



Maximilian Pühler (Autor)  
**Interaktive Gestaltung von Automotive Services  
durch softwaregestützten Einsatz  
domänenspezifischer Modellierung**



<https://cuvillier.de/de/shop/publications/97>

Copyright:  
Cuvillier Verlag, Inhaberin Annette Jentsch-Cuvillier, Nonnenstieg 8, 37075 Göttingen,  
Germany  
Telefon: +49 (0)551 54724-0, E-Mail: [info@cuvillier.de](mailto:info@cuvillier.de), Website: <https://cuvillier.de>

# 1 Automotive Services - Innovationstreiber der Automobilindustrie

Automotive Services haben in den letzten Jahren eine beträchtliche Bedeutung in der Automobilindustrie gewonnen. Eine stetig steigende Verfügbarkeit von Systemressourcen, wie beispielsweise Rechenleistung, Speicherkapazitäten, oder hochauflösenden Bildschirmen erlaubt zunehmend komplexe Dienste in modernen Fahrzeugen. Zusätzlich beschleunigt ein kontinuierlicher Ausbau mobiler Breitbandanbindungen, wie zum Beispiel UMTS (3G) oder LTE (4G), diesen Trend (Golcar et al. 2010; Viswanathan et al. 2007). Zwei prominente Beispiele dieser Entwicklung sind ConnectedDrive von BMW (BMW Group 2010a) oder das Audi Multi-Media-Interface (Audi AG 2010a).

Getrieben durch den enormen Erfolg von Smartphones, wie beispielsweise dem Apple iPhone, hat sich eine ubiquitäre Verfügbarkeit von mobilem Internet im Alltag etabliert (West/Mace 2010; Apple Inc. 2010). Dies hat natürlich auch die Erwartungen an die digitalen Möglichkeiten in modernen Fahrzeugen maßgeblich beeinflusst. So erwarten Kunden die gleiche Funktionalität, Flexibilität und Kommunikation auch in ihren Fahrzeugen. Aufgrund der speziellen Nutzungssituation ist allerdings eine einfache Übertragung der existierenden Technologien nur schwer möglich. So sind Automotive Services komplexe Leistungsbündel aus Software, Dienstleistung und einem Produkt (dem Fahrzeug), die in diesem Nutzungskontext zum Einsatz kommen (Hoffmann 2010).

Zusätzlich sieht sich der Automobilmarkt selbst neuen Herausforderungen gegenüber. Im Zuge der aktuellen Umwelt und Klimadiskussionen sind die Automobilhersteller gezwungen neue, innovative Wege wie beispielsweise die Elektromobilität in den Fokus ihrer Entwicklungen zu stellen. Aus diesem Wettbewerbsdruck heraus entstehen teils „phänomenale“ Anforderungen an die Automobilhersteller (Tinham 2007; Hoffmann 2010). Beispielsweise verhindern technologische Limitationen, wie z.B. verfügbare Batteriekapazitäten und lange Ladezyklen, einen einfachen Wechsel von fossilen Brennstoffen hin zu sauberer Elektromobilität. Ein viel versprechender Ansatz dieser Problematik zu begegnen sind spezielle Nutzungsmodelle, wie zum Beispiel Miet-Modelle oder auch Konzepte für Zweitfahrzeuge, vor allem für den urbanen Raum. Um solche Modelle erfolgreich am Markt etablieren und sich so vom Wettbewerb abgrenzen zu können ist eine geeignete Unterstützung des Kunden durch Automotive Services unerlässlich (Becker 2002).

## 1.1 Motivation und Problemstellung

Vergleicht man die Domäne der Automotive Services mit anderen Servicedomänen, stellen sich die besonderen Nutzungsszenarien während der Fahrt als die wesentlichen Herausforderungen bei der Gestaltung von Automotive Services heraus. Neben dem Fahrer selber lassen sich der Beifahrer sowie die Passagiere als zusätzliche Nutzergruppen identifizieren. Jede dieser Gruppen stellt unterschiedliche Anforderungen und Bedingungen an die Nutzung von oftmals demselben Automotive Service. So dürfen Services den Fahrer zu keiner Zeit von seiner primären Aufgabe, dem sicheren Steuern des Fahrzeugs, ablenken. Daher sollten Automotive Services speziellen Design Guidelines genügen und beispielsweise eine Minimierung der visuellen Beeinträchtigung des Fahrers berücksichtigen. Natürlich müssen auch die Anforderungen des Beifahrers Beachtung finden. So darf beispielsweise die

Darstellung eines Musikvideos für den Fahrer während der Fahrt nicht verfügbar sein, jedoch aber für den Beifahrer und die Passagiere auf der Rückbank. Automotive Services müssen also unterschiedliche Nutzungsbedingungen und daraus resultierende Anforderungen zur gleichen Zeit genügen.

Ein weiterer wesentlicher Faktor bei der Gestaltung von Automotive Services sind die limitierten Hardwareressourcen die im Fahrzeug zur Verfügung stehen. Typischerweise laufen Automotive Services auf speziellen gewichts- und energieoptimierten Embedded Systemen, die nur eingeschränkte Systemressourcen zur Verfügung stellen können. Zusätzlich erlaubt das Interieur eines Fahrzeugs in der Regel nur relativ kleine Bildschirme und spezielle Funktionstasten oder Bedienelemente, zum Beispiel „Dreh-Drück-Steller“, um mit den Nutzern zu interagieren (Harman Becker Automotive Systems GmbH 2003). Auch wenn moderne Fahrzeuge die Möglichkeit einer Sprachbedienbarkeit zur Verfügung stellen, bleibt die Interaktion der Nutzer mit dem Automotive Service während der Fahrt stark limitiert. Daher scheitert der Versuch erfolgreiche Dienste aus anderen Domänen direkt auf das Fahrzeug zu übertragen oftmals an einfachen Limitationen wie beispielsweise dem Mangel an einer geeigneten Tastatur für die Texteingabe.

Aufgrund der engen Verzahnung von technischen Design- und Sicherheitsanforderungen sind Automotive Services stark integrierte Bündel aus Hardware, Software und externen Services. Dies stellt eine weitere Herausforderung dar, da Hardware und Software unterschiedlichen Lebenszyklen unterworfen sind (Leimeister/Glauner 2008). Die durchschnittliche Lebensdauer eines Fahrzeugs bewegt sich in einen Zeitraum von 15-20 Jahren, was die verfügbaren Hardwareressourcen über einen langen Zeitraum konstant hält. Vergleicht man dies mit der typischen Lebensdauer moderner Software, so erkennt man hier schnell eine starke Diskrepanz. Trotzdem erwarten Kunden stets die neuesten Anwendungen und Möglichkeiten in ihrem Fahrzeug, wie zum Beispiel aktuell die Bereitstellung von mobilem Internet. Daher ist der Prozess von der Serviceidee bis hin zur Serviceverfügbarkeit im Fahrzeug riskant, aufwändig und zeitintensiv. Obwohl die Ansätze von Serviceplattformen, wie sie von einigen Automobilherstellern vorgeschlagen werden (Audi AG 2010b), die Problematik der Entkopplung von Hardware und Software Lebenszyklen adressieren, werfen sie neue Fragestellungen hinsichtlich von Design und Sicherheitsrestriktionen auf.

Zusammenfassend lassen sich somit drei wesentliche Kriterien für erfolgreiche Automotive Services feststellen. Zunächst ist es für Automotive Services unabdingbar die speziellen Bedingungen aus dem Kontext Automobilnutzung zu berücksichtigen. Desweiteren dürfen im Fahrzeug integrierte Services in keinem Fall die primären Aufgaben des Fahrers beeinträchtigen. Schließlich muss ein Automotive Service auch einen starken Business-Case darstellen um den ressourcenaufwändig Prozess von der Ideenfindung bis hin zur öffentlichen Verfügbarkeit zu rechtfertigen. Um die dargestellten Risiken bei der Gestaltung von Automotive Services für die Hersteller beherrschbar zu machen, ist ein eingehendes Verständnis der Wertschöpfungsmöglichkeiten von Ideen für Automotive Services von zentraler Bedeutung.

Erfolgreiche Automotive Services bieten einen signifikanten Mehrwert für das dem Fahrer, Beifahrer und Passagieren gebotene Fahrerlebnis und ermöglichen darüber hinaus kreative und innovative Herangehensweisen an Herausforderungen wie beispielsweise die der Elektromobilität. Um den zu Grunde liegenden Wertbeitrag von Automotive Services gestalten und nutzen zu können müssen technische und nichttechnische Stakeholder unterschiedlichster Anwendungsdomänen in den Gestaltungsprozess eng integriert werden. So

es ist die maßgebliche Aufgabe der Automotive Service Entwicklung das Know-How der Experten der Anwendungsdomänen zusammen mit dem der Experten der Umsetzungsdomänen nutzbar zu machen. Tabelle 1-1 ordnet diese Gruppen entlang ihrer unterschiedlichen Kompetenzprofile an.

	Hohes Application Domain Knowledge	Niedriges Application Domain Knowledge
Hohes Information Systems Knowledge	Automotive Service Experten	Experten der Umsetzungsdomänen
Niedriges Information Systems Knowledge	Experten der Anwendungsdomäne	Sonstige Stakeholder

**Tabelle 1-1** *Übersicht der wesentliche Stakeholdergruppen*

Quelle: Eigene Darstellung in Anlehnung an Abschnitt 3.1.2

Grundsätzlich stellen Automotive Service Experten die zentralen Schlüsselfiguren entlang des Entwicklungsprozesses von Automotive Services dar. Diese werden unterstützt durch die Experten der Umsetzungsdomäne die wesentlich zur Realisierung und Bereitstellung der Services beitragen, sowie durch die Experten der Anwendungsdomäne deren Fokus auf inhaltlichen, strategischen und ökonomischen Faktoren liegt. Der Gruppe der sonstigen Stakeholder fällt zumeist die Rolle des Ideengebers oder Evaluators zu. Oft bilden Kunden diese Gruppe und können somit nur unter klar definierten Rahmenbedingungen, z.B. im Rahmen einer Kundenbefragung, in den Gestaltungsprozess mit einbezogen werden. Forschungsarbeiten rund um den Ansatz der Open Innovation legen nahe, dass eine frühe Integration externer Stakeholder in den Entwicklungsprozess zu wesentlich innovativeren Services führt (Chesbrough 2003; Faber 2009).

Eine integrierte Betrachtung und Repräsentation technischer als auch nichttechnische Charakteristiken von einzelnen Services ist von zentraler Bedeutung für das Verständnis des Wertbeitrages eines Automotive Services. Beispielsweise interessieren sich Kunden primär für den Nutzen den ein konkreter Service ihnen bietet, während Ingenieure eher den Fokus auf die technische Umsetzung und Sicherstellung der Verfügbarkeit legen. Zusätzlich müssen Automobilhersteller zu jeder Zeit die Einhaltung regulatorischer Bestimmungen für ihre Automotive Services dokumentieren und nachweisen können.

Brooks stellt bereits 1986 fest: “The hardest single part of building a software system is deciding precisely what to build. [...] No other part of the work so cripples the resulting system if done wrong. No other part is more difficult to rectify later” (Brooks 1986). Demzufolge hängt der Erfolg bei der Entwicklung von Automotive Services von der Fähigkeit ab, ein gemeinsames Verständnis sowie eine gemeinsame Vorstellung der Stakeholder und Entwickler zu finden und sicherzustellen. Zusätzlich müssen ausgewählte Bestandteile im Vorfeld hinsichtlich existierender Sicherheitsbestimmungen überprüft werden können. Es ist daher nicht weiter überraschend, dass sich in der Literatur und in der Praxis

eine Fülle an Ansätzen zur Erhebung und Erlangung eines solchen Verständnisses finden lassen (Briggs/Gruenbacher 2002; Brügge/Dutoit 2004; Krauß/Versteegen/Mühlbauer 2006).

Jedoch verstehen Stakeholder nur selten ihre Anforderungen vollständig zu Beginn eines Projekts. Oft fehlt ihnen eine klare Vorstellung was das System können soll oder sie ändern diese während des Entwicklungsprozesses. Zumeist werden sich Stakeholder erst dann klar darüber was sie eigentlich wollen, wenn sie ein System vor sich sehen das alle wesentlichen Funktionalitäten umfasst<sup>1</sup> (Antón 2003). Breindahl schlägt daher vor ein solches System im Dialog mit den Nutzern zu gestalten (Breindahl 2008). Eine zentrale Rolle bei der Validierung des gemeinsamen Verständnisses fällt dabei Prototypen zu, die einen methodologischen Ansatz für eine evolutionäre Systementwicklung darstellen (Floyd et al. 1989). Dieser Gestaltung eines gemeinsamen Verständnisses unter Stakeholdern, Entwicklern und Kunden fällt besonders in der Automobilbranche eine besondere Bedeutung zu. Hinsichtlich ihrer speziellen Rahmenbedingungen, wie beispielsweise den Sicherheitsimplikationen oder dem besondere Einsatzumfeld, dem Fahrzeug, ist das Finden und Definieren valider Anforderungen von zentraler Bedeutung.

## 1.2 Vision der Arbeit

Ausgehend von den genannten Überlegungen wird in der vorliegenden Arbeit die Anwendung des Paradigmas des Design Thinking (Brown 2009) auf die Domäne der Gestaltung von Automotive Services vorgeschlagen. Ziel ist es, die Entwicklung von Automotive Services, also von Mehrwertdiensten im Fahrzeug, durch den Einsatz einer domänenspezifischen Modellierungssprache in einem iterativen Vorgehen zu unterstützen. Dies kann durch eine frühe Verfügbarkeit von Prototypen auf Basis der Modellierung erreicht werden.

Wie Eingangs dargelegt, zeigt sich in der Wissenschaft als auch in der Praxis deutlich, dass Prototyping das Finden des gemeinsamen Verständnisses des Wertbeitrags von Innovationen positiv unterstützt. Jedoch ist die Entwicklung von Prototypen eine sehr zeitaufwändige Aufgabe, deren Kosten mit der notwendigen Anzahl an Iterationen steigt (Grechanik/Conroy/Probst 2007). Konkret müssen bei der Gestaltung von Automotive Services Entwickler Prototypen dieser zunächst in das Fahrzeug integrieren, um einen Dialog mit den Stakeholdern zu ermöglichen. Das daraus resultierende Feedback wiederum muss in Änderungen einzelnen Komponenten der Prototypen, Hardware, Software und Services übertragen werden.

Jedoch benötigt man für die frühe Anwendung von Prototyping auf den Prozess der Ideenfindung und Ideenentwicklung einen flexiblen Ansatz um zwischen Erhebung und Validierung iterieren zu können. In die Praxis übertragen bedeutet dies, dass man eine Kommunikation und Kooperation der technischen und nichttechnischen Stakeholder sicherstellen muss. Wie bereits diskutiert liefern die nichttechnischen Stakeholder in diesem Prozess das Wissen und die Erfahrungen aus der Anwendungsdomäne, also das Verständnis darüber welchen Nutzen ein Service stiften kann, die technische Stakeholder entgegen tragen ihre Erfahrungen aus der Umsetzungsdomänen, das heißt Fragen der Umsetzbarkeit und des effizienten Betriebs, bei.

---

<sup>1</sup> Übersetzung durch den Author. Originalzitat: "stakeholders seldom understand their requirements fully at the beginning of a project. They often lack a clear vision of what the system should do and change their minds during development. In general, stakeholders only become surer about what they want when they see a system that does not exhibit the necessary features" (Antón 2003)

Die vorliegende Arbeit stellt einen Ansatz zur modellgetriebenen Gestaltung, Definition und prototypische Umsetzung von Automotive Services vor. Dadurch wird in einem Prozess des Design Thinking ebendiese Kommunikation und Kooperation zwischen technischen und nichttechnischen Stakeholder bei der Gestaltung von Automotive Services unterstützt. Nichttechnische Stakeholder werden in die Lage versetzt, ihre Vorstellungen und ihr Verständnis von Automotive Services zu explizieren, ohne dabei ein Vorwissen über die technische Machbarkeit oder Fragen der Umsetzung zu benötigen. Dieses explizierte Wissen wiederum versetzt den technischen Stakeholder in die Lage, Aspekte der Umsetzung zu adressieren ohne dabei ein Verständnis über deren inhaltliche Gestaltung zu besitzen. Zusätzlich werden wiederverwendbarer Teile von Services sowohl in ihrer technischen als auch in ihrer nichttechnischen Ausgestaltung für eine einfache Wiederverwendung verfügbar gemacht. Auf diese Weise können neben der effizienten Unterstützung des interaktiven Gestaltungsprozesses auch die Fragen der Kosten- und Zeitfaktoren bei der Ideenfindung und Gestaltung betrachtet werden.

Der Mehrwert dieser Arbeit liegt somit in der Gestaltung einer domänenspezifischen Modellierungssprache für Automotive Services sowie in der Bereitstellung von entsprechenden Unterstützungswerkzeugen für deren Einsatz. Ein grafisches Modellierungswerkzeug hilft hierbei den nichttechnischen Stakeholdern bei der Explikation ihre Vorstellungen und Ideen. Zusätzlich versetzt eine entsprechende Laufzeitumgebung alle beteiligten Stakeholder in die Lage modellierte Services sowohl an ihrem Rechner zu simulieren als auch diese im Fahrzeug zu evaluieren. Schließlich liefert eine graphische Repräsentation eine gemeinsame Kommunikationsplattform, sowohl über den gesamten Service als auch über einzelne funktionale Komponenten.

### 1.3 Forschungsleitende Fragestellungen

Um die skizzierte modellgetriebene Gestaltung und Entwicklung von Automotive Services zu erreichen ist es notwendig diese Zielsetzung anhand von vier aufeinander aufbauenden forschungsleitenden Fragestellungen genauer zu betrachten. Zunächst wird systematisch die Domäne der Automotive Services untersucht um darauf aufbauend eine domänenspezifische Modellierung, die den speziellen Anforderungen der Domäne gerecht wird, gestalten zu können. Auf dieser Grundlage werden die notwendigen Softwarewerkzeuge erarbeitet um die entwickelte Modellierung geeignet zu unterstützen. Schließlich erfolgt in einem abschließenden Schritt eine Evaluation des Modellierungsansatzes um daraus Implikationen für Wissenschaft und Praxis ableiten zu können.

***Forschungsfrage 1 Welche Bedeutung haben Automotive Services für die Automobilindustrie und welche Anforderungen leiten sich daraus für eine domänenspezifische modellgetriebene Gestaltung ab?***

Im Rahmen der ersten Forschungsfrage wird die Bedeutung von Automotive Services für die Automobilindustrie betrachtet. Ausgehend von einer begrifflichen Klärung werden Trends und Innovationstreiber der Branche diskutiert sowie die aktuellen Aktivitäten einiger bedeutender Automobilhersteller sowie Zulieferer betrachtet. Ausgehend davon werden Herausforderungen bei der Ermittlung der Anforderungen von Automotive Services sowohl in der Literatur als auch im Rahmen einer praktischen Vorstudie ermittelt. Es wurden Vertreter der Branchen Softwareentwicklung, Medizintechnik und Automotive zu deren Vorgehen,

Problemen und Erfahrungen bei der Erhebung von Anforderungen befragt. In einem zweiten Schritt werden, ausgehend von den bisherigen Erkenntnissen, Anforderungen an eine Modellierungssprache für Automotive Services diskutiert. Hierzu wird insbesondere auf den zu Grunde liegenden Design Thinking Ansatz eingegangen um eine durchgängige Unterstützung der einzelnen Phasen zu gewährleisten. Zusätzlich werden diese konzeptionellen Anforderungen durch konkrete Anforderungen aus der Praxis ergänzt. Hierzu wird zunächst das vorliegende Forschungsfeld betrachtet um die wesentlichen Stakeholder zu identifizieren und diese im Rahmen eines Innovationsworkshops sowie einer anschließenden Ideen Community in den Anforderungsprozess integriert. Ergebnis dieser Forschungsfrage sind sowohl konzeptionelle Anforderungen an die Modellierung als auch praktische Anforderungen an deren Ausgestaltung und softwaretechnische Unterstützung.

***Forschungsfrage 2 Wie sieht eine domänenspezifische Modellierungssprache für Automotive Services aus und was sind deren zentrale Designprinzipien und Gestaltungselemente?***

Ausgehend vom in der ersten Forschungsfrage aufgebauten Problemverständnis und den daraus abgeleiteten Anforderungen an eine domänenspezifische Modellierungssprache für Automotive Services, befasst sich Forschungsfrage zwei mit der Ausgestaltung der wesentlichen Designprinzipien und Gestaltungselemente. Das Ergebnis der zweiten Forschungsfrage ist die Definition einer domänenspezifischen Modellierungssprache für Automotive Services sowie deren Erläuterung anhand zweier Case Studies.

***Forschungsfrage 3 Welches sind die Gestaltungselemente einer durchgängigen Softwareunterstützung für die gefundene Modellierungssprache und welche Architekturmerkmale leiten sich aus diesen ab?***

Kern dieser Forschungsfrage ist die Gestaltung einer durchgängigen Werkzeugunterstützung für die Modellierung von Automotive Services. Ausgehend von einer Motivation der Werkzeugunterstützung wird zunächst deren grundlegende Architektur und Funktionsweise erarbeitet. Schließlich erfolgt eine detaillierte Betrachtung der einzelnen Elemente der Werkzeugunterstützung hinsichtlich deren konzeptionellen Grundlagen, architektonischen Eigenarten und Besonderheiten in der Umsetzung. Des Weiteren wird ein plattformunabhängiges Datenformat für den Austausch von Automotive Service Modellen diskutiert.

***Forschungsfrage 4 Welche Implikationen an eine Weiterentwicklung und einen Einsatz des Modellierungskonzepts ergeben sich aus der praktischen Anwendung durch technische und nichttechnische Stakeholder?***

Ziel der vierten und letzten Forschungsfrage ist die Evaluation des entwickelten Modellierungskonzepts. Hierbei wird der Fokus insbesondere auf die Integration technischer und nichttechnischer Stakeholder in den Gestaltungsprozess von Automotive Services gelegt. Die in Forschungsfrage drei entwickelte Werkzeugunterstützung dient dabei den Probanden die Modellierung in einem realen Kontext einzusetzen und so belastbare Aussagen über dieses

gewinnen zu können. Die erzielten Erkenntnisse dienen einerseits einer zukünftigen Weiterentwicklung des Modellierungskonzeptes sowie einer funktionalen Verbesserung der unterstützenden Softwarewerkzeuge.

## 1.4 Forschungsmethodisches Design

Forschungsarbeiten um Umfeld der Informationssysteme können auf zwei unterschiedliche Arten erfolgen. Einerseits können bestehende Informationssysteme, also IT-Artefakte, in ihrem Nutzungskontext beobachtet und erforscht und andererseits neue Artefakte zur Lösung erkannter Probleme entwickelt werden. Der erste Ansatz, der empirisch orientierte Behaviorismus, befasst sich eingehend mit der Messung der Auswirkungen von IT-Systemen auf deren Nutzer (Bichler 2004). Allerdings können durch diese Konzentration auf die „Verwendung und Auswirkung von existierenden Informationssystemen auf Individuen, Gruppen und Organisationen [...] Potentiale der Technologien zur Lösung organisatorischer Probleme“ (Bichler 2004) oftmals nicht schnell genug erforscht werden (March/Smith 1995; Jennex 2001; Hevner et al. 2004).

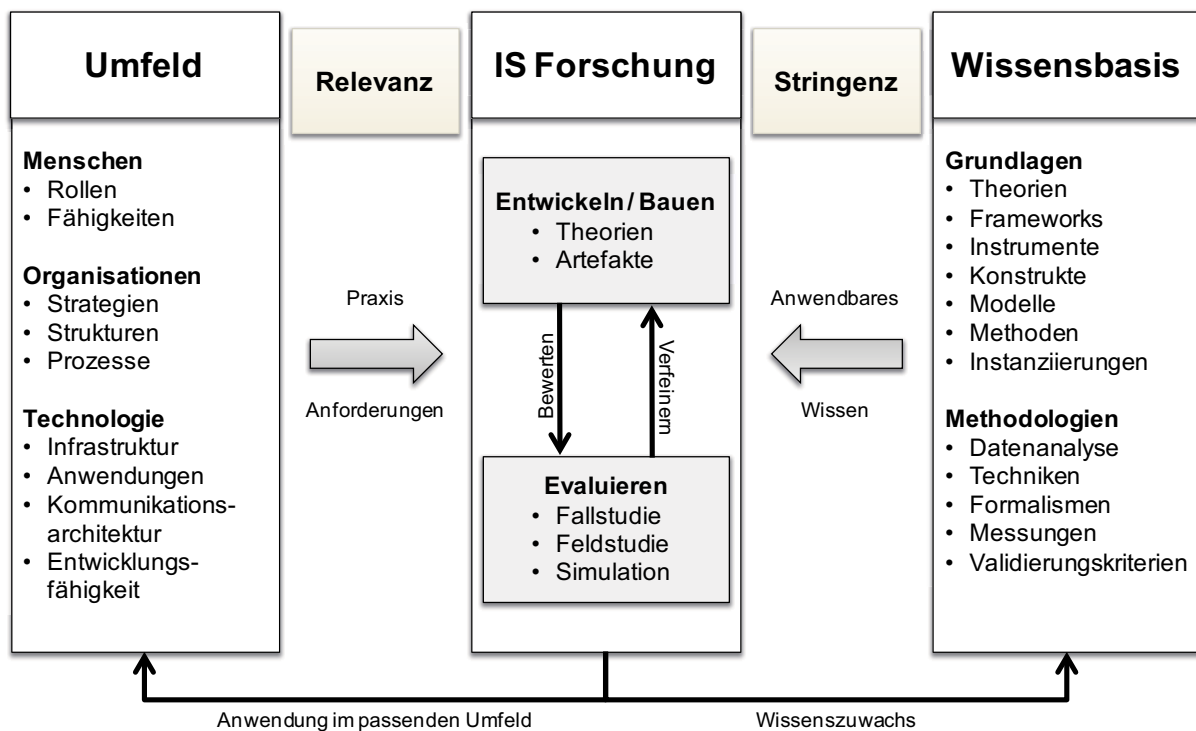
Diesem Problem begegnet der zweite Ansatz, die Design Science, durch die Befassung mit der Gestaltung neuer Artefakte zur Lösung von Problemstellungen sowie der Anwendung der daraus gewonnenen Erkenntnisse (Simon 1996, 114ff). Diese Artefakte können Konstrukte, Modelle, Methoden, verbesserte Theorien oder Instanziierungen sein (March/Smith 1995, 225ff.; Puroo 2002) Einen wesentlichen Ansatz zur praktischen Umsetzung einer Design Science orientierten Forschung haben Takeda et al. (1990) beigetragen. Ihnen zufolge orientiert sich das Vorgehen an einem fünf Phasen umfassenden Zyklus, welcher ausgehend von der Entwicklung eines Problembewusstseins über die Erarbeitung eines Lösungsvorschlags, dessen Umsetzung und Evaluation hin zu einer abschließenden, den nächsten Zyklus einleitenden, Schlussfolgerung umfasst (Takeda et al. 1990):

- *Problembewusstsein*: Im ersten Schritt wird die spezifische Problemstellung identifiziert und spezifiziert. Dies geschieht in der Regel durch Identifikation der Anforderungen und Herausforderungen der speziellen Problemdomäne, welchen entweder gar nicht oder nicht ausreichend durch eine bekannte Lösung begegnet wird.
- *Lösungsvorschlag*: Im zweiten Schritt werden auf der Grundlage der identifizierten Problemstellung Lösungsvorschläge entwickelt die in der nächsten Phase des Vorgehens realisiert werden können.
- *Umsetzung*: Der Kern des Vorgehens ist die Umsetzung und Entwicklung einer Lösung für das erkannte Problem. In diesem Schritt wird die vormals vorgeschlagene Lösungsalternative in Form eines Artefakts realisiert
- *Evaluation*: Die Aufgabe der Evaluation ist die Bewertung der Ursache-Wirkungs-Beziehung aus Problemstellung und realisiertem Lösungsvorschlag. Letzterer wird demnach hinsichtlich seiner Eignung zur Lösung der beschriebenen Problemstellung bewertet. Sekundäre Problemstellungen, die sich aus der Gestaltung des Artefakts ergeben, stoßen ihrerseits wiederum einen neuen Design Science Zyklus an.
- *Schlussfolgerung*: In der letzten Phase werden schließlich die in der Evaluation gewonnen Erkenntnisse ausgewertet und für die nächste Iteration des Zyklus vorbereitet.

Der ursprüngliche Ansatz von Takeda et al. (1990) berücksichtigt jedoch vornehmlich den eigentlichen Problemfindungsprozess und vernachlässigt das Sammeln und Aufbewahren der gefundenen Erfahrungen und Erkenntnisse. Ziel einer gestaltungsorientierten Forschung ist



jedoch nicht nur das Lösen eines spezifischen Problems, sondern vielmehr das Erlangen von Erkenntnissen die auf ähnliche und verwandte Problemstellungen übertragen werden können. March und Smith (1995) teilen das Vorgehen nach Takeda et al. (1990) daher in zwei Aufgabenstellungen auf. Einerseits wird der Prozess der Gestaltung auf die Phasen der Entwicklung und Evaluation beschränkt und andererseits die Phasen der Theorisierung und Rechtfertigung eingeführt. Diese beiden Prozesse werden auch als Induktion und Deduktion bezeichnet (Simon 1996, 113). Unter Induktion versteht man die innere Umwelt der eigentlichen Artefaktgestaltung und Evaluation und unter Deduktion die äußere Umwelt der Problemstellung und Aufbewahrung der gewonnenen Erkenntnisse. An den Schnittstellen dieser beiden Umwelten entsteht demnach der wissenschaftliche Beitrag einer Design Science Forschung (Simon 1996, 113).



**Abbildung 1-1** Rahmenwerk der Forschungsmethodik für Design Science  
Quelle: Eigene Darstellung nach (Hevner et al. 2004)

Auf der Grundlage dieser Vorarbeiten haben Hevner et al. (2004) ein Rahmenwerk der Forschungsmethodik für Design Science vorgeschlagen. Die induktive Umwelt wird, wie in Abbildung 1-1 zu sehen, im Entwickeln und Evaluieren des zentralen Designprozesses beschrieben, wohingegen die deduktive Umwelt weiter in die beiden Bereiche Umfeld und Wissensbasis aufgeteilt wird. Problemstellungen werden demnach aus dem Umfeld abgeleitet und die entstandenen Artefakte auch wiederum in diesem Angewendet und Evaluieren. Durch diesen Prozess kann eine Relevanz der gestaltenden Forschungsarbeit sichergestellt werden. Die Aufgabe der Wissensbasis ist es hingegen das für die Gestaltung notwendige und anwendbare Wissen zur Verfügung zu stellen. Gleichzeitig werden Erkenntnisse, die aus der Artefaktgestaltung und Evaluation gewonnen werden, wieder zurück in die Wissensbasis gegeben und diese so erweitert. Auf diese Weise kann eine stringente Forschung erreicht werden.

Der wissenschaftliche Beitrag einer nach diesem Rahmenwerk ausgerichteten Forschungsarbeit ist somit einerseits ein Beitrag für die Praxis, der aus dem erstellten Artefakt und dessen praktischer Anwendung besteht, sowie andererseits einem Beitrag an die

Wissenschaft, indem die in der Wissensbasis zur Verfügung gestellten Erkenntnisse das verfügbare Wissen erweitern.

## 1.5 Aufbau der Arbeit

Ziel der vorliegenden Arbeit ist das Ermöglichen und Unterstützen einer interaktiven Gestaltung von Automotive Services durch softwaregestützten Einsatz domänenspezifischer Modellierung. Im ersten Abschnitt der Arbeit wird die Motivation und Problemstellung sowie die Vision einer Modellierung von Automotive Services und die daraus abgeleiteten forschungsleitenden Fragestellungen dargelegt. Desweiteren erfolgt auf der Basis des zugrundeliegenden forschungsmethodischen Designs die Darstellung des Aufbaus der Arbeit.

In Abschnitt 2 wird die Bedeutung von Automotive Services für die Automobilindustrie betrachtet. Ausgehend von einer begrifflichen Klärung werden Trends wie Fahrerassistenzsysteme, Infotainmentsysteme oder mobile Dienste sowie Innovationstreiber, wie Elektromobilität oder Smartphones, diskutiert. Anschließend werden Beispiele der Aktivitäten von Automobilhersteller und Zulieferern im Bereich der Automotive Services vorgestellt um einen Überblick über die Komplexität und Entwicklung der Domäne zu erlangen.

Abschnitt 3 diskutiert die Herausforderungen bei der Gestaltung von Automotive Services. Hierzu werden zunächst der relevanten Anspruchsgruppen identifiziert und deren unterschiedliche Kompetenzprofile betrachtet. Ergänzt wird dies durch eine Analyse der Herausforderungen und Probleme der Anforderungsermittlung. Im Rahmen einer Vorstudie wird die aktuelle Situation des Requirements Engineering in der Praxis betrachtet. Hierzu wurden Unternehmen aus den Bereichen Softwareentwicklung, Medizintechnik und Automotive zu deren Erfahrungen und Einschätzungen befragt. Zusätzlich werden noch die Themenfelder der Mensch-Maschine-Interaktion sowie die Gestaltung von Infotainmentsystemen diskutiert. Zusammen mit den Beobachtungen des zweiten Abschnitts wird in diesem Kapitel die deduktive Umwelt des Umfelds der Forschungsarbeit betrachtet. Ergebnis ist ein informiertes Problembewusstsein auf dessen Grundlage im nächsten Schritt Lösungsvorschläge erarbeitet werden können.

Abschnitt 4 stellt die Anforderungen an eine graphische, domänenspezifische Modellierung von Automotive Services zusammen. Hierzu werden relevante Informationen und Theorien aus der deduktiven Umwelt der Wissensbasis zusammengetragen und diskutiert. Ausgehend von einer Betrachtung der Grundlagen der Modellierung von Automotive Services werden konzeptionelle Anforderungen aus dem Vorgehen des Design Thinking sowie konkrete Anforderungen der an diesem Forschungsvorhaben beteiligten Praxispartner diskutiert. Gemeinsam mit den beiden vorangegangenen Abschnitten 2 und 3 stellt Abschnitt 4 die Beantwortung der ersten Forschungsfrage dar und beschreibt den Lösungsvorschlag nach Takeda et al. (1990).

In Abschnitt 5 folgt die Gestaltung einer domänenspezifischen Modellierungssprache für Automotive Services. Zunächst werden die grundlegenden Designprinzipien, die in Abschnitt 4 vorgeschlagen wurden, realisiert und darauf aufbauend die Elemente der Modellierungssprache beschrieben. Zuletzt wird der Einsatz der Modellierung am Beispiel von zwei Case Studies erläutert. Abschnitt 5 beantwortet somit die zweite Forschungsfrage und beschreibt den ersten Teil des zu entwickelten Artefakts.

Abschnitt 6 beschäftigt sich mit der Gestaltung einer durchgängigen Werkzeugunterstützung für die Modellierung von Automotive Services und umfasst somit die Bearbeitung der dritten Forschungsfrage. Ausgehend von einer Diskussion der Motivation der Werkzeugunterstützung erfolgt eine Architektur und Beschreibung der gesamten Werkzeugkette, welche im späteren Verlauf des Kapitels im Einzelnen bezüglich der jeweiligen Grundlagen, Architekturmerkmale und Umsetzungsbesonderheiten diskutiert wird. Des Weiteren werden in diesem Kapitel die zu Grunde liegenden technologischen Grundlagen der Modellierung als auch der Gestaltung der Laufzeitumgebung vorgestellt. Besonderes Augenmerk liegt hier auf dem Prototypingframework HIMEPP, welches im Rahmen der Forschungsarbeit von Hoffmann entstanden ist (Hoffmann 2010) und im Sinne einer domänenspezifischen Modellierung als domänenspezifisches Framework herangezogen wird (Tolvanen/Kelly 2004). In Anlehnung an Hevner et al. (2004) bilden die Ergebnisse dieses Kapitels zusammen mit dem letzten Abschnitt das Artefakt im Sinne des Rahmenwerks der Forschungsmethodik für Design Science (vgl. Abbildung 1-1).

Abschnitt 7 beschreibt die Evaluation des Modellierungskonzepts. Zunächst werden Evaluationsziele und Grundlagen der Artefaktevaluation behandelt um ausgehend von diesem Vorwissen das Evaluationsdesign zu gestalten. Im Rahmen von drei Fallstudien werden die zentralen Designprinzipien der Modellierung sowie deren Werkzeugunterstützung durch unterschiedliche Stakeholder evaluiert. Eine Darstellung der Evaluationsergebnisse und abschließende Diskussion derselben beantwortete somit die vierte und letzte Forschungsfrage.

Im abschließenden Abschnitt 8 werden nochmals die Ergebnisse der vorliegenden Forschungsarbeiten zusammengefasst und insbesondere auf den Beitrag der Arbeit zur Wissenschaft und Praxis eingegangen. Es werden also die Anwendung der Erkenntnisse im passenden Umfeld sowie der Zuwachs zur Wissensbasis beschrieben. Eine Diskussion der Limitationen der Arbeit führt schließlich zu einem Ausblick auf weiteren Forschungsbedarf.