

1 Einleitung

1.1 Motivation

Um auf den internationalen Märkten konkurrenzfähig zu bleiben, bieten Automobilhersteller ihren Kunden heute eine Vielzahl von Fahrzeugmodellen an, die sich hinsichtlich mehrerer hundert Ausstattungsmerkmale individualisieren lassen (Hoßfeld et al. 2020, S. 424 f.). Diese Ausstattungsmerkmale umfassen Gestaltungselemente (z. B. Lacke), funktionale Komponenten (z. B. Getriebesysteme) und eine steigende Anzahl an Assistenzsystemen (z. B. Navigationssysteme und Spurhalteassistenten). Automobilhersteller aktualisieren ihre Produktpalette mit zunehmender Häufigkeit (Schuberthan und Potrafke 2007, S. 9), sodass Automobilkunden sich mit einem schnellen Wechsel von Varianten und Ausstattungsmerkmalen auseinandersetzen haben (Rücker et al. 2014, S. 208 ff.). Das hohe Potenzial der individuellen Konfiguration ist ein wesentlicher Marketingfaktor für Automobilhersteller, trägt jedoch maßgeblich zur Komplexität des Produkts bei. Ein typisches Fahrzeug besteht heute aus mehr als 30 000 Komponenten (Shimizu 2016, S. 69) und stellt bereits eine Herausforderung für den Automobilhersteller dar, da sich theoretische Variantenanzahl von 10^{32} ergeben (Meyr 2004, S. 447). Eine Komponente kann ein einzelnes physisches Teil, ein Modul oder eine Softwarekomponente sein. Die logistischen Schwierigkeiten von Automobilherstellern werden dadurch verschärft, dass Kunden häufig die Möglichkeit einer kurzfristigen Anpassung von Fahrzeugaufträgen bei unveränderter Lieferzeit erwarten (Krog und Statkevich 2008, S. 187; Alford et al. 2000, S. 100). Eine signifikante Flexibilität des gesamten Wertschöpfungsnetzwerks und der automobilen Produktionsprogrammplanung ist vor diesem Hintergrund unerlässlich.

Neben den technisch ausgereiften, hochqualitativen Produkten beruht der Erfolg deutscher Automobilhersteller auf einer leistungsfähigen Logistik, welche die Komplexität der notwendigen Zulieferer- und Distributionsprozesse bewältigt (VDA 2016, S. 157; Wissmann 2015). Eine Verschiebung der Kompetenzen der Automobilhersteller ist seit vielen Jahren erkennbar. Während Automobilzulieferer heute neben den zahlreichen einfachen Teilen auch immer komplexere Module entwickeln (Trojan 2007, S. 12), konzentrieren sich Automobilhersteller zunehmend auf die Montage von Zulieferteilen und Modulen, das Produktmarketing, die Koordination von Zulieferern und den Vertrieb des Endprodukts (Meißner 2009, S. 1). In diesem Zusammenhang kommt der Logistik als Querschnittsfunktion zwischen den verschiedenen Bereichen eine bedeutende Rolle zu.

Die Logistik muss Materialverfügbarkeit und -qualität bei dynamischer Nachfrage sicherstellen und fungiert als bereichsübergreifende Funktion zwischen Technologieentwicklung, Beschaffung, Produktion, Vertrieb und After-Sales.

Prominente Beispiele wie der Rückruf der Takata-Airbags im Jahr 2015 (O'Malley 2016) zeigen, wie leicht der Ruf eines Automobilherstellers durch ein Versagen seitens des Lieferanten beeinträchtigt wird.

Einen wesentlichen Bestandteil der Automobillogistik stellt das Bedarfs- und Kapazitätsmanagement (BKM) dar. Der Ressourcenbedarf des automobilen Produktionssystems – Kern der Wertschöpfungskette – ergibt sich aus zukünftigen oder bereits realisierten Marktanforderungen. Das BKM gleicht den Ressourcenbedarf mit den Kapazitäten und Restriktionen der Wertschöpfungskette ab. Eine besondere Herausforderung stellen für das BKM die dynamische Nachfrage und die daraus entstehende Volatilität dar. Dieses Problem wird durch die Produktvielfalt und Komplexität der Lieferkette wesentlich mitverursacht. Der typische automobiler BKM-Planungszyklus erfolgt nach der Prognose und Festlegung der Planung der mittelfristigen zukünftigen Marktbedarfe durch den Vertrieb (Zernechel 2007, S. 369 f.). Die mittelfristige Produktionsplanung erstreckt sich üblicherweise über einen Zeitraum von drei bis zwölf Monaten in die Zukunft (Stäblein 2007, S. 127). Der Planungsaufwand ist aufgrund der Produktvielfalt enorm. Eine typische Mittelklasse-Baureihe (z. B. VW Golf) bietet etwa 30 bis 50 verschiedene Fahrzeugmodelle mit jeweils bis zu 200 Ausstattungsmerkmalen. So müssen für nur eine Baureihe, die alle Modelle in einer Absatzregion über einen bestimmten Zeitraum abdeckt, mehrere Tausend verschiedene Volumen und darüber hinaus rund 10 Millionen zugehörige Einbauraten für Ausstattungsmerkmale geplant werden (Pawlikowski et al. 2017, S. 156). Um die Integrität des Plans zu gewährleisten, muss die Kompatibilität der Ausstattungsmerkmale für ein bestimmtes Modell berücksichtigt werden. Die daraus resultierenden Pläne müssen mit den Produktions- und Lieferkettenkapazitäten und -beschränkungen abgestimmt werden. Daher ist es notwendig, die Lücke zwischen Planungsinformationen (Modellvolumen und Einbauraten der Ausstattungsmerkmale) und Kapazitätsinformationen, die als Modell-, Ausstattungsmerkmal- oder Teilekapazitäten gegeben sind, zu schließen, um Bedarf und Ressourcenkapazitäten mit Einschränkungen und Limitierungen in Einklang zu bringen (Pawlikowski et al. 2017, S. 157; Stäblein 2007, S. 33 ff.; Zernechel 2007, S. 372; Gebhardt et al. 2003, S. 1 ff.).

Wenn vollständig spezifizierte Aufträge verfügbar sind, kann der Bedarf komplett abgeleitet und die Lücke zwischen Bedarf und Kapazität geschlossen werden. Jedoch ist die Planung selbst aufgrund der Marktdynamik, der Komplexität der Fahrzeugkonfigurationen und der Beziehungen zwischen Modellen, Ausstattungsmerkmalen und Teilen komplex (Meyr 2004, S. 447 ff.). Die Kompatibilität von Fahrzeugmodellen und Ausstattungsmerkmalen für eine Baureihe wird durch einen hochkomplexen Satz von Baubarkeitsregeln beschrieben, während die Beziehung zwischen dem vollständig konfigurierten Fahrzeug und den entsprechenden Teilen durch Stücklistenregeln dargestellt wird. Die Gesamtheit der Regeln für ein Mittelklassemodell

beträgt etwa 15 000 Baubarkeitsregeln und 600 000 Stücklistenregeln (Pawlikowski et al. 2017, S. 158). Eine Planung wird zusätzlich dadurch erschwert, dass zwischen einzelnen Unternehmensbereichen, die auf diese Informationen zugreifen, Zielkonflikte bestehen. Der Vertrieb steht unter dem Druck, auf volatile Märkte, verschärften globalen Wettbewerb und veränderte Kundenanforderungen zu reagieren. Dagegen erfordert die Produktion ein stabiles Produktionsprogramm, das eine hohe Auslastung und optimale Betriebsergebnisse garantiert. Um Engpässe proaktiv zu vermeiden und mit den Lieferanten über optimale Kapazitäten und Flexibilität zu verhandeln, zielt die Materialplanung darauf ab, den Teilebedarf so früh wie möglich zu ermitteln. Dieser Konflikt wird als das Dilemma des automobilen BKM beschrieben (Pawlikowski et al. 2017, S. 157).

Das BKM benötigt Informationen über das Verhältnis zwischen geplanten Modellvolumen und Einbauraten auf der einen Seite und Teilen, d. h. Materialpositionen, auf der anderen Seite. Diese Informationen sind notwendig, um die Marktanforderungen mit den Kapazitäten und Einschränkungen der Lieferkette und des Produktionssystems zu synchronisieren. Die Produktrepräsentation bietet transparente ganzheitliche Informationen für das BKM und umfasst u. a. die Produktstruktur und die Abhängigkeiten zwischen Komponenten und Ausstattungsmerkmalen durch Baubarkeits- und Stücklistenregeln (Fruhner et al. 2017, S. 100). Eine Produktstruktur stellt die Zerlegung des Produktwissens in Bezug auf die elementaren Komponenten des Produkts dar (Deng et al. 2012, S. 633) und ist damit, neben Planungsszenarien und Kapazitätsinformationen (Rohde und Wagner 2008, S. 176), ein integraler Teil der Produktrepräsentation.

1.2 Problemstellung

Ein effektives BKM der Automobillogistik erfordert, dass die Ressourcenbedarfe, die sich aus antizipierten oder realisierten Marktanforderungen ergeben, mit Ressourcenkapazitäten und Restriktionen der Produktions- und Lieferkette synchronisiert werden. Nur ganzheitliche Analysen sind hierfür zielführend (Chris Löwer 2020). Die Logistik benötigt daher einen ganzheitlichen Blick auf die Produktrepräsentation. Die relevanten Daten werden typischerweise in einer stark fragmentierten Informationslandschaft gehalten (Bockholt 2012, S. 24; Stäblein 2007, S. 208; Meyr 2004, S. 453). Um einen frühzeitigen Einblick in mögliche Engpässe zu gewährleisten, ist der transparente Zugang zu den erforderlichen Daten ein wesentliches Kriterium. Ein effizientes Management der Produktrepräsentation kann die Transparenz erhöhen und die BKM-Prozesse effektiv unterstützen (Fruhner et al. 2020, S. 3). Mangelnde Transparenz ist nicht unbedingt eine Folge fehlender Daten; vielmehr lässt sie sich oftmals darauf zurückführen, dass die Daten umfangreich und gleichzeitig über verschiedene Softwaresysteme verteilt sind (Kesper 2012, S. 31).

Aktuelle technologische Trends sind eine besondere Herausforderung für das BKM (Winkelhake 2018, S. 104). Der Anteil der elektrischen und elektronischen Komponenten im Fahrzeug steigt kontinuierlich an (eVchain.NRW 2014, S. 40). Elektromobilität, Vernetzung (Vehicle-to-X-Kommunikation) und die zunehmende Integration intelligenter Assistenzsysteme (basierend auf eingebetteten Systemen) haben zu einer Zunahme der Komplexität von Komponenten und Modellvarianten geführt (Kampker et al. 2016, S. 167 ff.; Krumm et al. 2014, S. 190 ff.). In modernen Fahrzeugen sind über 100 Steuergeräte (engl. Electronic Control Units – ECUs) verbaut (Waszecki et al. 2017, S. 1), wobei aktuell an generalisierten eingebetteten Systemen gearbeitet wird. Mit diesen wird eine Konsolidierung mehrerer Funktionen angestrebt, wodurch sowohl die Verkabelung und das Gewicht als auch die Verbindungskomplexität optimiert werden können (Patterson 2017, S. 30).

Es ist unerlässlich, dass die Produktrepräsentation alle Abhängigkeiten zwischen Teilen, Modulen und Ausstattungsmerkmalen abbildet und für alle beteiligten Abteilungen transparente sowie ganzheitliche Informationen bereitstellt, um die Verfügbarkeit von Modulen und Teilen zu gewährleisten und die Obsoleszenzrisiken parallel zu minimieren. Die technologischen Trends wie die fortschreitende Vernetzung und die Zunahme eingebetteter Systeme, die unter dem Ausdruck ‚Digitalisierung des Autos‘ zusammengefasst werden können, haben die Anforderungen an die Logistik verändert. Die bestehenden Fahrzeugfunktionen werden durch neue Sicherheits-, Komfort-, Umwelt- und Antriebsfunktionalitäten ergänzt. Diese Funktionen haben Auswirkungen auf die Fahrerassistenz, aber auch auf Fahrwerkstechnik, Antriebstechnik und Elektronik sowie Karosserietechnik (Wallentowitz und Leyers 2014, S. 30 ff.). Die Elektromobilität stellt ebenfalls eine bedeutende Herausforderung hinsichtlich der Kompatibilität der elektronischen Komponenten und der Verbindung der energieverbrauchenden Komponenten mit der bzw. den Energiequellen im Fahrzeug dar. Im Vergleich zu Fahrzeugen mit einem Verbrennungsmotor unterscheiden sich die Komponenten bei Elektrofahrzeugen zum Teil grundlegend – dies gilt vor allem für den Antriebsstrang (Ihme et al. 2017, S. 436). Der Anteil elektronischer Komponenten ist außerdem deutlich höher (Abelein et al. 2012, S. 1). Da diese zum Großteil von Zulieferern stammen (Ihme et al. 2017, S. 442), muss eine ganzheitliche Informationsbasis mit allen Abhängigkeiten berücksichtigt werden, um die Kompatibilität dieser Komponenten sicherzustellen (Fruhner et al. 2017, S. 100). Aufgrund der zunehmenden Anzahl elektronischer Komponenten, insbesondere der großen Anzahl eingebetteter Systeme, entstehen neue Formen von Abhängigkeiten und Kompatibilitäten (u. a. ihrer Softwareversionen) zwischen den Komponenten. Beispielsweise kommuniziert das Navigationssystem mit dem Mobiltelefon des Fahrers und stellt gleichzeitig Informationen über die aktuelle Verkehrslage für die Fahrerassistenzsysteme zur Verfügung. Damit steigt der Anreiz für den Automobilhersteller, elektronische Funktionen, Module oder Teile (einschließlich

neuer Partner wie Apple oder Google) in der Serienproduktion zu erweitern. All diese Komponenten unterliegen kontinuierlichen Entwicklungszyklen sowohl hinsichtlich der Hardware- als auch auf Softwareseite. Der Effekt ist eine stetige Veränderung von Fahrzeugmodellen. Die elektronischen Komponenteninnovationen sind beständig an die gegebenen Strukturen anzupassen, da Innovationszyklen von Elektronik mit etwa einem Jahr deutlich kürzer sind als die Lebenszyklen von Fahrzeugen (Patterson 2017; Kampker et al. 2016, S. 168). Demnach ist die kontinuierliche Kompatibilität der verschiedenen elektronischen und nichtelektronischen Komponenten sowie ihrer Softwarekomponenten sicherzustellen, um Ausfälle und damit verbundene Rückrufe wie den angeführten Takata-Rückruf zu vermeiden. Die Abhängigkeiten zwischen Hardware- und Softwarekomponenten müssen für das BKM in eine transparente und effiziente Form der Produktrepräsentation integriert werden.

Insbesondere die komplexen Abhängigkeiten zwischen den Produktinformationen aus den elektronischen und nichtelektronischen Komponenten sind für das heutige BKM noch nicht transparent. Derzeit ist unklar, welche neuen Charakteristika und Abhängigkeiten innerhalb der Komponenten des Fahrzeugs die Logistik beeinflussen. Diese neuen technischen Zusammenhänge der Komponenten (z. B. die Kompatibilität ihrer Softwareversionen) sind bisher nicht hinreichend dokumentiert (Fruhner et al. 2018, S. 5 f.). Dies stellt eine bedeutende Herausforderung dar, da heutige Prozesse nicht mit den Entwicklungsgeschwindigkeiten der Software und Hardware kompatibel sind (Hoßfeld et al. 2020, S. 427). So kann es vorkommen, dass der Kunde zu einem unfreiwilligen Beta-Tester wird – wie beim Toyota-Rückruf der Hybridelektronik (Edmunds.com 2017). Für Autohersteller gilt es, die damit verbundenen ungeplanten Kosten und den erheblichen Reputationsverlust zu vermeiden.

1.3 Zielsetzung und Forschungsfragen

Die bestehenden, verteilten und durch die Digitalisierung hinzukommenden Daten werden entlang des BKM-Prozesses in den unterschiedlichen Unternehmensbereichen benötigt. Der Vertrieb ist beispielsweise gezwungen, auf volatile Märkte, verschärfte globale Wettbewerber und veränderte Kundenanforderungen zu reagieren: Flexibilität und Reaktionsfähigkeit sind gefragt. Die Disposition möchte den Komponentenbedarf so früh wie möglich fixieren, um Engpässe proaktiv zu vermeiden und die Flexibilität der Lieferanten angemessen zu verhandeln (Temur 2021, S. 73; Pawlikowski et al. 2017, S. 157). Die Produktion ist an einem stabilen Produktionsprogramm interessiert, das sowohl eine hohe Auslastung als auch optimale Betriebsergebnisse garantiert (Pawlikowski et al. 2017, S. 157). Damit die Interoperabilität mit bestehenden Komponenten, Steuergeräten, Schnittstellen und Verbindungen zu Energiequellen und Energieverbrauchern beim Abgleich eines geplanten Produktionsprogramms mit den Kapazitätsinformationen gewährleistet werden kann, ist ein vollständiger Einblick in die

Produktrepräsentation notwendig. Neue Formen von Produktrepräsentationen bzw. die Anreicherung gegebener Produktrepräsentationen sind daher erforderlich.

Eine vollständige, anforderungsgerechte *Abbildung der logistikrelevanten Informationen digitalisierter – aktueller und zukünftiger – Automobile in einer effizienten und flexiblen Produktrepräsentation für das BKM* ist heute nicht gegeben und wird als Forschungslücke in dieser Dissertation bearbeitet. Daraus ergeben sich folgende Forschungsfragen, die im Zuge dieser Arbeit beantwortet werden:

- **Forschungsfrage 1 (FF1):** Welche Anforderungen an die Produktrepräsentation resultieren aus dem BKM-Prozess und speziell welche Produktinformationen sind aus den Unternehmensbereichen notwendig?
- **Forschungsfrage 2 (FF2):** Welche Anforderungen und speziell welche Produktinformationen müssen durch die zunehmende Digitalisierung des Automobils zur ganzheitlichen Darstellung in die BKM-Produktrepräsentation integriert werden?
- **Forschungsfrage 3 (FF3):** Wie ist eine effiziente und flexible Produktrepräsentation für den BKM-Prozess zu konzipieren?

Im Rahmen dieser Dissertation sollen die für den BKM-Prozess relevanten Informationen aus den Unternehmensbereichen und die neuen Informationen der Komponenten des elektrifizierten und digitalisierten Fahrzeugs identifiziert werden. Die Integration der identifizierten Informationen in die Produktrepräsentation soll daraufhin ermöglicht werden, um aktuelle und zukünftige Komponenten sowie ihre Abhängigkeiten informationstechnisch abbilden zu können. Auf diese Weise soll eine transparente Bereitstellung relevanter Daten realisiert werden, damit eine zukunftsfähige und ganzheitliche Informationsbasis den BKM-Prozess erleichtert.

1.4 Methodisches Vorgehen und Aufbau der Arbeit

In der vorliegenden Dissertation wird eine effiziente und flexible Produktrepräsentation für das Bedarfs- und Kapazitätsmanagement der Automobilhersteller zur Abbildung logistikrelevanter Informationen digitalisierter Fahrzeuge anwendungsorientiert entwickelt. Methodisch beruht diese Arbeit auf dem induktiven Ansatz nach Ulrich (1981) (Abbildung 1-1). Im Gegensatz zum deduktiven Ansatz ist es beim induktiven Ansatz nicht das Ziel, Theorien und Gesetzhypothesen aufzustellen. Während bei beiden Ansätzen gleichermaßen die Motivation erläutert wird und eine Grundlagenaufbereitung sowie Abgrenzung erfolgen, so findet beim deduktiven Ansatz nach Bildung einer Hypothese deren Falsifizierung statt. Dadurch lässt sich nach der Entwicklung von Theorien deren Richtigkeit bestätigen. Beim hier angewandten induktiven Ansatz kann nicht allein durch scharfes Beobachten die Richtigkeit eines neu

entwickelten Ergebnisses beurteilt werden. Dementsprechend wird die Hypothese detailliert und es schließen sich eine Umsetzung, ein Transfer in die Anwendung und eine kritische Reflexion des Geschaffenen an.

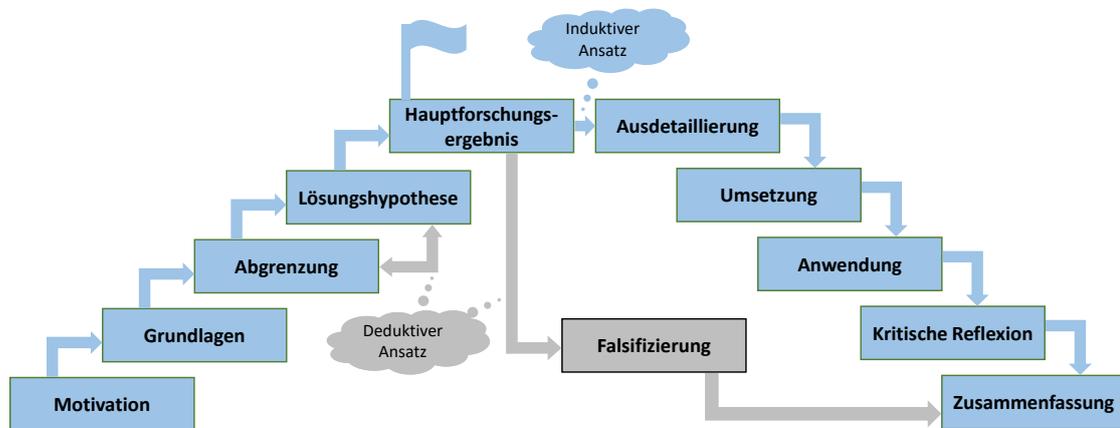


Abbildung 1-1: Methodisches Vorgehen – induktiver Ansatz

In diesem Kapitel wurde die Relevanz einer effizienten und flexiblen Produktrepräsentation zur Abbildung logistikrelevanter Informationen digitalisierter Fahrzeuge durch die aktuelle Situation der Automobilindustrie motiviert und die Zielsetzung dieser Arbeit mit der Forschungslücke und den zugehörigen Forschungsfragen vorgestellt.

Im folgenden Kapitel 2 wird eine Einordnung vorgenommen und der Wandel beim Bedarfs- und Kapazitätsmanagement beschrieben, indem zunächst die aktuellen Herausforderungen der deutschen Automobilindustrie, der Wandel des Fahrzeugs, die Logistik, das Supply-Chain-Management und der Auftragsabwicklungsprozess der Automobilhersteller beleuchtet werden. Das BKM der Automobilhersteller als in den Auftragsabwicklungsprozess eingebetteter Prozess wird daraufhin dargestellt. Es folgt die Beschreibung des Konzeptes eines proaktiven, integrierten und szenariobasierten BKM-Prozesses mit seinen Anwendungsfällen, bevor die Daten- und Informationsbasis des BKM-Prozesses der Automobilhersteller und die Chancen durch die Informationstechnologie thematisiert werden. Kapitel 2 schließt mit einer Zusammenfassung und der Vision einer durchgängigen Datenbasis.

Mit Kapitel 3 wird insbesondere das Ziel eines integrierten Anforderungskataloges verfolgt. Hierfür wird mit der Ableitung der allgemeinen Anforderungen an die Produktrepräsentation eines proaktiven, integrierten und szenariobasierten BKM der Automobilhersteller und der darauffolgenden Abstraktion relevanter Informationen aus den unterschiedlichen Unternehmensbereichen für den BKM-Prozess begonnen. Um eine Datenbasis für die zu konzipierende Produktrepräsentation zu erhalten, werden diese Informationen aus technischer Sicht aufgearbeitet. Bei der Entwicklung einer neuen ganzheitlichen Produktrepräsentation für ein integriertes BKM müssen aktuelle Trends der Automobilindustrie beachtet werden. Der Fokus liegt auf der Identifikation der

Veränderungen des Automobils durch die fortschreitende Digitalisierung (autonomes Fahren, Vernetzung, Elektrifizierung). Die neuen und veränderten Charakteristika (Digitalcharakteristika) modularer technischer Komponenten zukünftiger Fahrzeuggenerationen werden auf Relevanz für die Abbildung in der Produktrepräsentation analysiert. Eine Expertenbefragung anhand eines entwickelten Fragebogens zu den Trends der Digitalisierung im Bereich der Automobilindustrie unterstützt diese Analysen. Die für das BKM relevanten Produktinformationen und Abhängigkeiten zur ganzheitlichen Darstellung digitalisierter Fahrzeuge werden diskutiert, um im Anschluss die Eigenschaften eines proaktiven, integrierten und szenariobasierten BKM-Prozesses, die allgemeinen Anforderungen an die Produktrepräsentation und die Anforderungen an die Produktrepräsentation durch die fortschreitende Digitalisierung in einem integrierten Anforderungskatalog zusammenzufassen. Es folgt die Analyse der Systemlandschaft aktueller BKM-Systeme zweier deutscher Automobilhersteller. Ergänzend werden zwei Produktrepräsentationen deutscher Automobilhersteller hinsichtlich der neuen und veränderten Charakteristika analysiert. Die folgende Analyse existierender Ansätze im Bereich der Produktrepräsentation bekräftigt noch einmal die ermittelte Forschungslücke. In Kapitel 3 werden mit dem Anforderungskatalog für die Produktrepräsentation des proaktiven, integrierten und szenariobasierten BKM-Prozesses, der aus den Anforderungen und den extrahierten Informationen aus den Unternehmensbereichen sowie den durch die zunehmende Digitalisierung zu integrierenden Produktinformationen besteht, die erste und die zweite Forschungsfrage beantwortet.

Die Konzeption der effizienten und flexiblen Produktrepräsentation wird in Kapitel 4 thematisiert. Zunächst wird eine Basisstruktur für eine effiziente und flexible Produktrepräsentation gewählt, indem die Metastrukturen der existierenden Ansätze im Bereich der Produktrepräsentation mit den Anforderungen an die Produktrepräsentation abgeglichen werden. Die BKM-Informationen werden anschließend strukturiert und partitioniert. Daraufhin folgt die Modellierung der effizienten und flexiblen Produktrepräsentation als ontologische Graphstruktur. Im Nachgang wird die Ontologie in ein konzeptionelles Klassenmodell überführt, gefolgt von der Verifizierung des entwickelten Konzeptes der Produktrepräsentation anhand des in Kapitel 3 abgeleiteten Anforderungskataloges. In Kapitel 4 wird mit der gewählten Datenstruktur für eine effiziente und flexible Produktrepräsentation die dritte Forschungsfrage beantwortet.

Kapitel 5 behandelt die prototypische Umsetzung des entwickelten Konzeptes auf Basis der Daten eines deutschen Automobilherstellers. Zunächst wird die Implementierung des Konzeptes beschrieben, indem der Prototyp eines proaktiven, integrierten und szenariobasierten BKMs in einer serviceorientierten Toolsuite umgesetzt und eine Produktrepräsentation entwickelt sowie in die Toolsuite integriert wird. Daraufhin folgt

die Validierung des umgesetzten Konzeptes mittels der beschriebenen Anwendungsfälle im BKM.

Diese Dissertation endet mit einer Zusammenfassung, einem Fazit und der Darstellung des weiteren Forschungsbedarfs in Kapitel 6. Den Aufbau der Arbeit mit der entsprechenden Kapitelstruktur zeigt Abbildung 1-2.

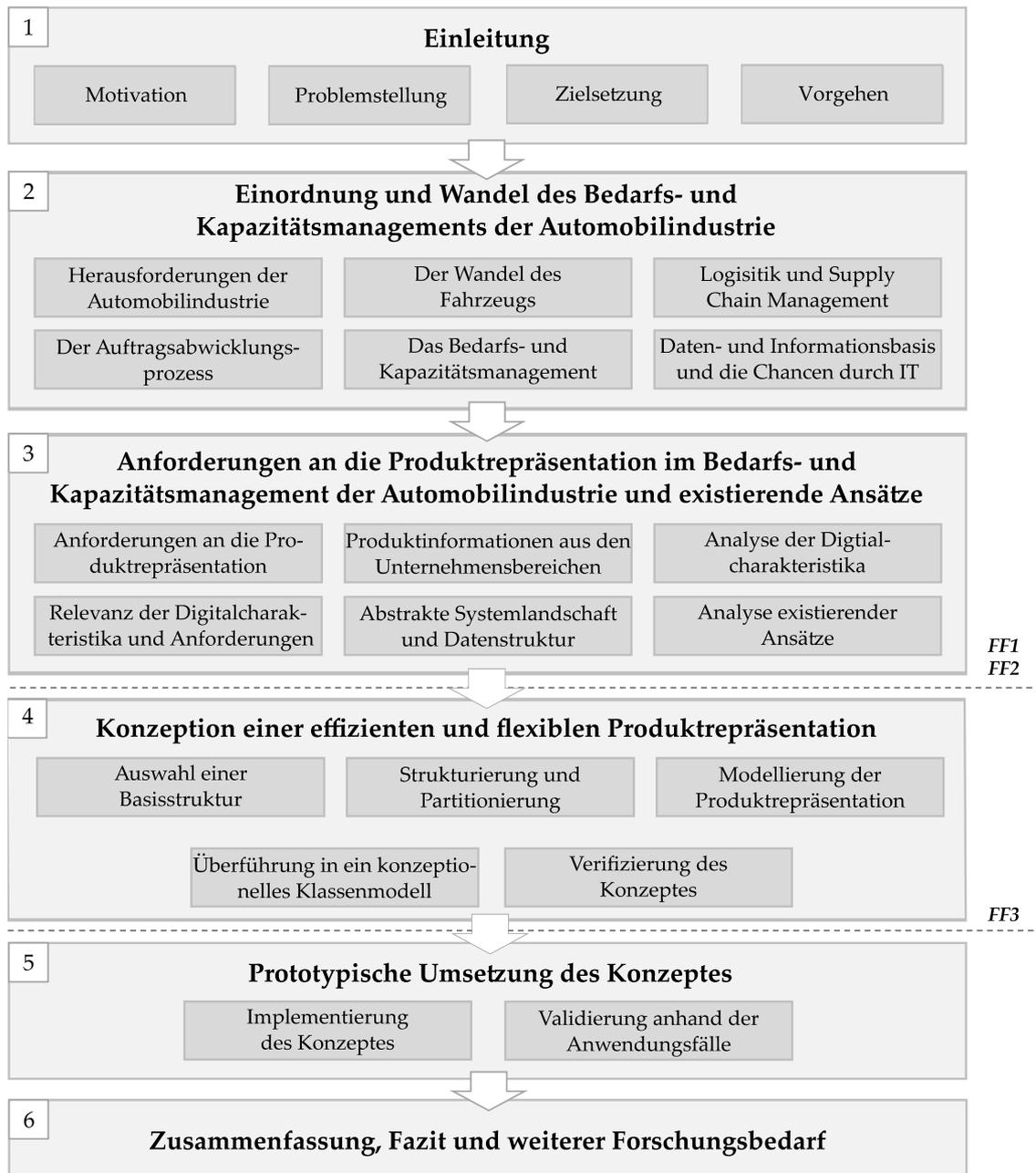


Abbildung 1-2: Aufbau der Arbeit