



# QUANTIFIED VEHICLES: DATA, SERVICES, ECOSYSTEMS

## DISSERTATION

to obtain the academic degree of

Doktor-Ingenieur (Dr.-Ing.)

of the Faculty of Computer Science and Electrical Engineering  
at the University of Rostock

submitted by

**Christian Kaiser**

Dipl.-Ing., B.A.

Matriculation no. 217100002

born on 02.08.1987 in Vöcklabruck,

Austria

Rostock, 04.06.2021

## Abstract

Advancing digitalization has highlighted the potential of so-called *Quantified Vehicles* for gathering valuable (vehicle) sensor data about the vehicle itself and its environment. Consequently, (vehicle) *Data* has become an important resource of the automotive industry, which can pave the way to (*Data-driven*) *Services*. There are multiple roles to occupy in service generation, from data provider via service developer and service provider to end user. The (*Data-driven Service*) *Ecosystem* of actors that collaborate to ultimately generate services, has thus only shaped up in recent years.

This dissertation was started in 2016 when literature and research in this field were still scarce. In retrospect, the rise of automotive *Data-driven Services* was accompanied. Vehicle *Data*, *Data-driven Services*, and the corresponding *Data-driven Service Ecosystems* have become an important market in recent years, as reports of analysts (e.g. Capgemini, Deloitte, KPMG, McKinsey, and PWC) show. The expectations even extend to statements about radical changes in automotive business models due to data-driven service possibilities. And such potentially radical changes of an economic driving force of Germany, where 830,000 employees generated around 435 billion Euros in 2019, are undoubtedly a relevant research topic.

And so it is a variety of influences that characterize the service development or have so far prevented *Data-driven Services* from breaking through that could be investigated. However, the five objectives of this work are to (i) better understand how *vehicle data* becomes a relevant artifact for business and innovation, (ii) define and describe *Quantified Vehicles* as a form of digitalization in the automotive domain, (iii) develop concepts and *Data-driven Services* prototypically, that represent added value for consumers to enhance the understanding of challenges in service development, (iv) better understand the process and actors of value generation, and the interplay of the actors with each other in the *ecosystem*, by conducting empirical research involving automotive domain experts, and (v) conduct design activities backed by empirical research to conceptually model data-driven value generation and *Data-driven Service Ecosystem* building.

To address the objectives, three research questions were defined, which were worked through in the research process with the help of eight subtopics. Within the framework of the cumulative dissertation, the author of this thesis contributed to a total of 14 publications (ten as corresponding / main author) that can be assigned to these eight subtopics and that

contribute to answer the three research questions: Two publications for the subtopic *Definition and Introduction of “Quantified Vehicles”*, two publications for the subtopic *Analysis of the Market: Services, Start-ups, OEMs, Business Models, and Trends*, one publication for the subtopic *Definition of a Research Agenda for the Information Systems Community*, two publications for the subtopic *Analysis and Definition of the VDVC (Vehicle Data Value Chain)*, three publications for subtopic *Concepts along the VDVC*, two publications for subtopic *Prototypical Implementations along the VDVC*, and one publication each for the subtopics *Analysis of Data-driven Service Ecosystems* and *Conceptual Model for Value Creation in Data-driven Services*.

The 14 publications consist of three journal publications (E&I<sup>1</sup>, BISE, and IJIM), two book-series contributions (LNMOB, and LNBIP), eight conference contributions (NBM, i-Know, ECIS, ICVES, WEBIST, CAiSE, AMCIS, and VEHITS), and a contribution in a BITKOM position paper (BITKOM). Thereby, the journal publications IJIM (Impact Factor [8.21](#)), BISE (Impact Factor 5.83), and the ECIS conference publication (VHB-JQ3: B) are particularly outstanding, due to their high impact and prestige in the IS community.

---

<sup>1</sup> Short name of the publication medium. See the **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.** (page 309 ff) in the dissertation document for the long name.

## Zusammenfassung

Die fortschreitende Digitalisierung hat das Potenzial für sogenannte *Quantified Vehicles* aufgezeigt, welche wertvolle (Fahrzeug-)Sensordaten über das Fahrzeug selbst und seine Umgebung zu sammeln. Folglich sind (Fahrzeug-)Daten mittlerweile zu einer wichtigen Ressource der Automobilindustrie geworden, da sie auch (datengetriebenen) *Services* ermöglichen können. Bei der Service-Generierung sind mehrere Rollen zu besetzen, vom Datenlieferanten über den Service-Entwickler und den Service-Anbieter bis hin zum Endnutzer. Das (datengetriebene Service) *Ökosystem* von Akteuren, die zusammenarbeiten, um letztlich *Services* zu generieren, hat sich erst in den letzten Jahren herausgebildet.

Diese Dissertation wurde im Jahr 2016 begonnen, als es noch wenig Literatur und Forschung in diesem Bereich gab. Rückblickend wurde der Aufstieg von datengetriebenen *Services* in der Automobilindustrie begleitet. Fahrzeugdaten, datengetriebene *Services* und die entsprechenden Ökosysteme sind in den letzten Jahren zu einem wichtigen Markt geworden, wie Berichte von Analysten (z.B. Capgemini, Deloitte, KPMG, McKinsey und PWC) zeigen. Die Erwartungen reichen bis hin zu Aussagen über radikale Veränderungen der automobilen Geschäftsmodelle durch datengetriebene Servicemöglichkeiten. Und solche potenziell radikalen Veränderungen eines Wirtschaftsstandortes Deutschland, in dem 830.000 Beschäftigte im Jahr 2019 rund 435 Milliarden Euro erwirtschafteten, sind zweifelsohne ein relevantes Forschungsthema.

Es gibt eine Vielzahl von Einflüssen, die die Serviceentwicklung kennzeichnen oder bisher den Durchbruch datengetriebener *Services* gehemmt haben, die untersucht werden könnten. Die fünf Ziele dieser Arbeit sind, (i) besser zu verstehen, wie Fahrzeugdaten zu einem relevanten Artefakt für Unternehmen und Innovationen werden, (ii) *Quantified Vehicles* als eine Form der Digitalisierung im Automobilbereich zu definieren und zu beschreiben, (iii) datengetriebene Dienste exemplarisch zu entwickeln, die einen Mehrwert für den Verbraucher darstellen, um das Verständnis für die Herausforderungen bei der Entwicklung von Diensten zu verbessern, (iv) den Prozess und die Akteure der Wertschöpfung sowie das Zusammenspiel der Akteure untereinander im Ökosystem besser zu verstehen, indem empirische Forschung unter Einbeziehung von Domänenexperten aus dem Automobilbereich durchgeführt wird, und (v) durch empirische Forschung gestützte Designaktivitäten durchzuführen, um die datengetriebene Wertschöpfung und den Aufbau eines datengetriebenen Service-Ökosystems konzeptionell zu modellieren.

Um die Ziele zu adressieren, wurden drei Forschungsfragen definiert, die im Forschungsprozess in Rahmen von sechs Unterthemen abgearbeitet wurden. Im Rahmen der kumulativen Dissertation hat der Autor dieser Arbeit an insgesamt 14 Publikationen (zehn als korrespondierender Autor / Hauptautor)

mitgewirkt, die sich den sechs Unterthemen zuordnen lassen und respektive dazu beitragen die drei Forschungsfragen zu beantworten: Zwei Publikationen zum Unterthema *Definition und Einführung von "Quantified Vehicles"*, zwei Publikationen zum Unterthema *Analyse des Markts: Services, Start-ups, OEMs, Business Models, und Trends*, eine Publikation zum Unterthema *Definition einer Forschungs-Agenda für die Informationssystem-Community*, zwei Publikationen zum Unterthema *Analyse und Definition der VDVC (Vehicle Data Value Chain)*, drei Publikationen zum Unterthema *Konzepte entlang der VDVC*, zwei Publikationen zum Unterthema *Prototypische Implementierungen entlang der VDVC* und je eine Publikation zu den Unterthemen *Analyse datengetriebener Service-Ökosysteme* und *Konzeptionelles Modell zur Wertschöpfung in datengetriebenen Services*.

Die 14 Publikationen setzen sich aus drei Journal-Publikationen (E&I<sup>2</sup>, BISE und IJIM), zwei Buchreihenbeiträgen (LNMOB und LNBIP), acht Konferenzbeiträgen (NBM, i-Know, ECIS, ICVES, WEBIST, CAiSE, AMCIS und VEHITS) und einem Beitrag in einem BITKOM-Positionspapier zusammen. Dabei sind die beiden Journal-Publikationen IJIM (Einflussfaktor 8.21), BISE (Einflussfaktor 5.83), und die ECIS-Konferenzpublikation (B im VHB-JQ3 Ranking) aufgrund ihres hohen Einflusses und Prestiges in der IS-Community besonders hervorzuheben.

---

<sup>2</sup> Kurzname des jeweiligen Publikationsmediums. Die Langbezeichnung findet sich im Abkürzungsverzeichnis des Dissertationsdokuments (**Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.**, S.309).