

DISS. ETH NO. 22370

**THE IMPACT OF THE INTERNET OF THINGS
ON BUSINESS MODEL INNOVATION -
INSIGHTS FROM THE ELECTRIC BICYCLE INDUSTRY**

A thesis submitted to attain the degree of

DOCTOR OF SCIENCES of ETH ZURICH

(Dr. sc. ETH Zurich)

presented by

KRISTINA ANDREA FLÜCHTER

M.A. HSG, University of St. Gallen

born on 26.04.1982

citizen of Germany

accepted on the recommendation of

Prof. Dr. Elgar Fleisch

Prof. Dr. Oliver Gassmann

2014

ABSTRACT

The vision of an Internet of Things (IoT), in which virtually all physical things become connected to the Internet and facilitate a new range of innovative applications and services, has been attracting the attention and inspiring the work of researchers as well as practitioners for several years. Particularly in recent months, the development of IoT technologies has been gaining substantial momentum. The Internet of Things is now considered an increasingly tangible business opportunity and market estimates suggest that it could create as much as \$19tn in value over the next decade. However, many companies are still struggling to identify how IoT technologies can be successfully exploited from a business perspective. Researchers in the domain of business model innovation have been pointing out that the identification and development of a viable business model is a critical factor in this context, as technological innovation does not guarantee economic success per se.

The objective of this thesis is thus to explore specific opportunities of how the Internet of Things can drive innovation and generate value from a business model perspective in the context of one exemplary industry, the electric bicycle industry. Electric bicycles (e-bikes), as a relatively new means of transportation, represent an interesting field of application for the Internet of Things. In the transportation sector, IoT-based innovations are not only expected to create attractive opportunities for enterprises, but may also contribute to the solution of enormous societal challenges, which policy-makers are facing today in the shaping of sustainable and efficient transportation systems for the future. In this regard, electric bicycles may qualify as an important element of future transportation systems and a business model perspective is assumed in this thesis to identify potential fields of contribution for IoT technologies in the e-bike industry. A number of detailed research questions are addressed by means of a four-month e-bike field study with 32 participants in Switzerland, a survey of 600 employees in Germany including a conjoint experiment, and numerous expert interviews.

Research findings are presented pertaining to four domains of investigation. First, regarding the design of an IoT-based digital value proposition for electric bicycles, a generally positive attitude of consumers is found towards the collection of e-bike data through a sensor. Data

sensitivity concerns emerge as largely restricted to location data, and notably e-bike specific types of data appear to appeal to users. A potential customer segmentation is proposed based on specific types of e-bike-related data, which consumers express an interest in. Second, technological restrictions in the implementations of an IoT application for electric bicycles are explored. The completeness of GPS data collection as well as high consumer expectations towards data quality and visualization are identified as important challenges in this domain. Third, the effect of a digital e-bike service on the usage of the electric bicycle itself is investigated. Social normative feedback is shown to be successful in influencing e-bike travel behaviour. However, negative effects of such feedback are also discovered, e.g. on recipients' intrinsic motivation to use their electric bicycles. Fourth, the potential role of IoT in the novel configuration of an e-bike manufacturer's value chain and revenue model is addressed. IoT technologies are found to be a possible facilitator but not a mandatory requirement for the implementation of a leasing business model for electric bicycles, and a significant impact of practical e-bike experience on employees' assessment of e-bike leasing offerings is additionally identified.

This thesis contains a number of contributions to theory as well as practice. On a detailed level, the individual results add to existing work in the fields of information systems, Green IS, transportation and social psychology, and offer guidance for practitioners with regard to the design and implementation of IoT-based services for electric bicycles. Overall, the thesis further responds to a specific call for research in information systems research to explore digitally mediated experiences through everyday artefacts with embedded computing capabilities by means of behavioural science and design science approaches (Yoo, 2010), and a number of conclusions are proposed based on a reflection of the presented research findings at large.

ZUSAMMENFASSUNG

Die Vision eines Internets der Dinge (IoT), in welchem nahezu alle physischen Objekte mit dem Internet verbunden werden und somit neuartige Anwendungen und Services ermöglichen, zieht seit einigen Jahren das Interesse von Wissenschaftlern sowie Praktikern auf sich. Insbesondere in den vergangenen Monaten hat die Entwicklung von IoT-Technologien erhebliche Dynamik erhalten. Das Internet der Dinge wird nunmehr zunehmend als reelle ökonomische Opportunität erachtet und aktuelle Einschätzungen legen nahe, dass es im Verlauf der nächsten 10 Jahre einen Wert von bis zu 19 Billionen US-Dollar generieren könnte. Allerdings stehen viele Unternehmen vor der Herausforderung zu identifizieren wie sie IoT-Technologien wirtschaftlich erfolgreich einsetzen können. Wie Forscher im Bereich der Geschäftsmodellinnovation herausgestellt haben, ist die Ermittlung und Entwicklung praktikabler Geschäftsmodelle in diesem Zusammenhang ein kritisches Element, da technologische Innovationen per se keinen ökonomischen Erfolg garantieren.

Das Ziel dieser Dissertation besteht daher darin, aus einer Geschäftsmodellperspektive heraus konkrete Möglichkeiten zu untersuchen, wie das Internet der Dinge im Rahmen einer beispielhaft ausgewählten Industrie, der Elektro-Fahrrad-Industrie, Innovationen befördern und einen Mehrwert schaffen kann. Elektro-Fahrräder (E-Bikes) sind ein relativ neues Fortbewegungsmittel und repräsentieren als solches ein wichtiges Anwendungsfeld für IoT-Technologien. Im Transportsektor können IoT-basierte Innovationen nicht nur eine attraktive Entwicklungsoption für Unternehmen darstellen, sondern auch zur Lösung enormer gesellschaftlicher Herausforderungen beitragen, denen politische Entscheidungsträger heute hinsichtlich des Aufbaus nachhaltiger Transportsysteme für die Zukunft gegenüberstehen. In diesem Kontext könnten E-Bikes ein wichtiger Bestandteil zukünftiger Transportsysteme werden und die vorliegende Dissertation untersucht, in welcher Weise IoT-Technologien einen Beitrag zur Entwicklung der E-Bike-Industrie leisten können. Verschiedene detaillierte Forschungsfragen werden auf Basis einer viermonatigen E-Bike-Feldstudie mit 32 Teilnehmern in der Schweiz, einer Umfrage unter 600 Arbeitnehmern in Deutschland, inklusive einer Conjoint-Analyse, sowie mehrerer Expertengespräche untersucht.

Es werden Forschungsergebnisse aus vier Untersuchungsfeldern präsentiert. Zuerst wird im Hinblick auf die Ausgestaltung eines IoT-basierten digitalen Nutzenversprechens für E-Bikes

eine grundsätzlich positive Einstellung von Konsumenten gegenüber der Erfassung von E-Bike-Daten mittels eines Sensors festgestellt. Datenschutzbedenken erscheinen grösstenteils auf Positionsdaten beschränkt und E-Bike-spezifische Informationen stossen offenbar auf das Interesse der Nutzer. Auf Grundlage verschiedener Arten E-Bike-bezogener Daten, an denen Konsumenten ein Interesse zeigen, wird eine mögliche Kundensegmentierung vorgeschlagen. Zweitens werden technologische Einschränkungen in der Umsetzung von IoT-Anwendungen für E-Bikes beschrieben. Dabei werden sowohl die vollständige Erfassung von Positionsdaten via GPS als auch die hohen Anforderungen von Konsumenten bezüglich der Qualität und Darstellung von Daten als besondere Herausforderungen erkannt. Drittens wird die Auswirkung eines digitalen Services auf die Nutzung des E-Bikes selbst erforscht. Die Ergebnisse zeigen, dass sozial normatives Feedback das E-Bike-Nutzungsverhalten beeinflussen kann. Gleichzeitig werden jedoch auch negative Effekte, z.B. auf die intrinsische Motivation der Adressaten mit dem E-Bike zu fahren, festgestellt. Viertens wird die potenzielle Rolle von IoT in einer neuartigen Konfiguration der Wertschöpfungskette und des Ertragsmodells eines E-Bike-Herstellers evaluiert. Dabei stellt sich heraus, dass IoT-Technologien möglicherweise einen Mehrwert zu einzelnen Komponenten eines Leasing-Geschäftsmodells für E-Bikes leisten können. Sie erweisen sich jedoch nicht als zwingende Voraussetzung für dessen Implementierung. Darüber hinaus wird ein signifikanter Einfluss praktischer Erfahrung mit E-Bikes auf die Bewertung von Leasing-Angeboten für E-Bikes durch Arbeitnehmer konstatiert.

Diese Dissertation beinhaltet eine Vielzahl wissenschaftlicher und praktischer Erkenntnisse, die auf ihrer jeweiligen Detailebene zur Weiterführung themenspezifischer Forschung beispielsweise auf den Gebieten der Informationssysteme und Green IS, des Transportwesens und der Sozialpsychologie beitragen und Praktikern eine Orientierung hinsichtlich der Gestaltung und Umsetzung von IoT-basierten Services für E-Bikes bieten. Insgesamt folgt diese Dissertation darüber hinaus einem Forschungsauftrag im Bereich der Informationssysteme, digital beeinflusste Erfahrungen mit Artefakten des Alltags mittels Methoden der Verhaltenswissenschaften und der Design Science zu untersuchen (Yoo, 2010), und stellt nach Reflektion der dargestellten Forschungsergebnisse einige Folgerungen zur Diskussion.