansässiges Familienunternehmen mit ca. 3450 Mitarbeitern. Die 1795 gegründete Werft gehört zu den weltweit modernsten Werften (vgl. MEYER WERFT GmbH; 2019). Die Nutzung eines innovativen Laserzentrums, der Virtual Reality und der digitalen Fabrik sind einige Punkte, bei denen die Werft als Vorreiter angesehen werden kann (vgl. MEYER WERFT GmbH; 2019). Der Hauptfokus liegt auf dem Spezialschiffsbau (vgl. MEYER WERFT GmbH; 2019). Jährlich verlassen bis zu drei Kreuzfahrtschiffe die Werft. Neben der Meyer Werft gehören noch die Meyer Turku Oy Werft (Turku, Finnland) und die Neptun Werft (Rostock) zur Meyer Gruppe. Die Detailkonstruktion gliedert sich bei der Meyer Werft in drei Konstruktionsabteilungen (vgl. Anhang 3 - Abteilung Koordinierung). Die Validierung der Methode erfolgt anhand der Daten der Abteilung Technical Hotel Coordination (TCH)). Im TCH wird die Detailkonstruktion für den Hotelbereich eines Kreuzfahrtschiffes konstruiert. Dieser umfasst den Großteil eines Kreuzfahrtschiffes.

Der Wettbewerbsdruck im internationalen Schiffsbau erfordert einen kontinuierlichen Verbesserungsprozess der Werft (vgl. Kapitel 1). Nur durch Innovationen wird es der Meyer Werft möglich sein, die Standortnachteile des vergleichsweise teuren Produktionsstandortes auszugleichen. Pünktlichkeit und Qualität sind die Unternehmensgrundlage der Werft. Die in Abschnitt 5.2 entwickelte Kennzahl und die Vorgehensweise aus 5.3 können den Verbesse-

rungsprozess unterstützen, indem aussagekräftige Größen einen positiven Einfluss auf wichtige Entscheidungen des Unternehmens haben. Aus diesem Grund eignet sich das TCH der Meyer Werft als Fallbeispiel dieser Arbeit.

6.2 Anwendung der Vorgehensweise zur Kennzahlenermittlung im Schiffsbau

Die Vorgehensweise aus Abschnitt 5.3 und die zu untersuchende schiffsbauliche Kennzahl aus Abschnitt 5.2 erfordern Anpassungen für das Fallbeispiel. Die Bereiche der Kennzahl 5.4 müssen für den Kreuzfahrtschiffsbau präzisiert werden. Eine Einteilung dieser befindet sich in Anhang 7. Ferner müssen die unternehmensabhängigen Phasen der Vorgehensweise, *Bewerten der Daten* und *Ableiten der Kennzahl* an die Daten der Meyer Werft angepasst werden. Für die Phase *Bewerten der Daten* muss die zu erreichende Mindestqualität der Daten definiert werden (vgl. Abbildung 5.1). Da keine Erfahrungswerte vorliegen, bis zu welcher normierten Zahl geeignete Kennzahlen abgeleitet werden können, wird ein Versuchswert von 0,8 als Mindestanforderung an die Datenqualität festgelegt. Der Versuchswert kann am Ende der Vorgehensweise auf Basis der gewonnen Erfahrungswerte modifiziert werden. Die umfangreichen Anpassungen für die Phase *Ableiten der Kennzahl* werden in Abschnitt 6.2.3 näher untersucht.

6.2.1 Bewerten der Datenbasis

Die Arbeitszeitdaten

Die benötigten Konstruktionsstunden liegen in Form der Tabelle 6.1 vor. Die zu untersuchenden Daten stehen in der letzten Spalte (vgl. Tabelle 6.1). In der vorliegenden Form können die Daten als nicht ideal angesehen werden. Idealerweise würden die Arbeitsstunden für die einzelnen Bereiche aus Anhang 7 vorliegen (vgl. Abschnitt 5.3). Durch die gröbere Unterteilung nach DK/FZ müssen die Metriken aus Abschnitt 5.3 geringfügig angepasst werden. Für die Metrik 5.8 zur *Glaubwürdigkeit* der Arbeitszeitdaten müssen Werte für \bar{x} , k , und g bestimmt werden (vgl. Metrik 5.8). Die von der Werft geplanten Stunden je DK/FZ (Anhang 1, Spalte 4) werden in Form von \bar{x} als Glaubwürdigkeitsmaß für die Ist-Stunden (Anhang 1, Spalte 2) verwendet. Dabei wird für k ein Wert von 0,5 und für g ein Wert von 1,9 gewählt. Es wurde die Annahme getroffen, dass durch das vorherrschende Prinzip der ehrgeizigen Planung die Ist-Stunden tendenziell eher unterschätzt werden. Aus diesem Grund ist die untere Glaubwürdigkeitsgrenze weniger tolerant als die obere Glaubwürdigkeitsgrenze. Alle Werte für die Ist-Stunden (ω_h), die aus dem Rahmen von 0,5 - 1,9 multipliziert mit den geplanten Stunden fallen (\bar{x}), sind insofern unglaubwürdig. Der α -Wert der Metrik 5.5 wird mit 1 beziffert. Es gibt keinen von vornherein abzusehenden Grund eine niedrige oder hohe

Sensibilität einzustellen. Nach der Ableitung der Kennzahl kann diese Einstellung überprüft und gegebenenfalls verändert werden.

Tabelle 6.1: Darstellung der Arbeitszeitdaten

Deck	Feuerzone	Deck/Feuerzone	Konstruktions- stunden
1	1	11	600

Die Ergebnisse der Auswertung der Arbeitszeitdaten sind in Tabelle 6.2 zu sehen. Die vollständige Auswertung befindet sich in Anhang 1. Die DQ-Metrik *Hohes Ansehen* wurde durch eine gezielte Befragung der einzelnen Experten gewonnen. Die Metriken *Objektivität* und *Eindeutige Auslegbarkeit* wurden durch die Expertenmeinung des für die Arbeitszeiten zuständigen Ingenieurs gewonnen. Es ist festzuhalten, dass die Datenbasis gemäß der Methode aus Abschnitt 5.1 und mit der versuchsweise geforderten Mindestqualität der Daten von 0,8 für nicht geeignet befunden wird (vgl. Tabelle 6.2). Nur eine der fünf priorisierten DQ-Dimensionen (*Eindeutige Auslegbarkeit*) erfüllt die Zielsetzung hinsichtlich der Qualität (vgl. Tabelle 6.2).

Tabelle 6.2: Ergebnis der Auswertung für die Arbeitszeitdaten

Fehlerfreiheit	Glaubwürdigkeit	Hohes Ansehen	Objektivität	Eindeutige Auslegbarkeit
0,164	0,64	0,3	0,1	1

Der Auszug der Daten besitzt viele Fehler, vor allem Attribute ohne einen eingetragenen Wert (vgl. Anhang 1). Betrachtet man nur die im Sinne der Metrik zur *Fehlerfreiheit* (Gleichung 5.6) fehlerfreien Datensätzen, lässt sich ferner festhalten, dass im Rahmen der Metrik für *Glaubwürdigkeit* 36 % der Werte als unglaubwürdig erachtet werden. Die DQ-Dimensionen *Fehlerfreiheit* und *Glaubwürdigkeit* erfüllen nicht die angestrebte Datenqualität. Darüber hinaus lässt sich feststellen, dass das IT-System, in dem die Arbeitszeit erfasst wird, von den Experten als ungeeignet bewertet wird (vgl. Tabelle 6.2). Die DQ-Dimension *Hohes Ansehen* erfüllt nicht die geforderte Qualität. Ferner werden den Daten subjektive Einflüsse

zugesprochen (vgl. Tabelle 6.2: *Objektivität*). Einzig die *Eindeutige Auslegbarkeit* wurde als ansprechend bewertet (vgl. Tabelle 6.2). Kennzahlen, die auf Basis dieser Daten verdichtet werden, sind nicht aussagekräftig. Gemäß der Vorgehensweise werden in dem Abschnitt 6.2.2 Maßnahmen zur Qualitätssteigerung diskutiert (vgl. Abbildung 5.1).

Die Betrachtung der weiteren DQ-Dimensionen führt zu der Erkenntnis, dass nicht ausschlaggebende Mängel bei der Qualität der Daten vorliegen. Die Daten sind auf einfachem Weg über einen Auszug aus dem betriebsinternen Kontierungssystem der Arbeitszeit zugänglich. Die Daten sind vollständig und in ihrer Darstellung angemessen. Sie sind leicht verständlich und erfüllen die nötige Relevanz des Verwendungszweckes. Die Menge der Daten entspricht den gewünschten Anforderungen nicht in vollem Umfang. Die Anforderungen für die Verdichtung der Daten zur Kennzahl würden idealerweise durch eine Gliederung der Arbeitszeiten je Bereich erfüllt werden. Durch die Gliederung nach Deck/Feuerzone wird die Ableitung der Kennzahl erschwert.

Die Bereichsflächendaten

Die Daten zu den Bereichsflächen des untersuchten Schiffes liegen in Form der Tabelle 6.3 vor. Sie werden direkt aus dem Product-Lifecycle-Management-System extrahiert.

Tabelle 6.3: Darstellung der Bereichsflächen

Deck	Feuerzone	m^2	Bereich
5	4	1500	Kabinenbereich

Die in Abschnitt 5.3 ausgewählte Metrik zur *Fehlerfreiheit* 5.5 eignet sich nicht für dieses Fallbeispiel. Die Metrik setzt voraus, dass eine Datenbasis mit den Realwerten der Bereichsflächen existiert, aus der man ω_r ableiten kann (vgl. Metrik 5.5). Dieser exakte Wert wird als Maß für die zu untersuchenden Daten (ω_{m^2}) verwendet (vgl. Metrik 5.5). Ein Sinn besteht in dieser Metrik nur, wenn es zwei Datenquellen gibt, deren Bereichseinheiten auf unterschiedliche Weise gewonnen werden. In diesem praktischen Fallbeispiel werden die Daten ausschließlich und unmittelbar aus dem CAD-Modell des Projektes extrahiert. Falls Fehler im Sinne von Abweichungen der Flächeneinheiten des CAD-Modells zu den vertraglich festgelegten Flächeneinheiten vorhanden sind, werden diese in letzter Konsequenz dennoch konstruiert. Im Sinne der Kennzahlen sind diese Abweichungen deshalb nicht als Fehler zu betrachten. Aus diesem Grund kann die Annahme getroffen werden, dass die Daten zu den Flächeneinheiten fehlerfrei sind.

Tabelle 6.4: Ergebnis der Auswertung für die Bereichsflächendaten

Fehlerfreiheit	Glaubwürdigkeit	Hohes Ansehen	Ansehen	Objektivität	Eindeutige Auslegbarkeit
1	1	1		1	0,8

Die Ergebnisse der Bewertung nach den Metriken sind in Tabelle 6.4 zu sehen. Die DQ-Metrik *Hohes Ansehen* wurde durch eine gezielte Befragung der einzelnen Experten gewonnen. Die Dimension *Objektivität* und *Eindeutige Auslegbarkeit* wurden durch die Experten des für das Controlling im TCH zuständigen Ingenieurs gewonnen (vgl. Abschnitt 5.3). Das System zur Verarbeitung der Flächendaten eines Projektes besitzt ein hohes Ansehen bei den Mitarbeitern (vgl. Tabelle 6.4). Die Daten werden ohne subjektive Einflüsse gewonnen. Einzig die *Eindeutige Auslegbarkeit* wurde als nicht optimal bewertet (vgl. Tabelle 6.4). Dies hängt damit zusammen, dass das Bereichs-Konzept, auf das sich die Kennzahl: $\frac{h}{m^2}$ je Bereich bezieht, im Betrieb noch nicht einheitlich umgesetzt wird.

Die Betrachtung der weiteren DQ-Dimensionen zeigt, dass die Datenqualität auch für die anderen Merkmale als geeignet eingestuft werden kann. Die Daten sind auf einfachem Wege abrufbar. Die Darstellung ist übersichtlich und einheitlich. Die Datenmenge erfüllt die Anforderung der Kennzahl. Die Daten sind leicht verständlich, vollständig und für die Kennzahl relevant. Es lässt sich festhalten, dass die Daten zu den Bereichsflächen im Rahmen der Vorgehensweise aus Abschnitt 5.3 und der versuchsweise geforderten Datenqualität von 0,8 für geeignet befunden werden kann (vgl. Abbildung 5.1). Jede priorisierte Dimension erfüllt die gewünschte Qualität (vgl. Tabelle 6.4). Auch die grobe Betrachtung der nicht priorisierten Dimensionen von Datenqualität offenbart keine Schwächen. Deshalb sind keine Maßnahmen zur Steigerung der Qualität notwendig, bevor die Daten zur Ableitung der Kennzahl verwendet werden können.

6.2.2 Datenqualitätsmaßnahmen

In Abschnitt 6.2.1 wird gezeigt, dass die Arbeitszeitdaten keine ausreichende Qualität für die Ableitung der Kennzahl besitzen. Um die Qualität der Daten zu erhöhen und damit eine Ableitung der Kennzahl zu ermöglichen, werden im Folgenden Möglichkeiten zur Qualitätssteigerung untersucht. Dies erfolgt in Einklang mit der in Abschnitt 5.1 entwickelten allgemeinen Methode zum Ableiten von Kennzahlen (vgl. Abbildung 5.1). Um die Ursache-Wirkungsbeziehung der mangelnden Datenqualität zu analysieren, wird das 5W-Konzept

angewendet (vgl. Abschnitt 3.1). Ziel ist es durch die Methode den Kern des Problem es der ungenügenden Datenqualität herauszuarbeiten.

Warum ist die Datenqualität nicht ausreichend für die Kennzahl?

Die Daten sind fehlerhaft, unglaubwürdig und subjektiv. Das verarbeitende System besitzt ein geringes Ansehen bei den Datennutzern.

Warum sind die Daten fehlerhaft, unglaubwürdig und subjektiv? Warum besitzt das System ein geringes Ansehen?

Die Arbeitszeitdaten sind fehlerhaft und unglaubwürdig, weil die Konstrukteure ihre Arbeitszeit nicht richtig kontieren. Die Daten sind subjektiv, weil die Arbeitszeitdaten nicht automatisch auf das Projekt sortiert werden, sondern der Verursacher seine Arbeitszeiten selber aufteilt. Das System besitzt ein geringes Ansehen, weil die Schwächen bei der Kontierung bekannt sind und fälschlicherweise auf das Informationssystem übertragen werden.

Warum kontieren die Konstrukteure ihre Arbeitszeit nicht vollständig und korrekt auf die Projekte? Warum werden die Arbeitszeiten nicht projektbezogen erfasst?

Die Konstrukteure kontieren ihre Daten nicht korrekt, weil es keine konkreten Regeln, inklusive Sanktionen bei absichtlich falschem Kontieren gibt. Die technischen Möglichkeiten einer automatisierten Projekt-Arbeitszeiterfassung werden nicht ausgelotet oder als zu aufwendig bewertet.

Warum gibt es keine klaren Regeln zum Kontieren, die bei Verstoß geahndet werden?

Die Bedeutung der Daten wird für den Unternehmenserfolg nicht erkannt.

Warum wird die Bedeutung der Arbeitszeitdaten in der Detailkonstruktion nicht erkannt?

Es wurde bisher keine Untersuchung der Daten vorgenommen, welche die Bedeutung der Arbeitszeitdaten in der Detailkonstruktion herausarbeitet.

Durch die 5-W-Methode kann gezeigt werden, dass eine Verbesserung der Datenqualität durch eine Sensibilisierung für die Bedeutung der Arbeitszeitdaten angestrebt werden muss. Es muss erkannt werden, dass die Qualität der Arbeitszeitdaten in der Detailkonstruktion wichtig für den Erfolg des Unternehmens ist. Im Rahmen dessen kann ausgelotet werden, ob eine automatisierbare Lösung der Kontierung von Arbeitszeiten realisierbar ist. Eine intelligente Lösung würde darin bestehen, dass das CAD-System automatisiert erfassen würde, an welchem Projekt die einzelnen Konstrukteure zum jeweiligen Zeitpunkt arbeiten. Eine kostengünstigere Lösung besteht darin, feste Regeln zu implementieren, die die Mitarbeiter zur korrekten Kontierung ihrer Arbeitszeit leiten.

Die Auseinandersetzung mit den vorgeschlagenen Maßnahmen gehen über den zeitlichen Rahmen dieser Arbeit hinaus. Sie sollen exemplarisch für mögliche Qualitätssteigerungsmaßnahmen stehen, welche durch die allgemeine Methode initiiert werden (vgl. Abbildung 5.1). Um trotz qualitativ ungeeigneter Daten bedingt aussagekräftige Kennzahlen zu entwickeln, wird auf Basis der Metriken die Datenbasis bereinigt. Es werden nur die Datensätze zur weiteren Verwendung freigegeben, welche im Sinne der Metriken fehlerfrei und glaubwürdig sind. Die DQ-Dimensionen *Hohes Ansehen* und *Objektivität* sind auch für die gefilterten Daten nicht ausreichend. Im Sinne dieser Arbeit wird dieser Umstand außer Acht gelassen, um die Methode weiter validieren zu können.

6.2.3 Ableiten der Kennzahl für die Detailkonstruktion

Idealerweise liegen die Arbeitszeiten je Bereich vor (vgl. Abschnitt 5.3). In diesem Fall könnte man die Stundenanzahl je Bereich durch die Quadratmeter des jeweiligen Bereiches direkt zur Kennzahl dividieren (vgl. Abschnitt 5.3). In diesem Fallbeispiel gestaltet sich das tatsächliche Ableiten als anspruchsvoller. Da die Stunden je Deck/Feuerzone kontiert werden, müssen sie systematisch auf die Bereiche gegliedert werden (vgl. Tabelle 6.1). Folgende Vorgehensweise hat sich für die Ableitung im Fallbeispiel bewährt:

1. Schritt

Für Deck/Feuerzone, welche mindestens zu 70 % aus einem Bereich bestehen, wird die Kennzahl durch eine Division der Arbeitsstunden durch die Gesamtfläche einer DK/FZ ermittelt. Die Unschärfe aufgrund der von der Realität abweichenden Annahme, dass der Bereich die gesamte Fläche einnimmt, muss aufgrund der vorliegenden Datenqualität geduldet werden.

Exemplarische Auswertung:

Die DK/FZ: 4/7 besteht zu 72% aus einem Kabinenbereich, zu 19% aus dem öffentlichen Außenbereich und zu 9% aus einem Lagerbereich (vgl. Anhang 7). Sie hat eine Gesamtfläche von 2000 Quadratmeter. Die Detailkonstruktion hat insgesamt 1081 Stunden für diesen Bereich benötigt. Die Kennzahl zum Kabinenbereich berechnet sich nach Schritt 1 wie folgt:

$$\frac{1081h}{2000m^2} = \frac{0,5405h}{m^2} \text{ je Kabinenbereich} \quad (6.1)$$

Die Kennzahl für den Kabinenbereich kann mit $\frac{0,5405h}{m^2}$ je Kabinenbereich angegeben werden.

2. Schritt

In Schritt 1 wurden Kennzahlen bestimmter Bereiche berechnet. Daran anknüpfend werden

in Schritt 2 Deck/Feuerzonen gesucht, die genau einen kennzahllosen Bereich enthalten. Multipliziert man die Kennzahl der bekannten Bereiche mit den dazugehörigen Bereichsflächen, erhält man einen Richtwert für die Arbeitsstunden dieser Bereiche. Subtrahiert man diesen Richtwert von den gesamten Detailkonstruktionsstunden der DK/FZ, erhält man einen Wert für die Konstruktionsstunden des noch unbekanntes Bereiches. Anschließend werden diese Stunden durch die Quadratmeter des unbekanntes Bereiches zur gesuchten Kennzahl dividiert.

Exemplarische Auswertung:

Die DK/FZ: 8/3 beinhaltet 1300 m^2 Kabinenbereich und 800 m^2 Lagerbereich. Es wurden 786 Arbeitsstunden für die gesamte Detailkonstruktion benötigt. Mit den Erkenntnissen aus der Gleichung 5.6, dass $\frac{0,5405h}{\text{m}^2}$ je Kabinenbereich benötigt werden, folgt:

$$786h - 1300\text{m}^2 * \frac{0,5405h}{\text{m}^2} \text{ je Kabinenbereich} = 80h \text{ für den Lagerbereich} \quad (6.2)$$

$$\frac{80h}{800\text{m}^2} = \frac{0,1h}{\text{m}^2} \text{ je Lagerbereich}$$

Die Kennzahl für den öffentlichen Bereich kann mit $\frac{0,1h}{\text{m}^2}$ je Lagerbereich angegeben werden. Im Anhang 8 ist die vollständige Ableitung der Kennzahlen nach Schritt 1 und 2 abgebildet. Die Ergebnisse aus der Ableitung sind in Anhang 9 dargestellt.

3. Schritt

Die verbleibenden Bereiche ohne Kennzahl werden hinsichtlich ihrer Komplexität Bereichen mit Kennzahlen zugeordnet. Es wird so vorgegangen, dass für jeden unbekanntes Bereich ein im Konstruktionsaufwand vergleichbarer Bereich gesucht wird. Die Kennzahl des bekannten Bereiches wird daraufhin auf den unbekanntes Bereich übertragen.

Mit diesen drei Schritten können für den Großteil der Bereiche Kennzahlen systematisch aus einer Datenbasis abgeleitet werden. Die Ergebnisse aus der Vorgehensweise sind in Anhang 10 zu sehen. Als letzter Schritt der Vorgehensweise muss der versuchsweise gesetzte Wert von 0,8 als Mindestanforderung an die DQ kritisch überprüft werden (vgl. Abschnitt 6.2). Es muss geklärt werden, ob der Wert von 0,8 valide Kennzahlen für die Meyer Werft sicherstellt oder ob er anzupassen ist. Dieser Vorgang erfüllt erst seinen Zweck, wenn die DQ-Maßnahmen aus Abschnitt 6.2.2 umgesetzt sind. Im Fallbeispiel kann dieser Teil der Vorgehensweise deshalb nicht validiert werden.

6.3 Bewertung der Kennzahl für die Detailkonstruktion

Die Bewertung der Kennzahl wird in zwei Aspekte unterschieden. Zum Einen wird die Kennzahl in Bezug auf ihre Glaubwürdigkeit bewertet. Es soll auf die Frage eingegangen werden, ob die Vorgehensweise aus Abschnitt 5.3 ihr Ziel, eine valide Kennzahl abzuleiten, erreicht hat. Zum Anderen soll der praktische Nutzen der Kennzahl für das Fallbeispiel überprüft werden.

Bewertung der Glaubwürdigkeit

Die aus den Daten der Meyer Werft abgeleiteten Kennzahlen (siehe Anhang 10) müssen als nicht glaubwürdig bewertet werden. Die zugrunde liegenden Daten erfüllen nicht die angestrebte Datenqualität (vgl. Abschnitt 6.2.1). Hierbei sei zu erwähnen, dass zu der versuchsweise geforderten Datenqualität mit dem normierten Wert 0,8 keine Erfahrungswerte vorliegen. Da die mangelnde DQ der Arbeitszeitdaten ebenfalls zu Unschärfen bei der Ableitung der Kennzahl führen (vgl. Abschnitt 6.2.3), kann geschlussfolgert werden, dass die ermittelten Kennzahlen die Realität nicht wiedergeben. Insofern ist die Glaubwürdigkeit der Kennzahlen stark eingeschränkt. Dennoch kann durch eine systematische Bereinigung der Arbeitszeitdaten (vgl. Anhang 1 und 2) ein Richtwert für die Kennzahlen ermittelt werden, der in Anbetracht der zugrunde liegenden Daten als bestmögliche Lösung zu sehen ist.

Bewertung des praktischen Nutzens der Kennzahl

Das Fallbeispiel kann einige der in Abschnitt 5.3.1 der Kennzahl zugeordneten Funktionen bestätigen. In der praktischen Arbeit haben sich zwei Funktionen als besonders relevant für die Meyer Werft herausgestellt. Zum Einen kann die Benchmarking-Funktion bestätigt werden (vgl. Abschnitt 5.3.1). Statt die absoluten Konstruktionsstunden zweier Schiffe zu vergleichen, die in der Realität nie die gleiche Komplexität besitzen werden, wird durch die Kennzahl aus 5.2 ein relativer Vergleich sichergestellt. Dahingehend wird auch ein detaillierter werftübergreifender Vergleich ermöglicht. Im Falle der Meyer Werft können so die Detailkonstruktionsabteilungen der Werften in Papenburg, Turku und Rostock verglichen werden. Die in Anhang 10 dargestellten Kennzahlen können in gleicher Form bei den Partnerwerften ermittelt werden. Dies ermöglicht es, Verbesserungspotentiale zu erkennen und gezielt Synergieeffekte zu nutzen. Zum Anderen können die Kennzahlen genutzt werden, um den Aufwand neuer Projekte einzuschätzen (vgl. Abschnitt 5.3.1). Sobald der Generalplan in der frühen Entwurfsphase (vgl. Abschnitt 2.1) entwickelt ist, ist festgelegt, wie viele Quadratmeter die Bereiche des neuen Schiffes umfassen werden. Durch die Kennzahlen lassen sich so detaillierte und logische Rückschlüsse auf das benötigte Budget entwickeln. Die Projektplanung im Schiffsbau kann unterstützt werden und die Meilensteine der Detailkonstruktion besser geplant werden (vgl. Abschnitt 2.2 und Anhang 5). In Kombination mit der Formel 4.2

zur Beschreibung der Lerneffekte bei Schiffsbauserien lässt sich die Planungsfunktion der Kennzahl weiter verbessern.

6.4 Fazit

Die in Abschnitt 5.1 entwickelte allgemeine Methode zum Ableiten von Kennzahlen und die darauf aufbauende Vorgehensweise aus Abschnitt 5.3 zum Ableiten der schiffsbaulichen Kennzahl für die Detailkonstruktion konnten in der Praxis zum Teil erfolgreich validiert werden. Die kennzahlabhängigen Phasen der allgemeinen Methode (vgl. Abbildung 5.1) und die konkreten Anpassungen in der Vorgehensweise aus Abschnitt 5.3 haben sich praktisch bewährt. Die DQ-Metriken, welche auf Basis der Phasen *Analyse einer Kennzahl* und *Priorisierung der DQ-Dimensionen* entwickelt wurden haben ihren Zweck, die Bewertung der Daten für die Kennzahl, erfüllt. Insofern können auch die vorrangegangenen Phasen *Analyse einer Kennzahl* und *Priorisierung der DQ-Dimensionen* als notwendige Schritte zum Ableiten valider Kennzahlen angesehen werden. Die unternehmensabhängigen Phasen der Methode *Bewerten der Datenbasis* und *Ableiten einer Kennzahl*, konnten in dem Fallbeispiel der Meyer Werft aufgrund der mangelnden Datenqualität nur zum Teil validiert werden. Zwar konnten Kennzahlen abgeleitet werden, aber der normierte Wert als Mindestanforderung an jede priorisierte DQ-Dimension und die Rückkopplung zur abgeleiteten Kennzahl konnten nicht validiert werden (vgl. Abschnitt 6.2.3 und Abbildung 5.1). Gleichwohl lässt sich ein positives Fazit zu der Vorgehensweise zum Ableiten der Kennzahl für die Detailkonstruktion und damit einhergehend für die allgemeine Methode treffen. In dem Fallbeispiel verhinderte die Vorgehensweise, dass ungeeignete Kennzahlen ermittelt wurden. Es konnte die Fehlerursache gefunden werden und darauf aufbauend Maßnahmen eingeleitet werden, um zukünftig geeignetere Kennzahl ableiten zu können. Dies resultiert daraus, dass die Vorgehensweise den Nutzer zwingt, die Kennzahl in Zusammenhang mit der zugrunde liegenden Datenqualität zu bewerten und abzuleiten. Entscheidend hierfür waren die entwickelten Metriken, die sich in der Praxis bewährt haben. Sie ermöglichten des Weiteren eine systematische Bereinigung der Datenbasis, um aus den eigentlich ungeeigneten Daten bedingt geeignete Kennzahlen ableiten zu können. Darüber hinaus kann ferner festgehalten werden, dass die allgemeine Methode aus 5.1 eher als Schema, denn als konkrete Methode zu verstehen ist. Je nach Unternehmen und Kennzahl muss dieses Schema angepasst werden. Die Validierung hat gezeigt, dass bei den konkreten Phasen der Methode ein hoher Arbeitsaufwand erforderlich ist, um geeignete Anpassungen zu entwickeln. Der Aufwand dieser Methode ist deshalb nach Meinung des Autors nur für Key Performance Indicators angemessen.

7 Zusammenfassung und Ausblick

Mit dieser wissenschaftlichen Arbeit wurde ein Beitrag erarbeitet, der Unternehmen bei der Ableitung glaubwürdiger Kennzahlen unterstützen soll. Dabei kann das Ergebnis unterschieden werden in eine allgemeine Methode zum Ableiten valider Kennzahlen und eine darauf aufbauende konkrete Vorgehensweise für eine schiffsbauliche Kennzahl. Um dieses Ergebnis zu erreichen, wurden die erforderlichen Grundlagen dieser Arbeit, Datenqualität, Kennzahlen und Schiffsbau wissenschaftlich aufbereitet. Die Aufbereitung des Standes der Forschung von Datenqualität und Kennzahlen zeigt, dass der Zusammenhang der Forschungsfelder erkannt, aber kaum näher untersucht wurde. Im Rahmen dessen wird die Forschungsfrage aus der Einleitung zu dieser Arbeit abgeleitet: Wie kann sichergestellt werden, dass ausschließlich valide Kennzahlen aus einer Datenbasis entwickelt werden? Um die Motivation zum Bearbeiten der aufgeworfenen Frage zu verstehen, wird erläutert, welche Funktionen Kennzahlen in der Praxis haben. Es wird die Bedeutung von Kennzahlen erklärt und somit die Wichtigkeit von validen Kennzahlen herausgearbeitet.

Die entwickelte Methode gliedert sich in fünf aufeinanderfolgenden Phasen: *Analyse einer Kennzahl, Priorisierung der DQ-Dimensionen, Auswahl und Entwicklung von Metriken, Bewerten und Bereinigen der Datenbasis* sowie *Ableiten einer Kennzahl*. Zu Beginn müssen die Art und Funktion der zu untersuchenden Kennzahl herausgearbeitet werden, um die Anforderung an die DQ festzulegen. Anschließend können die DQ-Dimensionen priorisiert werden, welche von hoher Bedeutung für die jeweilig untersuchte Kennzahl sind. Bei der Entwicklung der Methode ist darüber hinaus aufgefallen, dass es DQ-Dimensionen gibt, die unabhängig von Art und Funktion der Kennzahl, eine hohe Wichtigkeit aufweisen. Aufbauend auf die priorisierten DQ-Dimensionen werden Metriken entwickelt, welche diese Dimensionen in einem normierten Messsystem bewerten können. Darauf folgend können die Daten der zu untersuchenden Kennzahl bewertet werden. Erfüllen die Daten die Anforderungen, kann die Kennzahl abgeleitet werden. Andernfalls müssen Maßnahmen zur Steigerung der DQ getroffen werden. Dabei hat sich im Laufe der Arbeit herausgestellt, dass die Methode als Grundgerüst zu verstehen ist. Je nach Kennzahl und Unternehmen muss sie angepasst werden. Um die Methode im Schiffsbau validieren zu können, wurde eine Kennzahl für die Detailkonstruktion im Schiffsbau entwickelt; $\frac{h}{m^2}$ je Bereich. Die Kennzahl misst die Performance der Detailkonstruktion im Schiffsbau und ermöglicht vielfältige Funktionen. Mit der Kennzahl lassen

sich Projekte detailliert vergleichen, Kostentreiber identifizieren und das Budget zukünftiger Bauprojekte abschätzen. Voraussetzung hierfür ist, dass die zur Kennzahl verdichteten Daten valide sind. Um dies sicherzustellen, wird die allgemeine Methode zum Ableiten valider Kennzahlen zu einer konkreten Vorgehensweise zum Ableiten der Kennzahl: $\frac{h}{m^2}$ je Bereich weiterentwickelt. Die ersten drei Phasen der allgemeinen Methode, *Analyse einer Kennzahl*, *Priorisierung der DQ-Dimensionen* und *Auswahl und Entwicklung von Metriken* wurden für die Kennzahl angepasst.

Die entwickelte Vorgehensweise wurde anhand der Meyer Werft validiert. Für die Detailkonstruktion im Schiffsbau, konnte diese Vorgehensweise zu einer konkreten Beantwortung der in der Einleitung aufgeworfenen Forschungsfrage: *Wie kann sichergestellt werden, dass Kennzahlen glaubwürdig sind?* führen. Es konnte gezeigt werden, dass die Methode erfolgreich verhindert, dass ungeeignete Kennzahlen für die Detailkonstruktion im Schiffsbau entstehen. Darüber hinaus konnte die Vorgehensweise aus Daten ungenügender Qualität Richtwerte für die Kennzahl $\frac{h}{m^2}$ je Bereich ableiten. Die Vorgehensweise und damit auch die allgemeine Methode konnten insofern erfolgreich validiert werden. Einzig die in der Methode vorgeschlagene Rückkopplung von den abgeleiteten Kennzahlen zu dem Wert für die mindestens zu erreichende Datenqualität konnte nicht validiert werden. Forschungsbedarf besteht deshalb in der Validierung dieser Rückkoppelung anhand geeigneterer Daten oder der Entwicklung eines neuen Mechanismus zum festlegen eines normierten DQ-Wertes für die zu untersuchende Kennzahl. Des Weiteren lässt sich festhalten, dass die entwickelte Methode zum Ableiten valider Kennzahlen erfolgreich für die Detailkonstruktion im Schiffsbau angepasst werden konnte. Die erfolgreiche Anpassung an dieses spezielle Untersuchungsfeld lässt vermuten, dass die allgemeine Methode auch in anderen Bereichen erfolgreich verwendet werden kann. In weiterführenden Arbeiten kann diese Vermutung untersucht werden. Diese wissenschaftliche Arbeit kann über den Schiffsbau hinaus einen Beitrag zur Sicherstellung valider Kennzahlen bei immer größer werdenden Datenmengen leisten.

Literaturverzeichnis

- Birk, S. (1991). *Berichtssysteme: Operative Berichterstattung in Konzernen*, Dissertation, Ludwig-Maximilian-Universität, München.
- Buchner, R. (1985). *Finanzwirtschaftliche Statistik und Kennzahlenrechnung*, Vahlers Handbücher der Wirtschafts- und Sozialwissenschaften, 1. Aufl., Vahlen, München.
- Burkert, M. (2008). *Qualität von Kennzahlen und Erfolg von Managern: Direkte, indirekte und moderierende Effekte*, Research in Management Accounting & Control, 1. Aufl., DUV Deutscher Universitäts-Verlag, Wiesbaden.
- Carl, N., Fiedler, R., Jórasz, W. und Kiesel, M. (2017). *BWL kompakt und verständlich*, 4. Aufl., Springer Fachmedien Wiesbaden, Wiesbaden.
- Demir, S.-T. und Theis, P. (2018). Anwendung von Lean Key Performance-Indikatoren in Bauprojekten, in M. Fiedler (Hrsg.), *Lean Construction – Das Managementhandbuch*, Springer Gabler, Berlin, S. 137–162.
- Dippold, R., Meier, A., Schnider, W. und Schwinn, K. (2005). *Unternehmensweites Datenmanagement: Von der Datenbankadministration bis zum Informationsmanagement*, Zielorientiertes Business Computing, 4. Aufl., Vieweg+Teubner Verlag, Wiesbaden.
- Dong, F., Deglise-Hawkinson, J. R., van Oyen, M. P. und Singer, D. J. (2016). Dynamic control of a closed two-stage queueing network for outfitting process in shipbuilding, in F. S. da Gama (Hrsg.), *Computer & Operation Research*, Elsevier, Amsterdam, S. 1–11.
- Engelmann, F. und Großmann, C. (2018). Was wissen wir über Informationen, in K. Hildebrand, M. Gebauer, H. Hinrichs und M. Mielke (Hrsg.), *Daten- und Informationsqualität*, Springer Fachmedien Wiesbaden, Wiesbaden, S. 3–22.
- English, L. P. (1999). *Improving data warehouse and business information quality: Methods for reducing costs and increasing profits*, J. Wiley & Sons, New York.
- Engroff, B. (2005). *Praktischer Einsatz von Kennzahlen und Kennzahlensystemen in der Produktion: Erfahrungsbericht der AWF-Arbeitsgemeinschaft*, 2. Aufl., AWF Arbeitsgemeinschaften für Vitale Unternehmensentwicklung, Eschborn.

- Eyres, D. J. und Bruce, G. J. (2012). Basic design of the ship, in D. J. Eyres und G. J. Bruce (Hrsg.), *Ship Construction*, Elsevier Butterworth-Heinemann, Oxford, S. 3–9.
- Fiedler, M. (2018). Das Toyota Produktionssystem, in M. Fiedler (Hrsg.), *Lean Construction – Das Managementhandbuch*, Springer Gabler, Berlin, S. 39–65.
- Frankfurter Rundschau (2018). Die Drei-Klassen-Gesellschaft.
URL: <http://www.fr.de/wirtschaft/drei-klassen-gesellschaft-10970169.html>, Abruf am: 29.03.2019.
- Gebauer, M. und Windheuser, U. (2018). Strukturierte Datenanalyse, Profiling und Geschäftsregeln, in K. Hildebrand, M. Gebauer, H. Hinrichs und M. Mielke (Hrsg.), *Daten- und Informationsqualität*, Springer Fachmedien Wiesbaden, Wiesbaden, S. 87–100.
- Gladen, W. (2014). *Performance Measurement*, 6 Aufl., Springer Gabler, Wiesbaden.
- Handelsblatt (2017). Kreuzfahrtschiffbau – derzeit eine europäische Domäne.
URL: <http://www.handelsblatt.com/unternehmen/industrie/meyer-werft-kreuzfahrtschiffbau-derzeit-eine-europaeische-domaene-/19419976.html>,
 Abruf am: 03.03.2019.
- Handelsblatt (2018). Übernahme der STX-Werft: Meyer Werft steigt bei Finnen ein.
URL: <http://www.handelsblatt.com/unternehmen/industrie/uebernahme-der-stx-werft-meyer-werft-steigt-bei-finnen-ein/10289240.html?ticket=ST-941986-vajuuVdB0eCSZsgVtKqA-ap4>, Abruf am: 04.03.2019.
- Heinrich, B. und Klier, M. (2018). Datenqualitätsmetriken für ein ökonomisch orientiertes Qualitätsmanagement, in K. Hildebrand, M. Gebauer, H. Hinrichs und M. Mielke (Hrsg.), *Daten- und Informationsqualität*, Springer Fachmedien Wiesbaden, Wiesbaden, S. 47–63.
- Helfert, M. (2002). *Planung und Messung der Datenqualität in Data-Warehouse-Systemen*, Dissertation, Universität St. Gallen, St. Gallen.
- Hildebrand, K., Gebauer, M., Hinrichs, H. und Mielke, M. (Hrsg.) (2018). *Daten- und Informationsqualität*, Springer Fachmedien Wiesbaden, Wiesbaden.
- Hinrichs, H. (2002). *Datenqualitätsmanagement in Data Warehouse-Systemen*, Dissertation, Universität Oldenburg, Oldenburg.
- Horváth, P. (2006). *Controlling*, Vahlers Handbücher der Wirtschafts- und Sozialwissenschaften, 10 Aufl., Vahlen, München.
- Karlstedt, F. (2014). *Qualitätskennzahlen im Projektmanagement: Entwicklung eines Kennzahlensystems zur Quantifizierung der Effektivität und Effizienz im Großanlagenbau*, Igel Verl. RWS, Hamburg.

- Kleindienst, B. (2017). *Performance Measurement und Management*, Springer Gabler, Wiesbaden.
- Kuchenbecker, T. (2017). Traditionswerft STX France: Die Vision vom „Airbus der Schifffahrt“.
URL: <http://www.handelsblatt.com/unternehmen/handel-konsumgueter/traditionswerft-stx-france-die-vision-vom-airbus-der-schifffahrt/19205460.html>, Abruf am: 04.03.2019.
- Lee, Y. W., Strong, D. M., Kahn, B. K. und Wang, R. Y. (2002). AIMQ: a methodology for information quality assessment, *Information & Management* **40**(2): 133–146.
- Lootz, F. (2018). Stets eine Handbreit Wasser unterm Kiel – Kennzahlen als Erfolgstreiber im Schlanken Kreuzfahrtschiffbau, in M. Fiedler (Hrsg.), *Lean Construction – Das Managementhandbuch*, Springer Gabler, Berlin, S. 343–363.
- Masayna, V., Koronios, A. und Gao, J. (2009). A Framework for the Development of the Business Case for the Introduction of Data Quality Program Linked to Corporate KPIs & Governance, *Fourth International Conference on Cooperation and Promotion of Information Resources in Science and Technology*, IEEE, S. 230–235.
- Mayer, C. F. (Hrsg.) (2006). *Schiffstechnik und Schiffbautechnologie: Ein Leitfaden für Aus- und Weiterbildung und für alle am Schiffbau Interessierten*, 2 Aufl., Seehafen-Verl., Hamburg.
- Meyer, H. und Reher, H.-J. (2016). *Projektmanagement*, Springer Gabler, Wiesbaden.
- MEYER WERFT GmbH (2019). Über die Werft.
URL: http://www.meyerwerft.de/de/meyerwerft_de/werft/das_unternehmen/ueber_die_werft/das_unternehmen.jsp, Abruf am: 16.04.2019.
- Moness, V. (2010). *Gestaltung von Qualitätskennzahlensystemen für Geschäftsprozesse*, Dissertation, Technische Universität München, München.
- Morbey, G. (2011). *Datenqualität für Entscheider in Unternehmen: Ein Dialog zwischen einem Unternehmenslenker und einem DQ-Experten*, 1 Aufl., Gabler Verlag, Wiesbaden.
- Otto, B. und Österle, H. (2016). *Corporate Data Quality*, Springer Gabler, Berlin.
- Peskes, M. (2014). Performance Management von Bereichen: Entwicklung von Kennzahlensystemen auf Unternehmens- und Funktionsbereichsebene., in A. Roth (Hrsg.), *Ganzheitliches Performance-Management*, Haufe Gruppe, Freiburg, S. 51–75.

- Pires Jr., F., Pires, Lamb, T. und Souza, C. (2009). Shipbuilding performance benchmarking, *International Journal of Business Performance Management* **11**(3): 216–235.
- Project Management Institute (2019). What is Project Management?
URL: <https://www.pmi.org/about/learn-about-pmi/what-is-project-management>, Abruf am: 17.04.2019.
- Reichmann, T., Richter, H. J. und Palloks-Kahlen, M. (2006). *Controlling mit Kennzahlen und Management-Tools: Die systemgestützte Controlling-Konzeption*, 7 Aufl., Verlag Franz Vahlen, München.
- Roh, M.-I., Lee, K.-Y. und Choi, W.-Y. (2007). Rapid generation of the piping model having the relationship with a hull structure in shipbuilding, *Advances in Engineering Software* **38**(4): 215–228.
- Rohweder, J. P., Kasten, G., Malzahn, D. und Piro, A. (2018). Informationsqualität – Definitionen, Dimensionen und Begriffe, in K. Hildebrand, M. Gebauer, H. Hinrichs und M. Mielke (Hrsg.), *Daten- und Informationsqualität*, Springer Fachmedien Wiesbaden, Wiesbaden, S. 23–47.
- Rox, N. (2016). *Ein ganzheitliches Entwurfsverfahren für die Konzeptionierung der Stahlstruktur von RoRo-Fahrgastschiffen*, Dissertation, Technische Universität Hamburg-Harburg, Hamburg.
- Schneekluth, H. (1985). *Entwerfen von Schiffen*, 3 Aufl., Koehler, Herford.
- Schreyer, M. (2008). *Entwicklung und Implementierung von Performance Measurement Systemen*, Gabler, Wiesbaden.
- Schwarz, R. (2002). *Controlling-Systeme: Eine Einführung in Grundlagen, Komponenten und Methoden des Controlling*, Die Wirtschaftswissenschaften, Gabler Verlag, Wiesbaden.
- Shi, C. M. (2017). „Made in China 2025“: Chinas Vision zu Industrie 4.0, *Wirtschaftsinformatik & Management* **9**(2): 70–77.
- Sieglwart, H. (2002). *Kennzahlen für die Unternehmensführung*, 6 Aufl., Paul Haupt, Bern.
- Stadler, S. M. und Weissenberger, B. E. (1999). Benchmarking des Berichtswesens - Mehr Effizienz und Kundenorientierung im Controlling, in B. Pedell (Hrsg.), *Controlling : Zeitschrift für erfolgsorientierte Unternehmenssteuerung*, Vol. 11, S. 5–12.
- Tschullik, R., Haase, M. und Pentschew, P. (2008). Integrative Wechselwirkung von Numerischer Optimierung und dem schiffbaulichen Entwurfsprozess.

- Vollmuth, H. J. (2014). *Kennzahlen*, 2 Aufl., Haufe-Lexware GmbH & Co. KG, München.
- VSM (2017). VSM-Jahresbericht 2016/2017, Hamburg.
- VSM (2018). VSM-Jahresbericht 2017/2018, Hamburg.
- Wang, R. Y. und Strong, D. M. (1996). Beyond Accuracy: What Data Quality Means to Data Consumers, *Journal of Management Information Systems* **12**(4): 5–33.
- Weber, J. und Dehler, M. (1999). *Effektives Supply-Chain-Management auf Basis von Standardprozessen und Kennzahlen: Wandelbare Produktionsnetze*, Vol. 1, Verl. Praxiswissen, Dortmund.
- Weber, J. und Großklaus, A. (Hrsg.) (1995). *Kennzahlen für die Logistik*, Vol. 8 of *Schriftenreihe der Wissenschaftlichen Hochschule für Unternehmensführung Koblenz - Otto-Beisheim-Hochschule Management*, Schäffer-Poeschel, Stuttgart.
- Weber, J., Großklaus, A., Kummer, S., Nippel, H. und Warnke, D. (1995). Methodik zur Generierung von Logistik-Kennzahlen, in J. Weber und A. Großklaus (Hrsg.), *Kennzahlen für die Logistik*, Schriftenreihe der Wissenschaftlichen Hochschule für Unternehmensführung Koblenz - Otto-Beisheim-Hochschule Management, Schäffer-Poeschel, Stuttgart.
- Weber, J. und Schäffer, U. (2008). *Einführung in das Controlling*, 11., vollst. überarb. Aufl., Schäffer-Poeschel, Stuttgart.
URL: http://deposit.dnb.de/cgi-bin/dokserv?id=2803434&prov=M&dok_var=1&dok_ext=htm
- Wirtschaftswoche (2016). Führungskräfte: Chefs versinken in Informationsflut.
URL: <http://www.wiwo.de/erfolg/beruf/fuehrungskraefte-chefs-versinken-in-informationsflut/14903240.html>, Abruf am: 10.03.2019.
- Wördemann, G. K. (2009). MV-Werften-Chef: Können so günstig produzieren wie Chinesen.
URL: <http://www.ostsee-zeitung.de/Nachrichten/MV-aktuell/Drei-Jahre-MV-Werften-China-ist-keine-Konkurrenz-fuer-uns-sagt-der-Chef>, Abruf am: 04.03.2019.
- Würthele, V. G. (2003). *Datenqualitätsmetrik für Informationsprozesse: Datenqualitätsmanagement mittels ganzheitlicher Messung der Datenqualität*, Dissertation, ETH Zürich, Zürich.

Abbildungsverzeichnis

2.1	Komplexität und Entwicklungszeit ausgewählter Industriegüter	4
2.2	Die Entwurfsspirale	6
2.3	Aufgaben des Schiffs- und Stahlewurfes	7
3.1	Die Wissenspyramide	11
3.2	Das Datenqualitätsmodell der DGIQ	12
4.1	Die Kennzahlenpyramide nach Weber und Dehler	21
4.2	Kennzahlen aus statistischer Sicht	22
4.3	Aufgaben von Kennzahlen	23
4.4	Verdichtung von Daten zu Kennzahlen	27
4.5	Framework zur Verbindung von Daten und Kennzahlen	28
5.1	Entwickelte Methode zum systematischen Ableiten von Kennzahlen	31
A.1	Daten der Arbeitsstunden und Ergebnisse der Metriken Fehlerfreiheit und Glaubwürdigkeit	68
A.2	Daten der Arbeitsstunden ohne fehlerhafte oder unglaubwürdige Daten . . .	69
A.3	Konstruktionsprozess der Meyer Werft	70
A.4	Unterteilung eines Schiffes in Deck/Feuerzonen	70
A.5	Ein grober Projektplan im Schiffsbau	71
A.6	Bereichsprinzip zur Kennzahl	71
A.7	Bereiche eines Kreuzfahrtschiffes	72
A.8	Ableitung der Kennzahl aus der bereinigten Daten	72
A.9	Die ermittelten Kennzahlen je Bereich nach Schritt 1 und 2	73
A.10	Die ermittelten Kennzahlen je Bereich nach Schritt 3	73

Tabellenverzeichnis

4.1	Definitionen des Begriffs Kennzahlen	18
4.2	Klassifizierung von Kennzahlen nach Gliederungsart	20
6.1	Darstellung der Arbeitszeitdaten	48
6.2	Ergebnis der Auswertung für die Arbeitszeitdaten	48
6.3	Darstellung der Bereichsflächen	49
6.4	Ergebnis der Auswertung für die Bereichsflächendaten	50

Formelverzeichnis

3.1	Metrik für die DQ-Dimension Vollständigkeit auf Attributwertebene	16
3.2	Metrik für die DQ-Dimension Vollständigkeit auf Tupelebene	16
3.3	Metrik zur DQ-Dimension Fehlerfreiheit auf Attributwertebene	16
4.1	Kennzahl im Schiffsbau: Compensated Gros Tonnage	25
4.2	Kennzahl im Schiffsbau: Series Compensated Gros Tonnage	26
5.1	Herleitung der Kennzahl aus: Leistung der Detailkonstruktion wiedergeben . . .	38
5.2	Herleitung der Kennzahl aus: Einen passenden Detaillierungsgrad für das PMS zur Verfügung stellen	38
5.3	Herleitung der Kennzahl aus: Vergleichbarkeit zwischen Schiffen und Werften herstellen	39
5.4	Herleitung der Kennzahl aus: Vergleichbarkeit zwischen Schiffen und Werften herstellen	39
5.5	Metrik für die DQ-Dimension Fehlerfreiheit der Bereichsflächendaten	43
5.6	Metrik zur DQ-Dimension Fehlerfreiheit der Arbeitszeitdaten	43
5.7	Metrik zur DQ-Dimension Glaubwürdigkeit der Flächendatenbasis	44
5.8	Metrik zur DQ-Dimension Glaubwürdigkeit der Arbeitszeitdaten	44
5.9	Metrik zur DQ-Dimension Ansehen der Arbeitszeitdaten und Flächendaten . . .	45
6.1	Exemplarische Auswertung des 1.Schrittes bei der Ableitung der Kennzahl . . .	52
6.2	Exemplarische Auswertung des 2.Schrittes bei der Ableitung der Kennzahl . . .	53

Abkürzungsverzeichnis

AIMQ	AIM Quality
BRZ	Bruttoraumzahl
CAD	computer-aided design
CGT	Compensated Gross Tonnage
<i>Db_{m²}</i>	Datenbasis zu den Bereichsflächen eines Schiffes
<i>Db_h</i>	Datenbasis zu den Arbeitszeitdaten der Detailkonstruktion eines Schiffes
DGIQ	Deutsche Gesellschaft für Informations- und Datenqualität
DK/FZ	Deck/Feuerzone
DQ	Datenqualität
FE	Fenite-Elemente
GT	Gross Tonnage
i.A.a.	in Anlehnung an
IQ	Informationsqualität
IT	Informationstechnik
KPI	Key Performance Indicator
Meyer Werft	Meyer Werft GmbH & Co. KG
PMS	Performance-Measurement-System
SCGT	Series Compansated Gross Tonnage
TCH	Technical Hotel Coordination
VSM	Verband für Schiffbau und Meerestechnik e.V.

Eidesstattliche Versicherung (Affidavit)

Schreiber, Frenk

186703

Name, Vorname
(Last name, first name)

Matrikelnr.
(Enrollment number)

Ich versichere hiermit an Eides statt, dass ich die vorliegende Bachelorarbeit/Masterarbeit* mit dem folgenden Titel selbstständig und ohne unzulässige fremde Hilfe erbracht habe. Ich habe keine anderen als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel benutzt sowie wörtliche und sinngemäße Zitate kenntlich gemacht. Die Arbeit hat in gleicher oder ähnlicher Form noch keiner Prüfungsbehörde vorgelegen.

I declare in lieu of oath that I have completed the present Bachelor's/Master's* thesis with the following title independently and without any unauthorized assistance. I have not used any other sources or aids than the ones listed and have documented quotations and paraphrases as such. The thesis in its current or similar version has not been submitted to an auditing institution.

Titel der Bachelor-/Masterarbeit*:
(Title of the Bachelor's/ Master's* thesis):

Vorgehensweise zur systematischen Ableitung und Bewertung konstruktionsrelevanter Kennzahlen
im Schiffsbau

*Nichtzutreffendes bitte streichen
(Please choose the appropriate)

Hatten, 20.05.2019

Ort, Datum
(Place, date)

Unterschrift
(Signature)

Belehrung:

Wer vorsätzlich gegen eine die Täuschung über Prüfungsleistungen betreffende Regelung einer Hochschulprüfungsordnung verstößt, handelt ordnungswidrig. Die Ordnungswidrigkeit kann mit einer Geldbuße von bis zu 50.000,00 € geahndet werden. Zuständige Verwaltungsbehörde für die Verfolgung und Ahndung von Ordnungswidrigkeiten ist der Kanzler/die Kanzlerin der Technischen Universität Dortmund. Im Falle eines mehrfachen oder sonstigen schwerwiegenden Täuschungsversuches kann der Prüfling zudem exmatrikuliert werden. (§ 63 Abs. 5 Hochschulgesetz - HG -).

Die Abgabe einer falschen Versicherung an Eides statt wird mit Freiheitsstrafe bis zu 3 Jahren oder mit Geldstrafe bestraft.

Die Technische Universität Dortmund wird gfls. elektronische Vergleichswerkzeuge (wie z.B. die Software „turnitin“) zur Überprüfung von Ordnungswidrigkeiten in Prüfungsverfahren nutzen.

Die oben stehende Belehrung habe ich zur Kenntnis genommen:

Official notification:

Any person who intentionally breaches any regulation of university examination regulations relating to deception in examination performance is acting improperly. This offense can be punished with a fine of up to €50,000.00. The competent administrative authority for the pursuit and prosecution of offenses of this type is the chancellor of TU Dortmund University. In the case of multiple or other serious attempts at deception, the examinee can also be unenrolled, section 63, subsection 5 of the North Rhine-Westphalia Higher Education Act (*Hochschulgesetz*).

The submission of a false affidavit will be punished with a prison sentence of up to three years or a fine.

As may be necessary, TU Dortmund will make use of electronic plagiarism-prevention tools (e.g. the "turnitin" service) in order to monitor violations during the examination procedures.

I have taken note of the above official notification:**

Hatten, 20.05.2019

Ort, Datum
(Place, date)

Unterschrift
(Signature)

****Please be aware that solely the German version of the affidavit ("Eidesstattliche Versicherung") for the Bachelor's/ Master's thesis is the official and legally binding version.**

A Anhang

Deck/Feuerzone	Verschiebene Konstruktionsstunden	Vollständigkeit	Geplante Stunden	Glaubwürdigkeit	Glaubwürdigkeit ohne Fehlerhafte Daten
11	0,03	1	35	0	0
12	14,3	1	70	0	0
13		0	140	0	0
14	21,62	1	140	0	0
15	24,1	1	140	0	0
16		0	70	0	0
17	5,1	1	35	0	0
21	230	1	630	0	0
22		0	630	0	0
23		0	630	0	0
24	106,8	1	630	0	0
25		0	630	0	0
26		0	630	0	0
27		0	630	0	0
31	265,2	1	630	0	0
32		0	630	0	0
33		0	630	0	0
34		0	630	0	0
35	302,1	1	630	0	0
36		0	630	0	0
37		0	630	0	0
41	0,06	1	630	0	0
42		0	630	0	0
43		0	630	0	0
44	36,73	1	630	0	0
45		0	630	0	0
46		0	630	0	0
47	1081,38	1	630	1	1
51		0	630	0	0
52		0	630	0	0
53	301,97	1	630	0	0
54		0	630	0	0
55		0	630	0	0
56		0	630	0	0
57		0	630	0	0
61	80,5	1	630	0	0
62		0	630	0	0
63		0	630	0	0
64		0	630	0	0
65		0	630	0	0
66	37,98	1	630	0	0
67		0	630	0	0
71		0	630	0	0
72		0	630	0	0
73		0	630	0	0
74	881,42	1	630	1	1
75		0	630	0	0
76		0	630	0	0
77		0	630	0	0
81		0	630	0	0
82		0	630	0	0
83	1022,07	1	630	1	1
84	870,77	1	630	1	1
85	846,29	1	630	1	1
86		0	630	0	0
87		0	630	0	0
91		0	630	0	0
92		0	630	0	0
93	57,9	1	630	0	0
94		0	630	0	0
95	937,39	1	630	1	1
96	91,7	1	630	0	0
97	8,74	1	630	0	0
101		0	630	0	0
102	473,15	1	595	1	1
103		0	595	0	0
104		0	595	0	0
105		0	630	0	0
106		0	630	0	0
107		0	630	0	0
111		0	630	0	0
112		0	630	0	0
113		0	630	0	0
114	4,73	1	630	0	0
115	531,02	1	630	1	1
116		0	630	0	0
117		0	630	0	0
121		0	630	0	0
122	55,6	1	630	0	0
123		0	630	0	0
124		0	630	0	0
125	662,01	1	630	1	1
126		0	630	0	0
127		0	630	0	0
131		0	630	0	0
132		0	630	0	0
133	63	1	630	0	0
134		0	630	0	0
135		0	630	0	0
136		0	630	0	0
137		0	630	0	0
		0,318681319		0,098901099	0,571428571

Abbildung A.1: Daten der Arbeitsstunden und Ergebnisse der Metriken Fehlerfreiheit und Glaubwürdigkeit

Anhang

Deck/Feuerzo	Verschriebene Konstruktionsstunden	Fehlerfreiheit	Geplante Stunden	Glaubwürdigkeit	Glaubwürdigkeit ohne Fehlerhafte Daten
47	1081,38	1	630	1	1
74	881,42	1	630	1	0
83	1022,07	1	630	1	1
84	870,77	1	630	1	1
85	846,29	1	630	1	1
95	937,39	1	630	1	1
102	473,15	1	595	1	1
115	531,02	1	630	1	1
125	662,01	1	630	1	1
Ergebnis der DQ-Metriken:		1		1	1

Abbildung A.2: Daten der Arbeitsstunden ohne fehlerhafte oder unglaubwürdige Daten