

1 Einleitung

1.1 Ausgangssituation und Problemstellung

Infolge immer besserer Informations- und Kommunikationssysteme wurde die Logistik in den vergangenen zehn Jahren in zahlreichen Bereichen revolutioniert, wodurch diese eine zunehmend bedeutendere Rolle in produzierenden Unternehmen einnimmt (vgl. Jacobi und Groher 2019, S. 545). Der Umfang der bisherigen Potenzialausschöpfung weist jedoch branchenspezifische Unterschiede auf. Im Retail erhalten Kunden bei vielen Onlinebestellungen bereits innerhalb kürzester Zeit eine Auftragsbestätigung per E-Mail und haben die Möglichkeit den aktuellen Versand- und Lieferstatus über die Eingabe der Paketnummer auf der Internetseite des jeweiligen Versandhändlers einzusehen. Darüber hinaus kann der Kunde mithilfe der Global-Positioning-System (GPS)-Daten des Zustellfahrzeugs die Paketauslieferung in Echtzeit am Bildschirm verfolgen (vgl. Koether 2018, S. 75 f.). In der Automobilindustrie hingegen ist bei der Bestellung von Neufahrzeugen diese Echtzeittransparenz zum Status des Auftrags zum jetzigen Zeitpunkt nicht gegeben (vgl. Herold 2005, S. 1). Vielmehr erfüllen laut einer Studie nur ca. 35 Prozent der Fahrzeuglieferungen ihren versprochenen Liefertermin (vgl. Straube 2004, S. 120). Aufgrund der steigenden Komplexität und der geografisch diverseren Distributionsrouten kann davon ausgegangen werden, dass sich die Liefertermintreue in den letzten 10 Jahren weiter verschlechtert hat.

Im Sinne einer maximalen Kundenorientierung haben Automobilhersteller zunehmend das Bestreben ihren Kunden diese Informationstransparenz ebenfalls zu ermöglichen (vgl. Klug 2018, S. 479). Dieser Aspekt ist insbesondere für Fahrzeuge mit einem genauen Kundentermin relevant. Allerdings ist die Distribution eines Neufahrzeugs aufgrund der großen Anzahl an Prozesspartnern, Schnittstellen und Einflussfaktoren höchst komplex und schwer beherrschbar (vgl. Krog und Statkevich 2008, S. 187 ff.). Hinzu kommt die steigende geografische Diversität von Produktionsstätten und Kunden, durch welche die Distributionslogistik gerade im Hinblick auf die Optimierung von Kennzahlen, wie Zeit, Qualität und Kosten, vor stetig neue Herausforderungen gestellt wird (vgl. Göpfert et al. 2017, S. 15 f.; Lepratti 2014, S. 18). So zeigte sich die Volatilität der Lieferketten während der im Jahr 2020 weltweit ausgebrochenen Coronapandemie (vgl. PricewaterhouseCoopers GmbH Wirtschaftsprüfungsgesellschaft 2020, S. 4). Der Schiffsverkehr wurde zwischenzeitlich komplett ausgesetzt und hat sich nur langsam erholt, während der Verkehr auf der neuen Seidenstraße per Bahn rapide zugenommen hat (vgl. Spiegel 2021).

Eine konkrete Betrachtung der Distribution zeigt, dass es sich meist um weltweite, mehrstufige und multimodale Transportketten handelt, weshalb der Versand der Fahrzeuge über Händler mit vielen Unsicherheiten und Risiken behaftet ist (vgl. Ihme 2006, S. 57 ff.). Zusätzlich können

nur weniger verfügbare, spezialisierte Transportmittel, sowohl bei Bahnwaggons als auch bei Autotransportern und Roll-on-Roll-off-Schiffen, eingesetzt werden. Diese Konstellation führt entsprechend zu Abhängigkeiten, Mehrkosten und einem erhöhten Koordinationsaufwand beim Fahrzeugversand (vgl. Klug 2018, S. 480 ff.).

Obwohl Automobilherstellern bereits eine große Anzahl an distributionsrelevanten Daten zur Verfügung stehen, gibt es weder eine echtzeitnahe Verarbeitung von Ereignisinformationen noch hinreichende Analysemöglichkeiten (vgl. Hülsmann und ten-Hompel 2017, S. 2). Zudem finden automatische Identifikationssysteme (Auto-ID-Systeme) kaum Anwendung, da Daten häufig nur manuell gepflegt und Meldungen von Ereignissen informell per E-Mail oder Telefon weitergegeben werden (vgl. Huang et al. 2008, S. 753; Quick et al. 2012, S. 92 ff.). Ursache hierfür sind im Wesentlichen statische Planungen und Systeme, die den Verantwortlichen nur durch manuelle Eingriffe die Möglichkeit geben, subjektiv auf individuelle Ereignisse zu reagieren (vgl. Günthner 2007, S. 374 ff.). So erfahren Distributionssteuerer oft erst verspätet von Prozessabweichungen und sehen sich zusätzlich mit Deutungsproblemen konfrontiert. Aufgrund der unvollständigen Datenbasis und -aufbereitung basieren bisherige Entscheidungen vorrangig auf eigenen Erfahrungswerten (vgl. Blutner et al. 2009, S. 241 ff.). Gesammelte Erkenntnisse werden in den meisten Fällen nicht dokumentiert. Dadurch hat ein Personalwechsel auch immer einen Wissensverlust zur Folge (vgl. Klug 2018, S. vii).

Durch die zielgerichtete Bereitstellung und Interpretation von entscheidungsrelevanten Informationen kann Transparenz über die Prozesse geschaffen werden, um sowohl kritische Ereignisse frühzeitig zu identifizieren als auch wirksame Maßnahmen zu definieren und umzusetzen (vgl. Schuh et al. 2011, S. 433).

Folglich sind Automobilhersteller zukünftig gefordert, die Transparenz von Distributionsprozessen durch die gezielte Auswahl und Anwendung informationstechnischer Lösungen zu erhöhen. Die Erfüllung des Lieferversprechens und die damit einhergehende Erhöhung der Kundenzufriedenheit bei gleichzeitiger Reduzierung der Distributionskosten sind hierbei wesentliche Treiber und können entscheidende Wettbewerbsvorteile schaffen (vgl. van Bonn 1998, S. 263).

1.2 Zielsetzung und Forschungsfragen

Die Dynamik und Komplexität des Distributionsnetzwerks in Wechselbeziehung zu der Knappheit der Transportmittel und der angestrebten Liefertreue, zeigen den Bedarf nach einer situationsgerechten Planung und Steuerung von Distributionsprozessen unter Berücksichtigung von Störfaktoren. In dieser Arbeit wird daher ein Konzept für ein logistisches Assistenzsystem (LAS) zur echtzeitnahen Steuerung der Neufahrzeugdistribution konzipiert. Diese Systeme „[...] unterstützen [...] den Problemlösungsprozess des Benutzers, indem sie entscheidungsrelevante Informationen zur Verfügung stellen, Lösungen vorschlagen oder Lösungs-

möglichkeiten bewerten [...]“ (Kuhn 1995, S. 131). Als Grundlage für die Echtzeitfähigkeit der Meldungen von Ereignissen wird auf sogenannte „Tracking-and-Tracing“-Lösungen zurückgegriffen. Ziel eines solchen Systems ist eine hinreichende Transparenz einhergehend mit einer Erhöhung der Reaktionsfähigkeit in der Distributionslogistik, indem es eintretende Ereignisse dem Distributionssteuerer sofort meldet und Handlungsoptionen anzeigt. Darüber hinaus soll das System die Resilienz des Distributionsprozesses stärken, d. h. die Belastbarkeit im Falle von Störungen im Auslieferungsprozess erhöhen.

Der Schwerpunkt dieser Arbeit liegt auf der transparenten Steuerung der Distributionslogistik in der Automobilindustrie. Hierbei soll zur Erhöhung der Prozessstabilität das LAS den Distributionssteuerer bei der Interpretationsarbeit im Störfall entlasten und bei der täglichen Steuerung der Fahrzeugdistributionsprozesse durch konkrete Handlungsoptionen unterstützen.

Um Transparenz über die gesamte Distributionskette zu erlangen, ist eine konsequente Prozessorientierung hilfreich (vgl. Klug 2018, S. 92). Deshalb werden in der Arbeit die Ist-Prozesse mithilfe der Business-Process-Modeling-Notation (BPMN)-2.0-Standard Prozessmodellierungsmethode analysiert und in Microsoft Visio 2013 visualisiert. Die Prozessaufnahmen bilden die Basis, um zum einen Zusammenhänge zu verstehen und zum anderen wesentliche Schwachstellen zu identifizieren. Mithilfe der Durchführung einer Failure Mode and Effects Analysis (FMEA) werden Störungen identifiziert, wodurch die erste von vier Forschungsfragen beantwortet werden kann.

1. **Forschungsfrage:** *Welche Störungen treten im Distributionsprozess auf und welche Gründe gibt es dafür?*

Frühwarnungen dienen dazu den Distributionssteuerer über Störungen zu informieren. Dafür werden zunächst Kennzahlen ermittelt und Schwellenwerte festgelegt. Um die Distribution der Neufahrzeuge bestmöglich zu steuern, wird eine große Zahl an Planungs- und Prozessdaten benötigt. Dazu gehören sowohl Informationen über den Standort und den Zustand des Fahrzeugs als auch externe Informationen, bspw. Wetterdaten. Um die aufbereiteten Daten in einem LAS nutzen zu können, muss darüber hinaus der Detaillierungsgrad sowie der Ursprung der Daten definiert werden. Entsprechend thematisiert die zweite Forschungsfrage diese Themen.

2. **Forschungsfrage:** *Welche Kennzahlen und Frühwarnungen sind erforderlich und welche Daten werden dafür benötigt?*

Im Anschluss werden präventive und reaktive Handlungsoptionen zur Steuerung der Distribution erarbeitet. Abhängig von der Situation steht eine begrenzte Auswahl an Handlungsoptionen zur Verfügung. Um auch langfristig von getroffenen Entscheidungen und

deren Folgen zu lernen sowie Zusammenhänge und Muster zu analysieren, werden diese systematisch dokumentiert. Diese Dokumentation darf nicht ausschließlich manuell erfolgen, sondern systemgestützt und sollte einer bestimmten formalen Struktur folgen. Auf diese Daten greift auch das LAS zurück, um bei der Entscheidungsunterstützung die gesammelten Erkenntnisse zu präsentieren. Wie diese Erkenntnisse sinnvoll in einem LAS integriert werden können, soll mithilfe der dritten Forschungsfrage beantwortet werden.

- 3. Forschungsfrage: Welche Handlungsoptionen lassen sich ergreifen, wie erfolgt die Auswahl und wie lassen sich daraus Erkenntnisse für zukünftige Entscheidungen gewinnen?*

Anschließend wird ein Konzept erarbeitet, wie die Daten aufbereitet und visualisiert werden können. Insbesondere die Visualisierung, in Verbindung mit einem entsprechenden Workflow, spielt eine entscheidende Rolle, um Zusammenhänge leichter zu verstehen. Daraus folgt die vierte Forschungsfrage.

- 4. Wie lassen sich Daten für die erfolgreiche Implementierung eines logistischen Assistenzsystems mithilfe von geeigneten Technologien aufbereiten und visualisieren?*

1.3 Aufbau der Arbeit und methodisches Vorgehen

Zur Beantwortung der zuvor gestellten Forschungsfragen wird der Leitfaden von Ahlström herangezogen (vgl. Ahlström 2016). Jener empfiehlt je nach der Art der Fragestellung, dem vorhandenen Wissen, der Art der Studie und dem gewünschten Beitrag unterschiedliche Methoden (siehe Abbildung 1-1). Bei explorativen Forschungsfragen mit wenigen bereits existierenden Lösungsansätzen, bei denen neue Erkenntnisse erst analysiert, bewertet und miteinander in Verbindung gebracht werden müssen, sind u. a. Fallstudien, longitudinale Feldstudien, Modellierungen und Simulationen besonders geeignet.

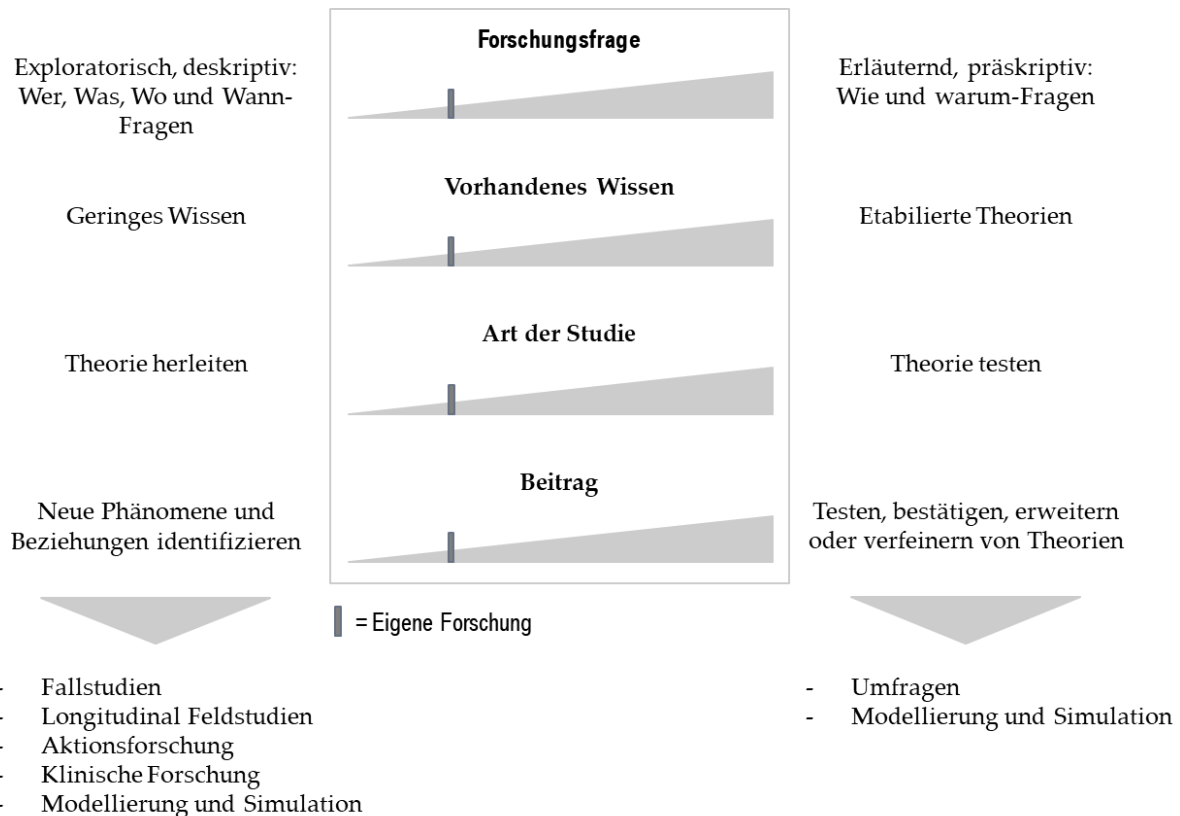


Abbildung 1-1: Auswahl einer geeigneten Forschungsmethode (in Anlehnung an Bartholomeyczik 2008; Ahlström 2016)

Bezugnehmend auf die vorliegenden Forschungsfragen bestehen bislang keine umfassenden Lösungsansätze im Bereich der Fahrzeugdistribution, weshalb die Fallstudienmethode gewählt wird. Als Fallbeispiel wird der deutsche Automobilhersteller Bayerische Motoren Werke Aktiengesellschaft (BMW AG) – auch vereinfacht Erstausrüster bzw. engl. Original Equipment Manufacturer (OEM) genannt – ausgewählt.

Auf Basis der physischen Distributions- und Steuerungsprozessanalysen werden durch ein empirisch-induktives Vorgehen erforderliche theoretische Erkenntnisse geschaffen (siehe Abbildung 1-2). So können Schwachstellen in der Distribution ermittelt und Anforderungen an ein LAS mithilfe theoretischer Ansätze und Modelle am Beispiel des ausgewählten OEMs systematisch spezifiziert werden. Durch Gewinnung von empirischen Daten und statistischen Auswertungen wird eine übergreifende Anwendbarkeit bzw. Allgemeingültigkeit ermöglicht. Darüber hinaus erfordert ein pragmatisch orientiertes Forschungsverständnis Nähe zur Praxis, welche durch die Durchführung zahlreicher Tiefeninterviews mit den beteiligten Prozesspartnern und teilnehmenden Beobachtungen berücksichtigt wird.

Durch diese Methodentriangulation lässt sich die Problemstellung umfassend bearbeiten und die Berücksichtigung zukünftiger Herausforderungen erleichtern. Gleichzeitig soll sicherge-

stellt werden, dass das theoretische Modell eines LAS auch in der Praxis Anwendung findet, weshalb zuletzt auch die Art einer möglichen Visualisierung in Form von anwenderfreundlichen Oberflächen berücksichtigt wird.

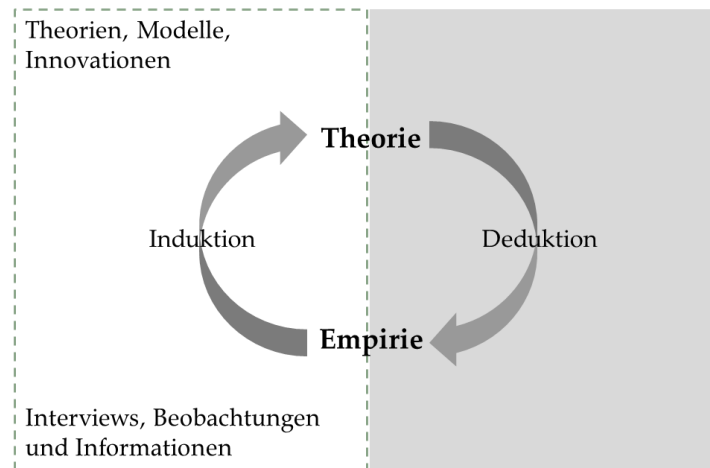


Abbildung 1-2: Theorie-Empirie-Zirkel (in Anlehnung an Bartholomeyczik 2008, S. 19)

Die Arbeit ist in sieben aufeinander aufbauende Schritte gegliedert. Das erste Kapitel umfasst die Problemstellung, die Zielsetzung und den Aufbau der Arbeit. Als Basis für die Arbeit werden im darauffolgenden Kapitel Grundlagen zur Distributionslogistik erläutert und es wird eine entsprechende Anforderungssystematik entwickelt. Um den Handlungsbedarf zu begründen, wird im nächsten Kapitel der Stand der Wissenschaft und Technik im Bereich des Supply Chain Managements und logistischer Assistenzsysteme analysiert. Zudem werden Entwicklungen in der Transportlogistik präsentiert und mit den Anforderungen an das LAS abgeglichen. Darauf aufbauend wird im nächsten Schritt eine Prozessanalyse durchgeführt und Störungen im Distributionsprozess identifiziert. Unter Berücksichtigung der Anforderungen aus Kapitel 2 bilden diese Erkenntnisse die Basis für den nächsten Schritt: die Entwicklung eines Konzepts für ein LAS in der Distribution. Zudem werden Kennzahlen hergeleitet, Frühwarnmeldungen entwickelt und Handlungsoptionen definiert. Anschließend wird das Konzept mithilfe einer Simulation in AnyLogic am Beispiel des deutschen OEMs, der BMW AG, validiert. Im letzten Schritt folgen eine Zusammenfassung, eine kritische Reflexion und ein Ausblick auf anschließende Forschungsgegenstände. Der zuvor beschriebene Aufbau und das Vorgehen der Arbeit werden in der Abbildung 1-3 veranschaulicht.

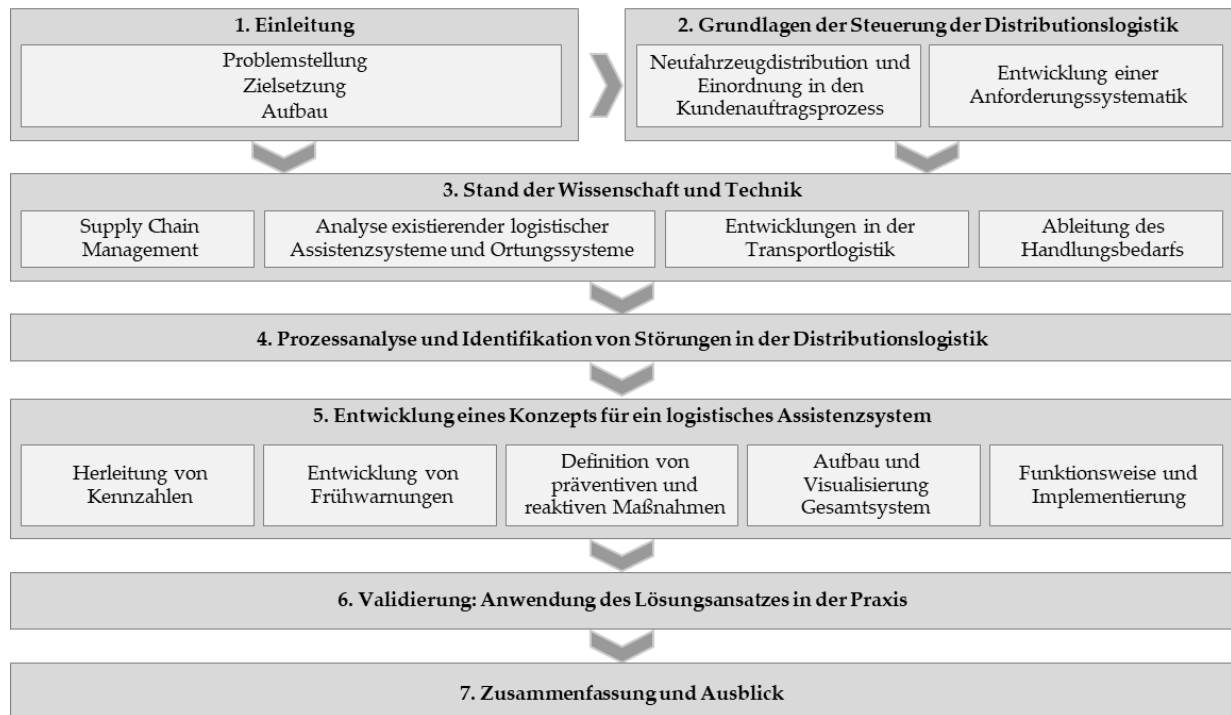


Abbildung 1-3: Aufbau und Vorgehen der Arbeit