

1 Einleitung

1.1 Motivation

In den letzten Jahrzehnten hat sich die Produktvielfalt in der Automobilindustrie aus verschiedenen Gründen erhöht. Seit den 1990er Jahren befindet sich die Automobilindustrie in den etablierten Absatzmärkten, wie Europa und Nordamerika, in einem Verdrängungswettbewerb. Dabei sind Marktanteile nur auf Kosten der Mitbewerber erzielbar.¹ Die Automobilhersteller versuchen dem entgegenzuwirken, indem sie ihre eigenen Produkte durch Produktinnovationen von der Konkurrenz abheben und somit beim Kunden Alleinstellungsmerkmale aufbauen.² Als Folge dieses Trends werden die Produktlebenszyklen stetig verkürzt, die gesättigten Märkte aufgrund individueller Kundenanforderungen in Teilmärkte aufgeteilt und neue Marktsegmente erschlossen, was zu einer Erhöhung der Produktvielfalt führt.³ Die deutschen Automobilhersteller sind diesem Verdrängungswettbewerb in den vergangenen zehn Jahren in den aufstrebenden Absatzmärkten, wie China und Indien, entgangen und konnten dort oft zweistellige Wachstumsraten erreichen.⁴ Mit wachsendem Wissen und Qualitätsverständnis der lokalen Automobilhersteller steigt jedoch auch in diesen Absatzmärkten der Wettbewerbs- und Kostendruck und somit das Risiko, Marktanteile zu verlieren.⁵ Dies führt zu einer weiteren Differenzierung der Produkte und verschärft die oben beschriebene Problematik der steigenden Produktvielfalt zusätzlich.

Um den Herausforderungen, wie der Erhaltung der Innovationsführerschaft bei kürzer werdenden Produktlebenszyklen, der Beherrschung der Variantenvielfalt und dem internationalen Kostendruck gerecht zu werden, strukturieren die Unternehmen ihre Produkte in Form von Baukästen.⁶ Baukästen stellen einen Ansatz zur Beherrschung des Spannungsfeldes zwischen den „Economies of Scale“ und „Economies of Scope“ dar und sind besonders in der Automobilindustrie verbreitet. Das Ziel der „Economies of Scale“ ist die Generierung von Kostendegressions- und Lerneffekten sowie Automatisierung, wogegen bei den „Economies of Scope“ der Fokus auf der Entwicklung kundenspezifischer Produkte liegt, die nur mit erhöhter Produkt- und Prozesskomplexität realisierbar sind.⁷ Durch Kombinationen der Baukästen können so nahezu individuell konfigurierbare Produkte bei gleichzeitig reduzierter interner Variantenvielfalt erzeugt werden. Damit lassen sich über die gesamte Produktpalette hinweg Skaleneffekte

¹ Vgl. Hung Vo (2016), Die Automobilindustrie und die Bedeutung innovativer Industrie 4.0 Technologien, S. 19; Thoma et al. (2015), Emerging new product development methodology for the automobile industry, S. 19ff.

² Vgl. Farhana et al. (2015), Design Driven Innovation as a Differentiation Strategy, S. 26; Talay et al. (2014), Coevolutionary Dynamics of Automotive Competition, S. 61

³ Vgl. Ferreira et al. (2017), Product lifecycle management in knowledge intensive collaborative environments, S. 1474; Hab et al. (2013), Projektmanagement in der Automobilindustrie, S. 8; Schönmann (2012), Produktentwicklung in der Automobilindustrie, S. 2

⁴ Vgl. BMW Group Geschäftsberichte 2008-2018; Daimler AG Geschäftsberichte 2008-2018; Audi AG Geschäftsberichte 2008-2018

⁵ Vgl. Lynch et al. (2016), Knowledge and innovation in emerging market multinationals: The expansion paradox, S. 1596

⁶ Vgl. Kampker et al. (2014), Assessment and Configuration of a Product Production System, S. 147; Barbosa et al. (2017), Exploratory analysis of the variables prevailing on the effects of product modularization on production volume and efficiency, S. 678; Piran et al. (2016), Product modularization and effects on efficiency, S. 1

⁷ Vgl. Schuh et al. (2011), Integrative Konfigurationslogik für Produkt-Produktionssysteme, S. 87

erzielen.⁸ Um diese Skaleneffekte zu maximieren, müssen die Baukästen möglichst lange und in vielen Fahrzeugderivaten verbaut werden⁹, eine möglichst geringe Anzahl an technischen Änderungen erfahren¹⁰ und gleichzeitig über deren Vergabedauer¹¹ dem Stand der Technik entsprechen¹².

Hieraus wird deutlich, dass die Gestaltung von Baukästen nicht nur Vorteile aufweist, sondern auch Herausforderungen mit sich bringt. So reduzieren technische Änderungen die Skaleneffekte der Baukästen¹³ und besitzen vor allem Relevanz für Baukästen, die sich in einem hochdynamischen Umfeld befinden. Ein hochdynamisches Umfeld kennzeichnet sich im Kontext der vorliegenden Arbeit durch eine hohe Veränderlichkeit der betroffenen Baukästen, deren Beziehungen zu weiteren Baukästen und zu erfüllenden Anforderungen über die Vergabedauer. Dies führt über die Vergabedauer der betroffenen Baukästen zu einer Vielzahl an neuen bzw. erweiterten Anforderungen und somit zu einer großen Anzahl an Änderungen. Diese hohe Veränderlichkeit eines Baukastens ist somit oftmals gleichermaßen ein Indikator für eine hohe Innovativität des Baukastenumfelds. In der Automobilindustrie zählen hierzu aktuell Baukästen, die beispielsweise für autonome Fahrfunktionen benötigt werden.

In der Folge des technischen Fortschritts ist des Weiteren eine zunehmende, in die Baukästen zu integrierende Funktionsanzahl zu nennen.¹⁴ Dabei nimmt der zur Verfügung stehende Bauraum im Fahrzeug jedoch nicht zu. Dies führt zu einer zunehmenden Funktionsintegration in die Baukästen, wodurch die jeweiligen Baukästen immer stärker im Gesamtsystem Fahrzeug vernetzt werden.¹⁵ Daraus resultiert eine Vielzahl an räumlichen und funktionalen Interdependenzen zu weiteren Baukästen, die in der Regel unterschiedliche Lebenszyklen besitzen. So weisen beispielsweise Elektrik/Elektronik-Baukästen weitgehend kürzere Lebenszyklen auf als rein mechanische Baukästen.¹⁶ Die Vielzahl an räumlichen und funktionalen Interdependenzen sowie unterschiedliche Baukastenlebenszyklen erschweren im Falle einer technischen Änderung deren Umsetzung im Gesamtsystem Fahrzeug. Dies wird in der vorliegenden Arbeit als Verblockung bezeichnet (vgl. Abbildung 1-1). Aufgrund der räumlichen und funktionalen Interdependenzen können im Falle einer technischen Änderung weitere Baukästen von Änderungs- und Abbruchkosten betroffen sein.¹⁷ Infolgedessen entstehen oftmals hohe nachträgliche Änderungs- und Abbruchkosten in der Entwicklung und beim Lieferanten sowie zusätzliche Baukastenvarianten. Die technischen Änderungen werden oftmals während der Lebenszyklen der betroffenen Baukästen durchgeführt. Die Folge daraus sind nicht realisierbare Skaleneffekte der Baukästen.¹⁸

⁸ Vgl. Zhang et al. (2017), Linking supply chain quality integration with mass customization and product modularity, S. 1

⁹ Vgl. Weiser et al. (2016), Complexity Assessment of Modular Product Families, S. 596

¹⁰ Vgl. Bauer et al. (2015), Determination of the required product platform flexibility from a change perspective, S. 20; Jose et al. (2005), Modular and platform methods for product family design, S. 375 f.

¹¹ Die Vergabedauer beschreibt in der vorliegenden Arbeit die vertraglich festgelegte Dauer, über die anforderungstechnisch detailliert beschriebene Baukästen unter klar definierten Kriterien, wie zum Beispiel der Stückzahl über die Laufzeit und dem Preis von einem ausgewählten Lieferanten produziert und geliefert werden.

¹² Vgl. Lau (2011), Critical success factors in managing modular production design, S. 179

¹³ Vgl. Burggräf et al. (2019), Data on the current state of modular systems in a highly dynamic environment, S. 8

¹⁴ Vgl. Hüttenrauch et al. (2008), Effiziente Vielfalt, S. 85 ff.

¹⁵ Vgl. Vickery et al. (2016), Product Modularity, Process Modularity, and New Product Introduction Performance, S. 753

¹⁶ Vgl. Brandt (2016), Architekturgesteuerte Elektrik/Elektronik Baukastenentwicklung im Automobil, S. 22

¹⁷ Vgl. Eckert et al. (2004), Change and customisation in complex engineering domains, S. 10; Pasche et al. (2012), Organising for modularity in dynamic markets, S. 14

¹⁸ Vgl. Amoscht (2011), Beherrschung von Komplexität bei der Gestaltung von Baukastensystemen, S. 122

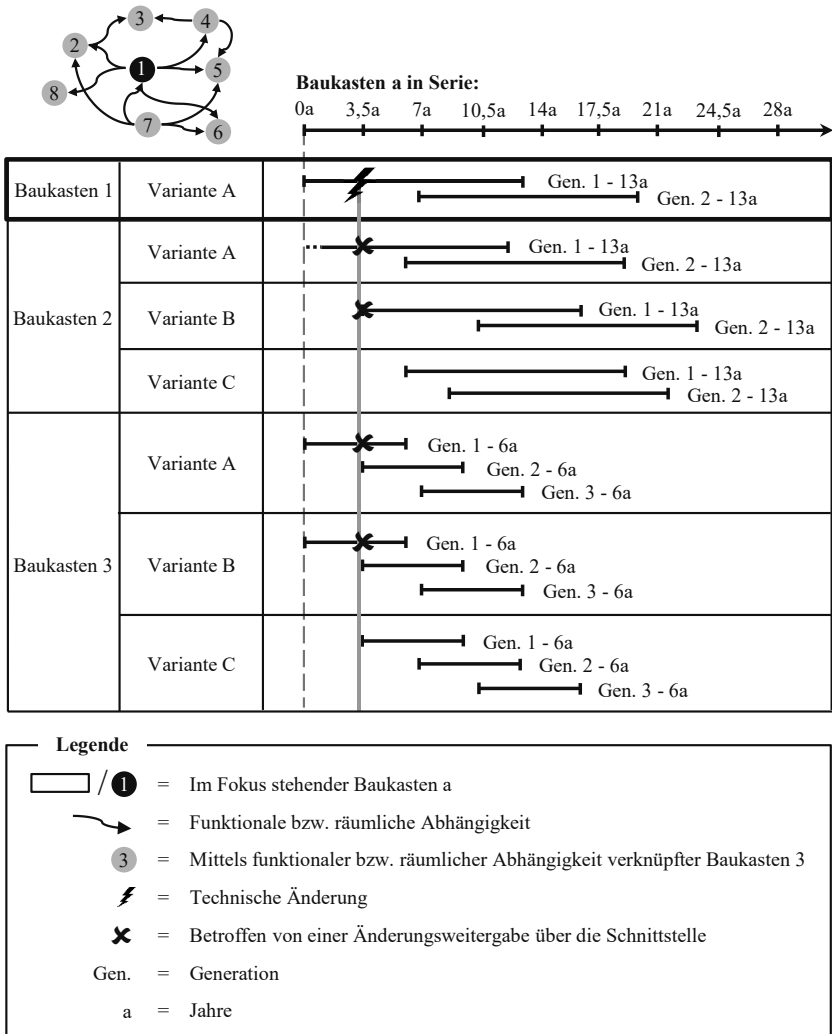


Abbildung 1-1: Beispieldarstellung des Sachverhaltes der Verblockung

Weiterhin ist es aufgrund der Verblockungen ebenso möglich, dass keine oder zeitlich verzögerte Änderungen, zum Beispiel erst zur nächsten Baukasten- bzw. Produktgeneration, durchführbar sind. Ursachen hierfür sind zum einen fehlende Möglichkeiten hinsichtlich einer Umsetzung dieser technischen Änderungen bei verblockten Baukästen, da beispielsweise die benötigten Bauräume für die technischen Änderungen nicht mehr vorhanden sind. Zum anderen besteht die Möglichkeit, dass aufgrund der Verblockungen der Aufwand den Nutzen deutlich überwiegt und aus diesem Grund eine technische Änderung betriebswirtschaftlich nicht vertretbar ist. Angesichts dieser Auswirkungen der Verblockung erhöht

sich die Reaktionszeit auf Risiken¹⁹. Die daraus entstehende mangelnde Kundenorientierung resultiert in Stückzahlverlusten an den Wettbewerb.²⁰ Dabei wird die tatsächlich benötigte Reaktionszeit immer kürzer und das Ergebnis ist, dass Unternehmen mit dem Problem von Reaktionszeitlücken konfrontiert sind, wenngleich Innovationen und schnelles Reagieren auf Risiken entscheidend für den wirtschaftlichen Erfolg und das Überleben eines Unternehmens sind.²¹

Um als Unternehmen die erhöhte Komplexität bei der Gestaltung von verblockungskritischen Baukästen beherrschen und langfristig erfolgreich bleiben zu können, sind neue Ansätze für die Gestaltung des Gesamtsystems Fahrzeug erforderlich. Die gegenwärtigen Prozesse sind derzeit weitgehend statisch und integrieren die Risiken eines hochdynamischen Umfelds nicht ausreichend. So beschäftigen sich existierende Ansätze in der Literatur vorwiegend mit dem Endprodukt oder befassen sich in diesem Kontext vorwiegend mit der Fragestellung, welche Komponenten optimal als Baukästen unter bestimmten Gegebenheiten verwendet werden können. Ein Ansatz, der die Risiken von verblockungskritischen Baukästen in Symbiose mit der Weiterentwicklung der Lösungsräume im Gesamtsystem Fahrzeug berücksichtigt, existiert bis heute nicht. An dieser Stelle setzt die vorliegende Arbeit an.

1.2 Zielsetzung der Arbeit

Vor dem Hintergrund der beschriebenen Herausforderungen liegt die Zielsetzung der Arbeit in einer resilienten Baukastengestaltung, um Risiken von verblockungskritischen Baukästen aktiv gestalten oder schnell darauf reagieren zu können. Als Resilienz wird die Fähigkeit von Systemen bezeichnet, die Veränderungen eines dynamischen Umfeldes durch Anpassung oder Widerstandsfähigkeit zu bewältigen.²² Durch eine resiliente Baukastengestaltung soll es möglich werden, dem Endkunden zusätzliche Funktionen über die Vergabedauer dieser Baukästen anzubieten sowie technische Änderungen und dadurch Abbruch- und Änderungskosten zu vermeiden bzw. zu minimieren.

Um diese Zielsetzung zu erreichen, sollen im Rahmen der Arbeit Aspekte des Risikomanagements zur systematischen Identifikation, Analyse und Bewertung von Risiken adaptiert sowie Risikobehandlungsstrategien für die Behandlung von Risiken für verblockungskritische Baukästen entwickelt werden. Auf Grundlage der erarbeiteten Risikobehandlungsstrategien für die Risikobehandlung soll eine unternehmerische Entscheidung über die am besten geeignete Risikobehandlungsstrategie getroffen werden können. Zur Sicherstellung der Finanzierbarkeit einer möglichen Berücksichtigung von Risiken und vor dem Hintergrund der Ausführungen in Kapitel 1.1 liegt der Fokus auf verblockungskritischen Baukästen. Das sind architekturrelevante Baukästen, die sich in einem hochdynamischen Umfeld befinden. In Verbindung mit Prozessen aus der Baukastenentwicklung soll auf Basis der vorliegenden Informationen

¹⁹ Rahmenbedingungen sind Bedingungen, die von außerhalb des betrachteten Systems oder Vorgangs vorgegeben werden. Vgl. Waas (2012), Dynamic Capabilities, die Ressourcenbasis und die Veränderung in Unternehmen, S. 13

²⁰ Vgl. Ferrarese et al. (2014), Time-to-need, S. 816

²¹ Vgl. Kampker et al. (2020), Elektromobilität, S. 666; Shiu et al. (2017), Innovation Management for Products and Processes in the Automobile Industry, S. 192; Fricke et al. (2005), Design for changeability (DfC): Principles to enable changes in systems throughout their entire lifecycle, S. 343 f.; Bleicher (2011), Das Konzept Integriertes Management, S. 56 ff.; Burggräf et al. (2019), Data on the current state of modular systems in a highly dynamic environment, S. 8 f.; Burggräf et al. (2020), Knowledge-based problem solving in physical product development, S. 1

²² Vgl. Heinicke (2017), Resilienzorienteerte Beurteilung von Produktionsstrukturen, S. 7

ein modellbasierter Ansatz für eine resiliente Baukastengestaltung entwickelt werden. Der Fokus liegt auf der Anwendung in der Automobilindustrie.

Die Zielsetzung der Arbeit lässt sich insofern wie folgt formulieren:

Zielsetzung dieser Arbeit ist die Entwicklung eines modellbasierten Ansatzes zur systematischen Identifikation, Analyse, Bewertung und Behandlung von Risiken für verblockungskritische Baukästen. Dies ermöglicht die Darstellung von kundenwerten Funktionen sowie eine schnelle Reaktion auf eingetretene Risiken über den Lebenszyklus dieser Baukästen und darüber hinaus eine Minimierung von Änderungs- und Abbruchkosten.

Mit der Zielsetzung dieser Arbeit gehen die folgenden Teilziele einher:

- Erarbeitung eines Kennzahlensystems zur systematischen Bestimmung von verblockungskritischen Baukästen
- Identifikation, Analyse und Bewertung von Risiken für verblockungskritische Baukästen
- Behandlung von Risiken für verblockungskritische Baukästen anhand definierter Risikobehandlungsstrategien einschließlich einer monetären Auswertung dieser Risikobehandlungsstrategien zur Festlegung einer pro Risiko zu verfolgenden Risikobehandlungsstrategie

Zur Eingrenzung des Betrachtungsbereichs auf Basis des theoretischen Problems der Praxis und zur Ausrichtung des Forschungsprozesses empfiehlt KUBICEK die Formulierung grundlegender Forschungsfragen.²³ Auf Basis der dargestellten Zielsetzung lässt sich die grundlegende und handlungsleitende Forschungsfrage wie folgt formulieren:

„Wie lassen sich verblockungskritische Baukästen durch Risikomanagement so gestalten, dass diese aus betriebswirtschaftlicher Sicht als resilient bezeichnet werden können?“

Des Weiteren empfiehlt KUBICEK die Erstellung eines heuristischen Bezugsrahmens als Leitfaden der Forschungskonzeption. Dieser hat als Ziel den Ausdruck einer bestimmten theoretischen Perspektive oder Problemdefinition, die an dieser Stelle nicht in geschlossener und konsistenter Weise ausgearbeitet wird, sondern durch gezielte Fragen selbst problematisiert wird.²⁴ Diese Thematik wird im folgenden Kapitel weiter detailliert.

1.3 Konzeption des Forschungsprozesses

Die vorliegende Arbeit lässt sich entsprechend der Wissenschaftssystematik nach ULRICH UND HILL in den Bereich der Ingenieurwissenschaften ein- und somit den Realwissenschaften zuordnen. Die Realwissenschaften unterteilen sich in die reinen Grundlagenwissenschaften und die angewandten Handlungswissenschaften, wobei die Ingenieurwissenschaft den Brückenschlag zwischen beiden Disziplinen bildet (vgl. Abbildung 1-2). Das Ziel der Realwissenschaften orientiert sich dabei an der empirischen

²³ Vgl. Kubicek (1977), Heuristische Bezugsrahmen und heuristisch angelegte Forschungsdesign als Elemente einer Konstruktionsstrategie empirischer Forschung, S. 25

²⁴ Vgl. Kubicek (1977), Heuristische Bezugsrahmen und heuristisch angelegte Forschungsdesign als Elemente einer Konstruktionsstrategie empirischer Forschung, S. 18

Beschreibung, Gestaltung und Explikation der mit den Sinnen wahrnehmbaren Ausschnitten der Wirklichkeit.²⁵

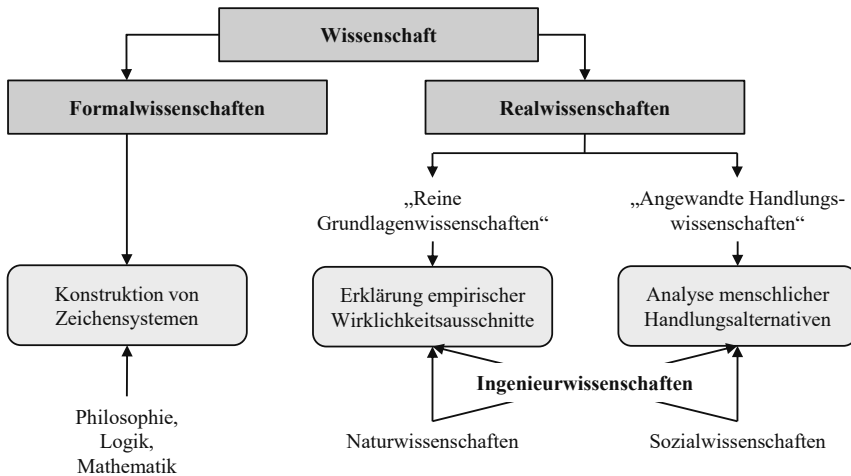


Abbildung 1-2: Einordnung der Wissenschaftssystematik²⁶

Wie in den vorhergegangenen Kapiteln beschrieben, besitzen die Problemstellung und die Zielsetzung der Arbeit einen direkten Praxiszusammenhang. Damit verfolgt die Arbeit, aufgrund der Ausrichtung auf spezifische und praktische Ziele, eindeutig einen entscheidungsorientierten Ansatz und ist in den Bereich der angewandten Handlungswissenschaften einzuordnen.²⁷ Mit der Orientierung an der Lehre der wissenschaftlichen Methoden der empirischen Sozialforschung steht hier weniger der Zuwachs an Erkenntnissen, sondern der Gewinn an Verständnis als Maßstab für einen wissenschaftlichen Fortschritt im Fokus. Das Ziel ist somit die Beherrschung der Realität. Der Fortschritt beruht einerseits vor allem auf der Gewinnung kontraintuitiver Erkenntnisse. Andererseits können unbeabsichtigte Wirkungen geplanter Handlungen analysiert und Perspektiven mit dem Ziel der Erkennung von Gemeinsamkeiten aufgezeigt werden, die zuvor als kategorisch verschiedenartige Phänomene angesehen wurden.²⁸ Zur Realisierung des wissenschaftlichen Fortschrittes werden die theoretisch geleiteten Fragen an die Realität zum Mittel der Wahl erklärt und der Prozess durch systematisch erarbeitetes Erfahrungswissen begleitet.²⁹ Die im Kapitel 1.2 definierte Forschungsfrage bildet ein Abbild des Vorverständnisses des Forschers und soll auf Basis des forschungsmethodischen Vorgehens durch weitere Fragen an die Realität angereichert werden. Das hierbei gewonnene Wissen soll zu weiteren, das Verständnis erweiternden

²⁵ Vgl. Ulrich et al. (1976), Wissenschaftstheoretische Grundlagen der Betriebswirtschaftslehre (Teil I), S. 305

²⁶ In Anlehnung an Ulrich et al. (1976), Wissenschaftstheoretische Grundlagen der Betriebswirtschaftslehre (Teil I), S. 305

²⁷ Vgl. Schanz (2009), Wissenschaftsprogramme der Betriebswirtschaftslehre, S. 111 ff.

²⁸ Vgl. Kubicck (1977), Heuristische Bezugsrahmen und heuristisch angelegte Forschungsdesign als Elemente einer Konstruktionsstrategie empirischer Forschung, S. 7

²⁹ Vgl. Kubicck (1977), Heuristische Bezugsrahmen und heuristisch angelegte Forschungsdesign als Elemente einer Konstruktionsstrategie empirischer Forschung, S. 12

Fragen führen, die sukzessiv konkretisiert werden. KUBICEK bezeichnet dieses Vorgehen als iterative Heuristik.³⁰

Um das in der Forschungsfrage detaillierte Vorverständnis des Forschers visuell zu explizieren, wird die iterative Heuristik in Form eines heuristischen Bezugsrahmens dargestellt. In Abbildung 1-3 ist der heuristische Bezugsrahmen für das Dissertationsvorhaben gemäß den Empfehlungen von KUBICEK dargestellt. Die umrandeten Kästen stellen die als relevant erachteten Kategorien bzw. Analyseeinheiten dar, wobei diese Merkmalsträger mehrere sowie variierende Eigenschaften aufweisen können. Durch Pfeile werden funktionale Beziehungen, zeitlich-sequenzielle Beziehungen, Ursache-Wirkungs-Beziehungen oder wechselseitige Beeinflussungsbeziehungen dargestellt. Diese Art von Verbindungen werden von KUBICEK Verbundenheitsannahmen genannt.³¹

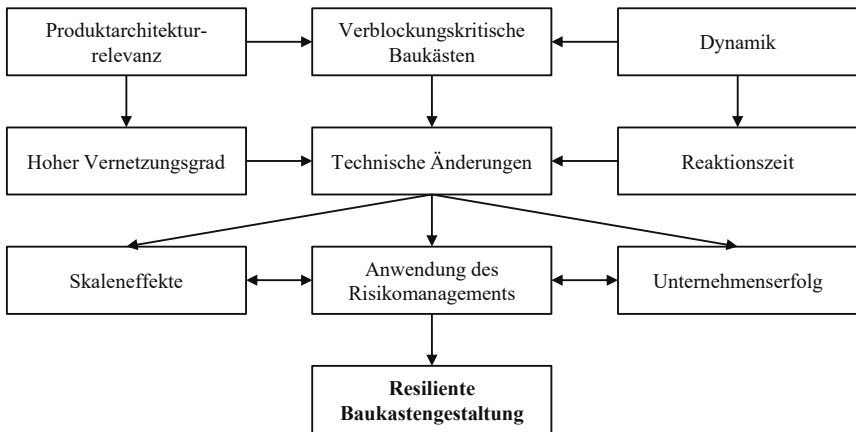


Abbildung 1-3: Heuristischer Bezugsrahmen

Nach KUBICEK explizieren die im Folgenden aufgezählten Forschungsfragen, zusammen mit dem in Abbildung 1-3 dargestellten heuristischen Bezugsrahmen, die bereits definierte Hauptforschungsfrage dieser Arbeit:

- I. Wie kann die Verblockungskritikalität von Baukästen im Gesamtsystem Produkt auf Basis von Kennzahlen bestimmt werden?
- II. Wie können Risiken für verblockungskritische Baukästen systematisch identifiziert und beschrieben werden?
- III. Wie können die Auswirkungen von identifizierten Risiken innerhalb von verblockungskritischen Baukästen und im Gesamtsystem Produkt analysiert werden?

³⁰ Vgl. Kubicek (1977), Heuristische Bezugsrahmen und heuristisch angelegte Forschungsdesign als Elemente einer Konstruktionsstrategie empirischer Forschung, S. 13

³¹ Vgl. Kubicek (1977), Heuristische Bezugsrahmen und heuristisch angelegte Forschungsdesign als Elemente einer Konstruktionsstrategie empirischer Forschung, S. 18

- IV. Wie können die aus den Risiken resultierenden Verblockungen im Gesamtsystem Produkt auf Basis der Risikoanalyse bewertet werden?
- V. Wie kann eine Entscheidung über die zu verfolgende Risikobehandlungsstrategie für ein bestimmtes Risiko nach betriebswirtschaftlichen Aspekten getroffen werden?

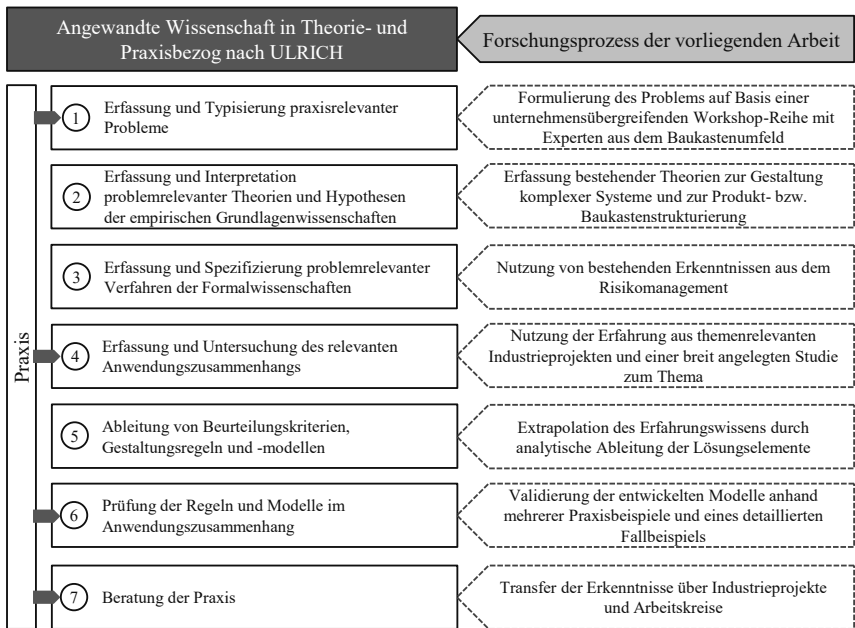
Forschungsmethodisch orientiert sich die vorliegende Arbeit an ULRICH, da der verfolgte systemtheoretische Ansatz als handlungsorientiert und offen gilt, eine gut übertragbare Struktur besitzt sowie eine große Nähe zu den Ingenieurwissenschaften aufweist.³² Die Nähe zu den Ingenieurwissenschaften liegt darin begründet, dass der gewählte Ansatz sich nicht mit reiner Theorie, sondern der konkreten Verbesserung von Praxissituationen befasst. Damit stellen die Ingenieurwissenschaften eine angewandte, den realen Problemstellungen nachgehende Unternehmensführungslehre dar.³³ Die bestehende Realität dient den Grundlagenwissenschaften als Untersuchungsobjekt und in diesem Forschungsprozess als Ausgangspunkt für mögliche zukünftige Realitäten.³⁴ Der Fokus liegt hierbei auf der Dynamik- und Komplexitätsbeherrschung von produktiven, sozialen Systemen sowie deren Problemen hinsichtlich der Gestaltung, Lenkung und Entwicklung.³⁵ Abbildung 1-4 beschreibt den der Arbeit zugrundeliegenden Forschungsprozess.

³² Vgl. Ulrich et al. (1976), Wissenschaftstheoretische Grundlagen der Betriebswirtschaftslehre (Teil II), S. 347

³³ Vgl. Ulrich et al. (1976), Wissenschaftstheoretische Grundlagen der Betriebswirtschaftslehre (Teil I), S. 308

³⁴ Vgl. Ulrich (1984), Management, S. 179

³⁵ Vgl. Ulrich (1984), Management, S. 168

Abbildung 1-4: Forschungsprozess der vorliegenden Arbeit³⁶

Nach POPPER und seinen Ausführungen zum kritischen Rationalismus beginnen Erkenntnisse nicht durch die Wahrnehmung oder Sammlung von Daten oder Tatsachen, sondern vielmehr mit Problemen.³⁷ Diese ergeben sich ULRICH zufolge in den angewandten Wissenschaften im Praxiszusammenhang.³⁸

Die für dieses Dissertationsvorhaben formulierte Problemstellung basiert auf den Erfahrungen und Erkenntnissen des Autors aus einschlägigen Projekten in der Automobilindustrie. Die Erfassung und Interpretation problemrelevanter Theorien erfolgte durch eine breit angelegte Literaturstudie zur Gestaltung komplexer technischer Systeme im Allgemeinen sowie zur Produkt- und Baukastengestaltung im Konkreten. Dadurch wird auf die Forderung ULRICHs nach Interdisziplinarität eingegangen. Die Erfassung und Untersuchung des relevanten Anwendungszusammenhangs erfolgt auf Basis themenrelevanter Industrieprojekte und mit der unternehmensübergreifenden Studie „Data on the current state of modular systems in a highly dynamic environment: Empirical analyses in the manufacturing industry and automotive industry of Germany“³⁹, die 2019 veröffentlicht wurde. Auf Basis dieser gesammelten Informationen werden die zu entwickelnden Lösungselemente abgeleitet. Die Prüfung der entwickelten Modelle

³⁶ In Anlehnung an Ulrich (1984), Management, S. 193

³⁷ Vgl. Popper (1969), Die Logik der Sozialwissenschaften, S. 104

³⁸ Vgl. Ulrich (1984), Management, S. 173

³⁹ Vgl. Burggräf et al. (2019), Data on the current state of modular systems in a highly dynamic environment

erfolgt anhand mehrerer Praxisbeispiele und eines detaillierten Fallbeispiels bei einem deutschen Automobilhersteller.

1.4 Aufbau der Arbeit

Im folgenden Kapitel wird der Aufbau der vorliegenden Arbeit beschrieben, der sich am Forschungsprozess nach ULRICH orientiert. Dieser schlägt einen Forschungsprozess vor, der ausgehend von der Praxis analytisch induktiv Regeln und Modelle ableitet und abschließend an der Realität durch Fallstudien, zur Sicherstellung des Praxisbezuges, bewertet wird. Abbildung 1-5 zeigt die Gegenüberstellung der jeweils abgeleiteten Kapitel.

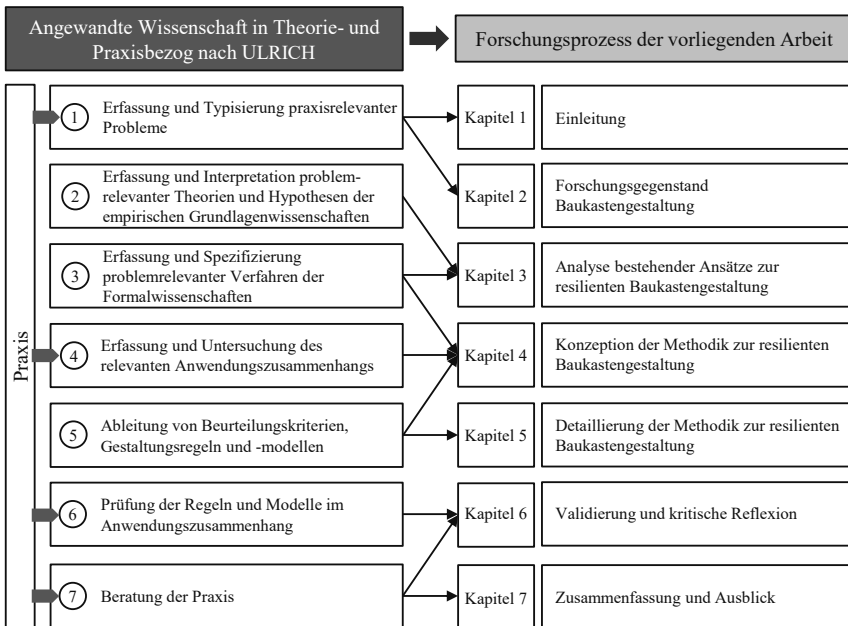


Abbildung 1-5: Aufbau der Arbeit

Das einleitende Kapitel dient der Einführung des Lesers in die Thematik. Dazu werden die Motivation und die Zielsetzung beschrieben, der zugrunde liegende Forschungsprozess definiert und der Aufbau der Arbeit dargelegt.

Im zweiten Kapitel werden die erfassten praxisrelevanten Probleme typisiert, indem das Verständnis der für diese Arbeit benötigten zentralen Begrifflichkeiten expliziert wird. Das Ziel ist das Schaffen der für das Verständnis dieser Arbeit benötigten Kenntnisse. Dazu werden die relevanten Grundlagen und Definitionen aus den Themenfeldern technische Systeme, Produktarchitekturen sowie Baukästen beschrieben. Abschließend werden hierzu die Herausforderungen aus Sicht der Praxis dargestellt und der entsprechende Handlungsbedarf herausgearbeitet.

Dieser Handlungsbedarf bildet die Grundlage zur Untersuchung bestehender Ansätze in Kapitel 3. Diesbezüglich werden zunächst die Grundlagen sowie die Vorgehensweise zum Risikomanagement aufbereitet und in den Kontext der vorliegenden Arbeit gesetzt. In diesem Zusammenhang werden Prinzipien erarbeitet, anhand derer der Status quo bestehender wissenschaftlicher Ansätze untersucht werden kann. Im Anschluss daran erfolgt eine Auswahl integrierbarer Bausteine für den modellbasierten Ansatz und damit eine Untersuchung, welche Bestandteile aus bereits bestehenden Ansätzen adaptiert und erweitert werden können, um Teile des zu entwickelnden modellbasierten Ansatzes zu bilden.

In Kapitel 4 werden zunächst die methodologischen Grundlagen erläutert und die Anforderungen aus der Zielsetzung, dem Objektbereich, der Praxis und der Theorie zusammengefasst. Diese werden in Form eines Anforderungsprofils für den modellbasierten Ansatz dargestellt und eine Lösungsthese formuliert. Darauf aufbauend wird ein Grobkonzept zur resilienten Baukastengestaltung konzipiert und die entsprechenden Erkenntnisse abgeleitet, die aus der Entwicklung des modellbasierten Ansatzes resultieren.

Im fünften Kapitel erfolgt die Detaillierung der resilienten Baukastengestaltung auf Basis der in Kapitel 4 abgeleiteten Teilmodelle.

In Kapitel 6 erfolgt die Validierung des entwickelten modellbasierten Ansatzes im Rahmen eines Fallbeispiels aus der Automobilindustrie. Die Ergebnisse werden anschließend zur kritischen Reflexion der resilienten Baukastengestaltung genutzt.

Das siebte Kapitel schließt die Dissertation mit einer Zusammenfassung der wichtigsten Erkenntnisse und gibt einen Ausblick auf den weiteren Forschungsbedarf im Themenfeld der resilienten Baukastengestaltung.