

Masterarbeit

im Studiengang Wirtschaftsingenieurwesen

„Entwicklung eines Referenzdatenmodells für Großhandelsunternehmen des Werkstoffhandels“

Vorgelegt von:	Tobias Nischwitz Matrikelnummer 135102
Professur:	Prof. Dr.-Ing. Markus Rabe
Betreuer:	Dipl. Inf. Dominik Schmitt
Datum der Ausgabe:	25.07.2018
Datum der Abgabe:	10.01.2019

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis.....	I
1 Einleitung	1
2 Datenmodellierung	3
2.1 Daten und Modelle	3
2.2 Referenzmodellierung	5
2.3 Datenbanken.....	8
2.4 Modellierungsmethoden.....	12
2.4.1 Entity-Relationship-Modell.....	12
2.4.2 UML-Klassendiagramm	17
2.4.3 Wahl der Modellierungsmethode	21
3 Handelslogistik.....	22
3.1 Logistik und Großhandel.....	22
3.2 Logistiksysteme.....	23
3.3 Datenmodelle in Logistiknetzwerken.....	27
3.4 Werkstoffhandel	31
4 Entwicklung eines Referenzdatenmodells	35
4.1 Anforderungen	35
4.2 Vorstellung des Referenzdatenmodells	39
4.2.1 Die Bestellung	40
4.2.2 Die Lieferung.....	43
4.2.3 Der Transport.....	45
4.2.4 Das Lager.....	48
4.2.5 Erweiterungen.....	50
4.3 Entwicklung eines Transformationskonzeptes	56
5 Evaluation.....	62
5.1 Analyse des Referenzdatenmodell	62
5.1.2 Vergleich mit <i>SimChain</i>	63

5.1.2	Vergleich mit Datenstrukturen aus dem Werkstoffhandel	66
5.2	Analyse des Transformationskonzeptes	69
6	Zusammenfassung und Ausblick.....	70
	Literaturverzeichnis.....	73
	Abbildungsverzeichnis	77
	Tabellenverzeichnis.....	78

1 Einleitung

Großhandelsunternehmen bestehen heutzutage aus komplexen Logistiknetzwerken, durch denen tagtäglich Lieferungen empfangen, bearbeitet und versandt werden. Um diese logistischen Prozesse zu überwachen, planen und zu steuern, werden Assistenzsysteme verwendet. Ein- und ausgehende Güterströme sowie Bewegungs- und Bestandsdaten werden in einem sogenannten Warenwirtschaftssystem verwaltet (vgl. Remmert 2001) und bestehen aus einer großen Menge an Daten. Diese Daten werden dabei in Datenmodellen strukturiert, welche die Grundlage für viele verschiedene Systeme in Unternehmen bildet.

Datenmodelle beschreiben Logistiknetzwerke formal und ermöglichen ihre computergestützte Steuerung. Jedoch unterscheiden sich die Anforderungen und die Struktur eines Datenmodells je nach Branche, Unternehmen und der Zielsetzung der verwendeten Systems. Für Unternehmen ist es daher oft mit hohen Anstrengungen verbunden, ein kompatibles Datenmodell zu erstellen oder existierende Strukturen an sich veränderte Bedingungen anzupassen. Diesbezüglich stellt Remmert (2001) fest, dass ein Großteil der Handelsunternehmen ein Warenwirtschaftssystem verwenden, welches sie selbst entwickelt haben und es dabei aus vielen Einzelanwendungen zusammengesetzt wurde. Diese Aufwände bei der Gestaltung und Entwicklung von Systemen könnten durch ein branchenspezifisches Referenzdatenmodell und ein passendes Konzept zur Transformation von Unternehmensdaten reduziert werden.

Die Zielsetzung dieser Masterarbeit beinhaltet daher die Erstellung eines Referenzdatenmodells für Großhandelsunternehmen sowie die Entwicklung eines Transformationskonzeptes, welches die Ableitung und Parametrierung eines unternehmensspezifischen Datenmodell unterstützen soll. Das Referenzdatenmodell soll dazu die Strukturen von Großhandelsunternehmen und deren Logistiksystemen allgemeingültig abbilden und so eine vielfältige Grundlage bilden. Aufbauend auf dem Referenzdatenmodell ist beispielsweise die Umsetzung in eine Datenbank, der Entwurf verschiedenster Assistenzsysteme der Logistik oder die Entwicklung eines kompletten Warenwirtschaftssystems möglich. Die gewählte spezifische Branche wird dabei der Werkstoffhandel sein.

Die grobe Gliederung dieser Arbeit besteht dabei aus drei Teilen: Im ersten Teil werden alle nötigen Grundlagen geschaffen, die für die Entwicklung des Referenzdatenmodells des Großhandels notwendig sind. Angefangen wird dabei mit einer Einführung in die Themen Datenmodelle, Referenzmodellierung, Datenbanken und mögliche Modellierungsmethoden. Weiterhin werden Logistik im Allgemeinen und der Großhandel dargestellt, um darauf aufbauend Logistiknetzwerke zu erörtern. Durch die Spezialisierung auf den Werkstoffhandel wird zudem aufgezeigt, was Werkstoffe sind und wie die Branche des Werkstoffhandels charakterisiert ist. Anschließend wird untersucht, welche Daten in Logistiknetzwerken vorkommen und welche Besonderheiten dabei im Werkstoffhandel existieren.

Die Grundlagen aus dem ersten Teil bilden das Fundament für die Erstellung des Referenzdatenmodells im zweiten Teil der Masterarbeit. Durch Erkenntnisse aus der Aufarbeitung der Grundlagen werden zu Beginn des zweiten Teils die Anforderungen an das Referenzdatenmodell identifiziert und aufgestellt. Mit den formulierten Anforderungen als Basis wird dann die Entwicklung des Referenzdatenmodells durchgeführt und ausführlich dokumentiert. Anschließend wird das Transformationskonzept vorgestellt, welches das Ableiten eines unternehmensspezifischen Datenmodells unterstützen soll.

Der abschließende dritte Teil der Arbeit besteht dabei aus einer Evaluation, in der das Referenzdatenmodell und das Transformationskonzept untersucht und kritisch bewertet werden.

2 Datenmodellierung

Im folgenden Abschnitt werden die Grundlagen der Datenmodellierung und der Referenzmodellierung im Speziellen dargestellt. Dazu werden erst die elementaren Definitionen erörtert und dann in dem hier vorliegenden Kontext gesetzt. Ebenfalls werden mögliche Modellierungsmethoden vorgestellt, die im weiteren Verlauf dieser Ausarbeitung genutzt werden.

2.1 Daten und Modelle

Die fundamentalen Bausteine in Datenmodellen sind trivialerweise die Daten. Um das grundlegende Konzept zu verstehen, ist es notwendig, die Begriffe Daten, Informationen und Wissen zu definieren und in einen Zusammenhang zu setzen. Übersichtlich dargestellt wurde dieser Zusammenhang von North in einer sogenannten Wissenstreppe (vgl. North 2016): Daten sind in erster Linie nur Zeichen, die mit Ordnungsregeln (oder auch Syntax) zusammengeführt werden. In diesem Zustand ist aus puren Daten noch keine Aussage zu interpretieren, sie stellen lediglich Zeichenfolgen dar. Damit aus Daten Informationen werden, müssen sie in einen Bedeutungskontext gestellt werden. Ein Beispiel für Daten wäre eine Liste von Zahlen. Diesen Zahlen kann eine Bedeutung zugeordnet werden, beispielsweise eine Währungseinheit und die Angabe, dass es zu einem Konto gehört. Durch diese Zuordnung entsteht aus einer Liste von Zahlen eine Liste von Zahlungsvorgängen und aus Daten werden Informationen. Wenn nun diese Informationen wiederum in Kontext mit gemachten Erfahrungen gestellt werden und aus dieser Kombination Erkenntnisse und Handlungen abgeleitet werden können, dann transformieren sich Informationen zu Wissen. Der Zusammenhang der drei Begriffe ist in der Wissenstreppe nach North in **Abbildung 1** dargestellt.

Der zweite elementare Begriff im Kontext von Datenmodellen ist das Modell. Eine allgemeine Beschreibung des Modellbegriffs liefert Stachowiak, der einem Modell drei Merkmale zuweist: Ein Abbildungs-, ein Verkürzungs- und ein pragmatisches Merkmal (vgl. Stachowiak 1974). Das Abbildungsmerkmal steht für den Bezug zum Original, welches von einem Modell abgebildet werden soll. Das Verkürzungsmerkmal sagt aus, dass ein Original nicht in allen Facetten abgebildet wird, sondern das einzelne Elemente weggelassen werden und das Modell das Original sozusagen verkürzt.

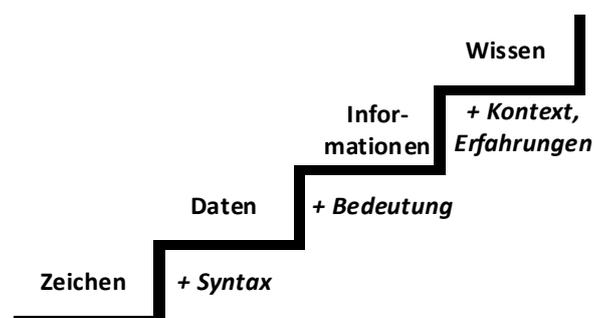


Abbildung 1: Die Wissenstreppe (nach North 2016, S. 37)



Abbildung 2: Beispiel eines Modells - Liniennetzplatz Dortmunds (DSW21 2018)

Das ein Modell in bestimmten Situationen, meist dem Zweck der Modellerstellung, das Original ersetzen kann, wird mit dem pragmatischen Merkmal ausgesagt. Ein simples Beispiel aus dem Alltag wäre ein grafischer Liniennetzplan von Verkehrsbetrieben. Dieser stellt eine reale Landschaft in reduzierter Form dar und wird beispielsweise statt einer maßstabsgetreuen Landkarte genutzt, um schnell und unkompliziert die Abdeckung durch den öffentlichen Personennahverkehr zu visualisieren (s. auch **Abbildung 2**). Ein Modell kann also Informationen aus einem Ausschnitt der Realität vereinfacht und strukturiert wiedergeben.

Das Gabler Wirtschaftslexikon definiert ein Datenmodell als „in der Datenorganisation Modell der zu beschreibenden und verarbeitenden Daten eines Anwendungsbereichs (z.B. Daten des Produktionsbereichs, des Rechnungswesens oder die Gesamtheit der Unternehmensdaten) und ihrer Beziehungen zueinander“ (Lackes und Siepermann 2018). Allgemein zusammenfassen lässt sich daher, dass ein Datenmodell zur Strukturierung von Daten verwendet wird. Der Vorgang zur Erstellung solcher Modelle wird Datenmodellierung genannt und gilt als eine Kernaufgabe der Informatik (vgl. Gadatsch 2017). Datenmodelle dienen so als Basis für die weitere Softwareentwicklung und sind der grundlegende Plan, durch deren Hilfe Informationssysteme aufgebaut und ausgeführt werden können. Datenmodelle werden in der Praxis nach ihrer Modellierung oft in eine oder mehrere Datenbanken transformiert.

Staud beschreibt ein Datenmodell „als Abbild des jeweiligen Weltausschnitts, das mit den Mitteln und gemäß den Regeln des jeweiligen datenbanktheoretischen Ansatzes realisiert wurde und das mit Hilfe eines Datenbanksystems in eine Datenbank umgesetzt wird“ (Staud 2005, S. 18). In dieser Definition ist die Implementierung in einer Datenbank bereits vorgesehen, darin besteht allerdings nicht der einzige Sinn und Zweck von Datenmodellen. In seinen Ausführungen zu Datenmodellen identifiziert Gadatsch nämlich vier elementare Eigenschaften, die den Nutzen von Datenmodellen beschreiben und so den Aufwand der Modellierung rechtfertigen (vgl. Gadatsch 2017): Die Reduktion des Entwicklungs-, Integrations- und Planungsaufwands sowie der Verbesserung der Akzeptanz. Das Fundament der

Vorteile von Datenmodellen ergibt sich dabei aus der, durch die Modellerstellung entstehenden, transparenten Darstellung eines betrachteten Realitätsausschnitts. Nach Gadatsch haben die von ihm identifizierten vier Merkmale folgenden Auswirkungen bei der Nutzung von Datenmodellen in Unternehmen: Die Reduktion im Entwicklungsaufwand ergibt sich durch eine, mit Hilfe des Datenmodells erreichbare, erhöhte Transparenz des Programmcodes von Softwareentwicklern. Aus dieser Transparenz resultiert anschließend auch ein geringerer Wartungsaufwand. Eine Senkung des Integrationsaufwands bedeutet, dass durch Datenmodelle die Integration von neuer Software in eine bereits vorhandene Systemlandschaft erleichtert wird, denn sie erleichtern die Analyse von Zusammenhängen. Die Verbesserung der Akzeptanz bezieht sich auf die Akzeptanz von neu entwickelter Software innerhalb eines Unternehmens, bei dem Mitarbeiter aus unterschiedlichen Ressorts mit Hilfe eines Datenmodells für alle verständlich die Anforderungen formulieren. Die Endbenutzer der Software werden in dem Entwicklungsprozess der IT-Abteilung eingebunden und das Datenmodell sorgt dabei für eine verbesserte Kommunikation zwischen den Beteiligten. Und die letzte Funktion nach Gadatsch sagt aus, dass Datenmodelle hilfreich bei der Analyse von Zusammenhängen innerhalb eines Betriebes sind und so den Planungsaufwand reduzieren. Resümierend wird der Nutzen von Datenmodellen leicht verständlich in einem Satz ausgedrückt:

„Mit ihrer Hilfe lässt sich nachvollziehen, welche Daten wo im Unternehmen entstehen, verändert und genutzt werden.“ (Gadatsch 2017, S. 6)

2.2 Referenzmodellierung

Da das Hauptaugenmerk dieser Arbeit auf der Erstellung eines Referenzmodells liegt, wird nun näher erläutert, wie ein solches definiert ist. Bei der Untersuchung zu Referenzmodellen fällt schnell auf, dass es dafür in der Fachliteratur mehrere verschiedene Definitionen gibt. Simplifiziert zusammengefasst lässt sich festhalten, dass ein Referenzmodell als eine Art Empfehlung (Referenz) für andere Modelle zu verstehen ist. In den wissenschaftlichen Auseinandersetzungen zu dem Thema sind allerdings durchaus auch Unterschiede in den verfassten Definitionen zu erkennen. Eine recht allgemein gehaltene Beschreibung liefern da beispielsweise Lehner, Hildebrand und Meier:

„In einem gewissen Sinne kann jedes Modell als Referenzmodell aufgefasst werden.“ (Lehner et al. 1995, S. 126)

Etwas expliziter formulieren es dagegen Loos und Scheer in ihrer Formulierung aus dem Jahre 1995:

„Unter Referenzmodellen sollen hier allgemeingültige, branchenbezogene Informationsmodelle verstanden werden, die als Ausgangsbasis für betriebsspezifische Informationsmodelle dienen.“ (Loos und Scheer 1995, S. 187)

Diese zwei Definitionen sollen nur exemplarisch aufgeführt werden, ohne nun im Weiteren auf jede Einzelne einzugehen. Eine ausführlichere Übersicht über Definitionen zu Referenzmodellen hat Carolla in seiner Arbeit dargestellt (vgl. Carolla 2015). Es wird damit demonstriert, dass es keine einheitliche Beschreibung des Begriffs gibt, der in der Fachliteratur überall anerkannt ist. Allerdings gibt es bei den verschiedenen Ausführungen naturgemäß Überschneidungen. Daher wird nun aufgezeigt, welche Merkmale sich dabei am deutlichsten herauskristallisieren: Die Allgemeingültigkeit und der Empfehlungscharakter (vgl. vom Brocke 2003). Vom Brocke stellt allerdings fest, dass beide Merkmale Probleme mit sich bringen. Eine objektive Erfassung sowohl der Allgemeingültigkeit als auch des Empfehlungscharakters erscheint nämlich als schwer realisierbar. Die Interessengruppen Modellkonstrukteur und Modellnutzer stehen sich gegenüber und weisen eine unterschiedliche Wahrnehmung auf. Diese wird durch „zweck- und personenspezifische Perspektiven, das zeitliche Auseinanderfallen der Beurteilung und die Anonymität der Nutzer“ (vom Brocke 2003, S. 32) weiterhin verstärkt.

Aus diesem Grund wird in dieser Arbeit der Fokus auf dem von vom Brocke (2003) genannten konstruktionsprozessorientierten Referenzmodellbegriff gelegt. Fettke und vom Brocke (2016) greifen diese Auslegung auf und tragen weitere gleichwertige Definitionen aus Fachliteratur zusammen, wobei sie die konstruktionsprozessorientierte Begriffsauffassung auch als wiederverwendungsorientiert bezeichnen. Diese sagt aus, dass ein Referenzmodell mindestens eine der zwei folgenden Eigenschaften erfüllen muss:

- „Das Modell wurde mit der Intention entwickelt, bei der Konstruktion weiterer Modelle wiederverwendet zu werden.“
- „Das Modell wird faktisch zur Konstruktion weiterer Modelle wiederverwendet.“

Eines der Ziele und die Motivation dieser Ausarbeitung ist die geplante Wiederverwendbarkeit von erstellten Modellinhalten, wodurch ein, nach der Definition vom Brocke (2003), gültiges Referenzmodell bereits erstellt wird. Das Merkmal der Wiederverwendbarkeit lässt sich zudem in den verschiedenen Definitionen der Literatur immer wieder erkennen. Fettke und vom Brocke stellen gar eine „Konvergenz verschiedener terminologischer Bestimmungen in Richtung eines wiederverwendungsorientierten Referenzmodellbegriffs“ fest (Fettke und vom Brocke 2016). Daher wird diese Begriffsauffassung auch in der vorliegenden Arbeit zu Grunde gelegt.

Referenzmodelle unterscheiden sich in ihrer Art und dem Verwendungsbereich, in dem sie eingesetzt werden. Differenziert werden diese durch verschiedene Modelltypen. Im Folgenden werden einige Referenzmodelle genannt, die in ihren jeweiligen Bereichen anerkannt sind: Ein weit verbreitetes Softwarereferenzmodell ist das des Branchenführers SAP, welches mit seiner Enterprise-Resource-Planing (ERP) Softwarelösung weltweit in Firmen eingesetzt wird (Keller et al. 1999). Ein prominenter Vertreter bei betriebswirtschaftlichen Referenzmodellen ist das Y-CIM-Modell von Scheer (Scheer

1997) oder auch das Handels-H-Modell (Becker und Schütte 2004). Letzteres wird durch seinen Bezug zum Handel im weiteren Verlauf näher betrachtet.

Trivialerweise sollen Referenzmodelle einen Nutzen entfalten, welches nur möglich ist, wenn diese auch verwendet werden. Dabei ist zu beachten, dass solch ein Modell sowohl einen inhaltlichen Nutzen liefert, als auch beliebig oft verwendet werden kann. Dadurch ergibt sich die Situation, dass „selbst ein kleiner Anwendungsbereich die Entwicklung eines Referenzmodells rechtfertigen kann, sofern das Nutzenpotenzial je Anwendung vergleichsweise hoch ist“ (Fettke und vom Brocke 2016). Umgekehrt bedeutet dies, dass durch eine erhöhte Wiederverwendung des Modells in möglichst vielen Fällen auch bei geringem Nutzen eine Rechtfertigung besteht.

Für den Modellnutzer ergeben sich ökonomische Konsequenzen und dieser verspricht sich durch die Verwendung Vorteile. Im Allgemeinen identifizieren Becker und Knackstedt fünf Aspekte, bei denen eine Wirkung durch die Nutzung eines Referenzmodells zu erwarten ist (vgl. Becker und Knackstedt 2003): Kosten, Zeit, Qualität, Risiko und Wettbewerbsposition. Mit Ausnahme der Qualität sind in allen Aspekten allerdings Vor- und Nachteile zu entdecken. So müssen Kosten und Zeit zuerst in die Auswahl und den Erwerb eines Referenzmodells investiert werden. Zeitgleich werden so aber auch Ersparnisse generiert, die sich durch die Aufwandsminderung und die Wiederverwendung ergeben. Gleichmaßen gibt es immer ein Risiko bei der Verwendung eines Referenzmodells, beispielsweise durch die Unklarheit der Weiterentwicklung eben dieses. Parallel senkt die Verwendung aber das Risiko eines Projektscheiterns. Beim Aspekt der Wettbewerbsposition verspricht sich das modellnutzende Unternehmen eine Stärkung. Gleichzeitig ist allerdings zu beachten, dass die Wettbewerber ebenfalls auf das Modell zugreifen könnten und sich so nicht zwangsweise eine bessere Position für das eigene Unternehmen ergeben muss. Bezüglich der Qualität ist im Allgemeinen eine Qualitätssteigerung der eigenen Modelle bei Verwendung hochqualitativer Referenzmodelle zu erwarten. Empirische Untersuchungen am Beispiel der Verwendung des sogenannten SQOR-Modells zeigen, dass durch die Anwendung des Referenzmodells positive Effekte entstanden sind (vgl. Fettke 2008).

Die Konstruktionsschritte bei der Referenzmodellierung sind im Wesentlichen in verschiedenen Fachtexten sehr ähnlich, dadurch wird hier nun exemplarisch das typische Vorgehen, welches Fettke und Loos erörtert haben, dargestellt. Es handelt sich dabei um vier Schritte, die bei der Konstruktion anfallen (Fettke und Loos 2007):

- Definition der Anwendungsdomäne
- Konstruktion der Modellelemente
- Evaluation
- Wartung und Pflege

Drei der vier Schritte werden in dieser Arbeit ebenfalls angewandt (vgl. Kapitel 4.2). Der letzte Schritt der Wartung und Pflege ist im Rahmen der Masterarbeit aber nicht umsetzbar und wird daher nicht

durchgeführt. Abzugrenzen von den Phasen der Konstruktion ist die Anwendung und Nutzung eines Referenzmodells, was ebenfalls erwähnt werden sollen. Analog zur Konstruktion haben die Autoren diese auch in vier Schritte unterteilt:

- Auswahl eines geeigneten Referenzmodells
- Anpassung des Referenzmodells
- Integration des Referenzmodells mit anderen Modellen
- Anwendung im engeren Sinne

Diese Schritte umschreiben das Vorgehen von Modellnutzern, die aus einem Referenzmodell ein eigenes, unternehmensspezifische Modell ableiten wollen.

2.3 Datenbanken

Die Arbeit mit dem Computer ist heutzutage in den allermeisten Betrieben und Firmen branchenunabhängig nicht mehr wegzudenken. Gerade für Verwaltungsaufgaben werden die anfallenden Aufgaben elektronisch abgewickelt. Und spätestens, wenn die Anzahl der Daten enorm wächst und mehrere Mitarbeiter auf diese zugreifen müssen, teilweise parallel, ist der Einsatz einer Datenbank nicht nur ratsam, sondern fast unumgänglich.

Am Namen lässt sich schon erahnen, welche Funktion eine Datenbank erfüllt: Es ist ein Speicherort für Daten. Dabei ist es nicht nur ein simpler Ort, es ist vielmehr eine Strukturierung von großen Datenmengen mit der Funktion, diese verwalten zu können:

„Eine Datenbank ist eine Sammlung von Daten, die untereinander in einer logischen Beziehung stehen und von einem eigenen Datenbankverwaltungssystem (Database Management System, DBMS) verwaltet werden.“ (Schicker 2017, S. 3)

In dieser Definition fasst Schicker die grundsätzlichen Elemente der Datenbank zusammen: Die logische Verbindung und die Verwaltung von Daten. Dabei sind nach Steiner aber auch noch weitere Aufgaben von einer Datenbank zu erfüllen (vgl. Steiner 2017): So muss sie Benutzern den Zugriff auf Daten gewähren, ohne dass die Nutzer genau wissen, wo sich diese befinden. Weiterhin muss sie die Zugriffsberechtigungen auf Daten verwalten und dafür sorgen, dass niemand Unberechtigtes auf Daten zugreifen oder diese gar verändern kann. Zudem muss es möglich sein, die interne Organisation von Daten zu ändern, ohne dass Anwenderprogramme, die auf die Datenbank zugreifen, geändert werden müssen. All diese Funktionen werden durch das Datenbankverwaltungssystem (DBMS) bewältigt. Dieses stellt zudem eine logische Schnittstelle für Programme dar, die darüber auf die Daten zugreifen können. Die international am meisten verbreitete Schnittstelle ist dabei die *Structured Query Language*, kurz SQL. Damit ein benutzerfreundlicher Umgang mit Datenbanken gewährleistet ist, müssen Endbenutzer sich mit SQL nicht zwingend auskennen.

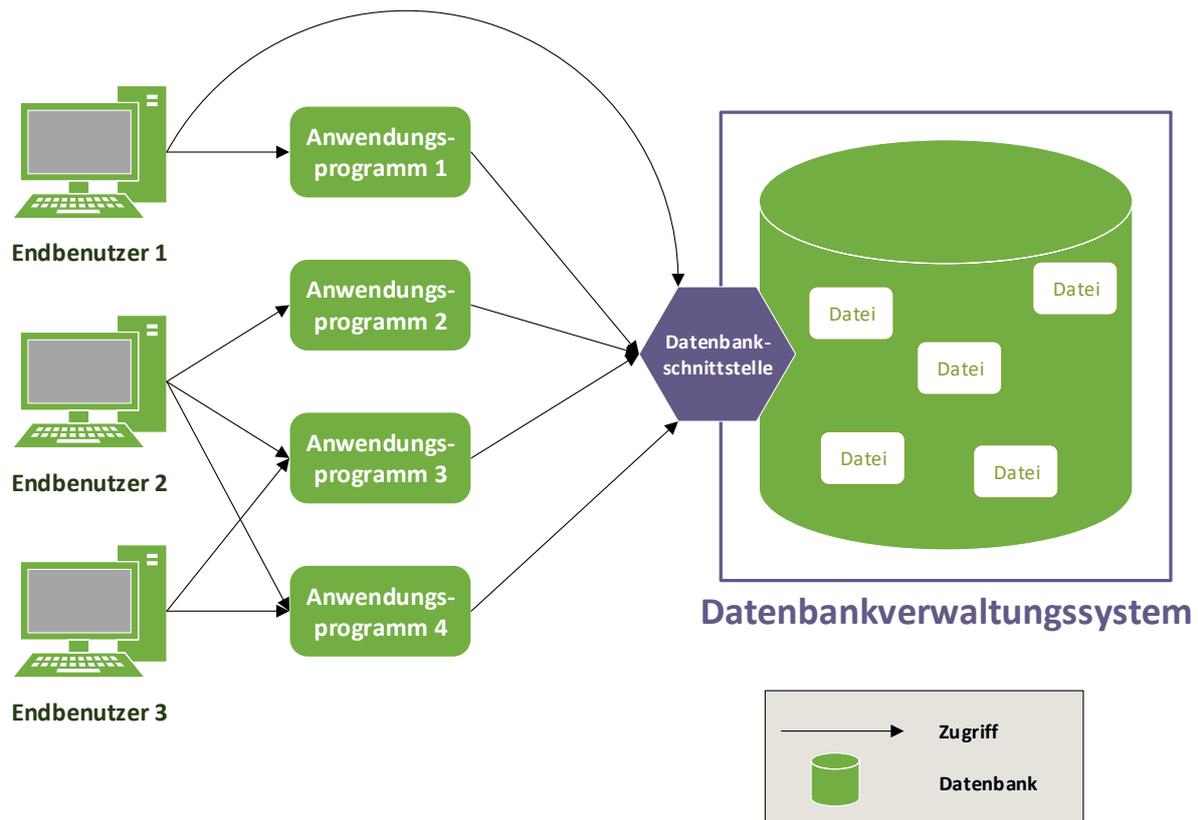


Abbildung 3: Schematischer Zugriff auf Datenbanken (nach Schicker 2017, S. 3)

Mit Hilfe der Anwendungsprogramme ist der Datenzugriff und die Verwaltung möglich. Diese Programme kommunizieren mit dem DBMS, welches dann automatisch auf die richtigen Daten verweist (vgl. Schicker 2017). Eine Skizze über diesen Ablauf ist in **Abbildung 3** dargestellt. In der Abbildung ist auch ein möglicher direkter Zugriff eines Endbenutzers auf die Datenbankschnittstelle visualisiert. Die Anwendungsprogramme sind im Endeffekt Softwarelösungen, die ein Unternehmen im täglichen Betrieb einsetzt. Diese können von simpler Datenverwaltungssoftware über Assistenzsysteme für bestimmte Prozesse oder ein komplexes Warenwirtschaftssystem alles sein, was Zugriff auf die unternehmenseigenen Daten benötigt.

Wie genau die Verwaltung durch das DBMS funktioniert und was es dort für Unterschiede gibt, wird im Weiteren nicht näher erläutert, da es für die kommende Ausarbeitung nicht relevant ist. Stattdessen wird nun der Aufbau einer Datenbank aufgezeigt, welches durch das sogenannte Datenbankmodell beschrieben wird. Im Grunde wird heutzutage zwischen drei verschiedenen Datenbankmodellen unterschieden (vgl. Schicker 2017):

- Hierarchische Datenbanken
- Relationale Datenbanken
- Objektorientierte Datenbanken

Die älteste Form von Datenbanken ist die hierarchische Datenbank, welche bereits in den 1960er Jahren eingesetzt wurde. Die Struktur entspricht dabei der eines Baumes mit Wurzeln und Knoten. Der Vorteil ist dabei ein sehr geringer Grad an Redundanz. Das bedeutet, die mehrfache Speicherung von Daten ist dort fast ausgeschlossen. Der dafür größere Nachteil ist eine sehr hohe Inflexibilität, wenn Änderungen an der Datenstruktur vollzogen werden sollen. Aus diesem Grund lassen sich hierarchische Datenbanken heutzutage nur selten finden (vgl. Schicker 2017).

Die objektorientierte Datenbank ist aus der objektorientierten Programmierung hervorgegangen. Dabei stehen in dieser Struktur von Daten die Objekte im Mittelpunkt. Diese bestehen dann beispielsweise nicht nur aus Werten, sondern auch aus Operationen, die diese Werte manipulieren können. Obwohl dieser Art der Datenstrukturierung „schon seit Jahren der Durchbruch [...] prophezeit wird, fristen sie immer noch ein Nischendasein“ (Studer 2016, S.8f). Eine fehlende Standardisierung und schwer abschätzbare Laufzeitverhalten sind dabei einige Gründe, die in diesem Zusammenhang angeführt werden (vgl. Studer 2016).

Die mit Abstand größte Verbreitung genießt hingegen die relationale Datenbank und ist damit für diese Arbeit die relevanteste (vgl. Schicker 2017). Während die anderen beiden Strukturen nur der Vollständigkeit halber kurz vorgestellt wurden, wird die relationale Datenbank nun näher dargestellt. Diese besteht dabei im Allgemeinen aus mehreren Tabellen, in denen die Informationen gespeichert werden. Diese Tabellen werden zueinander in Beziehung gesetzt, wobei die anfallenden Informationen dieser Beziehungen wiederum in Tabellen gespeichert werden. Ein mathematisches Fundament, bestehend aus der relationalen Algebra und dem Relationenkalkül, bietet dabei die Grundlage für diese Struktur aus Tabellen und Beziehungen. Auf die mathematischen Details wird nun speziell nicht eingegangen, dazu wird auf Elmasri und Navathe verwiesen (vgl. Elmasri und Navathe 2009). In diesem Datenbankmodell ist es relativ simpel, weitere Tabellen hinzuzufügen oder zu löschen und so den logischen Aufbau jederzeit zu verändern. Zudem ist der Aufwand der Programmierung für einen Tabellenzugriff gering. Diese beiden Merkmale führten zu der großen Beliebtheit von relationalen Datenbanken (vgl. Schicker 2017).

Eine hohe Flexibilität führt zu der Möglichkeit, die Realität sehr detailliert nachbilden zu können. Aber gerade hier sieht Steiner auch ein Problem der Datenstruktur, denn „diese Flexibilität macht sie jedoch schwer durchschaubar, weshalb eine gute Dokumentation der Datenstruktur und der verschiedenen Beziehungen zwischen den Tabellen unerlässlich ist“ (Steiner 2017, S. 11). Mit steigender Größe und Komplexität eines Systems wird dies umso wichtiger. Nun soll eine Brücke zu der Hauptaufgabe dieser Masterarbeit geschlagen werden: Der Erstellung eines Referenzdatenmodells. Denn im Allgemeinen kann ein Datenmodell, unabhängig ob es eine Referenz darstellen soll oder nicht, unter anderem dafür verwendet werden, eine Datenbank zu entwerfen. Aus diesem Grunde werden die Phasen des Datenbankentwurfs nun grob erläutert.

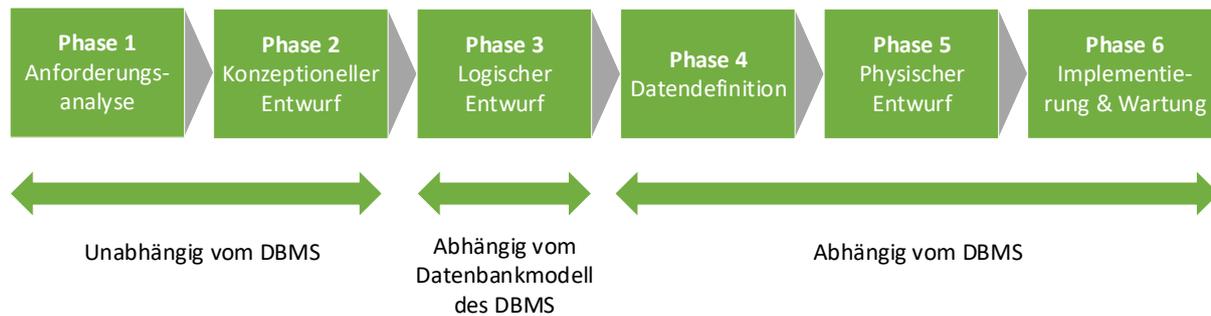


Abbildung 4: Phasenmodell des Datenbankentwurfs (nach Kudraß 2015, S. 45)

Grundsätzlich wird dabei zwischen sechs Phasen unterschieden, welche allerdings im ganzen Prozess des Datenbankentwurfs iterativ durchlaufen werden (vgl. Kudraß 2015) und in **Abbildung 4** dargestellt sind. Der Verlauf eines Datenbankentwurfs wird in der Fachliteratur meistens sehr ähnlich beschrieben, im Folgenden stehen dabei die Ausführungen von Kudraß im Vordergrund (vgl. Kudraß 2015, S.45ff): Die **erste Phase** besteht aus der Anforderungsanalyse. Hier werden alle benötigten Anforderungen an die zukünftige Datenbank erfasst und gesammelt, so dass diese als Startpunkt für jede weitere Entwicklung dienen. Anschließend folgt in der **zweiten Phase** der sogenannte konzeptionelle Entwurf. Dieser beinhaltet die Modellierung eines Weltausschnittes, welcher bereits in 2.1 dargestellt wurde. Beim konzeptionellen Entwurf wird ein sogenanntes abstraktes Datenmodell erstellt, welches als Grundlage für die konkrete Umsetzung in einer Datenbank gilt. In den meisten Fällen handelt es sich dabei um ein Entity-Relationship-Modell (s. auch Kapitel 2.4.1), welches die Entitäten beispielsweise eines Unternehmens identifiziert und diese zueinander in Beziehung setzt. Damit deckt sich der konzeptionelle Entwurf mit der Kernaufgabe dieser Ausarbeitung, der Erstellung eines Datenmodells. Wie der **Abbildung 4** zu entnehmen ist, sind die ersten beiden Phasen eines Datenbankentwurfs von der Wahl des DBMS unabhängig und somit allgemeingültig für alle Datenbankmodelle. Außerdem werden die in diesen Phasen erstellten Entwürfe und Modelle nicht nur für den Entwurf von Datenbanken genutzt, sie dienen beispielsweise auch als Kommunikationshilfe zwischen Mitarbeitern unterschiedlichen Ressorts und stellen die allgemeinen Strukturen in einem Unternehmen dar (vgl. Kapitel 2.1). Aufbauend auf dem konzeptionellen Entwurf wird in der **dritten Phase** der logische Entwurf erstellt. Der logische Entwurf beschreibt die abzubildenden Datenstrukturen im konkreten Datenbankmodell. Im Falle von relationalen Datenbanken handelt es sich dabei um das sogenannte relationale Modell, welches aus den zu bildenden Tabellen besteht, inklusive der Information über die Beziehung zwischen den einzelnen Tabellen. Zusammengefasst wird hier das Modell des konzeptionellen Entwurfs übersetzt in das spezifische Modell der Datenbank. Im Falle von einem ERM zu einem relationalen Modell ist dies meist sogar automatisch mit passender Software umsetzbar. In der **vierten Phase** wird der logische Entwurf in die Datenbanksprache des DBMS übersetzt (beispielsweise mit Hilfe von SQL). Bei einer relationalen Datenbank bedeutet dies, dass die Relationen und die dazugehörigen Attribute in der passenden Datenbanksprache erstellt werden. Der physische Entwurf ist die Aufgabe in der **fünften Phase** und beschreibt die Entwicklung des internen Schemas: „Dazu gehört

die Definition der geeigneten Speicherform und möglicher Zugriffspfade für die Daten, z.B. der effektive Zugriff auf die Werte häufig genutzter Attribute über Indexdateien“ (Kudraß 2015, S.49). Das Ziel dieser Phase ist die Gewährleistung hoher Leistungsfähigkeit, es erfolgt so eine Optimierung der Datenbank. Die abschließende **sechste Phase** umfasst die Installation und den Einsatz der Datenbank in der genutzten Umgebung. Hierzu gehört auch die Erstellung oder Migration benötigter Daten für den Betrieb. Die anschließende Wartung der Datenbank ist ebenfalls Teil dieser letzten Phase.

Es wurde bereits aufgezeigt, dass die zweite Phase, der konzeptionelle Entwurf, für diese Arbeit von elementarer Bedeutung ist. Denn die Erstellung des konzeptionellen Entwurfs und damit des, in Zusammenhang eines Datenbankentwurfs, abstrakten Datenmodells wird in den folgenden Kapiteln dargestellt. Allerdings ist die Umsetzung des Datenmodells in eine Datenbank nur ein möglicher Anwendungsschritt. Zudem ist das Ziel kein einfaches Datenmodell, sondern ein Referenzdatenmodell zu entwickeln, welches für alle Unternehmen der Branche als eine Art Schablone für ihr unternehmensspezifisches Datenmodell dienen soll.

2.4 Modellierungsmethoden

Bei der Darstellung von Modellen gibt es eine Vielzahl von Methoden, die für diesen Zweck genutzt werden können. Grob lassen sich diese Methoden unterteilen in statische und dynamische Darstellungen. Dabei werden bei statischen Modellen Organisationen und Strukturen abgebildet, während bei den dynamischen die Darstellung von Prozessen im Vordergrund steht. Das Ziel dieser Ausarbeitung ist die Erstellung eines Datenmodells, daher die Struktur von Daten, und damit ist ein statisches Modell notwendig. Das dabei am meisten verbreitete Modell zur Darstellung ist das Entity-Relationship-Modell (ERM), welches bereits 1976 von Peter Chen erstellt wurde (vgl. Chen 1976). Bis heute ist es oft genutzt zur Darstellung von Datenmodellen und wird daher näher vorgestellt (vgl. Gadatsch 2017). Als alternative Form der Modelldarstellung wird die *Unified Modelling Language* (UML) präsentiert. Bei der UML handelt es sich allerdings um ein Methodensystem, welches verschiedene Diagrammtypen zur Beschreibung diverser Sachverhalte und Abläufe bereithält. Für die Referenzmodellierung von Datenmodellen ist dabei das UML-Klassendiagramm von Bedeutung, mit dessen Hilfe sich Klassen und deren Relationen zueinander darstellen lassen (vgl. vom Brocke 2003).

2.4.1 Entity-Relationship-Modell

Das von Chen entwickelte Entity-Relationship-Modell (ERM) fundiert auf drei grundsätzlichen Elementen, um Daten zu beschreiben: Entitäten (engl.: Entity), Beziehungen (engl.: Relationship) und Attributen. Diese werden im ERM als Entitätstypen, Beziehungstypen und Attribute bezeichnet, welche in Beziehung zueinander gesetzt werden und so ein Datenmodell beschreiben können (vgl. **Abbildung 5**). Der Aufbau und die Grundlagen des ERM nach Chen werden nun zusammengefasst (vgl. Chen 1976).

Entitätstypen werden als Rechtecke dargestellt und beschreiben im weitesten Sinne Objekte oder auch Aspekte aus der Realität. Beispielsweise könnten Autos als Entitätstyp abgebildet werden. Beziehungstypen werden durch Rauten und Kanten symbolisiert und verbinden defacto die Entitätstypen miteinander. Im Zuge dieser Verbindung beschreiben sie auch die Beziehung der Entitäten untereinander. Beispielsweise könnte es neben dem Entitätstypen „Autos“ auch noch „Kunden“ geben, wobei beide Entitäten dann durch den Beziehungstyp „mietet“ verbunden sind. Dieses kleine Modell würde dann den Zusammenhang „Kunde mietet Autos“ beschreiben. Attribute sind hingegen dazu da, die Entitäts- und Beziehungstypen näher zu klassifizieren. Sie werden als Oval dargestellt und können beiden Arten von Typen eine unbegrenzte Anzahl an weiteren Informationen mitgeben, bei dem Entitätstyp „Autos“ beispielsweise „Farbe“, „Leistung“ oder „Anzahl der Türen“. Ein Sonderfall der Attribute ist das Schlüsselattribut, welches zur Kennzeichnung unterstrichen wird. Ein Schlüsselattribut ist ein Unikat und ist in der Lage, einen Entitätstypen eindeutig zu beschreiben. In diesem Beispiel könnte das Schlüsselattribut des Entitätstypen „Kunde“ die „Kundennummer“ sein.

Ein weiterer wichtiger Aspekt des ERM sind die Kardinalitäten, denn diese beschreiben die Dimension der Beziehung zwischen Entitätstypen. Dabei gibt es in der Regel drei mögliche Fälle: Eine auf beiden Seiten eindimensionale Beziehung (1:1-Beziehung), eine auf einer Seite ein- und auf der anderen Seite mehrdimensionale Beziehung (1:N-Beziehung) oder eine auf beiden Seiten mehrdimensionale Beziehung (M:N-Beziehung). Die Kardinalitäten werden dabei an den Kanten, die den Entitäts- und den Beziehungstypen verbinden, vermerkt. Die Variablen M und N können dabei theoretisch von null bis Unendlich alle ganzen Zahlen als Wert annehmen.

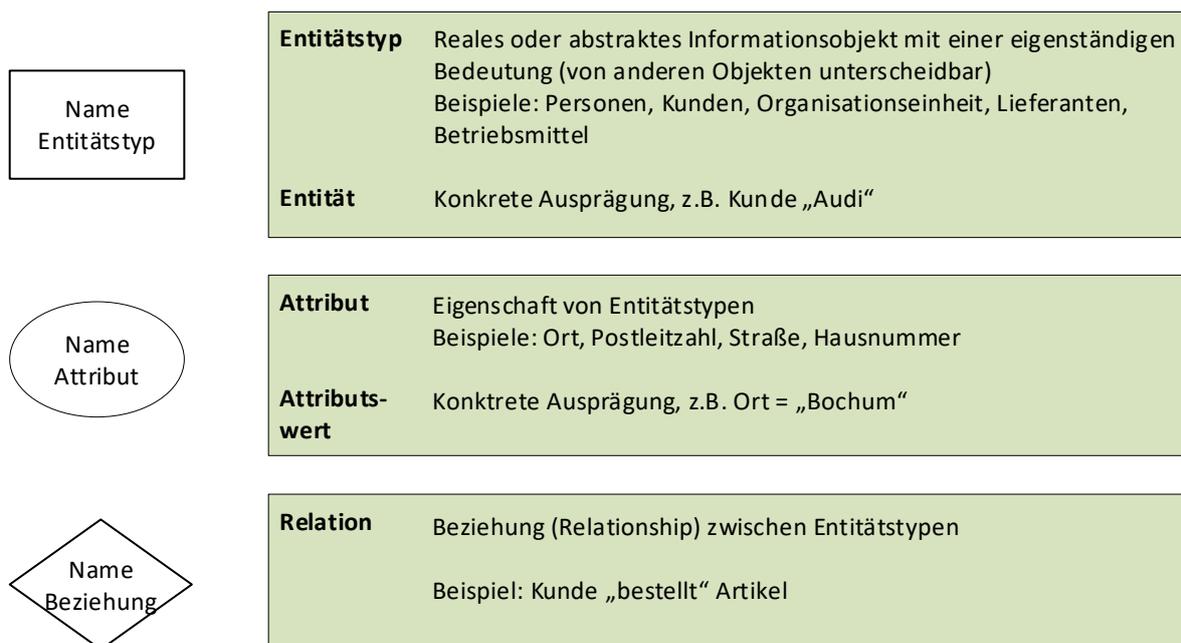


Abbildung 5: Übersicht über die Hauptelemente des ERM (nach Gadatsch 2017, S.10)

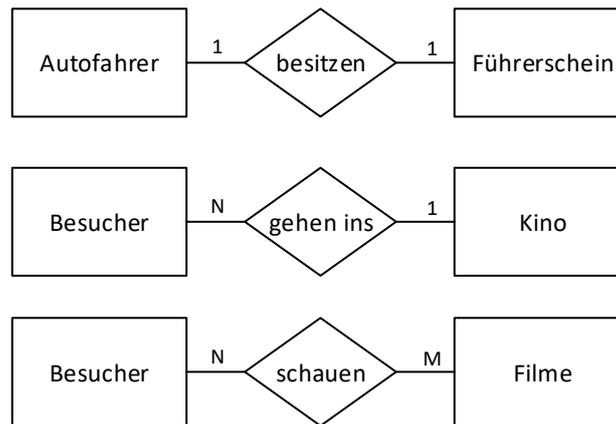


Abbildung 6: Beispiele für ein- und mehrdimensionale Beziehungen im ERM

In **Abbildung 6** sind jeweils Beispiele für alle drei Fälle vorzufinden. Im ersten Beispiel wird einem Studenten genau ein Studentenausweis zugewiesen. Das zweite Modell sagt aus, dass N -viele Studenten auf eine Hochschule gehen können. Und das dritte Beispiel sagt aus, dass N -viele Studenten M -viele Vorlesungen besuchen können.

Über die Jahre wurden für die Notation der Kardinalitäten einige weitere Varianten aufgestellt. Eine beliebte Alternative ist dabei die Min-Max-Notation, welche im Vergleich zur Chen-Notation immer direkt die Minimal- und Maximalkardinalität angibt. So wird an jeden Entitätstypen direkt der gültige Wertebereich geschrieben (vgl. Balzert 2009). Dadurch ergibt sich die Option, einen beliebigen Wertebereich für eine Beziehung anzugeben, wodurch sich komplexere Sachverhalte darstellen lassen. Statt den Variablen M oder N wird bei der Min-Max-Notation ein „*“ gesetzt, welches dann ebenfalls einen beliebigen, ganzzahligen, positiven Wert annehmen kann. In **Abbildung 7** ist die Min-Max-Notation beispielhaft dargestellt: Das Modell sagt aus, dass ein Auto mindestens ein bis maximal vier Reifen besitzen kann und ein Reifen von keinem oder maximal einem Auto besitzt wird. Der größte Unterschied der beiden Notationen ist dabei die Leserichtung. Bei der Min-Max-Notation steht direkt bei jedem Entitätstypen der gültige Wertebereich an der Kante zum Beziehungstypen dabei. Bei der Chen-Notation hingegen muss die Beziehung der zwei Entitätstypen als Ganzes gelesen werden, um diese Information zu erhalten (vgl. Gadatsch 2017). In **Abbildung 8** ist dieser Unterschied grafisch dargestellt.



Abbildung 7: Beispiel für die Min-Max-Notation

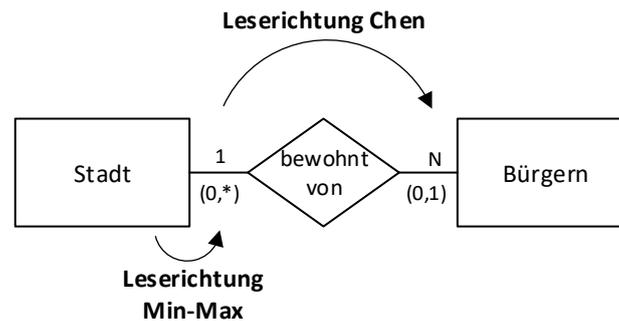


Abbildung 8: Unterschied der Leserichtung der Notationen (nach Gadatsch 2017, S. 34)

Das bisher vorgestellte grundlegende Fundament des ERM wurde durch eine Reihe von Ergänzungen erweitert, um komplexere Sachverhalte abbilden zu können. In der Fachliteratur werden diese Weiterentwicklungen des ERM zusammengefasst als Erweitertes Entity-Relationship-Modell oder auch EER-Modell (vgl. Connolly et al. 2002); wieder andere bezeichnen dies als semantisches Datenmodell (vgl. Balzert 2009). Im weiteren Verlauf dieser Arbeit sind unter Verwendung des Begriffs ERM sowohl die Grundlagen als auch die benutzen und nun vorgestellten Erweiterungen gemeint. Eine dieser Ergänzungen ist die Generalisierung bzw. Spezialisierung. Von der Funktion her sind Generalisierung und Spezialisierung gleich, es unterscheidet sich nur die Reihenfolge: Bei der Generalisierung werden beispielsweise zwei Subtypen zu einem Supertypen zusammengefasst, bei der Spezialisierung wird ein Supertyp in weitere Subtypen aufgespalten. In beiden Fällen erben die Subtypen die Attribute des Supertypen (vgl. Becker und Schütte 2004). Dargestellt wird die Generalisierung/Spezialisierung mit einem Dreieck, welches wie der Beziehungstyp zwischen den Entitäten platziert wird, wie der **Abbildung 9** zu entnehmen ist.

Ein weiteres komplexeres Konstrukt ist der uminterpretierte Beziehungstyp, welches eigentlich eine besondere Form der Aggregation ist. Eine Aggregation ist eine Kombination von vorhandenen Entitäten, die zusammen eine neue Entität bilden (vgl. Becker und Schütte 2004). Der uminterpretierte Beziehungstyp ist daher ein Beziehungstyp, der allerdings auch als Entitätstyp fungiert und so auch wiederum andere Beziehungen eingehen kann. Symbolisiert wird dieser mit einer Raute in einem Rechteck. Dabei gehen die Kanten der Entitäten, die mit dem Beziehungstypen verbunden sind, an die Raute, während Kanten zum Rechteck eine Verbindung mit der Aggregation eingehen. Dargestellt ist diese Struktur in **Abbildung 9**.

Eine weitere Erweiterung, die nun vorgestellt wird, ist die Rekursion. Das Prinzip der Rekursion sagt aus, dass eine Entität eine Beziehung mit sich selbst eingeht. So ist es beispielsweise möglich, Warengruppenhierarchien und Artikelstrukturen darzustellen (vgl. Becker und Schütte 2004). Die Darstellung im Modell ist in **Abbildung 10** zu sehen.

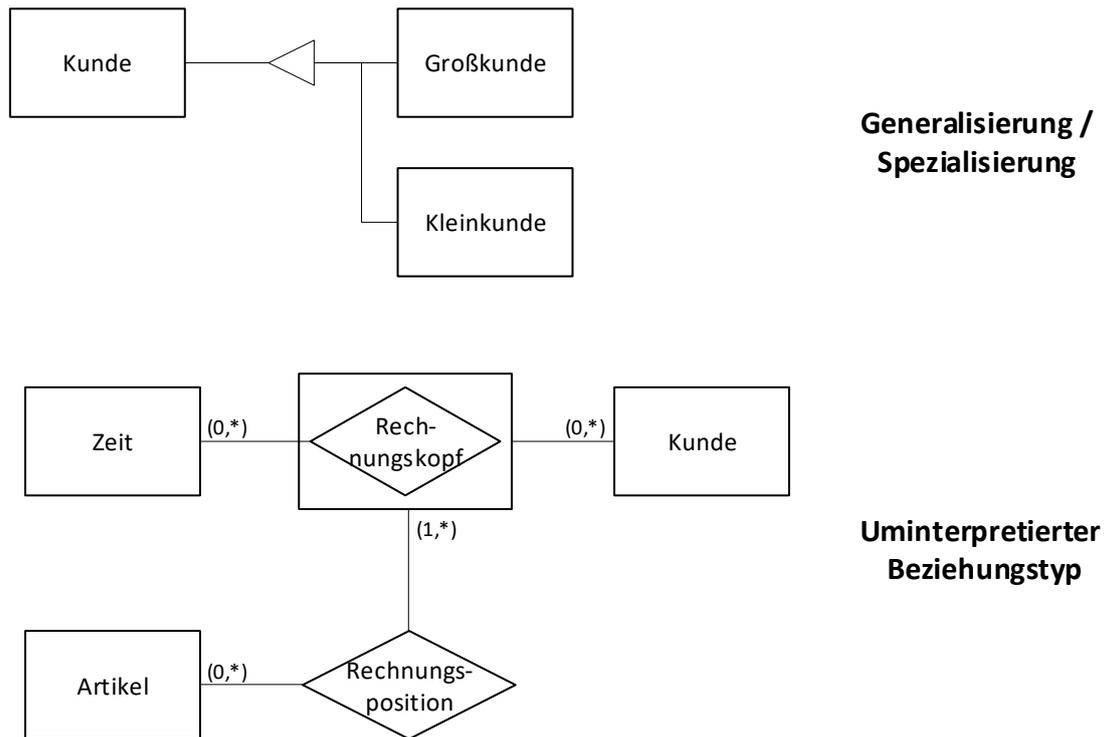


Abbildung 9: Generalisierung/Spezialisierung und Uminterpretierter Beziehungstyp (nach Becker und Schütte 2004, S.91)

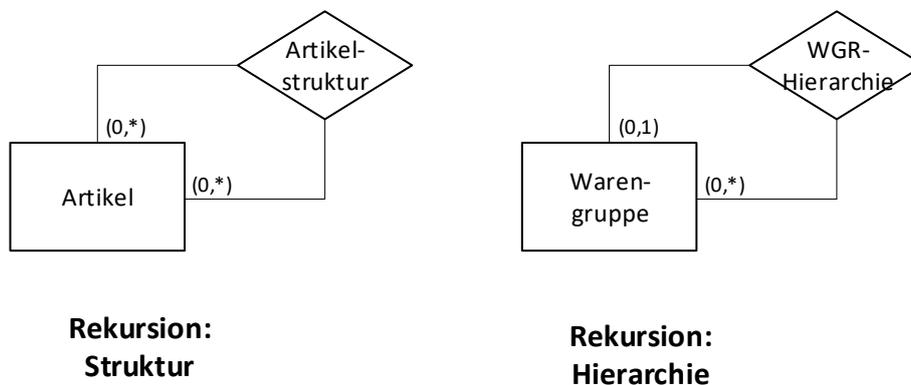


Abbildung 10: Rekursionen im ERM (nach Becker und Schütte 2004, S. 91)

Auch bei den Attributen gibt es verschiedene Ausprägungsformen. Als Beispiel sind dazu die mehrwertigen und die zusammengesetzten Attribute zu nennen. Ein mehrwertiges Attribut kann, im Gegensatz zu den normalen Attributen, auch mehrere Werte annehmen und wird mit einem doppelten Kreis dargestellt. Das zusammengesetzte Attribut besteht dagegen aus mehreren Attributen, die zusammengeführt werden (vgl. Staud 2005). Dargestellt wird dies mit einer Verschachtelung von Attributskreisen. Beide Formen sind in **Abbildung 11** dargestellt.

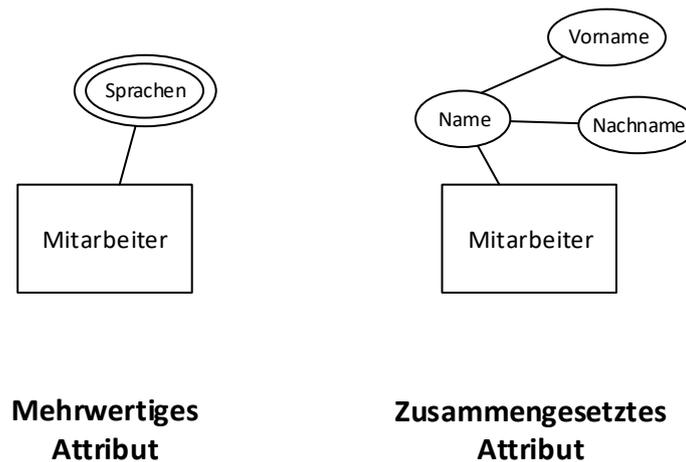


Abbildung 11: Mehrwertige und zusammengesetzte Attribute im ERM (nach Staud 2005, S. 135f)

Es gibt noch einige weitere Ergänzungen zum ERM, die aber für diese Arbeit keine Relevanz besitzen. Mit dem vorgestellten Instrumentarium ist es bereits möglich, komplexe Datenstrukturen abzubilden.

2.4.2 UML-Klassendiagramm

Neben dem Entity-Relationship Modell nach Chen gibt es einige weitere Notationen, mit denen sich ein Datenmodell darstellen lässt. Eine der populärsten alternativen Darstellungsformen ist das UML Klassendiagramm. Wie bereits aufgezeigt wurde, handelt es sich bei der *Unified Modeling Language* (UML) um eine Sammlung verschiedener Diagrammtypen, die die Abbildung diverser Strukturen und Abläufe ermöglicht. Gegründet wurde die UML 1989 von der *Object Management Group* (OMG), einem Gremium, welches die Sprache pflegt und weiterentwickelt und dabei auch aus allen relevanten Marktvertretern besteht (zum Beispiel *IBM*, *Hewlett-Packard*, *Oracle* oder *Microsoft*) (vgl. Rupp et al. 2012). Bei der Erstellung dieser Arbeit befand sich UML in der Version 2.5.1 (vgl. OMG 2017). Neben einigen Strukturdiagrammen gibt es auch Verhaltensdiagramme, die Prozesse und Interaktionen abbilden können. Im Anwendungsbereich der Datenmodelle und deren Erstellung ist allerdings nur das Klassendiagramm von Bedeutung und wird nun an Hand der Dokumentation der OMG kurz porträtiert (vgl. OMG 2017):

Vom grundlegenden Aufbau ähnelt das Klassendiagramm dem ERM. Die namensgebenden Klassen spezifizieren eine Gruppe von Objekten und definieren die Struktur und das Verhalten dieser Objekte. Dargestellt wird eine Klasse durch ein Rechteck mit mehreren Zeilen. In der ersten Zeile steht der Name der Klasse, darunter befindet sich die Auflistung der Attribute und in der letzten Zeile werden die Operationen einer Klasse aufgelistet. Sowohl die Operationen als auch die Attribute lassen sich je nach gewünschten Detailgrad des Modells weglassen, diese unterschiedlichen Formen der Darstellung sind in **Abbildung 12** aufgezeigt.

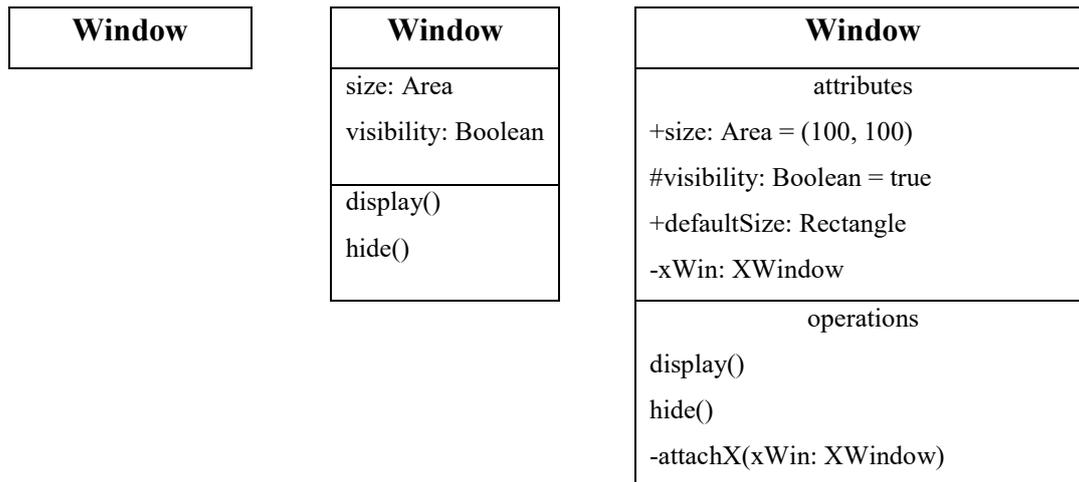


Abbildung 12: Unterschiedlicher Detailgrad zur Darstellung einer Klasse in UML (nach OMG 2017, S. 196)

Um die Beziehungen zwischen mehreren Klassen zu beschreiben, werden Assoziationen zwischen den jeweiligen Klassen gebildet. Dazu werden die Klassen mit Kanten verbunden. Der Detailgrad der Assoziation lässt sich dabei auch hier nach Bedarf anpassen. In simplen Modellen reicht eine Kante als beschreibende Assoziation sogar schon aus. Erweitern lässt sich diese allerdings ebenfalls mit Kardinalitäten, im UML Kosmos auch Multiplizitäten genannt. Sehr ähnlich wie die Min-Max-Notation im ERM wird auch im Klassendiagramm die Dimension der Beziehung definiert, allerdings ist die Leserichtung leicht unterschiedlich. Zudem kann sowohl eine einzelne Zahl als auch ein Zahlenbereich angegeben werden. Weiterhin lässt sich eine Assoziation auch durch einen Assoziationsnamen näher erläutern, dabei wird die Verbindung der zwei Klassen durch eine möglichst treffende Wortwahl genauer definiert. Am Beispiel der **Abbildung 13** werden die Assoziationen demonstriert:

- Ein Mitarbeiter besetzt genau eine Stelle, diese Stelle kann aber von vielen Mitarbeitern besetzt werden
- Ein Mitarbeiter führt keine bis beliebig viele Aufträge durch, währenddessen ein Auftrag von mindestens einem bis beliebig vielen Mitarbeitern durchgeführt wird
- Ein Gabelstapler fährt auf mindestens drei bis maximal vier Rädern, während das Rad immer genau einem Gabelstapler zugeordnet wird

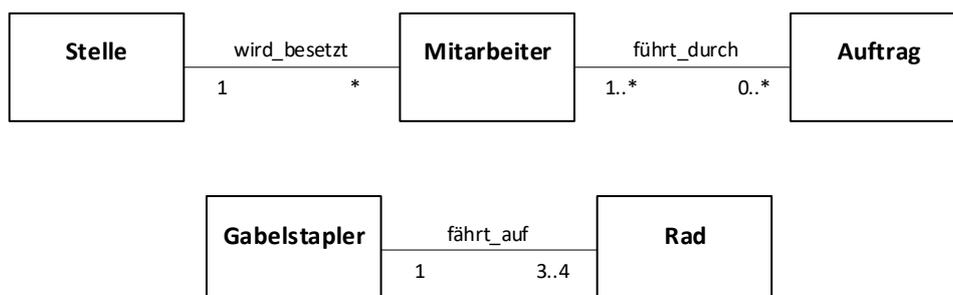


Abbildung 13: Darstellung der Multiplizitätsangaben in UML (nach Czuchra 2010, S. 70)

Analog zum ERM gibt es auch beim Klassendiagramm die Option, ein Element sowohl als Assoziation als auch als Klasse abzubilden. Die sogenannte Assoziationsklasse definiert dabei die Beziehung der beiden Klassen ausführlicher als eine simple Assoziation. Zeitgleich besitzt die Assoziationsklasse eigene Attribute und Operationen, welche in keine der anderen Klassen treffenderweise reingepasst hätten (vgl. Czuchra 2010). Optisch dargestellt wird diese besondere Beziehung durch ein weiteres Klassensymbol, welches allerdings mit einer gestrichelten Kante an die Assoziation der zwei Klassen verbunden wird (vgl. **Abbildung 14**). Eine weitere Option, Assoziationen näher zu definieren, liefern die sogenannten Assoziationsmerkmale. Dabei wird direkt an die Assoziation eine gewünschte Eigenschaft in geschweiften Klammern definiert. Beispielsweise drückt *{ordered}* aus, dass ein Attribut in einer geordneten Liste angelegt werden soll (vgl. Rumpe 2011). Alternativ lässt sich auch der Zugriff beschränken mit *{readOnly}*, welches nur einen Lesezugriff erlaubt und Änderung der Attribute durch andere Klassen ausschließt (vgl. OMG 2017).

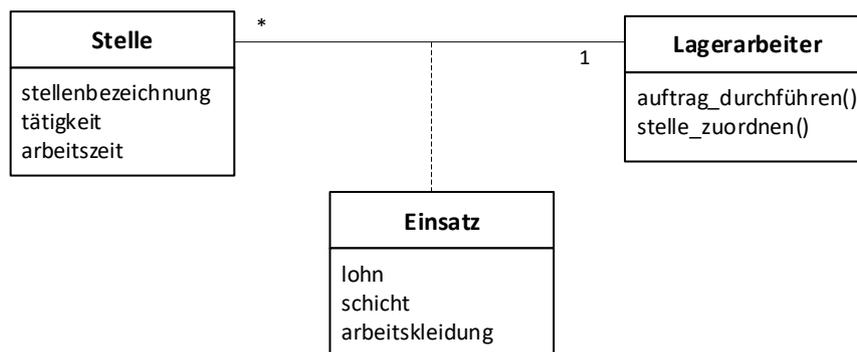


Abbildung 14: Beispiel einer Assoziationsklasse (nach Czuchra 2010, S. 72)

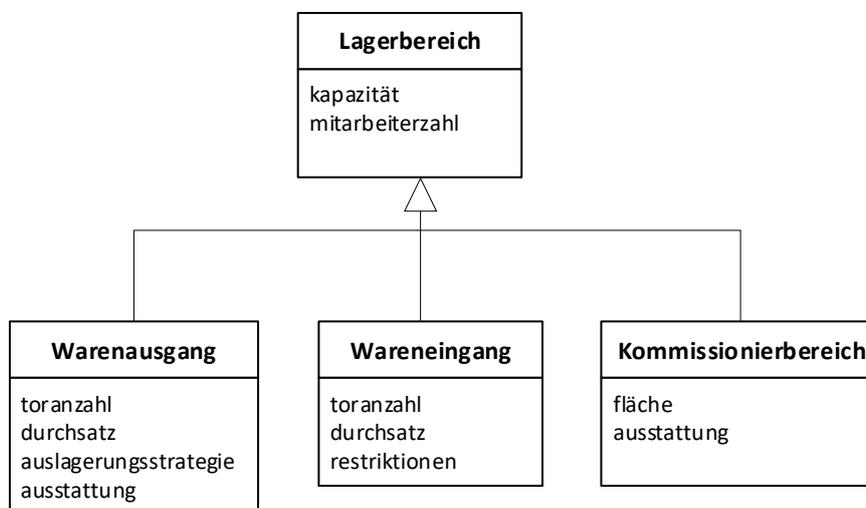


Abbildung 15: Darstellung einer Generalisierung in UML (nach Czuchra 2010, S. 75)

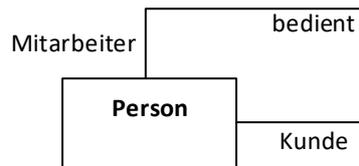


Abbildung 16: Rekursion in UML (nach Czuchra 2010, S. 71)

Die Funktion der Generalisierung und damit die Bildung von Super- und Subtypen ist vergleichbar mit der im ERM. Hierzu werden die Subtypen durch Kanten mit dem Supertypen verbunden, wobei die Generalisierung mit einem transparenten Pfeil symbolisiert wird (vgl. **Abbildung 15**). Auch hier erben die Subtypen die Eigenschaften des Supertypen (vgl. OMG 2017). Ebenso verhält es sich beim Abbilden einer Rekursion: Hierbei wird eine Assoziation mit ein und derselben Klasse gebildet. Durch die Beschreibung der Assoziation wird die Beziehung von zwei Objekten der gleichen Klasse genauer definiert (vgl. **Abbildung 16**).

Im Gegensatz zum ERM ist es beim UML Klassendiagramm möglich, bei den Attributen und den Operationen die Sichtbarkeit zu definieren. Die Sichtbarkeit sagt aus, ob andere Klassen auf die Attribute zugreifen können und ob diese vererbt werden. Ein vorangestelltes Pluszeichen (+) definiert ein Attribut oder eine Operation als *public*. Mit dieser Einstellung können alle anderen Klassen das Attribut oder die Operation sehen und es wird auch an alle Subklassen vererbt. Wird nun hingegen ein Minuszeichen (-) als Präfix genutzt, so ist das Attribut oder die Operation als *private* deklariert. Dadurch können nur Objekte der eigenen Klasse darauf zugreifen und es verändern, zudem wird es nicht an potentielle Subklassen vererbt. Das Rautezeichen (#) hingegen definiert eine Operation oder ein Attribut als *protected*. In diesem Fall können wie bei *private* nur Objekte der eigenen Klasse darauf zugreifen, allerdings wird es im Falle der Vererbung auch von Subklassen vererbt. Die vierte und letzte Variante ist das Voranstellen einer Tilde (~), welches ein Attribut oder eine Operation als *package* kennzeichnet. Dies bedeutet, dass alle Klassen eines Pakets darauf Zugriff besitzen, wobei ein Paket eine vorher definierte Menge von Klassen ist (vgl. OMG 2017).

Diese Zusammenfassung des UML Klassendiagramms stellt nicht den kompletten Funktionsumfang dar, aber bildet die wichtigsten Merkmale ab, die für diese Ausarbeitung relevant sind. Durch die Vielzahl der Diagramme der UML sind hohe Darstellungsoptionen vorhanden, die allerdings nicht alle notwendig sind für die Darstellung von Datenmodellen.

2.4.3 Wahl der Modellierungsmethode

Da es ungünstig erscheint, einen Modellierungsprozess mit mehreren Notationen durchzuführen, wird nun eine Darstellung für die weitere Ausarbeitung gewählt. Die Unterschiede zwischen dem Entity-Relationship-Modell nach Chen und den UML Klassendiagramm sind begrenzt, mit beiden Varianten lassen sich vergleichbare konzeptionelle Datenmodelle darstellen. Präferenz der einen Methode gegenüber der anderen ist daher oft auch subjektiv motiviert. Einige Autoren sehen allerdings in den UML Klassendiagrammen die bessere Wahl, da mit ihnen mehr Optionen zur Darstellung zur Verfügung stehen würden und sie übersichtlicher erscheinen (vgl. Spitta und Bick 2008). Andere hingegen verweisen, auf Hinblick zum Einsatz in einer Datenbank, auf die Nähe des ERM zum dafür notwendigen relationalen Modell (vgl. Balzert 2009). Da die Umsetzung in eine Datenbank unter anderem eine Motivation des hier zu erstellenden Referenzdatenmodells ist und der Autor in der Ausbildung durch das ERM geprägt wurde, werden die weiteren Ausführungen zum Referenzdatenmodell daher mit dem ERM dargestellt. Zeitgleich wird darauf hingewiesen, dass heutzutage diverse Softwarelösungen auf dem Markt erhältlich sind, die automatisch die jeweilige Darstellungsvariante in die andere übersetzen können (zum Beispiel „*Visual Paradigm*“). Im Vordergrund der Entwicklung des Referenzdatenmodells sollen allerdings die Ideen der Datenstrukturierung stehen und nicht, wie diese dargestellt werden.

Weiterhin muss bei der Entwicklung des Referenzdatenmodells die Modellierungsperspektive gewählt werden. Bei der Perspektive der Modellierung gibt es gemeinhin zwei verschiedene Ansätze: Den Top-Down- und den Bottom-Up-Ansatz. Bei dem Top-Down-Prinzip wird mit einem Grobentwurf des Gesamten begonnen, welcher dann sukzessive durch Feinheiten und Details ergänzt wird. Unter Bottom-Up ist hingegen zu verstehen, dass mit kleineren Teilbereichen, teilweise auch parallel, begonnen wird, bevor sie zum Ende hin zum gesamten Modell zusammengesetzt werden (vgl. Reinhart 1995). In beiden Varianten ist der Arbeitsablauf immer ein iterativer, der viele Male wiederholt wird, bis sich einem Endergebnis angenähert wird. Dabei werden erreichte Ergebnisse teilweise komplett verworfen und neu begonnen oder es wird auf ihrer Grundlage weiter modelliert (Batini et al. 1992). Das Referenzdatenmodell in dieser Ausarbeitung wird mit dem Top-Down-Ansatz entwickelt. Die genaue Vorgehensweise dazu wird in Kapitel 4 dargestellt.

3 Handelslogistik

In diesem Kapitel werden die hier notwendigen theoretischen Hintergründe der Logistik dargestellt. Dazu wird es einen kurzen Einstieg ins Thema Logistik geben, bevor dann der Großhandel und Logistiknetzwerke vorgestellt werden. Anschließend wird der Werkstoffhandel näher erläutert und es wird aufgezeigt, welche Daten in einem Logistiknetzwerk des Werkstoffhandels vorkommen. Diese Ausarbeitung stellt dann die Grundlage für die Erstellung des Referenzdatenmodells.

3.1 Logistik und Großhandel

Für den Begriff der Logistik gibt es viele verschiedene Auslegungen und genauere Definitionen. Es lässt sich dabei zusammenfassen, dass unter Logistik die „Raumüberbrückung (Transport), Zeitüberbrückung (Lagerung) und Veränderung der Anordnung (Kommissionierung)“ (Arnold et al. 2008, S.3) von Objekten zu verstehen ist. Alle dazugehörigen Tätigkeiten und Prozesse, sei es das Be- und Entladen von Transportfahrzeugen oder das Ein- und Auslagern von Gütern, werden als logistische Prozesse verstanden (vgl. Arnold et al. 2008). Ein in der Literatur weit verbreiteter Ansatz ist der der flussorientierten Definition von Logistik, wie ihn beispielsweise die amerikanische Logistikgesellschaft *Council of Supply Chain Management Professionals* (CSCMP) verwendet. Dieser sagt aus, dass die Logistik verantwortlich ist für die Prozesse der Planung, Umsetzung und Kontrolle vom effizienten und effektiven Transport und Lagerung von Gütern, beginnend vom Ursprung bis hin zur Auslieferung beim Kunden (vgl. CSCMP 2013). Damit begleitet die Logistik den gesamten Fluss von Objekten und Gütern von ihrem Ursprung bis zu ihren finalen Einsatzort, hier die Auslieferung beim Kunden. Pfohl definiert die Anforderungen an Logistik dabei mit seinen sogenannten „vier R“ und geht zudem genauer auf die Bedeutung der Effizienz ein:

„Die Logistik hat dafür zu sorgen, dass ein Empfangspunkt gemäß seines Bedarfs von einem Lieferpunkt mit dem *richtigen Produkt* (in Menge und Sorte), im *richtigen Zustand*, zur *richtigen Zeit*, am *richtigen Ort* zu den dafür minimalen Kosten versorgt wird.“ (Pfohl 2018, S. 12)

Durch diese Darstellung des flussorientierten Definitionsansatz von Logistik wird deutlich, dass dieser sehr nah an den Abläufen von Handelsunternehmen liegt, da für diese die Einhaltung der „vier R“ nach Pfohl das Kerngeschäft ausmacht. Daher bildet die flussorientierte Definition von Logistik die Grundlage für die weitere Ausarbeitung. Dabei liegt der Fokus nicht auf produzierende Industrien, sondern auf dem Großhandel. Handelsunternehmen im Allgemeinen nutzen die Grundfunktionen der Logistik als ihr elementares Geschäftsprinzip, der Raum- und Zeitüberbrückung von Gütern. Es ist an dieser Stelle erforderlich, den Großhandel vom Einzelhandel abzugrenzen. Dabei werden in der Literatur zumeist zwei Kriterien herangezogen. Das erste Kriterium ist die Abnahmemenge: Für Großhandelsbetriebe ist diese deutlich höher als im Einzelhandel. Die Mengen seien dabei so hoch, dass diese „die für Familienhaushalte übliche Bedarfsdeckung wesentlich übersteigen“ (Seyfert 1972, S.

131). Diese Aussage mag zwar in vielen Fällen stimmen, wird in der Fachliteratur aber mittlerweile kritisch gesehen: Es gibt einige Güter, bei denen gewerbliche Abnehmer vergleichbare Mengen wie Privatkäufer erwerben. Aus diesem Grund wird die Abnahmemenge oft nur noch als Indikator für einen Großhandel angesehen (vgl. Zentes et al. 2007). Das zweite und zudem ausschlaggebendere Kriterium ist der Kundenkreis. So wird der Großhandel nach Zentes et al. (2007) dadurch definiert, dass er seine Waren in erster Linie an gewerbliche Abnehmer verkauft, währenddessen der Einzelhandel primär den Endverbraucher beliefert. Als gewerbliche Abnehmer gelten im Allgemeinen Wiederverkäufer (Groß- und Einzelhandelsbetriebe), gewerbliche Nutzer bzw. Weiterverarbeiter (Industrie- und Handwerksbetriebe) sowie Großverbraucher (Hotellerie, Gastronomie, Heime, usw.). In der heutigen Handelswelt gibt es auch umgekehrte Fälle: So beliefern Großhändler durchaus auch private Verbraucher in Cash & Carry-Märkten (z.B. Metro) und der Einzelhandel verkauft seine Waren an gewerbliche Abnehmer. Diese Ausnahmen werden hier aber nicht näher betrachtet. Stattdessen wird die Definition des Statistischen Bundesamts das Fundament für den hier behandelten Großhandel darstellen:

„Großhandel (ohne Kraftfahrzeughandel) betreibt, wer Handelswaren in eigenem Namen für eigene Rechnung oder für fremde Rechnung (Kommissionshandel) überwiegend an andere Abnehmer als private Haushalte (z.B. gewerbliche Betriebe, Einzelhändler) absetzt.“
(Statistisches Bundesamt 2018)

Nachdem der Groß- vom Einzelhandel abgegrenzt ist, lässt sich noch eine weitere Unterteilung vornehmen. Diese bezieht sich auf die gehandelten Güter und unterscheidet dabei in einem Produktionsverbindungshandel und einem Konsumgüterhandel (vgl. Ausschuss für Definitionen zu Handel und Distribution 2006). Während der Konsumgüterhandel in erster Linie Großverbraucher und den Einzelhandel beliefert, versorgt der Produktionsverbindungshandel primär die Industrie und das Handwerk. Beide wiederum können auch mit einem nachgelagerten Großhandel Geschäfte treiben (vgl. Zentes et al. 2007). Da diese Arbeit den Fokus auf den Handel mit Werkstoffen legt, ist der Produktionsverbindungshandel für die weiteren Untersuchungen ausschlaggebend.

3.2 Logistiksysteme

Das Zusammenspiel und Ineinandergreifen der in Kapitel 3.1 definierten logistischen Prozesse ist das Merkmal eines Logistiksystems. In solch einem Logistiksystem wird der Ablauf und die Koordination von Bewegungs- und Lagerprozessen dargestellt. Optisch lässt sich dieses durch ein Netzwerk aus Knoten und Kanten visualisieren (vgl. Ballou 2004). Dabei werden Objekte in diesem Netzwerk entlang der Kanten bewegt, es findet eine räumliche Änderung statt. In den Knoten werden die Objekte gelagert oder gespeichert, dies repräsentiert die zeitliche Änderung. Objekte können hier nicht nur Güter, sondern auch Informationen, Energie oder Menschen sein (vgl. Pfohl 2018). Ausgehend von der Netzwerkstruktur von Logistiksystemen lassen sich einige Grundstrukturen dafür festhalten. Allgemein wird das Gut immer von einem Lieferpunkt, auch Quelle genannt, zum vorgesehenen Empfangspunkt, auch Senke genannt, transportiert. Bei den Grundstrukturen unterscheidet Pfohl (2018) zwischen

einstufigen, mehrstufigen und kombinierten Systemen, wie auch der **Abbildung 17** zu entnehmen ist: Bei einem einstufigen System handelt es sich um die primitivste Form des Güterflusses, dem direkten Fluss von der Quelle zur Senke. Bei einem mehrstufigen System ist dieser direkte Fluss unterbrochen, so dass es zu einem indirekten Güterfluss kommt. Zwischengeschaltet ist entweder ein Konzentrations- oder ein Auflösungspunkt. Bei einem Konzentrationspunkt werden aus mehreren Lieferquellen Güter gesammelt, um diese dann gemeinsam weiter zu einem Empfangspunkt zu bewegen. Beim Auflösungspunkt ist das Prinzip umgedreht: Eine Quelle liefert mehrere Güter, welche beim Auflösungspunkt aufgespalten und zu mehreren Empfangspunkten transportiert werden. Das kombinierte System vereint beide Güterflusswege in einem. Dabei muss es sich nicht zwingend um eine größere Menge nur eines bestimmten Gutes handeln (homogene Gütermenge), es sind auch verschiedene Gütergruppen möglich (heterogene Gütermenge). Der heterogene Güterfluss ist wie der homogene in allen Grundstrukturen möglich.

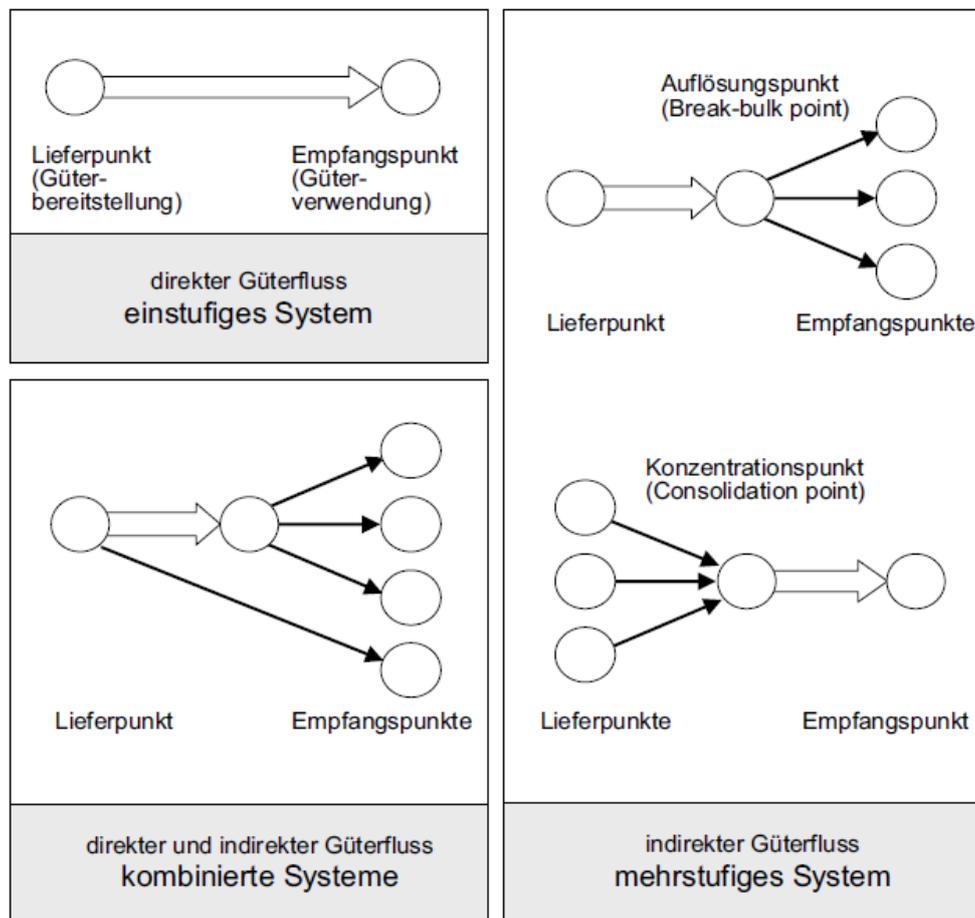


Abbildung 17: Grundstrukturen von Logistiksystemen (Pfohl 2018, S. 6)

Durch eine Kombination dieser Grundstrukturen lassen sich komplexe Logistiknetzwerke konstruieren. Als Beispiel dazu soll **Abbildung 18** dienen, in der ein dreistufiges Logistiknetzwerk abgebildet ist. Die Dimension des Netzwerkes ergibt sich durch die Anzahl der nötigen Transportwege inklusive aller Zwischenstopps von der Quelle bis zur Senke. Ohne nun genauer auf die Funktionen der einzelnen Zwischenlager einzugehen, stellt dieses Netzwerk anschaulich die Kombination von direkten, indirekten und kombinierten Güterflüssen dar. Solch ein Logistiknetzwerk entspricht vom Prinzip dem grundsätzlichen Aufbau von Betrieben des Großhandels und ist damit für die Erstellung des Referenzdatenmodells von Relevanz (vgl. Gudehus 2010).

Es werden nun kompakt die Funktionen eines Logistikzentrums erörtert, welche für die Identifizierung der Prozesse eines Handelsunternehmens wichtig sind. Ein genauer Ablauf der Vorgänge in einem Logistikzentrum ist der **Abbildung 19** zu entnehmen, während nun nur die groben Vorgänge beschrieben werden. Nach der Beschaffung vom Lieferanten kommen die bestellten Waren zuerst in der Warenannahme an, wo sie entladen und die Vollständigkeit der Lieferung überprüft wird. Im nächsten Schritt, der Bearbeitung, werden die Waren ausgezeichnet und die Qualität überprüft, zudem bei Bedarf die Lademittel gewechselt. Anschließend folgt die Hauptfunktion des Logistikzentrums, das Lagern. Der Umfang des Lagerns ist unterschiedlich und kann von einem kurzen Puffern bis zu einer Langzeitlagerung variieren. Geht nach der Annahme und Einlagerung der Waren eine Bestellung von einem Kunden ein, so wird diese Bestellung durch die Kommission vorbereitet und zusammengestellt. Es folgt das verkehrssichere Verpacken bevor es zum Versand und damit in die Warenausgabe geht (vgl. Gudehus 2010).

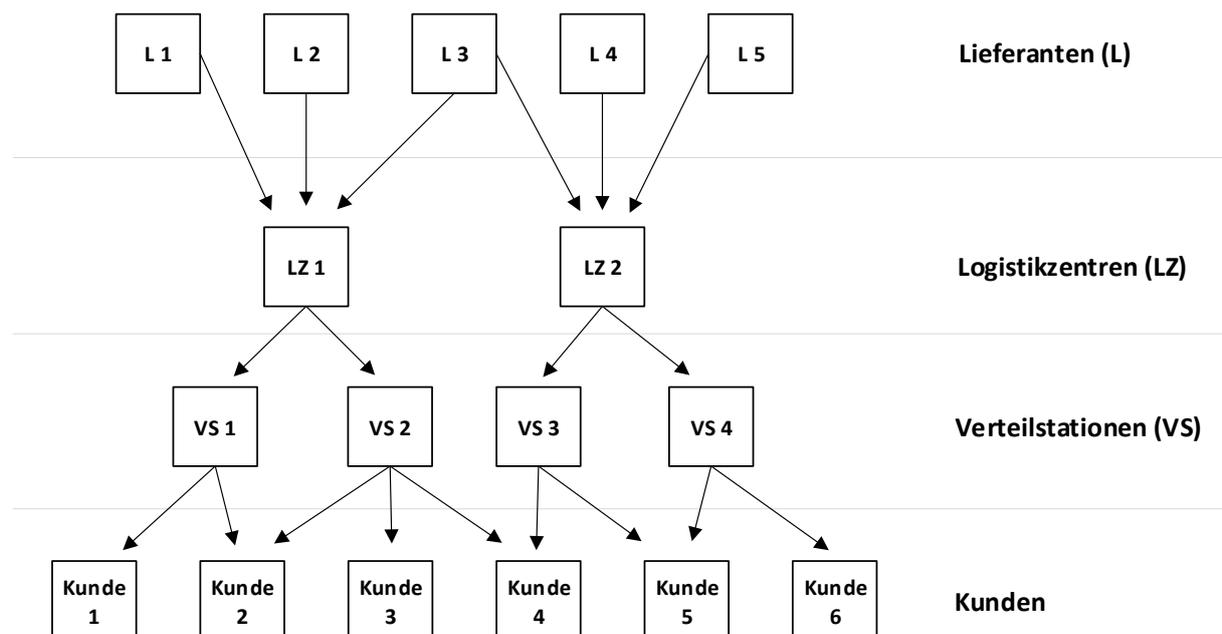


Abbildung 18: Dreistufiges Logistiknetzwerk mit Logistikzentrum und Verteilstationen (nach Gudehus 2010, S. 20)

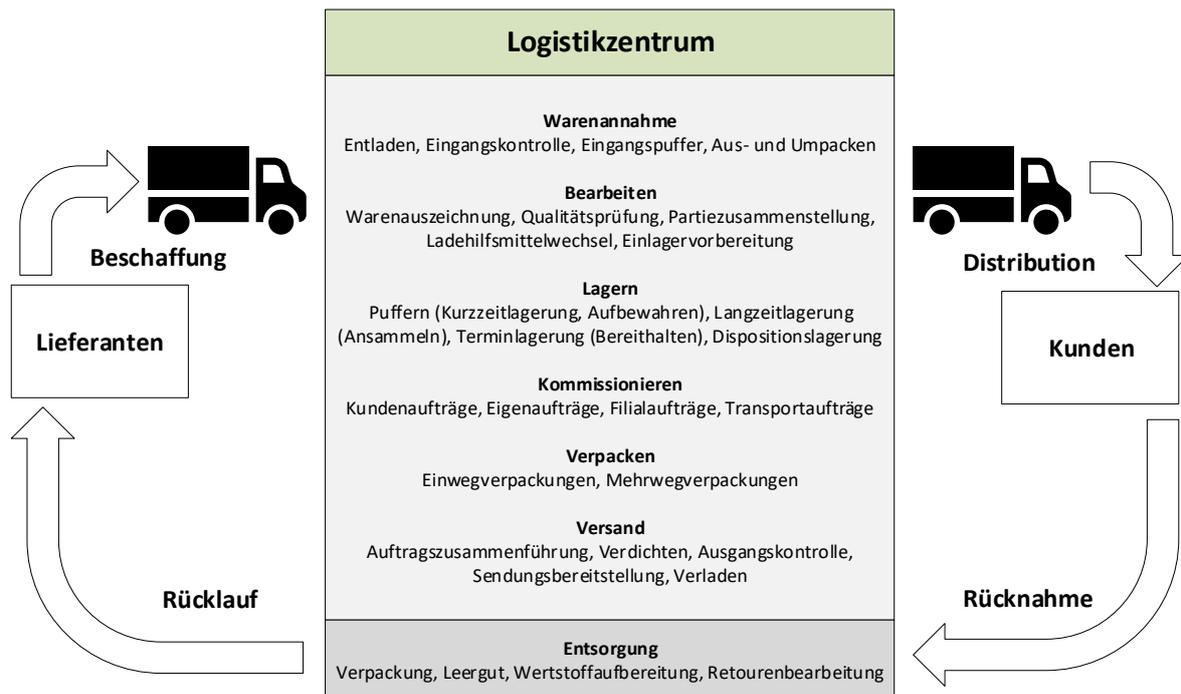


Abbildung 19: Funktionen eines Logistikzentrums (nach Gudehus 2010, S. 21)

Das Logistikzentrum nimmt im kompletten Güterfluss des Großhandels die zentrale Stelle ein und die dort ablaufenden Prozesse werden als Betriebslogistik zusammengefasst. Dem vorausgehend ist die Beschaffungslogistik, welche alle Vorgänge von der Bestellung bei einem Produzenten oder Lieferanten bis zur Lieferung meint. Der dritte und letzte Schritt nach der Beschaffung und der internen Einlagerung ist die sogenannte Distributionslogistik. In der Distribution sind alle Prozesse gebündelt, die mit der Veräußerung der Güter an die Kunden anfallen, von der Bestellannahme bis zur Auslieferung (vgl. Gudehus 2010). Die drei großen Bereiche der Unternehmenslogistik sind in **Abbildung 20** dargestellt. Die dort eingezeichneten Informationsflüsse sind erwähnenswert, vor allen da sie die Bedeutung von Daten hervorhebt. Zwischen allen Beteiligten eines Bestell- und Liefervorgangs herrscht nämlich bei den Prozessen ein Informationsaustausch. Gemeint sind dabei alle notwendigen Informationen, die während eines Bestell- und Lieferprozesses anfallen, seien es die bestellten Artikel, die Menge, das Lieferdatum oder der Lieferort:

„Der Güterfluss zwischen Liefer- und Empfangspunkt fließt nicht von allein, sondern setzt den Austausch von Informationen zwischen beiden Punkten voraus. Die Informationen lösen den Güterstrom vorausgehend aus, begleiten ihn erläuternd und folgen ihm bestätigend oder nicht bestätigend nach.“ (Pfohl 2018, S. 8)

Die Ausführung und Abwicklung eines Güterflusses sind präziser und schlichtweg besser, je mehr Informationen bekannt gegeben werden (vgl. Pfohl 2018). Beispielhaft kann sich ein Händler nur schwer darauf vorbereiten, wenn ein Lieferant dem Großhändler nur mitteilt, dass seine Lieferung zu einem unbestimmten Zeitpunkt in der Kalenderwoche 49 ankommt. Weiß er hingegen genau, dass seine Waren am Dienstag um 08:00 Uhr eintreffen, so kann er dies effektiv einplanen.

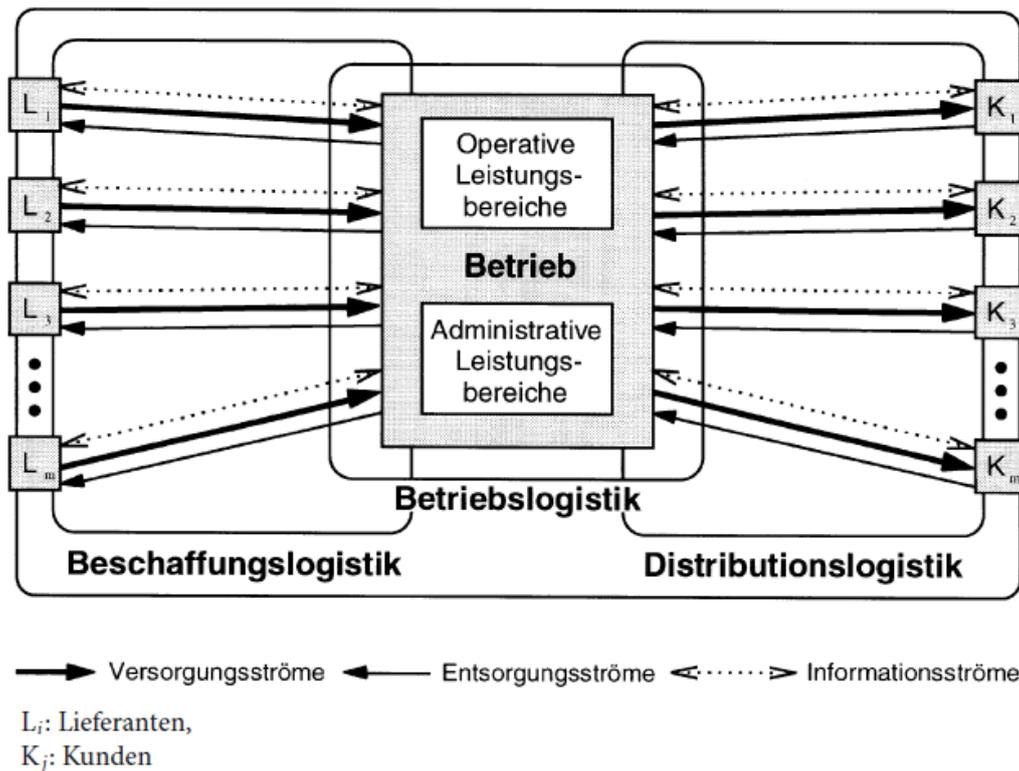


Abbildung 20: Bereiche der Unternehmenslogistik (Gudehus 2010, S. 7)

Ebenfalls zu erkennen sind Entsorgungströme, die entgegengesetzt zu den Versorgungsströmen fließen. Damit gemeint sind Rückläufer der Lieferung, wie beispielsweise anfallender Müll, Verpackung oder Ladehilfsmittel (vgl. auch **Abbildung 19**, Punkt „Entsorgung“). Remmert (2001) bezeichnet diese Ströme in seiner Ausarbeitung als Retrologistik.

Die Grundlage für den Datenfluss und der anschließenden Speicherung und effektiven Nutzung der Informationen in verschiedensten Formen sind dabei Datenmodelle. Diese bilden für das Unternehmen die Grundstruktur, um beispielsweise Datenbanken für eine informationstechnische Verarbeitung aufzubauen. Gleichzeitig liefert ein Datenmodell eine solide Basis, um zum Beispiel den Entwicklungsaufwand von benötigter Unternehmenssoftware für die Planung und Steuerung eines Logistikzentrums zu reduzieren. Weitere Vorteile eines Datenmodells wurden bereits in 2.1 vorgestellt.

3.3 Datenmodelle in Logistiknetzwerken

Wie in Kapitel 2 bereits erläutert wurde, ist ein Modell ein vereinfacht dargestellter Ausschnitt aus der Realität. Mit diesem Grundgedanken im Hintergrund lässt sich auch ein Datenmodell für Logistiknetzwerke ableiten. Im ersten Schritt werden die Objekte identifiziert werden, die für das Datenmodell elementar sind, die sogenannten Kernentitäten (vgl. Steiner 2017). An Hand der Beschaffungslogistik wird dies vereinfacht in **Abbildung 21** dargestellt, wobei die Entsorgungsströme nicht beachtet werden.

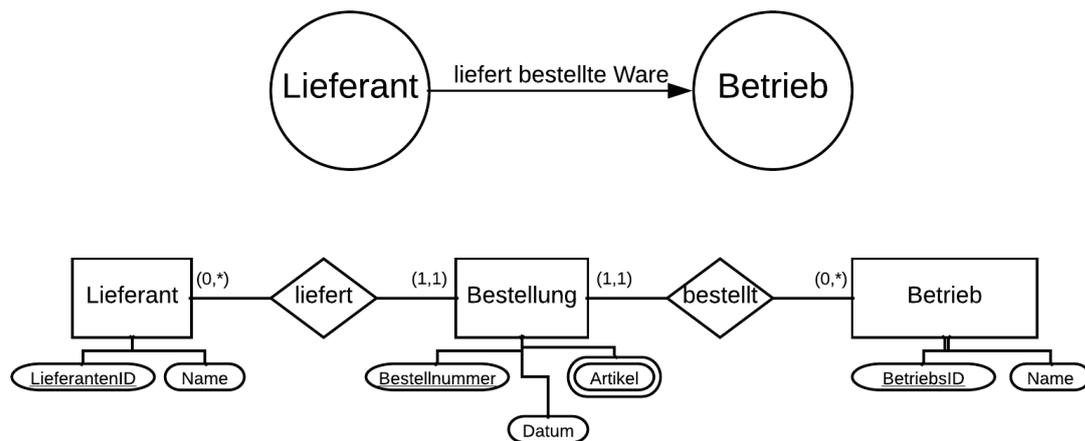


Abbildung 21: Beispiel zur Abbildung logistischer Prozesse in einem ERM

Im oberen Teil des Bildes ist eine simplifizierte Beziehung zwischen einem Lieferanten und einem Betrieb dargestellt. Dabei liefert der Lieferant bestellte Ware an den Betrieb. Derselbe Sachverhalt ist direkt darunter als Entity-Relationship-Modell visualisiert. Aus der Beschaffungslogistik wurden die drei Entitäten „Lieferant“, „Betrieb“ und „Bestellung“ identifiziert und zueinander in Beziehung gesetzt: Der Lieferant liefert null bis beliebig viele Bestellungen und der Betrieb bestellt analog null bis beliebig viele Bestellungen. Die Entität „Bestellung“ wird dabei immer genau einem Betrieb und einem Lieferanten zugeordnet. Dieses Beispiel ist ein kleines Datenmodell, welches die Bestellungen eines Betriebes bei Lieferanten abbildet. Mit dieser Grundlage lässt sich nun eine Datenbank bilden, in der sich alle Bestellvorgänge ablesen lassen. Die dabei abgespeicherten weiteren Informationen sind abhängig von den Attributen der Entitäten. In diesem Fall sind es die Lieferanten ID, der Name des Lieferanten, die Betriebs ID, der Name des Betriebes, die Bestellnummer, das Bestelldatum und die bestellten Artikel. Die doppelte Umrandung beim Attribut „Artikel“ besagt, dass es sich um ein mehrwertiges Attribut handelt. Solche Modelle lassen sich in vielen verschiedenen Formen anlegen, je nachdem welche Daten und Vorgänge genau abgebildet werden sollen. Bei einem Referenzdatenmodell ist es daher vom Vorteil, möglichst viele relevante Daten mit einzubeziehen, so dass ein relativ breites Spektrum abgebildet wird und Modellnutzer mit wenig Aufwand ein eigenes unternehmensspezifisches Modell davon ableiten können.

Dieser kleine Ausschnitt aus einem Logistiknetzwerk zeigt das grobe Vorgehen bei der Modellierung. Im Rahmen dieser Arbeit soll ein Referenzdatenmodell für alle Abläufe eines Großhandelsunternehmens entworfen werden. Um herauszufinden, welche weiteren Entitäten in diesem Umfeld wichtig sind, besteht die Möglichkeit, sich die geläufigen Prozesse im Handelsbetrieb anzuschauen. Mit den Prozessen als Vorlage lassen sich dann die Entitäten extrahieren und in Beziehung zueinander setzen.

Um ein Fundament für die Entitäten und Prozesse in einem Handelsbetrieb zu haben, wird in dieser Ausarbeitung das Handels-H-Modell als solches genutzt werden. Beim Handels-H-Modell handelt es

sich um ein Referenzmodell von Becker und Schütte, welches den allgemeinen Aufbau von Handelsbetrieben wiedergibt und so die Modellierung von sogenannten Handelsinformationssystemen unterstützt (vgl. Becker und Schütte 2004). Wie in **Abbildung 22** zu erkennen ist, ist das Modell in drei Bereiche aufgeteilt: In ein Fundament, in ein „H“ und in ein Dach. Im Fundament sind betriebswissenschaftliche-administrative Aufgabe und Prozesse vereint, im „H“ ist das Kerngeschäft eines Unternehmens strukturiert dargestellt und im Dach ist die Managementebene visualisiert (EIS = executive information systems). Zudem besteht das Modell aus drei Beschreibungssichten: Funktionen, Daten und Prozesse. Die Datenebene ist für diese Ausarbeitung die elementarste, weshalb auf die Prozesse im speziellen nicht näher eingegangen wird. Ebenfalls von größerer Wichtigkeit ist der mittlere „H“-Teil des Modells, der nochmal selbst in zwei Bereiche aufgeteilt ist: Links sind die Tätigkeiten und Prozesse der Beschaffung aufgeführt, während rechts analog die der Distribution zu finden sind. Das Bindeglied zwischen diesen beiden Aufgabenbereichen stellt das Lager dar. Eines der Merkmale des Modells ist die Strukturanalogie der Funktionsbereiche. In den jeweiligen Säulen im „H“ sind die vom Funktionsumfang verwandten Bereiche der Beschaffung und der Distribution auf einer Höhe angeordnet. Beispielsweise steht der Disposition der Verkauf gegenüber oder dem Wareneingang der Wareneingang. Alles in allen stellt das Handels-H-Modell „vor allem für das Lagergeschäft mit den klassischen Handelsfunktionen Beschaffen-Lagern-Distribuierten einen Ordnungsrahmen“ (Becker und Schütte 2004, S. 47) und ist somit eine passende Ausgangsbasis für die Erstellung eines Referenzdatenmodells.

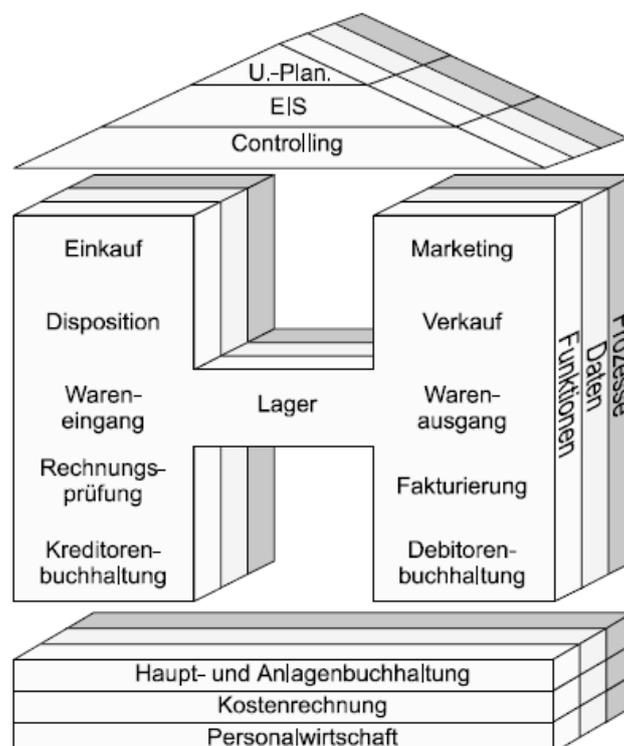


Abbildung 22: Das Handels-H-Modell von Becker und Schütte (2004, S. 43)

Wie bereits erörtert wurde, stellt das Handels-H-Modell die Architektur von Handelsinformationssystemen (HIS) dar. Ein HIS ist das komplette System, welches alle Bereiche eines Unternehmens mit den notwendigen Daten und Prozesse abbildet. Aufteilen lassen sich die passenden Softwarelösungen dann in die zusammengehörigen Bereiche, wie sich beispielsweise **Abbildung 23** entnehmen lässt (vgl. Becker und Schütte 2004). Wird nun allerdings das „H“ losgelöst betrachtet, so handelt es sich dabei um ein sogenanntes Warenwirtschaftssystem, welches als wichtigstes Anwendungssystem im Handel bezeichnet wird (vgl. Hertel 1997). Daraus ableitend ist das Warenwirtschaftssystem von elementarer Bedeutung für die wirtschaftliche Performance eines Handelsbetriebes. Diesen Umstand fasst Tietz gar zusammen mit den Worten „Information schlägt Ware“ (Tietz 1992, S. 48). Die Kernfunktionalität des Warenwirtschaftssystems ist die „Erfassung der in das Handelssystem ein- und ausgehenden Güterströme sowie der innerhalb des Systems auftretenden Änderungen von Bestands- und Bewegungsdaten“ (Remmert 2001, S. 102). Daher ist die Basis für ein funktionierendes und effektives Warenwirtschaftssystem ein sauber strukturiertes Datenmodell.

Der grundlegende Aufbau eines Großhandelsunternehmens wird nun an Hand des Handels-H-Modells im weiteren Verlauf abgebildet, wobei in erster Linie das Warenwirtschaftssystem im Mittelpunkt steht. Dabei wird es allerdings etwas angepasst und einige vorerst unrelevante Bausteine werden ausgelassen.

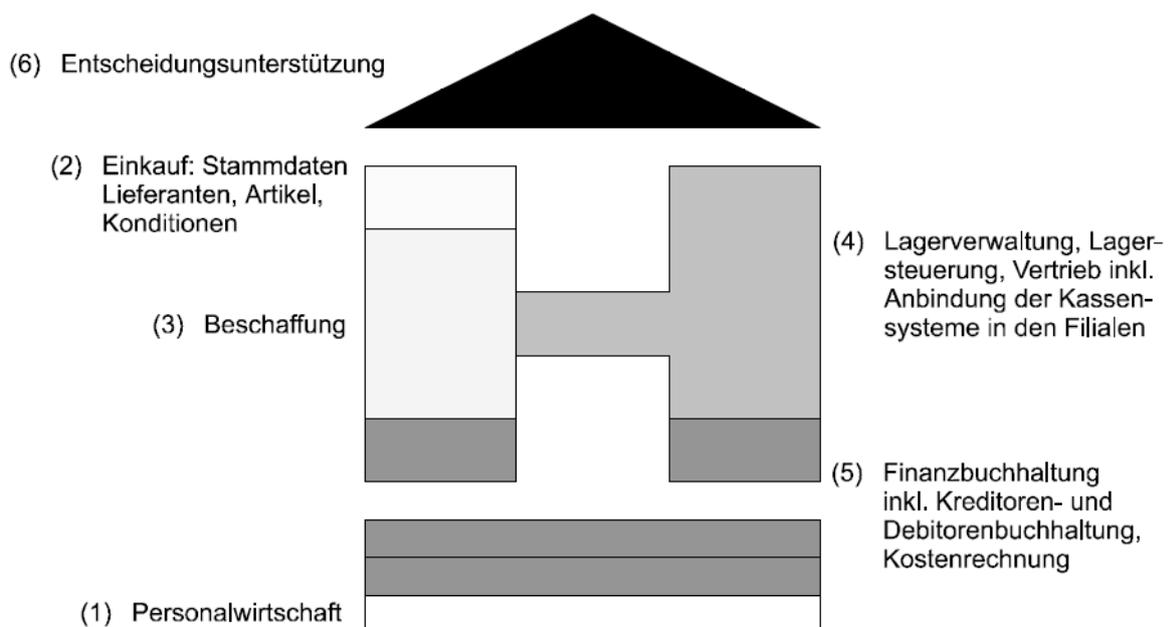


Abbildung 23: Exemplarische Vorgehensweise bei der Einführung einer Standardsoftware (Becker und Schütte 2004, S. 188)

3.4 Werkstoffhandel

Im Fokus dieser Ausarbeitung stehen Großhandelsunternehmen des Werkstoffhandels und nachdem der Großhandel im Allgemeinen bereits definiert wurde, folgt nun eine Charakterisierung des Werkstoffhandels. Die Ausgangsfrage dafür lautet: Was sind Werkstoffe? Eine recht allgemeine aber dennoch aussagefähige Definition liefert der Duden, der die Bedeutung von einem Werkstoff als „Substanz, [Roh]material, aus dem etwas hergestellt werden soll“ (Duden 2018) beschreibt. Als Synonyme werden zudem „Ausgangsmaterial“ und „Grundstoff“ aufgeführt. Demnach handelt es sich um Materialien und Rohstoffe, die beispielsweise in den verarbeitenden Industrien benötigt werden. Ebenfalls zu Werkstoffen gehören sogenannte Halbzeuge, bei denen es sich schon um verarbeitete Rohmaterialien handelt, beispielsweise Rohre oder Bleche. Unterschieden wird zudem zwischen natürlichen (beispielsweise Holz, Stein oder Naturfasern) und künstlichen Werkstoffen, welche erst vom Menschen hergestellt werden (vgl. Hornbogen 2017). Auf weitere Spezialisierungen wird nun erstmal verzichtet und der Werkstoffhandel wird im Allgemeinen behandelt. Die in dieser Arbeit wichtigen Aspekte in der Logistik mit Werkstoffen liegen lediglich bei den Transport- und Lagerbedingungen, welche wiederum von den Werkstoffeigenschaften bestimmt werden. Daher soll das Datenmodell so gestaltet werden, dass auch alle Werkstoffe mitberücksichtigt werden.

Der Werkstoffhandel durch Großhandelsunternehmen ist in Deutschland ein großer und wichtiger Industriezweig. In der Jahresstatistik 2016 weist das Statistische Bundesamt insgesamt 144.145 Unternehmen dem kompletten Großhandel zu (ausgeschlossen Handel mit Kraftfahrzeugen). Dem Diagramm in **Abbildung 24** ist dabei die Verteilung der jeweiligen Handelspositionen zu entnehmen, wobei die Unternehmen der Handelsvermittlung aus der Gesamtsumme ausgeschlossen wurden. Unter sonstigen Großhandel fasst das Statistische Bundesamt dabei folgende Güter zusammen (vgl. Statistisches Bundesamt 2008):

Großhandel mit...

- festen Brennstoffen und Mineralölerzeugnissen
- Erzen, Metallen und Metallhalbzeug
- Holz, Baustoffen, Anstrichmitteln und Sanitärkeramik
- Metall- und Kunststoffwaren für Bauzwecke sowie Installationsbedarf für Gas, Wasser und Heizung
- Chemische Erzeugnisse
- Sonstige Halbwaren
- Altmaterialien und Reststoffe

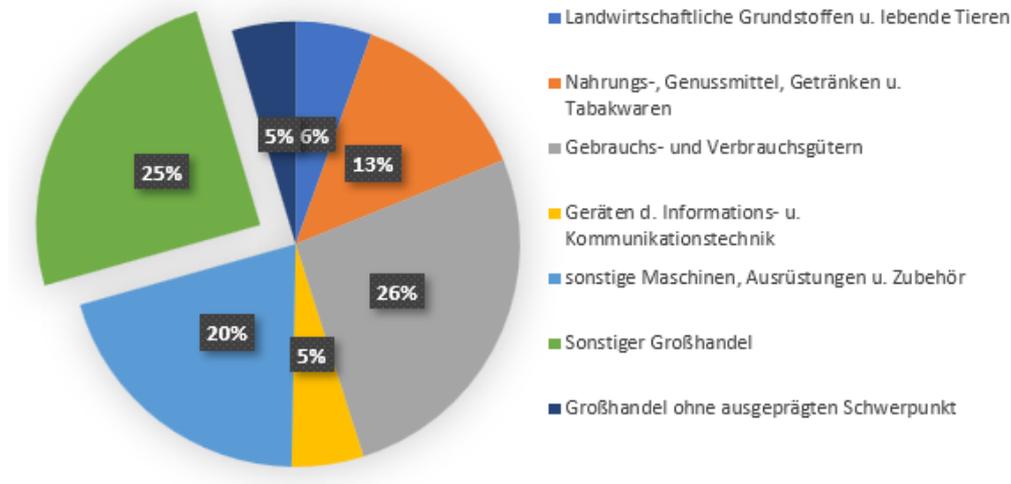


Abbildung 24: Anzahl der Unternehmen in Branchen des Großhandels in Prozent, Daten für das Jahr 2016 (Statistisches Bundesamt 2018)

Umsatz der Branchen des Großhandels in Millionen Euro

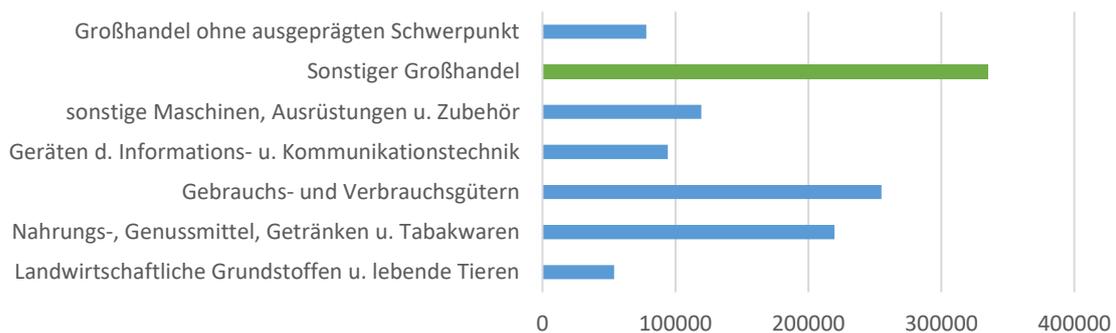


Abbildung 25: Gegenüberstellung der Umsätze der Branchen des Großhandels, Daten für das Jahr 2016 (Statistisches Bundesamt 2018)

Daher lässt sich der in dieser Ausarbeitung betrachtete Werkstoffhandel in den sonstigen Großhandel einordnen. Beim Vergleich der Anzahl der Unternehmen ist zu erkennen, dass der sonstige Großhandel (grün markiert) mit 27.845 Unternehmen (25%) den zweitgrößten Teil des gesamten Großhandels 2016 ausmacht, direkt nach Gebrauchs- und Verbrauchsgütern. Bei der Analyse des Umsatzes ist hingegen sogar festzustellen, dass der Werkstoffhandel mit rund 335 Milliarden Euro den höchsten Umsatz von allen Großhandelsbranchen einfährt (vgl. **Abbildung 25**, grüne Markierung). Dieser Ausblick auf die Branchenzahlen soll die Wichtigkeit und Größe des Werkstoffhandels verdeutlichen. Bei dieser enormen Anzahl an Unternehmen, und das nur in Deutschland, wäre ein branchenweiter Datenmodellstandard durchaus ein lohnendes Ziel.

Das Referenzdatenmodell soll den Ansprüchen und Anforderungen von Handel mit Werkstoffen genügen. Aus diesem Grunde muss identifiziert werden, welche Daten in diesem speziellen Fall vorhanden sind. Wie bereits angemerkt wurde, sind die ausschlaggebenden Prozesse die Transport- und

Lagervorgänge. Besondere Eigenschaften der Produkte können hier die Prozesse beeinflussen. Demnach ist es elementar, die Werkstoffeigenschaften im Datenmodell abzubilden, inklusive der daraus abzuleitenden Konsequenzen für Transport und Lagerung. Beispielsweise wäre eine Eigenschaft die Form des Werkstoffes, diese wird bei festen Stoffen in Stückgut und Schüttgut unterschieden. Während es sich bei Stückgut um Einzelgüter handelt, die aber auch zusammengefasst in Kartons oder ähnlichen auftreten können, sind mit Schüttgüter Stoffe wie Sand, Steine oder Erze gemeint (vgl. Klaus et al. 2012). Die Art des Transports unterscheidet sich dabei insofern, dass, je nach Menge, Schüttgüter beispielsweise in einem Kipplaster transportiert werden, während für große Stahlbrammen eine andere Form des Transportvehikels gewählt werden muss. Gleiche Unterschiede tauchen auch bei der Form der Lagerung auf. Hier sind auch weitere Produkteigenschaften von großer Bedeutung, zum Beispiel die Wetterfestigkeit. Unempfindliche Schüttgüter lassen sich beispielsweise auch im freien Lagern und benötigen keine ausgeklügelte Lagerstruktur mit Hochregalen. Meistens wird in der Fachliteratur bei Werkstoffen von festen Stoffen ausgegangen (vgl. Hornbogen 2017). Unter der Definition des sonstigen Großhandels des Statistischen Bundesamtes fallen hingegen auch flüssige und gasförmige Stoffe, welche natürlich in Produktionsstandorten ebenfalls als Ressourcen benötigt werden. Aus diesem Grund werden erstmal keine Restriktionen in Form der Aggregatzustände im Referenzdatenmodell auftreten. Der interessante Aspekt bleibt auch hier die Konsequenzen für Transport und Lagerung. So sind je nach Werkstoff verschiedene Behälter oder Ladehilfsmittel anzuwenden, zudem beeinträchtigt das auch die Stapelbarkeit bei einer größeren Anzahl an Gütern. Außerdem müssen unter bestimmten Umständen auch gesetzliche Vorschriften bezüglich Schwer- und Gefahrguttransporten beachtet werden (vgl. Klaus et al. 2012). Für das Datenmodell bedeutet dies, dass all diese Informationen als Attribute in der Entität Werkstoff abgespeichert werden müssen. Zudem müssen auch die daraus folgenden Konsequenzen für Transport und Lagerung mit im Modell erfasst werden. Diese Besonderheiten beschränken sich dabei nicht nur auf die Produkteigenschaften, sondern müssen auch bei der nötigen Ausgestaltung der Lager beachtet werden. Zum Beispiel sollten die bestimmten Formen der Lagerung (draußen, drinnen, bestimmte Temperatur, etc.) möglich und in der Entität Lager verzeichnet sein. Hinzu kommen die notwendigen Techniken und Gerätschaften beim Umschlagen der Ware: Schwere Güter benötigen zwingend einen Gabelstapler oder gar einen Kram zum Umladen. Anschließend daran sind spezielle Schwerlastregale für die Lagerung notwendig. So muss datentechnisch hinterlegt sein, welches Lager mit welcher Ausstattung ausgerüstet ist.

Analog gilt dies auch für die eingesetzten Transportmittel. Je nach Werkstoff sind bestimmte Ladehilfsmittel von Nöten, beispielsweise Karton, Paletten oder Behälter. Zudem ist eine passende und die gesetzlichen Vorgaben erfüllende Transportsicherung unumgänglich. Beim besonderen Fall des Gefahrguttransportes sind nicht nur noch strengere Regeln einzuhalten, solche besonderen Transporte sind auch als solche zu kennzeichnen. All diese Eigenschaften müssen zwingend vom Datenmodell miterfasst werden.

Für ein Referenzdatenmodell ist es erstrebenswert, eine maximale Anzahl an Möglichkeiten mit abzudecken. Das kann dann auch bedeuten, dass zum Beispiel ein Transport nicht immer aus zwei Lastkraftwagen besteht, die schwere Metalle transportieren, sondern auch einfach nur aus einem Paket mit kleinen Zahnrädern, welches mit Hilfe eines externen Transportdienstleisters versendet wird. Diese und weitere Optionen müssen daher auch vom Modell mit abgebildet werden.

4 Entwicklung eines Referenzdatenmodells

Dieses Kapitel stellt mit der Entwicklung eines Referenzdatenmodells den Hauptteil der Arbeit dar. Der Aufbau der Ausführungen gleicht den ersten zwei Phasen eines Datenbankentwurfs (vgl. Kapitel 2.3): Zu Beginn wird skizziert, was das Datenmodell abbilden muss und wie die Anforderungen daran genau aussehen. Aufbauend auf dieser Ausarbeitung wird dann das Referenzdatenmodell schrittweise vorgestellt und erläutert. Durch eine ausführliche Dokumentation der Erstellung und der Entscheidungsfindung wird das Datenmodell detailliert beschrieben. Anschließend wird ein erstes Transformationskonzept zur Nutzung des Referenzdatenmodells umrissen. Dadurch wird deutlich gemacht, wie Nutzer des Referenzdatenmodells ihr eigenes, unternehmensspezifisches Datenmodell ableiten könnten.

4.1 Anforderungen

Die Realisierung der Entwicklung eines konzeptionellen Datenmodells benötigt im Vorfeld die Definition der Anforderungen. Aus diesem Grund wird nun aufgezeigt, welche Elemente im Großhandel mit Werkstoffen elementar sind und berücksichtigt werden müssen. Die gewählte Modellierungsperspektive ist der Top-Down-Ansatz, es wird also mit den groben Kernentitäten begonnen und diese werden dann immer weiter verfeinert. Die simpelste Variante des Großhandels lässt sich beispielsweise durch drei Entitäten darstellen: Dem Lieferanten, dem Lager des Großhändlers und dem Kunden. Die Bestellungen und Lieferungen zwischen dem Lieferanten und dem Händler bilden die Beschaffungslogistik, alle internen Prozesse innerhalb des Lagernetzwerkes die Betriebslogistik und die Verkäufe und Transporte vom Händler zum Kunden hingegen die Distributionslogistik (vgl. **Abbildung 20**). Dies bildet den Ausgangspunkt für das Referenzdatenmodell. Zudem ist festzuhalten, dass die Sicht auf die Abläufe immer die des Großhändlers ist.

Mit dieser grundlegenden Aufteilung der Logistik als Basis und dem Wissen über die logistischen Prozesse werden nun die Kernentitäten identifiziert. Die ersten drei Entitäten sind somit „Lieferant“, „Lager“ und „Kunde“. Nun sollen Bestellvorgänge zwischen diesen drei Parteien abgebildet werden. Allgemein lassen sich diese in ebenfalls drei Rubriken unterteilen: Den Lieferantenbestellungen, den Kundenbestellungen und den internen Bestellungen. Lieferantenbestellungen bilden Bestellungen von einem Lager an einen Lieferanten ab, Kundenbestellung hingegen Bestellungen von einem Kunden an ein Lager. Interne Bestellungen stehen für benötigte Lieferungen zwischen zwei Lagern des Lagernetzwerkes, beispielsweise von einem Zentral- zu einem Regionallager. Die anfallenden Daten in den drei Fällen von Bestellungen sind dabei nicht immer gleich. So ist bei der Beschaffung eines Gutes, also einer Bestellung von einem Lager an einen Lieferanten, erstmal nicht relevant, mit welchem Fahrzeug der Lieferant die Lieferung transportiert. Wird hingegen eine Kundenbestellung vom Lager verarbeitet, muss diese einem Transportmittel zugewiesen werden. Da aber ein wichtiger Punkt bei der Erstellung von Datenbanken die Vermeidung von Redundanz ist, muss versucht werden, alle

Möglichkeiten einer Bestellung abzubilden, ohne dass sich dabei Daten und Beziehungen doppeln. In diesem Fall bedeutet das, die drei Arten der Bestellung abzubilden, ohne dass sich Datenstrukturen unnötig wiederholen.

Weitere Kernidentitäten lassen sich bei der Untersuchung der logistischen Prozesse identifizieren: So steht im Mittelpunkt eines Handelsnetzwerkes die Ware. Im Werkstoffhandel ist dies ein Werkstoff, aus Gründen der Allgemeingültigkeit wird die passende Entität dazu der Artikel sein. Ein oder mehrere Artikel werden zudem mit der Entität „Bestellung“ verknüpft, welche wiederum einen Absender und einen Empfänger beinhalten muss. Bestellte Artikel werden im Zuge der Kommissionierung zu einer oder mehreren Lieferungen zusammengeführt, wobei Ladehilfsmittel zur Transportunterstützung genutzt werden. Ladehilfsmittel, die nicht in Transporten verwendet werden, liegen in Lagern. Lieferungen müssen in irgendeiner Art zwischen Quelle und Senke transportiert werden, dazu wird die Entität Transport benötigt. Der Transport wiederum muss von einem geeigneten Fahrzeug durchgeführt werden, dem Transportmittel. Bereits aufgezeigt wurde, dass die Information über das Transportmittel nicht immer vorhanden oder notwendig ist. Gleichzeitig besteht die Option, dass ein Händler auch einen externen Transportdienstleister für eine Lieferung beauftragen kann, was berücksichtigt werden muss. Eine Besonderheit des Werkstoffhandels ist der Transport von besonders schweren Gütern. Dies spiegelt sich in der Entität Transportsicherung wieder, die einem Transportmittel zugeordnet wird

Aus dieser Ausführung ergeben sich zehn Kernentitäten, die den grundlegenden Ablauf von Bestellungen und Transporten abbilden sollen. Weitere Details, vor allen bei der Betriebslogistik, werden dann nochmal separat betrachtet. Im Folgenden werden die Kernentitäten aufgestellt und mit den gewünschten Funktionen stichpunktartig verknüpft. Die Dimensionen der Beziehungen zwischen den Entitäten wird bei der Erstellung des Datenmodells beachtet und erläutert.

Tabelle 1: Zusammenfassung der identifizierten Kernentitäten sowie der geplanten Funktionen

Entität	Funktionen
Lieferant	<ul style="list-style-type: none"> - Liefert bestellte Artikel an ein Lager - Besitzt ein Sortiment
Kunde	<ul style="list-style-type: none"> - Bestellt Artikel bei einem Lager
Lager	<ul style="list-style-type: none"> - Bestellt Artikel bei einem Lieferanten oder Lager - Liefert bestellte Artikel an einen Kunden oder Lager - Kommissioniert und empfängt Lieferungen
Artikel	<ul style="list-style-type: none"> - Wird einer Bestellung zugeordnet - Unterscheidung zwischen Lagerartikeln und externen Artikeln
Bestellung	<ul style="list-style-type: none"> - Besitzt zwei Teilnehmer (ein Besteller, ein Bestellempfänger) - Beinhaltet Artikel - Wird einer oder mehreren Lieferungen zugeordnet
Lieferung	<ul style="list-style-type: none"> - Besteht aus Artikeln einer Bestellung - Benötigt Ladehilfsmittel - Wird kommissioniert - Wird einem Transportmittel zugeordnet
Ladehilfsmittel	<ul style="list-style-type: none"> - Wird in Lieferung verwendet - Ist sonst in einem Lager verstaut
Transport	<ul style="list-style-type: none"> - Benötigt mindestens einen Start- und einen Zielort - Transportiert Lieferungen - Besteht aus Transportmitteln
Transportmittel	<ul style="list-style-type: none"> - Gehört zu einem Transport - Ist entweder ein Fahrzeug des Großhändlers oder besteht aus einem externen Dienstleister - Abbildung des Fahrzeugpools - Nutzt bei Bedarf Transportsicherung
Transportsicherung	<ul style="list-style-type: none"> - Wird in einem Transportmittel zum Transport benötigt

Mit dieser Auflistung der Kernentitäten und den dazu gehörigen Beziehungen ist es möglich, einen ersten Entwurf des Datenmodells zu erstellen, welches nur die Bestellungen und Transporte grob abbildet. Neben den weiteren elementaren Merkmalen des Großhandels, nämlich dem Lagerwesen, den dazugehörigen Transportmitteln und der Umschlagstechnik, fehlen noch die Details der Entitäten. Diese werden in Form von Attributen im ERM dargestellt. Besonders die produktspezifischen Merkmale von Werkstoffen werden in diesem Fall als Attribute der Entität Artikel ausgedrückt. Welche Besonderheiten dabei berücksichtigt werden müssen, wurde in Kapitel 3.4 bereits dargestellt. Die Abbildung der

Attribute erfolgt in dieser Arbeit nicht in der grafischen Darstellung des ERMs, da so schnell die Übersicht verloren geht. Aus diesem Grund werden die Attribute gesondert wiedergegeben. Ausgenommen davon sind die Attribute von Beziehungstypen, welche direkt im ERM dargestellt werden. Die allgemeine Anforderung an die Attribute soll nun sein, dass durch sie jegliche notwendige Informationen erfasst werden, um die Abläufe in Beschaffungs-, Betriebs- und Distributionslogistik umfassend abbilden zu können. Details zu den Attributen sind den jeweiligen Beschreibungen zur Modellierung im Folgenden zu entnehmen.

Bisher ist das Lager nur als einzelne Entität aufgelistet worden. Als Bindeglied zwischen Beschaffung und Distribution ist es allerdings das Fundament des Großhändlers. Daher werden nun die Anforderungen an das Lagerwesen spezifiziert. Der größte Unterschied zwischen verschiedenen Lagern in einem Lagernetzwerk ist der Standort. Zwei Lager direkt nebeneinander bringen außer einer Erhöhung der Kapazitäten am gleichen Standort kaum Vorteile. Daher werden Lager in erster Instanz von ihrem Standort unterschieden. Diese Information ist aber als Attribut ausreichend vertreten, die Notwendigkeit für eine Entität Standort ist nicht gegeben, da es diesbezüglich sonst keine Unterschiede bietet und die Datenbank unnötig vergrößern würde. Einen genaueren Blick sollte bei der Modellerstellung auf die weiteren Eigenschaften des Lagers geworfen werden. So unterscheiden diese sich oft in ihrer Funktion: Es gibt Zentrallager, Regionallager, Auslieferungslager und zusätzliche Lagervarianten. Ein weiteres elementares Merkmal eines Lagers ist seine Kapazität. Es ist notwendig mit abzubilden, wie viel Platz ein Lager zur Verfügung hat. Mit Blick auf eine potentielle elektronische Kapazitätsverwaltung ist es daher vom Vorteil, die Lagerorte als Entität abzubilden. Unter Lagerorte werden die Optionen der Lagerung verstanden, sei es auf einem normalen Regal, einem Schwerlastregal oder einem Außenlagerplatz. Durch Nutzung von Entitäten wäre es auch möglich, einzelnen Artikeln einen genauen Lagerort zuzuordnen, was für die Verwaltung eine nützliche Information ist. Ebenfalls wichtig ist die Berücksichtigung von Umschlaghilfsmittel: Besonders im Werkstoffhandel ist für das Umladen von schweren Lieferungen die Nutzung von Gabelstaplern, Kränen und weiteren Hilfsmitteln unumgänglich. Diese sollten ebenfalls als eigene Entität modelliert werden, da zwischen den verschiedenen möglichen Hilfsmitteln größere Unterschiede bestehen. So können sie an verschiedenen Standorten der Lagerhalle sein, sie besitzen einen unterschiedlichen Betriebsstatus oder können nicht von allen Lagerarbeitern bedient werden, da ihnen die nötige Qualifikation fehlt.

Sowohl im Lager als auch beim Transport und in allen anderen logistischen Prozessen läuft nichts ohne das nötige Personal. Aus diesem Grund ist es erstmal einleuchtend, die Mitarbeiter mit im Datenmodell abbilden zu wollen. Da der Fokus in dieser Arbeit aber auf dem Warenwirtschaftssystem liegt, werden die Funktionen der Personalplanung und -verwaltung vorerst außen vorgelassen. Stattdessen wird die Information von verantwortlichen Mitarbeitern bei den einzelnen Vorgängen als Attribut dargestellt. Dies soll als eine Art Platzhalter dienen, um eine umfangreiche Personalplanung in Form einer Erweiterung oder gar eines separaten Datenmodells zu ermöglichen.

Gleichermaßen verhält es sich mit den Rückströmen, die in der Ausarbeitung der logistischen Prozesse identifiziert wurden. Obwohl diese durchaus zum Alltag im Großhandel gehören, werden diese vorerst nicht als Anforderung an das Modell aufgestellt.

In Kapitel 3.3 wurde das Handels-H-Modell als Ordnungsrahmen für Unternehmen des Großhandels vorgestellt. Diese Funktion hat es auch erfüllt, durch die Darstellung der Abläufe in der Handelslogistik bildet es die Grundlage zur Aufstellung der Anforderung. Allerdings tauchen in den Kernentitäten, mit Ausnahme des Lagers, keine Unterteilungen des „H“s auf, obwohl diese ein Warenwirtschaftssystem repräsentieren. Der Grund dafür ist simpel: Jede Entität erzeugt eine eigene Tabelle und diese würde unnötigerweise den Umfang der Datenbank mit redundanten Daten vergrößern. Vielmehr lässt sich die Berücksichtigung der Unterteilung in die jeweils fünf Bereiche von Beschaffung und Distribution durch passende Softwarelösungen bewerkstelligen, wie in

Abbildung 23 beispielhaft gezeigt wird. Diese Programme würden dann auf die Daten des Datenmodells zugreifen und mit ihnen die Funktionen der Verwaltungsorgane ausführen. Für eine potentielle Erweiterung des Datenmodells sind das Fundament und das Dach allerdings von Bedeutung: Durch die Integration von beispielsweise einer Finanzbuchhaltung oder Personalverwaltung wäre es möglich, ein komplettes Handelsinformationssystem abzubilden.

Diese Aufstellung an Anforderungen soll die Grundfunktionen des Datenmodells abdecken und die Modellierung wurde damit durchgeführt. Während der Entwicklung wurden zwangsläufig Erkenntnisse erlangt, die in den Anforderungen noch nicht aufgeführt werden. Da es sich dabei um einen iterativen Prozess handelt, ist das ein selbstverständlicher Vorgang. Wie genau und warum etwas modelliert wurde, wird dann begleitend zur Vorstellung des Datenmodells erläutert.

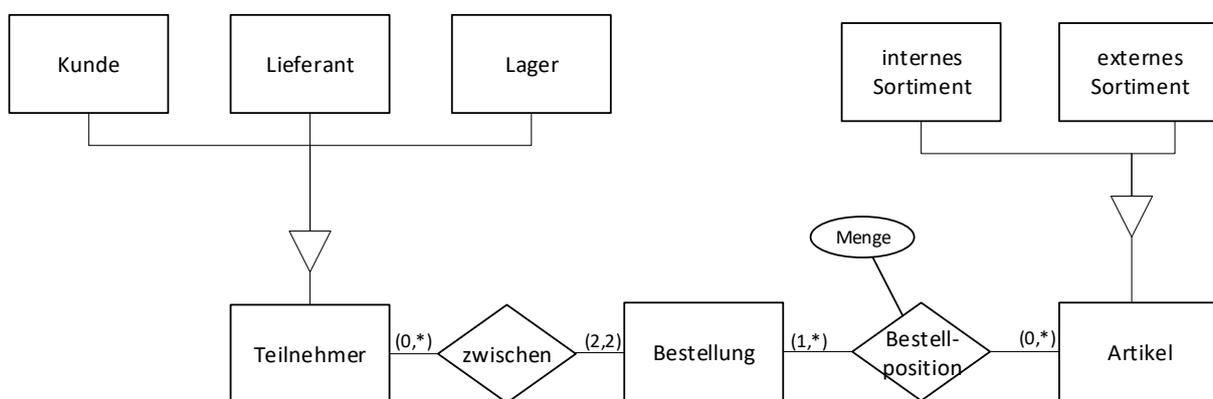
4.2 Vorstellung des Referenzdatenmodells

In den folgenden Seiten werden schrittweise, analog zur Entwicklung aus der Top-Down-Perspektive, die einzelnen Bestandteile des Referenzdatenmodells vorgestellt. Dies hat den Vorteil der Übersichtlichkeit und es lässt sich detailliert auf die Modellierungsentscheidungen eingehen. Weil es in manchen Situationen schwierig ist, eine allgemeingültige Namensgebung zu finden, sollen die verwendeten Entitäten und Beziehungen ausführlich dokumentiert werden, so dass im Vorfeld etwaige Missverständnisse ausgeräumt werden. Das Datenmodell wird durch die einzelnen Bausteine zusammengesetzt bis eine erste Grundversion entstanden ist. Im Anschluss daran wird es durch einige Ergänzungen verfeinert. Diese Feinheiten sind aber nicht in jedem Unternehmen des Großhandels notwendig und sollen daher als optionale Funktionen dargestellt werden. Zudem wird überprüft, ob die gestellten Anforderungen erfüllt und welche Datenstrukturen insgesamt abgebildet werden.

Für den Aufbau wird zuerst das ERM des betrachteten Modellausschnitts zusammen mit einer Liste der Attribute dargestellt wird. Bei nicht eindeutigen Wertetyp eines Attributs wird dieser in der Ausführung erläutert, die selbsterklärenden Attribute werden hingegen erstmal nur in der Liste aufgeführt. In den

Listen werden aber immer nur die Entitäten aufgeführt, die in diesem Ausschnitt relevant sind und noch nicht an anderer Stelle erläutert werden. Für den Fall, dass Beziehungstypen Attribute besitzen, werden diese im ERM dargestellt. Die Kardinalitäten werden in der Min-Max-Notation dargestellt, da diese eine präzisere Definition von Beziehungen erlaubt. Im Anschluss daran werden die Entitäten und ihre Beziehung erläutert und die Funktionen hinter dieser Datenstruktur aufgezeigt. Durch die Schwierigkeit, allgemein gültige Titel für Beziehungen und Entitäten zu finden, wird in der Dokumentation jedes Element genau erörtert.

4.2.1 Die Bestellung



Entität	Attribute
Teilnehmer (Supertyp)	<u>Teilnehmer-ID</u> , Standort (Land, Stadt, Postleitzahl, Straße, Hausnummer)
Kunde (Subtyp)	<u>Kundennummer</u> , Name, Rechnungsadresse (Land, Stadt, Postleitzahl, Straße, Hausnummer)
Lieferant (Subtyp)	<u>Lieferantennummer</u> , Name
Lager (Subtyp)	<u>Lagernummer</u> , Lagerbezeichnung, Gesamtkapazität, Freie Kapazität, Anzahl Wareneingangstore, Anzahl Warenausgangstore, Mitarbeiter
Bestellung	<u>Bestellnummer</u> , Bestelldatum, Bestelltyp, Zahlungsart, Status
Artikel (Supertyp)	<u>Artikelnummer</u> , Name, Preis, Beschreibung, Maße (Höhe, Breite, Länge, Gewicht), Transportbehältnis, Lagereigenschaften [mehrwertig], Benötigtes Ladehilfsmittel, Anzahl Artikel pro Ladehilfsmittel, Gefahrgut
Internes Sortiment (Subtyp)	<u>IntSortiment-ID</u>
Externes Sortiment (Subtyp)	<u>ExtSortiment-ID</u>

Abbildung 26: Das ERM des Bestellvorgangs inklusive einer Tabelle mit den verwendeten Attributen

Zu Beginn soll der Vorgang der Bestellung abgebildet werden, welcher sozusagen der Auslöser für alle weiteren logistischen Prozesse ist (vgl. **Abbildung 26**). Die drei möglichen Formen der Bestellung wurden bereits in den Anforderungen vorgestellt. In diesem Modell wird nun versucht, alle drei möglichst allgemein und mit möglichst wenig Redundanz an Daten abzubilden. Die Anforderung besagt, dass eine Bestellung aus zwei Teilnehmern besteht: Einem, der die Bestellung aufgibt, und einem, der sie aufnimmt. Aus diesem Grund wurde die Entität „Teilnehmer“ entworfen, die der Supertyp für die drei bereits bekannten Entitäten „Kunde“, Lieferant und Lager ist. Durch die Verknüpfung der Entitäten „Bestellung“ mit „Teilnehmer“ lassen sich in einer kompakten Struktur alle möglichen Bestellbeziehungen abbilden. Zudem wird die Information über den Bestelltyp auch als Attribut gespeichert (Lieferantenbestellung, interne Bestellung, Kundenbestellung). In diesem Modell wäre es zwar auch möglich, dass ein Lieferant bei einem anderen Lieferanten bestellt, solche Restriktionen müssten dann über die Software verwaltet werden. Mit Hilfe der Min-Max-Notation kann eindeutig dargestellt werden, dass jede Bestellung genau zwei Teilnehmer besitzt. Umgekehrt können Teilnehmer an null bis beliebig vielen Bestellungen beteiligt sein. Die weiteren Attribute sind soweit selbsterklärend, wobei der Standort der Entität „Teilnehmer“ ein zusammengesetztes Attribut ist und aus Land, Stadt, Postleitzahl, Straße sowie Hausnummer besteht (wird in der Tabelle durch Klammern dargestellt). Das Lager wird über die Attribute näher definiert, eine genauere Beschreibung dessen erfolgt in Kapitel 4.2.4. Der Kunde besitzt zusätzlich noch das Attribut Rechnungsadresse, falls sich diese von der Lieferadresse unterscheiden sollte.

Auf der anderen Seite geht die Bestellung ebenfalls eine Beziehung mit der Entität „Artikel“ ein. Null bis beliebig viele Artikel werden über eine Bestellposition einer Bestellung zugeordnet. Eine Bestellung besteht dabei aus mindestens einem bis beliebig vielen Artikeln. Eine kleine Besonderheit nimmt hier die Beziehung „Bestellposition“ ein. Zum einen hat der Beziehungstyp ebenfalls Attribute und zum anderen wird die Bestellposition in dem Modell sowohl ein Beziehungs- als auch ein Entitätstyp sein. Eine genauere Erläuterung dazu folgt in den Ausführungen zur Lieferung in Kapitel 4.2.2. Das Attribut „Status“ der Bestellung soll aussagen, in welchen Zustand diese sich befindet. Denkbar sind dabei Werte wie „aufgenommen“, „Lieferung zugewiesen“, „im Transport“ oder „ausgeliefert“.

Da es sich bei der Entität „Artikel“ um einen Supertypen handelt, erfolgt dort die Aufspaltung zwischen internes und externes Sortiment. Durch diese Aufteilung wird es möglich, die internen Produkte bestimmten Lagern und die externen Produkte verschiedenen Lieferanten zuzuweisen. Ein Artikel besitzt eine vergleichsweise hohe Anzahl an Attributen. Das liegt daran, dass hier die Besonderheiten des Werkstoffhandels mit aufgenommen werden. Das jeweilige Volumen wird in Form des zusammengesetzten Attributs „Maße“ erfasst. Das Transportbehältnis ist optional, aber soll unter anderem auch jene Werkstoffe einschließen, die beispielsweise wegen ihres Aggregatzustandes in einer Gasflasche oder ähnlichen transportiert werden (vgl. Kapitel 3.4). Die Lagereigenschaften sind als mehrwertiges Attribut anzulegen, da hier alle notwendigen Informationen festgehalten werden. Explizit

sind dies Informationen zur Handhabbarkeit (einzeln oder mehrere), Stapelbarkeit, Wetterfestigkeit (Lagerplatz drinnen oder draußen) und ob es ein Stück- oder Schüttgut ist. Weitere besondere Werkstoffmerkmale sind hier ebenfalls aufzunehmen, beispielsweise eine ganz spezielle Lagerhaltung mit Temperaturabhängigkeit. Ebenfalls ist eine Kennzeichnung für ein Gefahrgüter implementiert, da dies besondere Vorkehrungen für den Transport benötigen würde. Zudem wird aufgeführt, welche Ladehilfsmittel für den Artikel benötigt werden und wie viele Einheiten maximal zusammen auf einen Ladungsträger gepackt werden können.

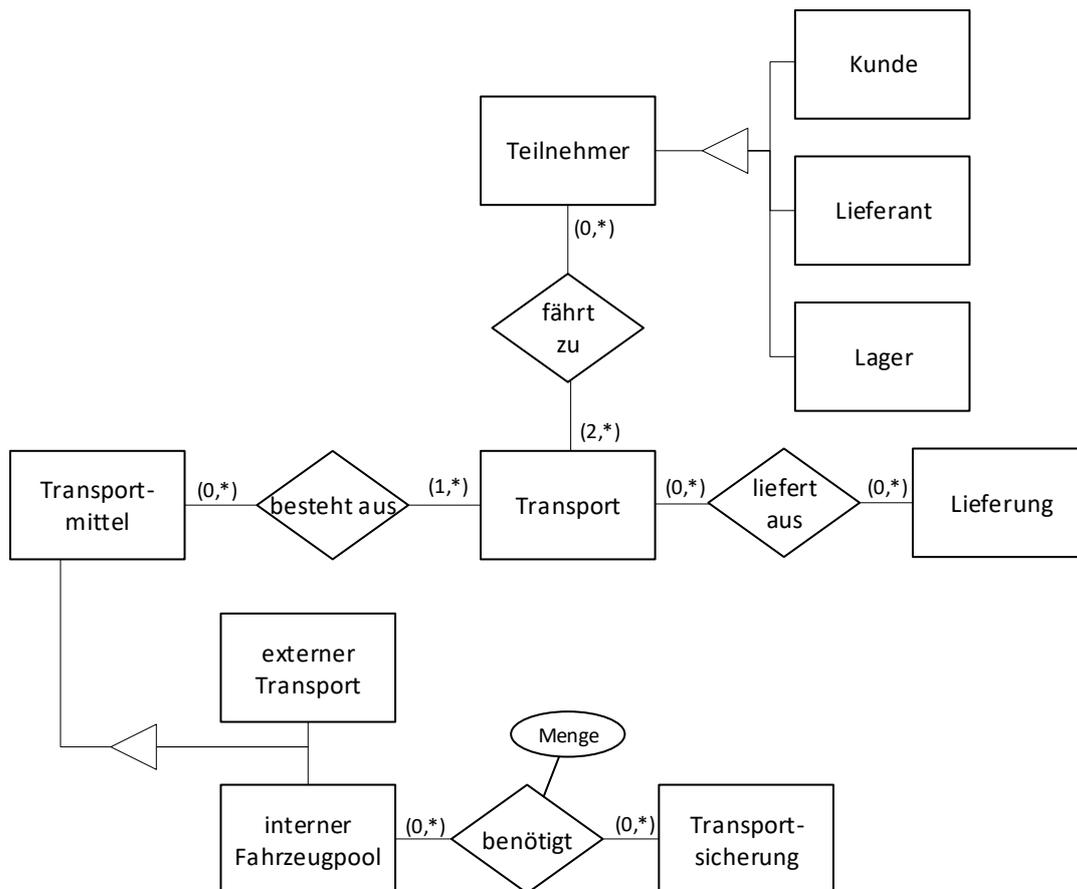
An diesem Punkt gab es Überlegungen, die vielen detaillierten Attribute des Supertyps Artikel nur den Werkstoffen zuzuweisen, die auch dem internen Sortiment angehören. Denn all diese Informationen sind in erster Linie für den weiteren Transport relevant. Bei einer Bestellung von einem externen Lieferanten muss diese Menge an Details im Vorfeld nicht erfasst werden. Allerdings ist mit dem Eintreffen der bestellten Werkstoffe von einem Lieferanten genau diese Information wieder von Bedeutung. Zum einen für die Lagerung und zum anderen für die weitere Veräußerung der Artikel. Aus diesem Grund wurden die detaillierten Attribute den beiden Sortimenten über den Supertypen mitvererbt.

Dieses simple ERM in **Abbildung 26** zeigt die grundlegende Darstellung von Bestellungen, die jeweils zwei Teilnehmern und beliebig vielen Artikeln zugeordnet wird. Das Aufgeben einer Bestellung löst im Folgenden einen Lieferauftrag aus und stellt sozusagen den Beginn der Arbeitsabläufe dar.

Trivialerweise besteht eine Lieferung aus mindestens einer Bestellposition, da es sonst keine Ware zum Liefern gäbe. Wird die Perspektive umgedreht fällt auf, dass eine Bestellposition nicht zwingend einer Lieferung zugeordnet werden muss. Dies soll berücksichtigen, dass nach einer Bestellaufnahme nicht direkt feststeht, wie die Bestellung durchgeführt wird. Es ist lediglich ein Lieferauftrag vorhanden, der erst in einem Verwaltungsprozess verarbeitet werden muss, bevor wirklich Mitarbeiter anfangen, die Lieferung zu kommissionieren. Eine extra Entität für einen Lieferauftrag wäre zwar möglich, wurde aber im Prozess der Modellierung wieder verworfen, da es keine weiteren Informationen mit sich bringen würde, die nicht auch so abgebildet werden können. Die Datenbank würde nur unnötig größer werden. Alternativ lässt sich die Entität „Lieferung“ auch als Lieferauftrag bezeichnen, da es die gleiche Funktion ausführt. Durch die Kardinalität „(0,*)“ ist es möglich, einer bestellten Ware nicht direkt eine Lieferung zuzuordnen. Somit gibt es Zeit für die anfallenden logistischen Prozesse, oder beispielsweise für eine interne Beschaffung von Ware. Das Attribut „Lieferrichtung“ soll aussagen, ob es sich dabei um eine am Lager ankommende oder um eine das Lager verlassende Lieferung handelt. Weiterhin sorgt das Attribut „Status“ in der Entität dafür, den Status einer Lieferung zu verfolgen. Vorgesehen sind dabei Werte wie „wird kommissioniert“, „wartet auf Ware“ oder „bereit zum Transport“, die je nach Wert notwendige Prozesse anstoßen können. Im Falle einer ankommenden Lieferung, die bei einem Lieferanten bestellt wurde, sind die Statusangaben hingegen nicht so detailliert möglich. Allerdings kann dort zumindest der grobe Zustand, wie „Bestellung aufgegeben“ und „auf dem Lieferweg“ festgehalten werden.

Die Beziehung zwischen einer Lieferung und den Ladehilfsmittel ist relativ simpel: Eine Lieferung verwendet null bis beliebig viele Ladehilfsmittel und die Ladehilfsmittel werden ebenfalls keiner bis vielen Lieferungen zugeordnet. Abgedeckt wird dabei das breite Spektrum von potentiellen Lieferungen, bei denen es vorkommen kann, dass auf Ladehilfsmittel gänzlich verzichtet wird. Nicht abgebildet in dem Modell ist die Beziehung, Ladehilfsmittel bei Nichtverwendung einem Lager zuzuordnen. Dies wird bei der Betrachtung des Lagerwesens in Kapitel 4.2.4 dargestellt. Das Ladehilfsmittel ist ein Supertyp und besitzt als Subtypen alle im Unternehmen notwendigen Ladehilfsmittel wie beispielsweise eine Palette, eine Gitterbox oder ein Behälter. Aus Gründen der Übersichtlichkeit wurden diese in dem ERM weggelassen. Näher definiert werden alle Ladehilfsmittel durch die Attribute „Typ“, „Maße“ und „Maximale Last“.

4.2.3 Der Transport



Entität	Attribute
Transport	<u>Transportnummer</u> , Transportdatum, Route
Transportmittel (Supertyp)	<u>Transportmittel-ID</u>
Externer Transport (Subtyp)	<u>ExtTransport-ID</u> , Transportdienstleister, Kosten
Interner Fahrzeugpool (Subtyp & Supertyp)	<u>IntTransport-ID</u> , Name, Leergewicht, Kapazität, Höhe, Breite, Länge, Führerscheinklasse, Fahrer, Status, Standort, Max. Anzahl LHM [mehrwertig]
Transportsicherung	<u>Transportsicherungs-ID</u> , Name, Typ

Abbildung 28: Das ERM des Transports inklusive einer Tabelle mit den verwendeten Attributen

Die Funktion des Transports soll sein, dass er die gepackten Lieferungen mit Hilfe von Transportmitteln von einem Start- zu einem Zielpunkt befördert. Zu diesem Zweck muss einem Transport zuerst eine Lieferung zugewiesen werden. Im Datenmodell in **Abbildung 28** ist verzeichnet, dass null bis beliebig viele Lieferungen mit einem Transport verknüpft sind. Der Grund für den Minimalwert von null ist vergleichbar mit der Zuordnung von Bestellpositionen zu Lieferungen: Aufgrund eines vorhandenen Zeitraums, in dem eine Lieferung aus Verwaltungsgründen noch gar keinem Transport zugeordnet

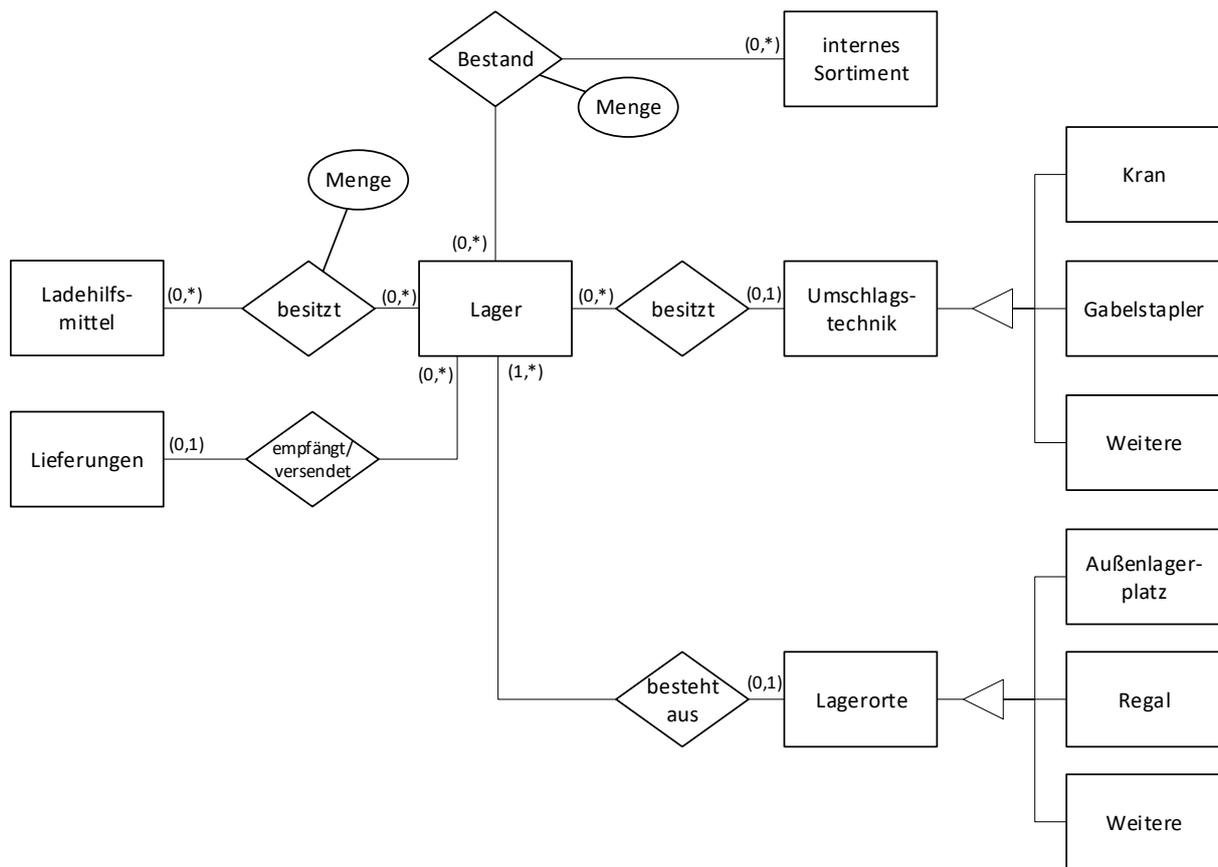
werden kann, ist es notwendig, diese Option über die Kardinalitäten auch auszudrücken. Andersrum kann eine Lieferung natürlich auch mehreren Transporten zugeordnet werden. Ein Beispiel dafür wäre folgendes Szenario: Eine Lieferung besteht aus zehn Paletten eines Werkstoffes, allerdings gibt es nur noch eine Restkapazität für acht dieser Paletten im Transport. Da der Kunde aber schnellstmöglich die Ware benötigt, wird die Lieferung teilweise sofort ausgeliefert und der Rest wird über einen späteren Transport nachgeholt.

Aus der anderen Perspektive liefert ein Transport ebenfalls null bis beliebig viele Lieferungen aus. Dass ein Transport aus mehreren Lieferungen bestehen kann, ist trivial. Die Möglichkeit, dass er aus gar keiner Lieferung besteht, wirkt erstmal nicht sinnvoll, soll aber die Option von Leerfahrten berücksichtigen. Beispielsweise wenn ein Transport nur den Standort wechselt, ohne dabei Ware mitzunehmen. Eine weitere Beziehung, die ein Transport eingeht, ist die mit der Entität „Teilnehmer“. Dabei fährt ein Transport zu mindestens zwei bis beliebig vielen Teilnehmern. Die Mindestanzahl von zwei bildet die notwendigen Informationen von Start und Ziel ab. Da aber ein Transport auch diverse Lieferungen zu unterschiedlichen Kunden bringen kann, ist es möglich, mehrere Teilnehmer zu verknüpfen. Bei dieser Beschreibung der Beziehung ist die Titelwahl der Entität „Teilnehmer“ auf den ersten Eindruck etwas unpräzise. Da aber versucht wurde, mit einer Entität alle möglichen Standorte und Beteiligte von Bestellungen und Lieferungen zu erfassen, sind diese in der Entität „Teilnehmer“ zusammengefasst worden. Die Vermeidung von Redundanzen ist die Handlungsmaxime, die für diese Modellierung sorgte. Und weil jeder Teilnehmer einer Bestellung auch einen Standort hat, wurden alle Informationen in einer Entität gebündelt. Das Attribut „Route“ eines Transports soll kennzeichnen, ob es sich um eine wiederkehrende Route handelt und wenn ja, um welche. So können mehrmals befahrene Transportrouten bei Bedarf direkt ausgewählt werden. Die Anzahl der Zwischenstopps einer Route wird dabei über die Anzahl der Beziehungen zur Entität „Teilnehmer“ definiert.

Ein Transport besteht naturgemäß aus mindestens einem Transportmittel. Daher kommt die Zuordnung, dass ein Transport aus mindestens einem bis vielen Transportmitteln besteht. Andersherum wird einem Transportmittel kein bis beliebig viele Transporte zugeordnet. Das Transportmittel selbst ist ein Supertyp, der in die Subtypen externer Transport und interner Fahrzeugpool aufgeteilt wird. Ein externer Transport ist dabei alles, was nicht mit eigenen Fahrzeugen geliefert wird. Das kann bei einer Lieferantenbestellung ein LKW des Lieferanten sein, oder bei einer Kundenbestellung ein externer Transportdienstleister. Dieser kann genutzt werden, da die Lieferung nur ein sehr geringes Volumen beträgt oder weil die eigenen Transportkapazitäten in dem Moment ausgeschöpft sind. Da dies mit Extrakosten verbunden sein kann, werden diese als Attribut aufgeführt. Der interne Fahrzeugpool dagegen ist nicht nur Subtyp, sondern selbst auch wieder ein Supertyp: Er besteht nämlich aus den im Unternehmen vorhandenen Fahrzeugen, die als einzelne Entitäten ausgedrückt werden. Aus Gründen der Übersicht wurde das in der **Abbildung 28** weggelassen. Beispielhafte Subtypen wären aber ein LKW oder ein Kleintransporter. Die wichtigsten Attribute werden bereits von der Entität interner

Fahrzeugpool vererbt. Darunter sind unter anderem die vorhandene Kapazität, Maße des Fahrzeuges, die benötigte Führerscheinklasse und der das Kraftfahrzeug steuernde Mitarbeiter. Im Standort soll der Abstellplatz geschrieben werden, falls das Fahrzeug sich gerade nicht in einem Transport befindet. Zudem soll im Status festgehalten werden, ob das Fahrzeug funktionstüchtig ist oder nicht. In dem mehrwertigen Attribut „Max. Anzahl LHM“ wird beschrieben, wie viele LHM maximal in dieses Fahrzeug passen, beispielsweise eine Höchstanzahl von 15 Paletten. Weiterhin benötigt ein Objekt des internen Fahrzeugpools keine bis beliebig viele Transportsicherungen. Analog wird eine Transportsicherung keinem bis beliebig vielen Fahrzeugen zugeordnet.

4.2.4 Das Lager



Entität/Beziehung	Attribute
Lager	<u>Lagernummer</u> , Lagerbezeichnung, Gesamtkapazität, Freie Kapazität, Anzahl Wareneingangstore, Anzahl Warenausgangstore, Mitarbeiter
Umschlagstechnik (Supertyp)	<u>Umschlagstechnik-ID</u> , Name
Kran, Gabelstapler, Weitere (Subtyp)	<u>ID</u> , Maximale Last, Benötigte Qualifikation, Status
Lagerorte (Supertyp)	<u>Lagerort-ID</u> , Name
Außenlagerplatz, Regal, Weitere (Subtyp)	<u>ID</u> , Lagerart (<i>mehrwertig</i>), Kapazität, Status

Abbildung 29: Das ERM des Lagerwesens inklusive einer Tabelle mit den verwendeten Attributen

Das Lagernetzwerk bildet die Brücke zwischen Beschaffung und Distribution und bildet so das Rückgrat eines Handelsunternehmens. In den Ausführungen zu den Anforderungen wurde die Unterscheidung von der Funktion verschiedener Lager dargestellt. Daher gibt es auch hier die Option, das Lager als Supertyp anzulegen, der dann Zentrallager, Regionallager und weitere als Subtypen führt. In der

vorliegenden Arbeit wurde diese Idee aber verworfen, da keine Vorteile erkannt werden konnte. Viel mehr wird hier das Lager über seine Beziehungen zu anderen Entitäten und durch die Attribute definiert (vgl. **Abbildung 29**). Die grundlegende Funktion eines Lagers ist in erster Linie unabhängig von seiner Größe, daher wird die Lagerbezeichnung ebenfalls nur als Attribut festgehalten. Welche Funktion ein Objekt der Entität „Lager“ im gesamten Lagernetzwerk einnimmt, wird im Datenmodell durch das vorhandene Sortiment, die Umschlagstechnik, die Lagerorte, die Ladehilfsmittel und die kommissionierten Lieferungen bestimmt. Der genaue Standort wird bereits von dem Supertypen Teilnehmer an den Subtypen Lager vererbt.

Der Bestand eines Lagers besteht aus null bis vielen Beziehungen zu Objekten der Entität „internes Sortiment“. Diese werden ebenfalls null oder mehreren Lagern zugeordnet. Ein Objekt der Entität „internes Sortiment“ bildet einen bestimmten Werkstoff ab. Die Produkteigenschaften werden durch den Supertypen Artikel definiert, während das interne Sortiment selbst als eigenes Attribut nur die einzigartige ID als Primärschlüssel besitzt. So beinhaltet das interne Sortiment die Stammdaten zu den Werkstoffen, während die Beziehung zu den Lagern die vorhandene Menge bestimmt.

Um ein Lager näher zu definieren, geht es null bis beliebig viele Beziehungen zur Entität „Umschlagstechnik“ ein. Diese wiederum wird explizit keinem oder einem bestimmten Lager zugeordnet. Dies bedeutet, dass für jeden Kran, Gabelstapler und sonstigem Hilfsmittel, welche Subtypen der Umschlagstechnik darstellen, eine eigene Entität angelegt wird, welche sich an einem festen Lagerstandort befindet. Über die Attribute wird dabei definiert, wie hoch die Traglast des jeweiligen Gerätes ist und welche Qualifikationen zur Operation notwendig sind. Weiterhin ist ein Status vorhanden, der beispielsweise anzeigt, ob das Umschlagshilfsmittel aktuell zur Verfügung steht, gerade gewartet wird oder ein Defekt vorliegt.

Analog verhält es sich bei der Beziehung zwischen Lager und Lagerort. Der einzige Unterschied ist: Ein Lager muss mindestens aus einem Lagerort bestehen, da es sonst kein Lager ist. In den Attributen der einzelnen Lagerorte wird die vorhandene Kapazität und der aktuelle Status festgeschrieben werden. Über die Lagerart wird definiert, welche Werkstoffe dort gelagert werden können: Hier wird bestimmt, ob ein Lagerort drinnen oder draußen ist, ob er bestimmte Lagerbedingungen wie beispielsweise eine Temperaturabhängigkeit erfüllt oder ob er generell die benötigten Lageranforderungen eines Werkstoffes bietet. Das Attribut „Lagerart“ ist daher das Gegenstück des Attributs „Lagerbedingungen“ vom Artikel. Die Kapazität besagt, wie viel Platz der Lagerort bietet, und der Status, ob dort gerade etwas gelagert wird oder nicht. Die Idee dahinter ist, dass über eine Lagerverwaltung präzise ausgesagt werden kann, wo ein Werkstoff aktuell liegt. Beispielsweise wird so genau bestimmt, dass in Regal 42T aktuell die Schrauben mit der Artikelnummer 0801 liegen.

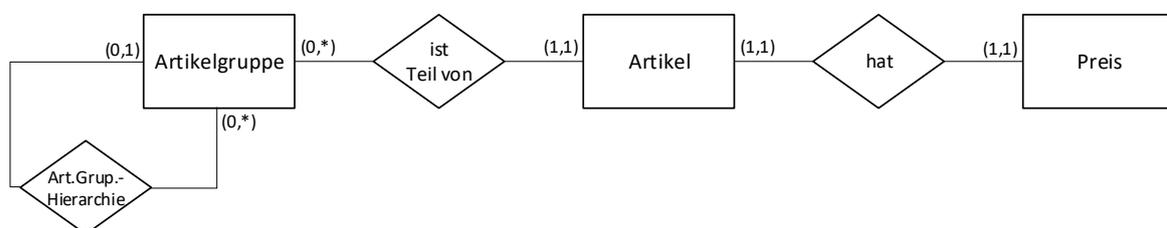
Bereits erörtert wurde, dass Lieferungen in einem Lager kommissioniert werden. Allerdings ist das Lager auch für den Empfang von bestellter Ware verantwortlich. Um zwischen Empfang und Versand von Lieferungen unterscheiden zu können, wird die Richtung der Lieferung über das Attribut

Lieferrichtung festgelegt: Unterschieden wird hier zwischen ankommenden und abgehenden Lieferungen. Das Attribut Lieferdatum hält den Zeitpunkt fest, wann eine Lieferung angekommen ist oder wann sie das Lager verlassen hat. Die Zuordnung im Modell lautet, dass ein Lager null bis beliebig viele Lieferungen kommissioniert oder in Empfang nimmt, während eine Lieferung keinem oder genau einem Lager zugeordnet wird. Wenn bei einer Kundenbestellung der Lieferauftrag erst neu erstellt wurde, steht nicht zwingend fest, aus welchem Lager die Ware kommen soll. Daher ist die Option notwendig, eine Lieferung noch mit keinem Lager zu verknüpfen. Steht diese Information dann fest, kann eine Lieferung auch an nur einem bestimmten Lager verpackt oder empfangen werden. Sollte dies nicht die komplette Bestellung erfassen, so wird die Bestellung in mehrere Lieferungen aufgeteilt. Diese Lieferungen können dabei auch aus verschiedenen Lagern kommen oder an verschiedene Lager gehen.

Die Zuordnung der Ladehilfsmittel zu einem Lager wurde bereits bei den Ausführungen zur Lieferung angeschnitten: Ein Lager besitzt null bis beliebig viele Ladehilfsmittel und die gleiche Beziehung gilt auch umgekehrt. Über das Attribut „Menge“ des Beziehungstypen wird die aktuelle Anzahl der jeweiligen Ladehilfsmittel festgelegt. Diese sich hingegen durch verschiedene Typen (Palette, Behälter, etc.) und Maximalgewichten.

4.2.5 Erweiterungen

Die vorgestellten Entity-Relationship-Modelle bilden kombiniert die Grundlage für das Referenzdatenmodell für Großhandelsunternehmen des Werkstoffhandels. Im Folgenden werden nun einige Strukturen vorgestellt, die bisher nicht berücksichtigte Funktionen ergänzen sollen. Ein Referenzdatenmodell sollte eine möglichst hohe Allgemeingültigkeit erreichen. Dabei fällt es schwer, Detailstrukturen abzubilden, die in der Form eventuell nicht in allen Unternehmen vorkommen. Aus diesem Grund werden die nachfolgenden Entitäten und Beziehungen auch als Erweiterung gekennzeichnet.



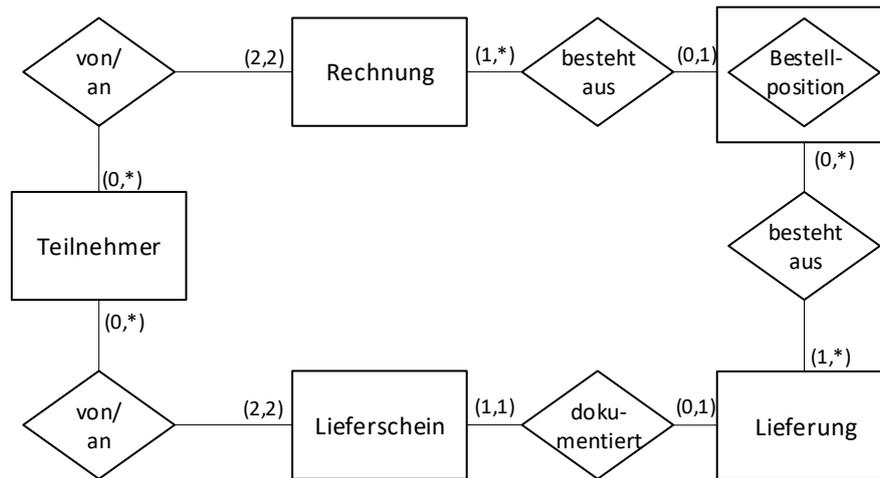
Entität	Attribute
Preis	<u>Preis-ID</u> , Preis, gültig von, gültig bis
Artikelgruppe	<u>AG-ID</u> , Name, Beschreibung

Abbildung 30: Das ERM zur Erweiterung des Artikels inklusive einer Tabelle mit den verwendeten Attributen

Die erste Erweiterung befasst sich mit der Darstellung des Artikels. Wie in **Abbildung 30** zu entnehmen ist, wird ein Artikel genau einem Objekt der Entität „Preis“ zugeordnet. Umgekehrt wird auch einem Preis genau ein Artikel zugewiesen. Zuvor war der Preis noch als Attribut des Artikels angelegt. Diese Variante besitzt den Nachteil, dass sich Preisschwankungen schwerer dokumentieren lassen. Mit einer eigenen Entität „Preis“ samt Attributen für den Gültigkeitszeitraum lässt sich die Preisentwicklung präzise abbilden. Das ist sowohl für eigene Artikel, als auch für externe Ware, von großem Nutzen für die Verwaltungsorgane der Handelsunternehmen. Deshalb wird in den Attributen eines Artikels der Preis in dieser Struktur entfernt.

Die zweite Entität, die die Artikel ergänzen soll, ist die „Artikelgruppe“. Jedem Artikel wird genau eine Artikelgruppe zugewiesen, während eine Artikelgruppe aus keinem bis beliebig vielen Artikel bestehen kann. Die Artikelgruppe geht zudem mit sich selbst eine rekursive Beziehung ein: Sie ist Teil von null bis genau einer weiteren Artikelgruppe und weitere Artikelgruppen bestehen aus null bis beliebig vielen anderen Artikelgruppen. Diese Struktur ermöglicht es, einen Artikelkatalog anzulegen, der hierarchisch durch Artikelgruppen gegliedert ist. Als Beispiel könnte eine Artikelgruppe „100“ Metallhalbzeuge beinhalten. Ihr untergeordnet wäre die Artikelgruppe „110“, welche die Stahlerzeugnisse in sich vereint. Und Artikelgruppe „111“ besteht aus unterschiedlichen Stahlrohren, die dann als einzelne Artikel in dieser Gruppe gebündelt werden.

Über die gleiche Struktur lassen sich auch Kunden in Kundengruppen zusammenfassen. Abhängig von der jeweiligen Kundengruppe könnten sich Konsequenzen auf die Bestellung und Lieferung ergeben, beispielsweise bestimmte Rabatte. Dies fällt in das Thema der Kundenverwaltung und dabei lassen sich auch noch weitere Daten festhalten und nutzen. Mit Hilfe des sogenannten Customer-Relationship-Managements lässt sich das Kaufverhalten der Kunden analysieren und die Zufriedenheit beobachten. Dabei handelt es sich um eine durchaus sinnvolle Erweiterung eines Datenmodells, welche allerdings den hier abgesteckten Rahmen übersteigt. Aus diesem Grund wird dies in dieser Ausarbeitung nicht weiter vertieft.



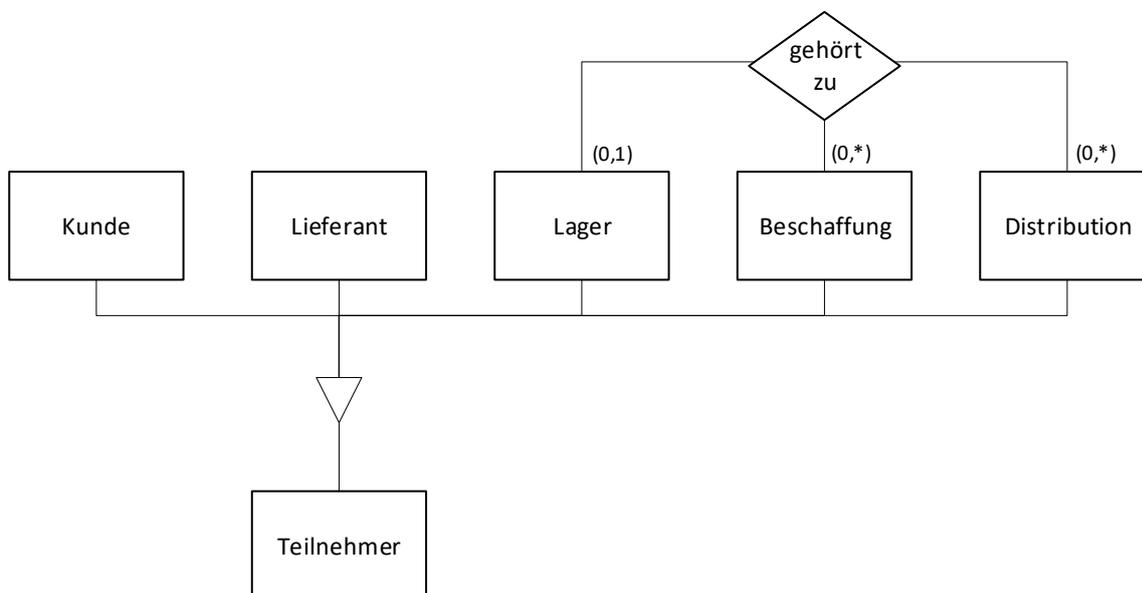
Entität	Attribute
Rechnung	<u>Rechnungsnummer</u> , Datum
Lieferschein	<u>Lieferscheinnummer</u> , Datum

Abbildung 31: Das ERM zu Rechnungen und Lieferscheinen inklusive einer Tabelle mit den verwendeten Attributen

Die Einführung von Rechnung und Lieferschein als eigenständige Entitäten ist eine weitere Ergänzung des Datenmodells, die in **Abbildung 31** dargestellt ist. Das sowohl eine Rechnung als auch ein Lieferschein standardmäßig Bestandteile von Bestellungen sind, ist soweit trivial. Die Idee diese explizit in dem Datenmodell zu berücksichtigen, ist aus der Studie des Handels-H-Modell entstanden. Dort sind mit der Rechnungsprüfung und der Fakturierung zwei Verwaltungsorgane aufgeführt, die für die Erstellung von Rechnungen für Kunden beziehungsweise die Verwaltung und Kontrolle von Rechnungen und Lieferscheinen externer Lieferanten verantwortlich sind. Begleitend dazu gibt es auch die Kreditoren- und Debitorenbuchhaltung, die wiederum Rechnungen bezahlen und ausstehende Summen von Kunden einfordern. Um diese Prozesse zu vereinfachen, könnten eigene Entitäten für Rechnung und Lieferschein sich für sinnvoll erweisen. Zu diesem Zweck wird einer Rechnung mindestens eine bis beliebig vielen Bestellpositionen zugeordnet. Eine Bestellposition hingegen wird keiner oder genau einer Rechnung zugewiesen. Außerdem werden der Rechnung genau zwei Teilnehmern zugewiesen: Einem, der die Rechnung stellt und einem, der sie erhält. Analog verläuft die Beziehung zwischen Lieferschein und Teilnehmern. Weiterhin wird ein Lieferschein immer genau einer Lieferung zugewiesen, während eine Lieferung keinen oder genau einen Lieferschein besitzt. Auch hier soll so berücksichtigt werden, dass der Lieferschein erst im Prozess der Kommissionierung erstellt wird und nicht zeitgleich mit dem Anlegen einer Lieferung vorhanden ist.

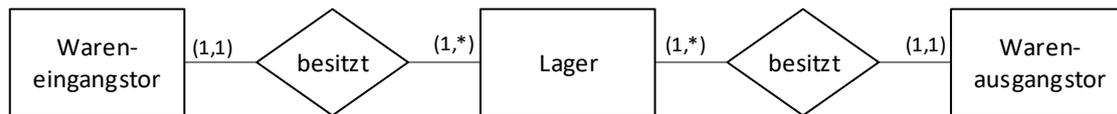
Bei der Einführung von Rechnung und Lieferschein als einzelne Entitäten muss allerdings auch durchdacht werden, ob die besagten Verwaltungsorgane nicht ebenfalls im Datenmodell berücksichtigt werden müssen. Aktuell sind die Rechnungen und Lieferscheine direkt mit dem Lager verbunden. Es wäre allerdings auch möglich, stellvertretend für alle im Handels-H-Modell aufgeführten Abteilungen

neben dem Lager, die Entitäten „Beschaffung“ und „Distribution“ zu kreieren. Wenn diese als Subtypen der Entität „Teilnehmer“ angelegt werden, bestünde die Option, die Dokumente für die Verwaltung, in dem Fall Rechnungen und Lieferscheine, direkt den zuständigen Entitäten zuzuordnen. Dadurch würde im Datenmodell eine Trennung stattfinden zwischen den Lagern, die die Waren entgegennehmen und versenden, und der Verwaltung, zuständig für Rechnungserstellung, -prüfung und Buchhaltung. Dies setzt aber voraus, dass eine zentrale Verwaltung verantwortlich ist für alle vorhandenen Lager. Soll stattdessen jedes Lager seine eigene Beschaffung und Distribution führen, so sind diese Entitäten mit einem Lager in Beziehung zu setzen (oder alternativ ein bis beliebig vielen). Eine Möglichkeit zur Modellierung ist der **Abbildung 32** zu entnehmen.



Entität	Attribute
Beschaffung	<u>Abteilungs-ID</u> , Mitarbeiter
Distribution	<u>Abteilungs-ID</u> , Mitarbeiter

Abbildung 32: Das ERM zur Integration von Beschaffung und Distribution inklusive einer Tabelle mit den verwendeten Attributen



Entität	Attribute
Wareneingangstor	<u>WE-ID</u> , Status
Warenausgangstor	<u>WA-ID</u> , Status

Abbildung 33: Das ERM mit Wareneingangs- und Warenausgangstor inklusive einer Tabelle mit den verwendeten Attributen

Eine genauere Aufteilung eines Lagers in verschiedene Entitäten ist nicht immer notwendig, kann aber für einige Vorteile in der Verwaltung sorgen. Wie der **Abbildung 33** zu entnehmen ist, werden dort die Wareneingangs- und Warenausgangstore nicht mehr nur noch als Anzahl in den Attributen geführt, sondern werden als eigene Entitäten dargestellt. Dabei wird jedes Eingangs- und Ausgangstor genau einem Lager zugeordnet, währenddessen ein Lager aus mindestens einem aber beliebig vielen Toren bestehen kann. Bei der Überlegung, die Ein- und Ausgänge der Waren separat abzubilden, ist die Struktur aus **Abbildung 33** entstanden. Ein Wareneingangstor steht für einen Ort des Lagers, an dem Lieferungen ankommen und entladen werden können. Es muss sich dabei nicht zwangsläufig um ein Tor im buchstäblichen Sinne handeln, gemeint sind die Auflistung und Unterscheidung verschiedener Eingangsbereiche für ankommende Ware. Alle zusammen bilden dann den kompletten Wareneingang ab. Die Funktion, die durch diese gesonderte Struktur möglich wird, ist die Aufteilung von ankommenden Lieferungen auf verschiedene Eingänge. Gerade bei größeren Lagern ist es so ausführbar, parallel stattfindende Lieferung in Empfang zu nehmen und dies im Datenmodell auch so abzubilden. Weiterhin ließen sich auch im Vorfeld die Auslastungen der jeweiligen Wareneingänge planen und für den Tag anstehende Lieferungen direkt an verschiedene Ladebuchten zuweisen. Im Status der Entitäten ist zudem immer abzulesen, ob dort aktuell Ware angeliefert wird oder nicht.

Analog gilt dies auch für die Warenausgänge: Die Struktur bietet die Option, kommissionierte Lieferungen für Kunden oder für die interne Logistik speziellen Ausgängen zuzuordnen und so eine bessere Planung, besonders bei großen Lagerhäusern, zu gewährleisten. Die Abstimmung von parallel ausgehenden Lieferungen wird vereinfacht und es lassen sich im Vorfeld bereits noch in der Kommission befindliche Bestellungen einem Warenausgangstor zuordnen. Durch diese Organisation besteht die Möglichkeit, Belegungskonflikte zu vermeiden, bevor sie entstehen.

Zum Abschluss der Präsentation ist das komplette Referenzdatenmodell mit allen vorgestellten Erweiterungen in **Abbildung 34** visualisiert. Aus Gründen der Übersicht wurden die Beziehungstypen ohne Bezeichnung dargestellt und zudem wurde auf die Subtypen der Lagerorte, Umschlagstechnik, Ladehilfsmittel und des internen Fahrzeugpools verzichtet. Ebenso wurden die Attribute nicht erneut aufgeführt.

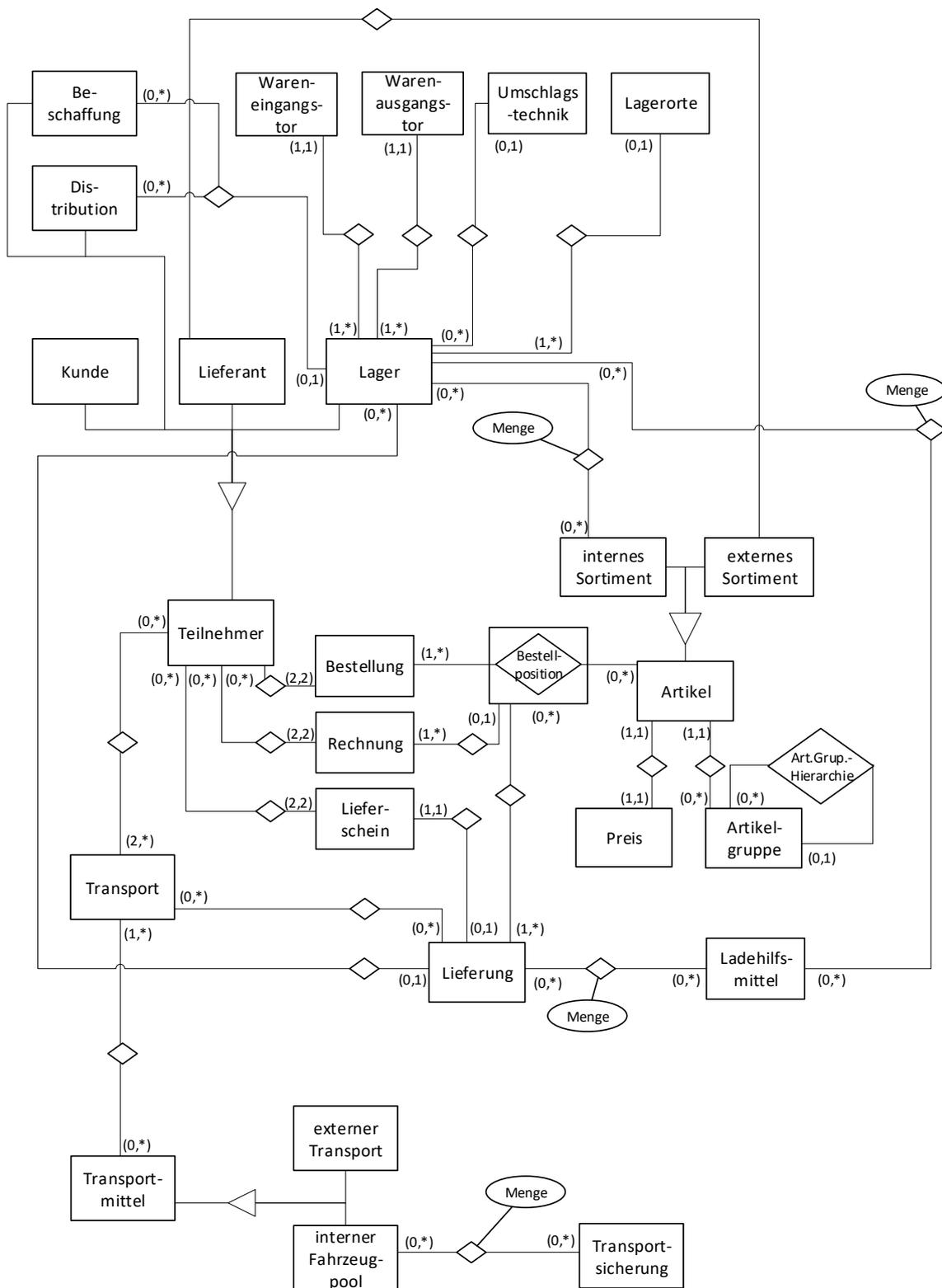


Abbildung 34: Das komplette ERM des entwickelten Referenzdatenmodells

4.3 Entwicklung eines Transformationskonzeptes

Das Referenzdatenmodell wurde für Großhandelsunternehmen entwickelt, damit diese daraus ein eigenes unternehmensspezifisches Datenmodell ableiten können. Um diesen Vorgang zu unterstützen und so simpel wie möglich zu gestalten, wird nun ein Konzept zur Nutzung des Referenzdatenmodells, sowie zur Transformation von bestehenden Datensätzen in das neue Modell vorgestellt. Das Transformationskonzept beschreibt dabei eine Software, mit der das Referenzdatenmodell den eigenen Bedürfnissen entsprechend verändert werden kann. Im ersten Schritt des Konzeptes wird dabei der Umgang mit dem Referenzdatenmodell aufgezeigt und erörtert, um darzustellen, wie Modellnutzer dieses in einfachen Schritten anpassen können. Anschließend wird ein Entwurf zeigen, wie bereits vorhandene Unternehmensdaten aus einer Datenbank in diese neue Struktur überführt werden können.

Im Mittelpunkt des Konzepts steht dabei die Benutzerfreundlichkeit und leicht verständliche Gestaltung. Die Idee dahinter ist, dass die Nutzer nicht zwingend eine hohe Fachkenntnis zum Thema Datenmodell oder Datenbankerstellung besitzen müssen. Dabei soll als simple Grunddarstellung das ERM dienen, welches mit aussagekräftigen Begleitdokumentationen potentielle Unklarheiten direkt auflöst. Wie so etwas beispielhaft aussehen kann, ist in **Abbildung 35** zu sehen. Zur Demonstration wurde hier ein kleiner Ausschnitt aus dem Referenzdatenmodell gewählt, der die Beziehung zwischen Bestellungen, Teilnehmern und Artikeln aufzeigt. Bewegt der Nutzer den Mauszeiger über die Entität „Bestellung“, wird diese farblich hervorgehoben, hier in einem leichten Rotton. Es erscheint dabei ein Beschreibungstext über die Entitäten und welche Beziehungen sie eingeht. Wichtig dabei ist eine leicht verständliche Erklärung der Beziehungen und der dazugehörigen Kardinalitäten. Bei einem Klick auf die Entität sollen dann in einem Extrafenster die genauen Attribute aufgelistet und klar definiert werden. Der Benutzer soll sofort verstehen, welche Aufgabe die Entität erfüllt und welche Informationen in ihr gespeichert werden.

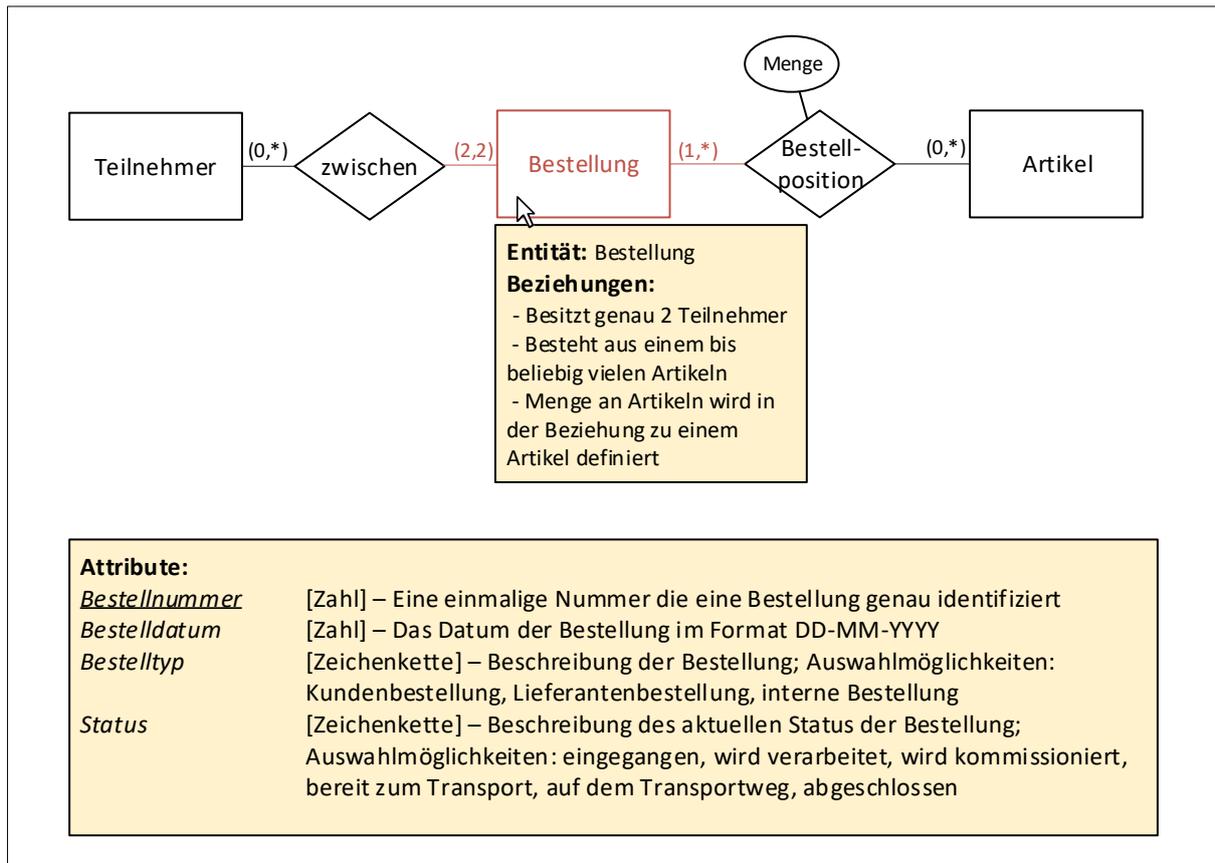


Abbildung 35: Visualisierungsbeispiel zur benutzerfreundlichen Erläuterung der Entitäten

Neben der Darstellung und Erklärung des Referenzdatenmodells soll der Nutzer aber auch die Möglichkeit haben, dieses zu editieren. Mit einem Rechtsklick auf eine Entität öffnet sich ein Kontextmenü, welches die Auswahl „Bearbeiten“ beinhaltet. Nach einem Linksklick auf diese Fläche erscheint ein Fenster, in dem sich die Entität nach dem eigenen Bedarf bearbeiten lässt. Wie so etwas aussehen könnte, ist in **Abbildung 36** dargestellt. So lassen sich zum einen die Namen der Attribute und der Entität selbst anpassen. Weiterhin soll es aber auch möglich sein, die Werte und Beschreibungstexte zu editieren. Zudem besitzt der Benutzer die Option, weitere eigene Attribute hinzuzufügen, indem er auf das Pluszeichen in der letzten Zeile klickt. Daraufhin sind die Felder Attribut, Wert und Beschreibung mit passendem Inhalt zu füllen. So lassen sich beliebig viele weitere Attribute anlegen und bearbeiten. Mit einem Klick auf den grünen Haken werden alle Änderungen übernommen, die Betätigung des roten Kreuzes hingegen verwirft diese und kehrt zur Übersicht zurück.

Entitätsname: ✔ ✘		
Bestellung		
Attribut	Wert	Beschreibung
<u>Bestellnummer</u>	Zahl	Eine einmalige Nummer die eine Bestellung genau identifiziert
Bestelldatum	Zahl	Das Datum der Bestellung im Format DD-MM-YYYY
Bestelltyp	Zeichenkette	Beschreibung der Bestellung; Auswahlmöglichkeiten: Kundenbestellung, Lieferantenbestellung, interne Bestellung
Status	Zeichenkette	Beschreibung des aktuellen Status der Bestellung; Auswahlmöglichkeiten: eingegangen, wird verarbeitet, wird kommissioniert, bereit zum Transport, auf dem Transportweg, abgeschlossen
+	+	+

Abbildung 36: Beispiel zur Umsetzung eines Menüs zur Editierung von Entitäten

Es sollen sich aber nicht nur die Attribute anpassen lassen. In der Übersicht ist es zudem möglich, ganze Entitäten zu entfernen oder komplett neue hinzuzufügen. Das Kontextmenü, welches sich beim Rechtsklick auf eine Entität öffnet, beinhaltet dafür die Option dieses zu löschen. Solch eine Manipulation sollte natürlich vom Nutzer durchdacht sein, ein Hinweis auf dadurch verloren gehende Beziehungen zu anderen Entitäten macht ihn darauf aufmerksam. Ein Rechtsklick in einen leeren Bereich des Modells hingegen öffnet ein Kontextmenü, welches den Eintrag „Entität hinzufügen“ beinhaltet. Daraufhin öffnet sich ein vergleichbares Fenster, wie es bereits in **Abbildung 36** dargestellt wurde, und es lassen sich dort die Namen und Attribute genau definieren. Eine Bestätigung mit dem grünen Haken lässt die neue Entität anschließend als Kästchen in der Übersicht erscheinen, während ein Klick auf das rote Kreuz alles wieder verwirft. Um die neue Entität mit anderen Entitäten in Beziehung zu setzen, gibt es ein Tool namens „Verbinder“. Dieses lässt sich über einen Klick auf ein passendes Symbol im oberen Menü aktivieren, woraufhin an den Kanten der Entitäten kleine Punkte erscheinen. Über Drag & Drop lassen sich nun Linien zwischen den Entitäten ziehen, die diese dann zueinander in Beziehung setzen und automatisch einen Beziehungstypen erstellt. Dem Beziehungstypen lassen sich bei Bedarf ebenfalls Attribute hinzufügen, die Mechanik ist dabei analog zu der des Editierens von Entitäten. Dies fasst die Optionen zur Manipulation des Referenzdatenmodells zusammen, ohne dabei bereits bestehende Daten zu importieren.

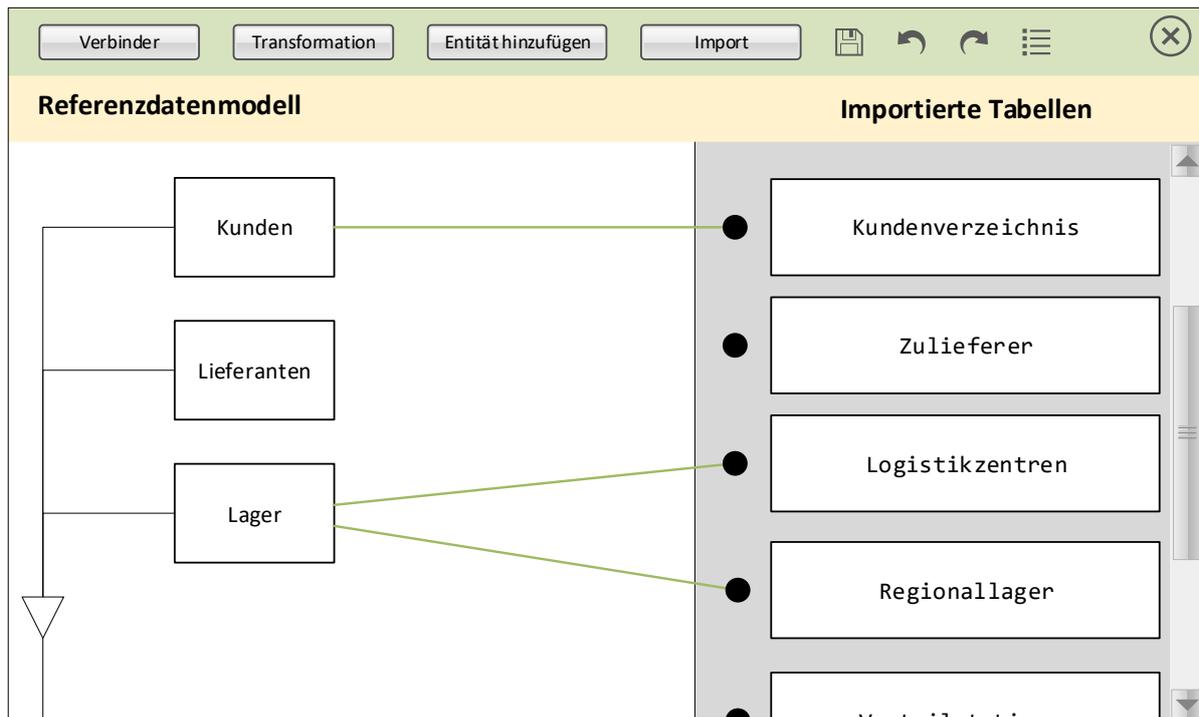


Abbildung 37: Visualisierungsbeispiel des Graphical User Interface zur Zuweisung importierter Daten

Der Import von Daten einer bereits bestehenden Datenbank soll ebenfalls eine Funktion darstellen. Dazu müssen die Daten im Vorfeld aus der Datenbank exportiert werden. Bei den weit verbreiteten SQL Datenbanken ist dies meistens sowohl als simple Textdatei als auch als XML-Datei möglich. In allen Fällen entstehen Dateien, die festen Formatierungsregeln unterliegen. Je mehr Dateitypen das Transformationstool unterstützt, umso breiter wäre das Anwendungsgebiet. Durch das feste Format der Dateien ist es beim Import möglich, mit Hilfe eines Algorithmus die jeweiligen Tabellen samt Datensätze korrekt auszulesen und wiederzugeben. Das Konzept sieht zur Transformation und Einbindung der Daten dabei folgende Darstellung vor: Auf der linken Seite des Fensters ist erneut das Referenzdatenmodell abgebildet, während auf der rechten Seite die nun importierten Tabellen aufgelistet werden. Zur Illustration ist in **Abbildung 37** eine beispielhafte Anordnung zu erkennen, wobei dort aus Platzgründen nur ein kleiner Ausschnitt des Referenzdatenmodells dargestellt wird. Um nun die importierten Tabellen den Entitäten des Referenzdatenmodells zuzuweisen, lässt sich von den Punkten an den Tabellen per Drag & Drop eine Linie zu der passenden Entität ziehen. Ebenfalls ist es möglich, mehrere Tabellen in einer Entität zusammenzufassen, indem zwei Linien zu einer Entität gezogen werden. Ein Klick auf die Schaltfläche „Transformation“, die sich im oberen Menü befindet, öffnet dann ein neues Fenster. In diesem Fenster sind nun die Entität aus dem Referenzdatenmodell und die gewählte importierte Tabelle gegenübergestellt. Ein Beispiel zur Darstellung ist der **Abbildung 38** zu entnehmen. Anschließend muss festgelegt werden, welche importierten Datensätze welchen Attributen im Referenzdatenmodell zugewiesen werden. Dabei funktioniert die simple Zuweisung ähnlich wie bei der Zuweisung von Tabellen zu Entitäten: Es wird eine Verbindungslinie von den importierten Daten zu dem Attribut der Entität gezogen und beide Zeilen werden grün gefärbt. Dies

bedeutet, dass die Daten in dieses Attribut importiert werden. Eine Möglichkeit in diesem Menü den Namen des Attributs anzupassen ist ebenfalls vorhanden. Zudem soll es weitere Möglichkeiten der Anpassung geben: Soll ein Attribut des Referenzdatenmodell komplett entfernt werden, so ist dies über einen Rechtsklick auf den Punkt daneben möglich. In dem sich öffnenden Kontextmenü besteht dann die Option, dieses Attribut zu löschen. Der vormals schwarze Punkt ist daraufhin rot, genau wie die dazugehörigen Zeichen in der Zeile. Dies symbolisiert die vorgenommene Anpassung. Ebenfalls ist es möglich, das Attribut ohne Zuweisung von importierten Daten weiterhin zu behalten. Bei dieser Wahl im Kontextmenü werden der Punkt und die Texte grün. Analog gibt es diese Optionen auch bei den importierten Daten. Eine Übernahme der Daten ohne Zuweisung eines Attributs im Referenzdatenmodell lässt die betreffenden Werte ebenfalls grün aufleuchten. Dabei wird der Entität einfach ein neues Attribut automatisch hinzugefügt, welches die passenden Werte der importieren Daten beinhaltet. Sollte sich der Anwender dazu entscheiden Attribute aus der alten Datenbank nicht mehr zu benötigen, so können diese auch gelöscht werden. In diesem Fall erscheinen die betroffenen Werte als rot markiert. Ein Klick auf den grünen Haken beschließt die Transformation, der Klick auf das rote Kreuz bricht die Transaktion hingegen ab. Die importierten Tabellen können dabei analog auch einem Beziehungstypen zugewiesen werden, da Beziehungen im relationalen Modell teilweise auch als Tabellen angelegt werden.

So lassen sich Schritt für Schritt die einzelnen importierten Tabellen den Entitäten und Beziehungen des Referenzdatenmodells hinzufügen. Sollten Anpassungen an der Struktur des Referenzdatenmodells nötig sein, so lassen sich diese im Vorfeld wie bereits beschrieben ausgeführt vornehmen. Alternativ soll es möglich sein, die importierten Tabellen per Drag & Drop in das Referenzdatenmodell zu ziehen. Dies soll eine automatische komplette Übernahme der Daten als neue Entität auslösen, welche wiederum mit den weiteren Elementen in Beziehung gesetzt werden kann.

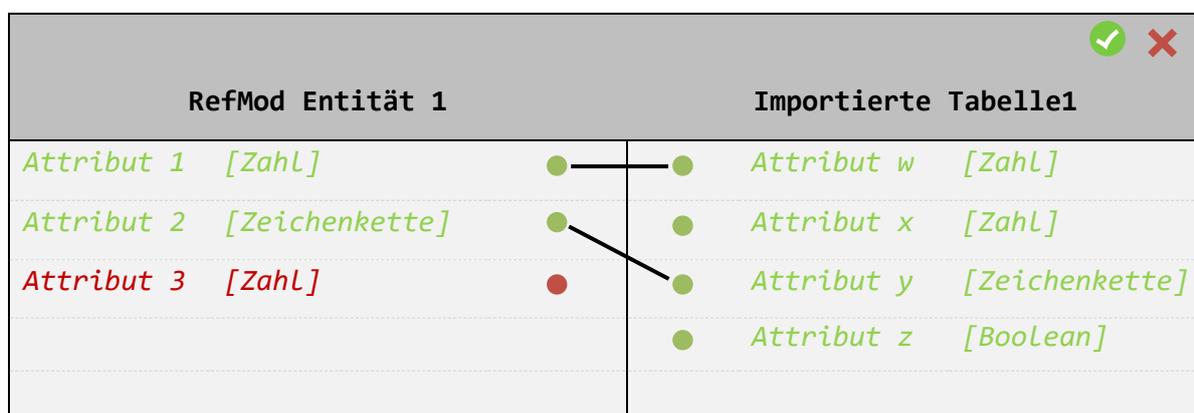


Abbildung 38: Visualisierungsbeispiel der Gegenüberstellung von Attributen

Ist die Anpassung des Referenzdatenmodells und die Transformation der importierten Daten abgeschlossen, so wäre der nächste mögliche Schritt die Erstellung der neuen Datenbank. Eine automatische Umwandlung des Datenmodells in die nötigen physischen Strukturen rundet das Konzept ab. Diese Funktion ist sehr benutzerfreundlich und würde zudem einen Umstieg um einiges erleichtern. Aber auch ohne eine automatische Erstellung einer neuen Datenbank lässt sich mit Hilfe dieses Konzepts leicht ein eigenes unternehmensspezifisches Datenmodell vom erstellten Referenzdatenmodell ableiten. Eine leicht verständliche und selbsterklärende Menüführung, eine optisch ansprechenden Benutzeroberfläche und simple Mechaniken sorgen für eine einfach durchzuführende Transformation von bestehenden Unternehmensdaten.

5 Evaluation

In diesem Kapitel wird überprüft, ob das aufgestellte Datenmodell die Anforderungen erfüllt und, ob es zugleich die Rolle eines Referenzdatenmodells einnehmen kann. Außerdem soll auch das aufgestellte Transformationskonzept zur Unterstützung der Erstellung unternehmensspezifischer Datenmodelle kritisch bewertet werden.

5.1 Analyse des Referenzdatenmodell

Ob ein Modell auch als Referenzmodell gelten kann ist schwer zu belegen. Dieser Ausarbeitung wurde aber die konstruktionsorientierte Begriffsauffassung von vom Brocke zu Grunde gelegt, so dass mit der Intention zur Wiederverwendung ein Kriterium für ein Referenzdatenmodell erreicht wird. Von hoher Bedeutung ist daher, ob das Referenzdatenmodell alle relevanten Daten von Großhandelsunternehmen des Werkstoffhandels abbildet. Um die mit einer hohen Aussagekraft bewerten zu können, wären reale Unternehmensdaten von Betrieben der Branche notwendig. Dies ist ohne weiteres nicht einfach möglich, da der Zugang zu den notwendigen Daten nicht öffentlich vorhanden ist, weil es sich um sensible Unternehmensdaten handelt.

Um dennoch den Wert des aufgestellten Referenzdatenmodells evaluieren zu können, wird das Datenmodell einer Simulationssoftware zur Modellierung und Analyse von Liefernetzwerken verwendet. Ein Vergleich der aufgestellten Kernentitäten und der Attribute zeigt, ob alle wichtigen Elemente berücksichtigt wurden beziehungsweise welche Details fehlen. Weiterhin liegen Informationen eines Unternehmens aus dem Werkstoffhandel vor, mit denen ebenfalls ein Vergleich der Entitäten und Attribute möglich ist.

Der erste Schritt dieser Evaluation ist die Prüfung, ob die anfangs aufgestellten Anforderungen erfüllt worden sind. Beim Vergleich des Datenmodells mit der **Tabelle 1** in Kapitel 4.1 fällt auf, dass alle Entitäten eingebaut und alle Funktionen berücksichtigt wurden. Eine hohe Aussage über die Güte des Datenmodells lässt sich so allerdings nicht treffen, da die Anforderungen das Fundament für die Modellierung bildeten. So wurden diese beim iterativen Prozess der Entwicklung des Datenmodells immer wieder genutzt und mit dem Ergebnis abgeglichen. Abweichungen von den Anforderungen könnten dennoch vorkommen, beispielsweise wenn dem Modellersteller bei der Entwicklung auffällt, dass eine aufgestellte Bedingung keinen Sinn ergibt oder anders besser umgesetzt werden kann. Solche Änderungen sind dann in der Dokumentation des Datenmodells festzuhalten.

5.1.2 Vergleich mit *SimChain*

Im nächsten Schritt wird mit Hilfe der Simulationssoftware *SimChain* der Firma SimPlan AG ein Abgleich stattfinden. Bei *SimChain* handelt es sich um ein Simulationswerkzeug zur Optimierung unternehmensübergreifender Lieferketten. Dazu werden die besagten Lieferketten im Vorfeld definiert, indem die beteiligten Standorte, Artikel und Transporte erstellt werden. Dann werden Parameter der Produktionen, Lieferungen und des Bedarfs der Güter eingestellt und zudem Szenarien ausgewählt, die simuliert werden sollen. Die Ergebnisse der Simulation können so Unternehmen helfen, ihre Lieferketten zu testen und zu optimieren.

Die Grundlage für die Evaluation des Referenzdatenmodells besteht dabei aus der technischen Dokumentation über das Datenmodell, welches *SimChain* verwendet (vgl. SimPlan AG 2018). Da dies ebenfalls unternehmensübergreifend angewandt wird, und somit viele potentielle Unternehmens- und Logistikstrukturen abdeckt, ist ein aussagekräftiger Vergleich somit möglich. Es ist zu beachten, dass *SimChain* für produzierende Industrien gedacht ist und so Funktionen in der Simulation mitberücksichtigt werden, die für Handelsunternehmen irrelevant sind. Die dazugehörigen Datenstrukturen und Entitäten werden daher im Vergleich ignoriert.

Als Fundament der Simulationen gelten die Basistabellen, wie sie in der Dokumentation der Software genannt werden. Sie sind vergleichbar mit den in diesem Modell vorgestellten Kernentitäten. Die Basistabellen werden zu Beginn vom Anwender mit den spezifischen Daten der betreffenden Lieferkette ausgefüllt und werden im Folgenden stichpunktartig vorgestellt (vgl. SimPlan AG 2018, übersetzt aus dem Englischen):

- **Standorte:** Hier werden alle in der Lieferkette vorkommenden Standorte definiert (Produktionsstätten, Zulieferer, logistische Zentren, Kunden)
- **Kalender:** Jedem Standort oder Ressource wird ein Kalender zugewiesen
- **Artikel und Stücklisten:** Alle Waren (eigentlich „stock keeping units“), die im Szenario verwendet werden, und die dazugehörigen Stücklisten für die Produktion
- **Ladehilfsmittel:** Ladehilfsmittel, auf denen die Waren transportiert und gelagert werden (beispielsweise Paletten); die Ladehilfsmittel werden mit Transportmittel in Beziehung gesetzt und beschreiben zum Beispiel, wie viele Paletten in einen LKW maximal hineinpassen
- **Transportbeziehung:** Direkte Verbindung zwischen einem Start- und einem Zielpunkt
- **Route:** Eine Sequenz von mehreren Transportbeziehungen

Die Tabellen „Information Delay“ und „Forecast Error“ wurden nicht mit aufgeführt, da diese explizit nur für die Simulation relevant sind. Beim Vergleich der Basistabellen und der Kernentitäten des hier aufgestellten Referenzdatenmodells fällt auf, dass es eine sehr große Überschneidung gibt. Die Stücklisten sind ein notwendiger Baustein in den Prozessen eines Produktionsunternehmens, für Handelsunternehmen sind diese allerdings nicht von Bedeutung und können daher ausgelassen werden.

Daher sind nur der Kalender und die Route im Datenmodell dieser Arbeit nicht als eigene Entität zu finden. Die Option zur Routenbildung wurde allerdings berücksichtigt: Definiert wird sie über Attribute eines Transportes, da ein Transport im Referenzdatenmodell auch mehr als zwei Standorten zugeordnet werden kann. Die Basistabellen der Transportbeziehungen und Routen aus *SimChain* wurden also kombiniert in einer Entität zusammengefasst.

Anders verhält es sich mit dem Kalender: Dieser ist im Referenzdatenmodell in der Form nicht vertreten. Im Kontext einer Simulation, die einen langfristigen Zeitraum berechnen soll, macht es Sinn, einen Kalender in das Modell einzubauen. Im Referenzdatenmodell dieser Arbeit hingegen wird dies nur bedingt umgesetzt: Es gibt Liefer- und Transportdatumsangaben und die Transportmittel besitzen einen Status, der aussagt, ob sie gerade einem Transport zugeordnet sind oder nicht. Dies allerdings in Form eines Kalenders umzusetzen, birgt mehr Vorteile. So lassen sich auch weit im Voraus Fahrten planen und zuweisen, was die Verwaltung der Transporte vereinfacht. Dabei handelt es sich also durchaus um eine Funktion, die das Referenzdatenmodell sinnvoll erweitern könnte.

In der technischen Dokumentation von *SimChain* sind zudem auch alle gebildeten Tabellen der Datenbank aufgelistet. Dabei handelt es sich um knapp 90 Stück, wobei berücksichtigt werden muss, dass die meisten davon Funktionen einer Simulation durchführen und so die verschiedenen Szenarien verwalten oder Auswertungen beinhalten. Bei den elementaren Entitäten, die das zugrunde liegende Logistiknetzwerk beschreiben, wurden die zugehörigen Attribute genauer untersucht. Auch hier ist zuerst eine Überschneidung der wichtigsten Daten festzustellen, wobei diese im Detail verschieden zugeordnet sein können. Ein Unterschied ist, dass *SimChain* die Entitäten sehr detailliert aufteilt: So gibt es einzelne Entitäten für Kontinente, Länder und Städte. Im Referenzdatenmodell sind dies nur Attribute, die den Standort beschreiben.

Allerdings fallen bei der Studie der Attribute von *SimChain* durchaus Einzelheiten auf, die bei der Modellierung des Referenzdatenmodells nicht berücksichtigt wurden. So besitzen die Artikel dort auch ein Attribut für den Sicherheitsbestand. Für Produktionsunternehmen handelt es sich dabei um einen wichtigen Wert, der verhindern soll, dass eine Produktion auf Grund von Knappheit einer Ressource stillsteht. Bei der Modellierung des Datenmodells im Kontext von Großhandelsunternehmen ist ein Sicherheitsbestand nicht beachtet worden, dabei ist dies auch hier von Relevanz. Bestimmte Güter, besonders Werkstoffe, die für die produzierende Industrie elementar sind, werden regelmäßig nachgefragt. Diese immer in einer Mindestanzahl im Bestand zu halten ist daher durchaus sinnvoll und wäre so eine nützliche Ergänzung des Referenzdatenmodells.

Ebenfalls unberücksichtigt blieb die Option einer Mindestbestellanzahl eines Werkstoffes, wie sie bei *SimChain* verwendet wird. Wenn Werkstoffe nur durch einen aufwändigen Transport, egal welcher Form, geliefert werden können, wäre es überlegenswert, diesen eine Mindestbestellmenge vorzuschreiben. Ein solcher Mindestbestellwert ist auch bei Handelsunternehmen nicht unüblich und

kann beispielsweise vorbeugen, dass keine übermäßig unwirtschaftlichen Lieferungen durchgeführt werden.

Komplett unberücksichtigt vom Referenzdatenmodell sind zudem die CO₂-Emissionen. Diese werden bei *SimChain* bei den Transporten und Ladehilfsmitteln als Attribut gespeichert. Es ist durchaus möglich, dass Unternehmen der Großhandelsbranche auch emissionshandelspflichtig sind. Um die Fälle mit abzudecken, wäre eine Berücksichtigung in einem Referenzdatenmodell zu beachten. Gleichzeitig ist davon auszugehen, dass die meisten Unternehmen der Branche davon nicht betroffen sind. Es ist also abzuwägen, ob und in welchem Umfang diese Information im Datenmodell verankert werden soll. Dabei erscheint es dem Autor aber als vorteilhaft, es zumindest optional mit zu berücksichtigen.

Neben einer hohen Anzahl an Entitäten im *SimChain* Datenmodell ist auch ein hoher Detailgrad bei einigen Attributen zu erkennen. So sind dort Informationen mit abgelegt, die für die Prozesse in einem Handelsunternehmen unwichtig erscheinen. Als Beispiel für solche Attribute ist die Speicherung der Längen- und Breitengrade von Standorten zu nennen. Im Kontext von Großhandelsunternehmen sollte die ausführliche Lieferanschrift für eine hinreichende Identifikation einer Adresse ausreichend sein.

Im Allgemeinen lässt sich resümieren, dass das Referenzdatenmodell dieser Arbeit die elementaren Bausteine des Datenmodells von *SimChain* ebenfalls berücksichtigt und abbildet. Es sind aber auch Unterschiede zu erkennen, so zum Beispiel in der Aufteilung mancher Daten. Das Referenzdatenmodell sollte allgemein ein maximales Spektrum an potentiell möglichen Fällen abdecken und dabei die Redundanz von Daten vermeiden. Aus diesem Grundgedanken heraus entstanden die Datenstrukturen, die in Kapitel 4.2 dargestellt wurden. Es bleibt die Frage, ob es unter Umständen nicht simpler wäre, einzelne Strukturen für verschieden Fälle aufzubauen und beispielsweise zwischen einer Lieferanten- und einer Kundenbestellung auch im Datenmodell zu unterscheiden. Dies wäre sinnvoll, da das aufkommende Datenvolumen dieser beiden Bestellungen sich merklich unterscheidet. Allerdings wurde versucht, dies mit den Kardinalitäten im ERM zu berücksichtigen. So muss nicht jede Entität einer Lieferantenbestellung zwangsweise den gleichen Umfang an Daten besitzen wie die einer Bestellung eines Kunden.

5.1.2 Vergleich mit Datenstrukturen aus dem Werkstoffhandel

Neben der technischen Dokumentation von *SimChain* als Mittel der Evaluation liegen dem Autor auch Auszüge von Entitäten eines realen Unternehmens des Werkstoffhandels vor. So ist es möglich, das aufgestellte Referenzdatenmodell erneut mit den Entitäten und Attributen eines anderen Datenmodells, welches sich in Benutzung befindet, zu vergleichen. In der Bezeichnung wird in den Ausführungen unterschieden zwischen dem externen Datenmodell und dem Referenzdatenmodell, welches in dieser Arbeit entwickelt wurde. Die benutzten Entitäten des externen Datenmodells sind die Folgenden:

- Werk
- Lieferant
- Kunde
- Transportmittel
- Routen
- Lieferungen
- Lademittel
- Bestand
- Absatz
- Verkaufsbeleg/Verkaufsbeleg detailliert

Die Entität „Werk“ ist mit dem in dieser Ausarbeitung zentralen Entität „Lager“ zu vergleichen, da hier Großhandelsunternehmen im Vordergrund stehen und keine produzierenden Industrien. Daher ist beim ersten Vergleich erneut eine große Überschneidung beider Datenmodelle zu erkennen. Die Standorte werden bei dem externen Datenmodell ebenfalls in drei Entitäten aufgeteilt: Dem Werk, dem Lieferanten und dem Kunden. Das Werk besitzt dabei Attribute, die im Lager des Referenzdatenmodells nicht zu finden sind, welches aber der unterschiedlichen Funktion einer Produktionsstätte geschuldet ist. Davon abgesehen sind die drei Entitäten allerdings durchaus gleichwertig, es blieb im Referenzdatenmodell kein elementares Detail unberücksichtigt.

Ähnlich wie beim Datenmodell von *SimChain* gibt es auch beim externen Datenmodell die Entität „Routen“. Allerdings gibt es stattdessen keine einzelne Entität für einen einfachen Transport zwischen zwei Standorten. Damit sind die Routen des externen Datenmodells vergleichbar mit der Entität „Transport“ des Referenzdatenmodells. Die in beiden Modellen verwendeten Attribute sind von ihrer Funktion ebenfalls gleichwertig. Einen ähnlichen Funktionsumfang bieten zudem die Lademittel des externen Datenmodells und die Ladehilfsmittel des Referenzdatenmodells. Ein Unterschied ist aber festzustellen: Die Lademittel besitzen ein Attribut, welches die Kosten beinhaltet.

Bei der Untersuchung der Entität „Lieferungen“ des externen Datenmodells sind Unterschiede zu erkennen, die bereits an anderer Stelle aufgefallen sind. So ist dort, ähnlich wie im Datenmodell von *SimChain*, eine Mindestabnahmemenge vermerkt. Wie bereits festgehalten wurde, handelt es sich

dadurch um eine potentielle Erweiterung für das Referenzdatenmodell. Weiterhin ist eine Rabattstaffelung als Attribut implementiert. Die Idee, ein Rabattsystem zu integrieren, wurde in der Beschreibung zum Referenzdatenmodell bereits diskutiert, dort allerdings im Zusammenhang mit einem Kundenmanagement. Gleichermäßen ist es überlegenswert, eine Art Mengenrabatt mit zu berücksichtigen, der im Großhandel unter Umständen angewandt werden kann. Umsetzen lässt sich so ein Preisnachlass beispielsweise in der Rechnung, die ab einer definierten Menge einer Bestellposition einen Rabatt gewährt.

Der Vergleich der Entitäten „Transportmittel“ beider Modelle zeigt, dass im Referenzdatenmodell eine viel detailreichere Darstellung erfolgt. Fast alle Attribute des externen Datenmodells werden im Referenzdatenmodell ebenfalls abgebildet. Die Einzige Ausnahme bildet dabei das Attribut „CO₂-Emission“ des externen Datenmodells. Dadurch werden im externen Datenmodell, genau wie beim Datenmodell von *SimChain*, die CO₂-Emissionen mitberücksichtigt. Dies bestätigt die bereits getätigte Schlussfolgerung, Informationen zu CO₂-Emissionen ebenfalls im Referenzdatenmodell zu implementieren.

Der Bestand des externen Datenmodells ist im Referenzdatenmodell als Beziehung zwischen einem Lager und dem internen Sortiment abgebildet. Auch hier lässt sich ein Attribut erkennen, welches bereits bei dem Vergleich mit *SimChain* aufgefallen ist: Der Sicherheitsbestand. Daher ist es ratsam, diesen auch im Referenzdatenmodell mit abzubilden.

Die Entität „Absatz“ ist als einzige in dieser Form nicht im Referenzdatenmodell zu finden. Dort hinterlegt sind unter anderem Werte zur Absatzmenge, Umsatz, Bruttogewinn und der fakturierten Menge. Für Verwaltungsorgane eines Betriebes sind solche Zahlen natürlich relevant. Allerdings lassen diese sich auch aus dem aktuellen Referenzdatenmodell extrahieren. So ist es möglich, die besagten Werte aus einer Auflistung aller Kundenbestellungen zusammenstellen. Um unnötige Wiederholungen von Daten zu vermeiden, wurde daher auf eine separate Auflistung verzichtet. Es muss untersucht werden, ob es nicht dennoch sinnvoll wäre, solche wichtigen Kennzahlen erneut in einer Entität zusammenzufassen. Um darüber sichere Aussagen zu treffen, müsste das Referenzdatenmodell angewendet werden zur Bildung von Datenbanken, auf die dann passende Anwendungsprogramme zugreifen. So ließe sich in einem Praxistest eine aussagekräftigere Überprüfung durchführen.

Der Verkaufsbeleg wird im externen Datenmodell gleich in zwei Entitäten aufgeführt, einer allgemeinen und einer detaillierten Variante. Zusammenbetrachtet wird dort die komplette Bestellung detailliert abgebildet. Das beinhaltet neben dem Auftraggeber, der Artikel und dem Standort auch Datum und Uhrzeit von Lieferungen, Informationen zu Arbeitscheinen, Richtzettel und Materialbereitstellungen sowie die Dauer des Transportes und die gewählte Route. Das Äquivalent im Referenzdatenmodell ist im weitesten Sinne die Rechnung. Diese besitzt dabei aber nicht das gleiche Detaillevel wie der „Verkaufsbeleg detailliert“ des externen Datenmodell. Stattdessen werden dort die typischen Elemente

einer Rechnung zusammengefasst: Rechnungssteller und -empfänger, Datum, Adresse und Bestellpositionen samt Summen.

Zusammengefasst lässt sich auch hier festhalten, dass es eine große Überschneidung bei den Entitäten und Attributen gibt. Gleichzeitig sind aber im Detail Unterschiede zu erkennen, die zum Teil in Verbesserungsvorschlägen des Referenzdatenmodells münden und auch schon beim Vergleich mit dem Datenmodell von *SimChain* aufgefallen sind. Andere Differenzen sind dagegen dadurch begründet, dass das externe Datenmodell nicht aus einem reinen Großhandelsunternehmen stammt, sondern auch einige produktionstypische Merkmale in Attributen festhält.

Die Evaluation mit zwei angewandten Datenmodellen aus verschiedenen Quellen hat ergeben, dass ein Großteil Entitäten des Referenzdatenmodells sinnvoll gewählt und in Beziehung gesetzt wurden und dadurch in der Lage sind, reale Unternehmen des Großhandels abzubilden. Gleichmaßen ist es nur trivial, dass ein rein theoretisches Aufstellen eines Datenmodells nicht alle Details, die bei einem praktischen Einsatz in einem Unternehmen notwendig sind, abdecken kann. Zu diesem Zweck muss das Referenzdatenmodell in der Tat genutzt werden, um ein unternehmensspezifisches Datenmodell abzubilden. Dabei fällt nämlich aussagekräftig auf, welche Strukturen und Feinheiten noch fehlen. Mit dem Feedback ließe sich das Referenzdatenmodell erweitern und ausbessern. Je öfter dies dazu verwendet wird, umso mehr Aspekte realer Unternehmen lassen sich im Referenzdatenmodell nachträglich einbauen und verbessern. So würde mit der Zeit und durch wiederholte Anwendung das Referenzdatenmodell wachsen und einen Großteil der anvisierten Unternehmen in hohen Maßen abbilden können.

Als finaler Aspekt bei der Beurteilung des Referenzdatenmodells ist noch die gewählte Darstellungsform zu bewerten. Für die hier aufgeführten Zwecke ist diese durchaus ausreichend und es entsteht ein visuell leicht verständliches Datenmodell. Die UML Klassendiagramme sind allerdings immer populärer und bieten zudem weitere Optionen zur Gestaltung von Details in einem Datenmodell, so dass eine Umsetzung in diese auch in Betracht gezogen werden sollte. Allerdings wurden in den Ausführungen in Kapitel 2.4.3 bereits darauf hingewiesen, dass eine automatische Übersetzung in ein UML Klassendiagramm möglich ist. So lässt sich mit überschaubarem Aufwand eine Konvertierung vornehmen und bei Bedarf das Datenmodell in Form eines Klassendiagramms detailreicher weiterentwickeln.

5.2 Analyse des Transformationskonzeptes

Das in Kapitel 4.3 aufgestellte Transformationskonzept lässt sich ebenfalls nur bedingt aussagekräftig evaluieren. Eine Umsetzung des Konzeptes in ein lauffähiges Programm mit anschließenden ausführlichen Tests wäre dafür von Nöten. Dieses übersteigt den Umfang dieser Arbeit allerdings. Stattdessen werden die vorgeschlagenen Ideen nun kritisch bewertet.

Als erstes Manko fällt dabei die Akzeptanz von verschiedenen Datenformaten für den Import von bestehenden Datenbanken auf. Dies ist ohne Zweifel eine sinnvolle Funktion, allerdings ist es für eine erstmalige Umsetzung des Konzeptes eine zu hohe Anforderung. Zum Start sollte sich auf ein bestimmtes Format konzentriert und alle weiteren Funktionen erstmal umgesetzt werden. Wenn dann die weiteren Ideen realisiert wurden und auch wie konzeptioniert funktionieren, lässt sich der Umfang der importfähigen Formate erweitern.

Ebenfalls kritisch zu sehen ist die Nutzung des Referenzdatenmodells als ERM in diesem Konzept. Während die reine Manipulation des ERMs sinnvoll und machbar erscheint, könnte es beim Import der externen Tabellen Konflikte geben. Bei den aus einer alten Datenbank exportierten Daten handelt es sich in den meisten Fällen um relationale Tabellen, welche nicht identisch sind zu einer Darstellung von Entitäten und Attributen. Ein besserer Import wäre daher möglich, wenn das ERM im Vorfeld ebenfalls in relationale Tabellen umgewandelt werden würde. Dies bringt allerdings den Nachteil, dass dies nicht mehr so anschaulich ist. Aber stattdessen lässt sich so im Vorfeld umgehen, dass der Nutzer nicht genau weiß, wo und wie er einige importierte Tabellen im neuen Datenmodell unterbringen soll.

Der letzte Kritikpunkt behandelt die angestrebte automatische Umwandlung in eine Datenbank. Dies ist in der Tat eine sinnvolle Idee und würde es für potentielle Nutzer des Modells interessanter machen. Aber auch hier stellt sich die Frage, ob es sich dabei um eine realistische Anforderung für die erste Umsetzung des Konzeptes handelt. Wenn alle anderen Funktionen funktionieren und umgesetzt wurden, wäre das ein Thema, welches nachträglich angegangen werden kann. Bis dahin lässt sich aber auch ein Kompromiss bilden und abschließend das abgeleitete unternehmensspezifische Datenmodell in ein Format bringen, mit dem bereits bestehende Softwarelösungen zur Umwandlung und Erstellung von Datenbanken arbeiten können.

Die Idee, eine einfach zu bedienende Softwarelösung zur Transformation mit selbsterklärender Menüführung und simplen Mechaniken dem Referenzdatenmodell bei Seite zu stellen, ist aber durchaus sinnvoll. Das ganze Konzept scheint dagegen sogar allgemeingültig genug zu sein, um es nicht nur im Kontext des hier erarbeiteten Referenzdatenmodell zu stellen. Viel mehr bietet es eine grobe Grundlage, dies auch für andere Datenmodelle zu öffnen. Wenn die Funktionen um einiges weiter ausgebaut werden, lässt sich aus dem Konzept gar ein mächtiges Tool zur Erstellung von eigenen Datenmodellen samt Import bereits bestehender Datensätze erstellen.

6 Zusammenfassung und Ausblick

Das übergeordnete Ziel dieser Masterarbeit war es, ein Referenzdatenmodell für Großhandelsunternehmen des Werkstoffhandels zu erstellen. Im Vorfeld wurden dafür die theoretischen Grundlagen aufgearbeitet. Diese Aufarbeitung begann mit der separaten Betrachtung von Daten und Modellen, welche dann zueinander in Bezug gesetzt wurden. Darauf aufbauend wurden Datenmodelle definiert und zudem ihre Funktionen, Vorteile und Verwendungsmöglichkeiten aufgezeigt. Anschließend wurde die Referenzmodellierung untersucht und ihre vielfältigen Definitionen in der Fachliteratur dargestellt. Durch die Identifikation der größten Übereinstimmung der Definitionen, wurde die konstruktionsorientierte, oder auch wiederverwendungsorientierte, Begriffsauffassung von vom Brocke (2003) als Grundlage für diese Ausarbeitung gewählt. Diese besagt, dass ein Modell ein Referenzmodell ist, wenn es mit der Intention entwickelt wurde, bei der Erstellung weiterer Modelle wiederverwendet zu werden, oder, wenn es faktisch zur Konstruktion von weiteren Modellen verwendet wird. Diese wiederverwendungsorientierte Begriffsauffassung deckt sich mit der Hauptmotivation der Arbeit, dass das Referenzdatenmodell als eine unternehmensübergreifende Vorlage für Großhandelsunternehmen für die Entwicklung von unternehmensspezifischen Datenmodellen genutzt werden soll.

Im nächsten Schritt wurden die Zusammenhänge zwischen Datenmodell und Datenbanken aufgezeigt und zudem die sechs Phasen eines Datenbankentwurfs erläutert. Es folgten die Darstellung von Modellierungsmethoden, wobei mit dem Entity-Relationship-Modell und den UML Klassendiagramme zwei Methoden explizit vorgestellt wurden. Zur Modellierung des Referenzdatenmodells in dieser Arbeit wurde dann das ERM festgelegt und der Top-Down-Ansatz als Modellierungsperspektive gewählt.

Die Darstellung des nötigen Hintergrundwissens der Handelslogistik bildet den zweiten großen Themenschwerpunkt der Grundlagen. Es wurden dazu die Funktionen und Prozesse von Logistik im Allgemein erläutert und zudem die flussorientierte Definition von Logistik aufgezeigt und als Basis für diese Ausarbeitung gewählt. Anschließend wurde der Großhandel definiert und vom Einzelhandel abgegrenzt, sowie der Aufbau und die Funktionsweise von Logistiknetzwerken erörtert. Mit der Vorstellung des Handels-H-Modells wurde ein Ordnungsrahmen für Handelsbetriebe eingeführt, der das Fundament für die Entwicklung des Referenzdatenmodells bilden sollte. An Hand eines kleinen Beispiels wurde demonstriert, wie die zusammengetragenen Informationen über logistische Prozesse und der Struktur von Handelsunternehmen in ein Datenmodell überführt werden können. Die Aufarbeitung der Grundlagen schließt mit der Untersuchung des Werkstoffhandels. Nach einer allgemeinen Definition von Werkstoffen wurde aufgezeigt, dass der Werkstoffhandel 2016 mit 27.845 Unternehmen den zweitgrößten Anteil des gesamten deutschen Großhandels ausmacht. Gleichzeitig ist der Werkstoffhandel mit einem Jahresumsatz von rund 335 Milliarden Euro der profitabelste Zweig des Großhandels (Statistisches Bundesamt 2018). Weiterhin wurden die Produkteigenschaften von

Werkstoffen aufgezeigt und welche Konsequenzen diese für den Transport und der Lagerung mit sich bringen. Daraus wurde geschlussfolgert, dass diese Besonderheiten im Referenzdatenmodell mit abgebildet werden müssen.

Durch die umfassende Aufarbeitung der theoretischen Hintergründe wurde der Grundstein zur Entwicklung des Referenzdatenmodells gelegt. Um dieses umzusetzen, wurden die Anforderungen an das Modell aufgestellt. Mit Hilfe der Darstellungen aus den Grundlagen konnten dabei zehn Kernentitäten definiert und notwendige Funktionen formuliert werden. Diese zehn Kernentitäten wurden dann als Fundament für das komplette Referenzdatenmodell genutzt. Die Modellierung wurde im Kapitel 4.2 detailliert und schrittweise dokumentiert, so dass einzelne Modellabschnitte betrachtet und schlussendlich zum Referenzdatenmodell zusammengesetzt wurden. Dabei wurden alle Entitäten, Beziehungen und Kardinalitäten erklärt und die Modellierungsentscheidungen wurden transparent wiedergegeben. Im Anschluss daran wurde ein Transformationskonzept erstellt, welches Modellnutzern beim Ableiten eines eigenen unternehmensspezifischen Datenmodell vom Referenzdatenmodell helfen soll. In diesem Konzept wird großer Wert auf eine einfache Bedienung und auf eine umfassende aber anschaulich präsentierte Dokumentation des Datenmodells und der Programmfunktionen gelegt. Der Import von unternehmensspezifischen Daten wird mit Hilfe von simplen Mechaniken umgesetzt, so dass der Nutzer nicht zwingend umfassende Kenntnisse über Datenmodelle besitzen muss. Als Ausblick wurde zudem die automatische Erstellung einer Datenbank auf Grundlage des erstellten unternehmensspezifischen Datenmodell vorgesehen.

Abgeschlossen wird die Masterarbeit durch eine Evaluation des Referenzdatenmodells und des Transformationskonzeptes. Dabei wurde das Referenzdatenmodell mit Hilfe von zwei externen Quellen verglichen: Dem Datenmodell der Simulationssoftware *SimChain* und Informationen zu den Entitäten und Attributen eines realen Unternehmens des Werkstoffhandels. Beim Vergleich der Entitäten und Attribute des Referenzdatenmodells und der externen Quellen konnte eine weitestgehende Überschneidung festgestellt werden. So fiel das erste Fazit der Evaluation positiv aus. Allerdings sind auch Details aufgefallen, die vom Referenzdatenmodell nicht berücksichtigt wurden. So wurden in beiden externen Quellen Sicherheitsbestände, Mindestbestellmengen und CO₂-Emissionen abgebildet, während sie im Referenzdatenmodell fehlen. Gleichzeitig wurden weitere Strukturen wie die Entität „Kalender“ oder eine bessere Aufstellung logistischer Kennzahlen als potentielle Verbesserungsvorschläge identifiziert.

Bei der kritischen Bewertung des Transformationskonzepts wurde festgestellt, dass die vorgeschlagene hohe Kompatibilität vieler Formate zum Import von unternehmensspezifischen Daten, sowie das automatische Erzeugen von Datenbankstrukturen für ein erstes Konzept zu ambitionierte Anforderungen darstellen könnten. Für weitere Entwicklungsphasen sind es jedoch potentielle Ziele. Weiterhin wird ein möglicher Konflikt zwischen importierten relationalen Tabellen und dem

Referenzdatenmodell in Form eines ERMs identifiziert. Eine Umwandlung des ERM in ebenfalls relationale Tabellen würde potentiellen Unklarheiten beim Import vorbeugen.

Resümierend lässt sich festhalten, dass die anfangs formulierten Ziele für die Masterarbeit erreicht wurden. In iterativen Entwicklungsschritten wurde ein Referenzdatenmodell für Großhandelsunternehmen des Werkstoffhandels erzeugt. Beim Vergleich mit externen Datenmodellen wurde festgestellt, dass das erstellte Referenzdatenmodell alle elementaren Daten abbildet. Um genauere Aussagen treffen zu können, wäre es von Nöten, einen Praxistest durchzuführen und mit realen Unternehmensdaten ein unternehmensspezifisches Datenmodell abzuleiten. Der Autor sieht darin auch die große Chance, durch das entstehende Feedback das Referenzdatenmodell weiter entwickeln zu können. Dadurch, dass es sich bei dieser Masterarbeit um eine rein theoretische Arbeit handelt, ist ein Abdecken aller in der Realität vorkommenden Details sehr unwahrscheinlich. Aktuell bildet das Referenzdatenmodell die grundlegenden Funktionen eines Warenwirtschaftssystem ab, wobei es auch als Basis für alle potentiellen Softwarelösungen und Assistenzsysteme im Bereich der Beschaffung, Lagerung und Distribution dienen kann. Wie in den Untersuchungen festgestellt wurde, lässt sich das Referenzmodell aber auch so erweitern, dass es ein komplettes Handelsinformationssystem darstellt. Die Einbindung eines Customer-Relationship-Managements wurde zudem bereits als eine mögliche sinnvolle Weiterentwicklung identifiziert. Genauso verhält es sich auch mit der Erweiterung durch ein Personalmanagement und einer Finanzverwaltung. So bildet das Referenzdatenmodell dieser Arbeit im aktuellen Zustand die Hauptbestandteile von Großhandelsunternehmen ab und es bietet die Option, dieses durch weitere Bausteine in Zukunft sinnvoll zu erweitern.

Literaturverzeichnis

- Arnold, D., Isermann, H., Kuhn, A., Tempelmeier, H., & Furmans, K. (2008). *Handbuch Logistik*. Heidelberg: Springer-Verlag.
- Ballou, R. H. (2004). *Business logistics, supply chain management : planning, organizing, and controlling the supply chain*. Upper Saddle River, NJ: Pearson Prentice Hall.
- Balzert, H. (2009). *Lehrbuch der Softwaretechnik: Basiskonzepte und Requirements Engineering*. Heidelberg: Spektrum Akademischer Verlag.
- Batini, C., Ceri, S., & Navathe, S. (1992). *Conceptual database design*. Redwood City, California: Benjamin/Cummings.
- Becker, J., & Knackstedt, R. (2003). Konstruktion und Anwendung fachkonzeptioneller Referenzmodelle im Data Warehousing. In W. Uhr, W. Esswein, & E. Schoop, *Wirtschaftsinformatik 2003/Band II : Medien — Märkte — Mobilität* (S. 415-433). Heidelberg: Physica.
- Becker, J., & Schütte, R. (2004). *Handelsinformationssysteme*. Frankfurt am Main: Redline Wirtschaft.
- Carolla, M. (2015). *Ein Referenz-Datenmodell für Campus-Management-Systeme in deutschsprachigen Hochschulen*. Wiesbaden: Springer Fachmedien.
- Chen, P. (1976). The entity-relationship model-toward a unified view of data. *ACM Transactions on Database Systems (TODS)*(Heft 1), S. 9-36.
- Connolly, T., Begg, C., & Strachan, A. (2002). *Datenbanksysteme*. München: Addison-Wesley Verlag.
- CSCMP. (2013). *Council of Supply Chain Management Professionals*. Abgerufen am 09. November 2018 von CSCMP Glossary: https://cscmp.org/CSCMP/Educate/SCM_Definitions_and_Glossary_of_Terms/CSCMP/Educate/SCM_Definitions_and_Glossary_of_Terms.aspx
- Czuchra, W. (2010). *UML in logistischen Prozessen*. Wiesbaden: Vieweg+Teubner Verlag.
- Ausschuss für Definitionen zu Handel und Distribution. (2006). *Katalog E - Definitionen zu Handel und Distribution*. Köln: Inst. für Handelsforschung an der Univ. zu Köln.
- DSW21. (2018). *Netzplan Dortmund*. Abgerufen am 30. Oktober 2018 von <http://www.netzplan-dortmund.de/index.php/de/netzplan>
- Duden. (2018). *Werkstoff*. Abgerufen am 10. Dezember 2018 von [Duden.de: https://www.duden.de/rechtschreibung/Werkstoff](https://www.duden.de/rechtschreibung/Werkstoff)
- Elmasri, R., & Navathe, S. (2009). *Grundlagen von Datenbanksystemen*. München: Pearson Studium.

-
- Fettke, P. (2008). *Empirisches Business Engineering - Grundlegung und ausgewählte Ergebnisse. Habilitationsschrift, Universität des Saarlandes*. Saarbrücken.
- Fettke, P., & Loos, P. (2007). Perspectives on Reference Modeling. In P. Fettke, & P. Loos, *Reference Modeling for Business Systems Analysis* (S. 1-20). USA, Hershey PA: Idea Group Inc.
- Fettke, P., & vom Brocke, J. (26. September 2016). *Referenzmodell*. Abgerufen am 27. Oktober 2018 von Enzyklopädie der Wirtschaftsinformatik: <http://www.enzyklopaedie-der-wirtschaftsinformatik.de/lexikon/is-management/Systementwicklung/Softwarearchitektur/Wiederverwendung-von-Softwarebausteinen/Referenzmodell/index.html>
- Gadatsch, A. (2017). *Datenmodellierung für Einsteiger*. Wiesbaden: Springer Fachmedien.
- Gudehus, T. (2010). *Logistik*. Heidelberg: Springer-Verlag.
- Hertel, J. (1997). *Warenwirtschaftssysteme - Grundlagen und Konzepte*. Heidelberg: Physica.
- Hornbogen, E., Eggeler, G., & Werner, E. (2017). *Werkstoffe*. Berlin: Springer-Verlag.
- Jaugstetter, C. (2008). *Entwurf eines integrierten kommunalen Datenmodells*. Würzburg: Rainer Thome, Claus-Burkard Böhnlein.
- Keller, G., Lietschulte, A., & Curran, T. A. (1999). Business Engineering mit den R/3-Referenzmodellen. In A.-W. Scheer, & M. Nüttgens, *Electronic Business Engineering* (S. 397-423). Heidelberg: Physica.
- Klaus, P., Krieger, W., & Krupp, M. (2012). *Gabler Lexikon Logistik*. Wiesbaden: Springer Fachmedien.
- Kudraß, T. (2015). *Taschenbuch Datenbanken*. München: Carl Hanser Verlag.
- Lackes, R., & Siepermann, M. (02. Februar 2018). *Datenmodell*. Abgerufen am 08. Dezember 2018 von Gabler Wirtschaftslexikon: <https://wirtschaftslexikon.gabler.de/definition/datenmodell-28093/version-251730>
- Lehner, F., Hildebrand, K., & Maier, R. (1995). *Wirtschaftsinformatik: Theoretische Grundlagen*. München: Hanser.
- Loos, P., & Scheer, A.-W. (1995). Vom Informationsmodell zum Anwendungssystem - Nutzenpotentiale für den effizienten Einsatz von Informationssystemen. In W. König, *Wirtschaftsinformatik '95: Wettbewerbsfähigkeit, Innovation, Wirtschaftlichkeit* (S. 185-201). Heidelberg: Physica.
- North, K. (2016). *Wissensorientierte Unternehmensführung*. Wiesbaden: Springer Fachmedien.

-
- OMG. (2017). *OMG® Unified Modeling Language®*. Abgerufen am 16. Oktober 2018 von Unified Modeling Language v.2.5.1: <https://www.omg.org/spec/UML/>
- Pfohl, H.-C. (2018). *Logistiksysteme*. Berlin: Springer Vieweg.
- Reinhart, M. (1995). *Relationales Datenbankdesign*. München: Vahlen.
- Remmert, J. (2001). *Referenzmodellierung für die Handelslogistik*. Wiesbaden: Deutscher Universitäts-Verlag.
- Rupp, C., Queins, S., & SOPHISTen, d. (2012). *UML 2 glasklar*. München: Carl Hanser Verlag.
- Samadi, S. (2009). *Die Servicefunktionen des Großhandels als Erfolgsfaktoren*. Wiesbaden: GWV Fachverlage.
- Scheer, A.-W. (1997). *Wirtschaftsinformatik - Referenzmodelle für industrielle Geschäftsprozesse*. Berlin: Springer.
- Schicker, E. (2017). *Datenbanken und SQL*. Wiesbaden: Springer Fachmedien.
- Seyffert, R. (1972). *Wirtschaftslehre des Handels*. Opladen: Westdt. Verlag.
- SimPlan AG. (2018). Technische Dokumentation zur Simulationssoftware SimChain. Abgerufen am 20. Dezember 2018
- Spitta, T., & Bick, M. (2008). *Informationswirtschaft*. Heidelberg: Springer-Verlag.
- Stachowiak, H. (1973). *Allgemeine Modelltheorie*. Wien: Springer.
- Statistisches Bundesamt. (2008). *Klassifikation der Wirtschaftszweige*. Abgerufen am 12. November 2018 von Statistisches Bundesamt: <https://www.destatis.de/DE/Methoden/Klassifikationen/GueterWirtschaftsklassifikationen/Content75/KlassifikationWZ08.html>
- Statistisches Bundesamt. (2018). *Groß- und Einzelhandel*. Abgerufen am 12. November 2018 von Statistisches Bundesamt: <https://www.destatis.de/DE/ZahlenFakten/Wirtschaftsbereiche/BinnenhandelGastgewerbeTourismus/GrossEinzelhandel/GrossEinzelhandel.html>
- Staud, J. L. (2005). *Datenmodellierung und Datenbankentwurf*. Heidelberg: Springer.
- Steiner, R. (2017). *Grundkurs Relationale Datenbanken*. Wiesbaden: Springer Fachmedien.
- Studer, T. (2016). *Relationale Datenbanken*. Heidelberg: Springer-Verlag.
- Tietz, B. (1992). Computergestützte Distributionslogistik. In A. Hermanns, & W. Flegel, *Handbuch des Electronic Marketing* (S. 717-760). München: Beck.

vom Brocke, J. (2003). *Referenzmodellierung*. Berlin: Logos Verlag.

Weitze, M.-D., & Berger, C. (2013). *Werkstoffe*. Heidelberg: Springer-Verlag.

Zentes, J., Hüffer, G., Pocsay, S., & Chavie, R. (2007). *Innovative Geschäftsmodelle und Geschäftsprozesse im Großhandel*. Frankfurt am Main: Deutscher Fachverlag.

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Die Wissenstreppe (nach North 2016, S. 37).....	3
Abbildung 2: Beispiel eines Modells - Liniennetzplatz Dortmunds (DSW21 2018).....	4
Abbildung 3: Schematischer Zugriff auf Datenbanken (nach Schicker 2017, S. 3)	9
Abbildung 4: Phasenmodell des Datenbankentwurfs (nach Kudraß 2015, S. 45)	11
Abbildung 5: Übersicht über die Hauptelemente des ERMs (nach Gadatsch 2017, S.10)	13
Abbildung 6: Beispiele für ein- und mehrdimensionale Beziehungen im ERM.....	14
Abbildung 7: Beispiel für die Min-Max-Notation	14
Abbildung 8: Unterschied der Leserichtung der Notationen (nach Gadatsch 2017, S. 34)	15
Abbildung 9: Generalisierung/Spezialisierung und Uminterpretierter Beziehungstyp (nach Becker und Schütte 2004, S.91)	16
Abbildung 10: Rekursionen im ERM (nach Becker und Schütte 2004, S. 91).....	16
Abbildung 11: Mehrwertige und zusammengesetzte Attribute im ERM (nach Staud 2005, S. 135f). 17	
Abbildung 12: Unterschiedlicher Detailgrad zur Darstellung einer Klasse in UML (nach OMG 2017, S. 196)	18
Abbildung 13: Darstellung der Multiplizitätsangaben in UML (nach Czuchra 2010, S. 70)	18
Abbildung 14: Beispiel einer Assoziationsklasse (nach Czuchra 2010, S. 72).....	19
Abbildung 15: Darstellung einer Generalisierung in UML (nach Czuchra 2010, S. 75).....	19
Abbildung 16: Rekursion in UML (nach Czuchra 2010, S. 71)	20
Abbildung 17: Grundstrukturen von Logistiksystemen (Pfohl 2018, S. 6).....	24
Abbildung 18: Dreistufiges Logistiknetzwerk mit Logistikzentrum und Verteilstationen (nach Gudehus 2010, S. 20)	25
Abbildung 19: Funktionen eines Logistikzentrums (nach Gudehus 2010, S. 21).....	26
Abbildung 20: Bereiche der Unternehmenslogistik (Gudehus 2010, S. 7).....	27
Abbildung 21: Beispiel zur Abbildung logistischer Prozesse in einem ERM	28
Abbildung 22: Das Handels-H-Modell von Becker und Schütte (2004, S. 43)	29
Abbildung 23: Exemplarische Vorgehensweise bei der Einführung einer Standardsoftware (Becker und Schütte 2004, S. 188)	30
Abbildung 24: Anzahl der Unternehmen in Branchen des Großhandels in Prozent, Daten für das Jahr 2016 (Statistisches Bundesamt 2018).....	32
Abbildung 25: Gegenüberstellung der Umsätze der Branchen des Großhandels, Daten für das Jahr 2016 (Statistisches Bundesamt 2018).....	32
Abbildung 26: Das ERM des Bestellvorgangs inklusive einer Tabelle mit den verwendeten Attributen	40
Abbildung 27: Das ERM zur Zuordnung einer Lieferung inklusive einer Tabelle mit den verwendeten Attributen	43

Abbildung 28: Das ERM des Transports inklusive einer Tabelle mit den verwendeten Attributen....	45
Abbildung 29: Das ERM des Lagerwesens inklusive einer Tabelle mit den verwendeten Attributen	48
Abbildung 30: Das ERM zur Erweiterung des Artikels inklusive einer Tabelle mit den verwendeten Attributen	50
Abbildung 31: Das ERM zu Rechnungen und Lieferscheinen inklusive einer Tabelle mit den verwendeten Attributen	52
Abbildung 32: Das ERM zur Integration von Beschaffung und Distribution inklusive einer Tabelle mit den verwendeten Attributen	53
Abbildung 33: Das ERM mit Wareneingangs- und ausgangstor inklusive einer Tabelle mit den verwendeten Attributen	54
Abbildung 34: Das komplette ERM des entwickelten Referenzdatenmodells	55
Abbildung 35: Visualisierungsbeispiel zur benutzerfreundlichen Erläuterung der Entitäten.....	57
Abbildung 36: Beispiel zur Umsetzung eines Menüs zur Editierung von Entitäten.....	58
Abbildung 37: Visualisierungsbeispiel des Graphical User Interface zur Zuweisung importierter Daten	59
Abbildung 38: Visualisierungsbeispiel der Gegenüberstellung von Attributen.....	60

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Zusammenfassung der identifizierten Kernentitäten sowie der geplanten Funktionen	37
--	----

Eidesstattliche Versicherung

Nischwitz, Tobias

Name, Vorname

135102

Matr.-Nr.

Ich versichere hiermit an Eides statt, dass ich die vorliegende Masterarbeit mit dem Titel

**„Entwicklung eines Referenzdatenmodells für Großhandelsunternehmen des
Werkstoffhandels“**

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.

Ort, Datum

Unterschrift

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:

Ort, Datum

Unterschrift