

# **Manuskript für Information Management & Consulting**

## **Cloud Computing als Treiber der IT-Industrialisierung? Ein Vergleich mit der Automobilbranche**

Markus Böhm, Andreas Herzog, Christoph Riedl, Stefanie Leimeister, Helmut Kremer

Technische Universität München – Lehrstuhl für Wirtschaftsinformatik (I 17)

### **Zusammenfassung:**

Informationstechnik hat nicht nur zur Industrialisierung anderer Branchen beigetragen, sondern befindet sich aktuell ebenfalls in einem Prozess der Industrialisierung. Mit Cloud Computing bekommt dieser Prozess eine zusätzliche Dynamik. Der vorliegende Beitrag zeigt anhand ausgewählter Beispiele der Industrialisierung des Automobilbaus Parallelen für die IT-Branche auf. Hieraus werden Thesen über mögliche Entwicklungen der IT Branche und des Cloud Computing Phänomens, die Rolle von Innovationen sowie die Implikationen für IT-Dienstleister abgeleitet. Ziel der Autoren ist es, einen normativen Denkanstoß zu leisten, um sich frühzeitig Gedanken über diese Veränderungen zu machen. Praktiker sollen somit in die Lage versetzt werden, informiert zu handeln und sich entsprechend strategisch zu positionieren.

### **Stichworte:**

Cloud Computing, IT Branche, Automobilindustrie, Industrialisierung

# **Cloud Computing, a driver of IT industrialization? A comparison to the automotive industry**

Markus Böhm, Andreas Herzog, Christoph Riedl, Stefanie Leimeister, Helmut Kremer

Technische Universität München – Chair for Information Systems (I 17)

## **Abstract:**

Information technology has not only contributed to the industrialization of many branches, but currently undergoes an industrialization process itself. With Cloud Computing, additional dynamics is added to this process. Based on selected examples from the industrialization of the automotive industry, this contribution highlights parallels for the IT industry. Assumptions for the possible development of the IT branch and the cloud computing phenomenon, the role of innovations as well as the implications for IT service providers will be derived. The objective of the authors is to provide food for thought in order to think about these changes at an early stage. Thus, practitioners shall be enabled to act informed and position themselves strategically.

## **Keywords:**

Cloud Computing, IT Industry, Automotive Industry, Industrialization

## 1. Einführung

Nur wenige Technologien haben es geschafft, die Produktivität von Unternehmen derart zu steigern, wie die Informationstechnologie. Durch die Unterstützung und Optimierung von Produktions- und Geschäftsprozessen konnten signifikante Produktivitätsgewinne in der industriellen Fertigung erzielt werden [1;2]. Gleichzeitig zählt die IT-Branche, und damit auch die IT Abteilungen der unterschiedlichen Unternehmen als Abnehmer und Anbieter von IT-Dienstleistungen, selbst aber zu den am wenigsten industrialisierten Branchen. „Die konsequente Anwendung und Nutzung der Industrialisierungsprinzipien hat im vergangenen Jahrhundert die meisten Branchen grundlegend verändert. Die relativ junge Disziplin der IT hat diesen Wandel gerade erst begonnen und steht in den nächsten Jahren vor wesentlichen Veränderungen“ [1]. Mit Cloud Computing könnte diese substantielle Veränderung eingeleitet worden sein.

Ziel dieses Beitrags ist es, anhand ausgewählter Beispiele der Industrialisierung des Automobilbaus Parallelen für die IT-Branche aufzuzeigen und Thesen über die mögliche Entwicklung der IT Branche im Allgemeinen und des Cloud Computings im Speziellen abzuleiten, um somit zur Diskussion anzuregen.

## 2. Cloud Computing – eine Definition

Aktuell wird der Begriff Cloud Computing häufig für Werbezwecke verwendet, um bestehende IT-Angebote in ein neues Gewand zu hüllen. Larry Ellison's (Präsident von Oracle) Aussage auf der Analysten Konferenz im September 2007 liefert hierzu ein passendes Beispiel: *"We've redefined cloud computing to include everything that we already do. I can't think of anything that isn't cloud computing with all of these announcements. The computer industry is the only industry that is more fashion-driven than women's fashion"* [3]. Doch was ist Cloud Computing tatsächlich?

Böhm et al. [4] haben, basierend auf einem Vergleich verschiedener Definitionen aus unterschiedlichen Domänen die als charakteristisch aufgefassten Merkmale des Cloud Computings abgeleitet. Der größte Konsens herrschte dabei über die Merkmale Service, Hardware, Software, Skalierbarkeit und Internet/Netzwerk. Weiterhin wurden auch verbrauchsabhängige Abrechnungsmodelle und Virtualisierung häufig genannt. Letztere gilt jedoch als grundlegende Voraussetzung [5], weshalb sie von zahlreichen Autoren wohl nicht explizit genannt wird. Ihre daraus abgeleitete Definition betrachtet den Begriff ganzheitlich, sowohl aus der Dienste- als auch der Ressourcenperspektive und betont dabei die Möglichkeit der Komposition neuer Dienste durch Kombination verschiedener Angebote: „Cloud Computing ist ein auf Virtualisierung basierendes IT-Bereitstellungsmodell, bei dem Ressourcen sowohl in Form von Infrastruktur als auch Anwendungen und Daten als verteilter Dienst über das Internet durch einen oder mehrere

Leistungserbringer bereitgestellt wird. Diese Dienste sind nach Bedarf flexibel skalierbar und können verbrauchsabhängig abgerechnet werden“ [4].

### **3. Ein kurzer geschichtlicher Abriss**

#### **3.1. Von der Rechenmaschine zum Cloud Computing**

Die Geschichte des Computers kann man wohl am besten mit der Erfindung der ersten Rechenmaschine beginnen. Im Jahr 1623 beschreibt Wilhelm Schickard erstmals urkundlich den Aufbau einer derartigen Maschine, die nach der Art der Napierschen Rechenstäbchen funktioniert [6]. Diese Entwicklung setzte sich mit der *Analytical Engine* (1837), der *elektronischen logischen Maschine* (1885) sowie der *Tabelliermaschine* (1890) fort [7;8]. Mit Konrad Zuses Bau des Z3, dem ersten funktionsfähigen Digitalrechner, im Jahr 1941 begann die eigentliche Geschichte der modernen Computer [9]. Im Jahr 1945 bauten John Mauchley und J. Presper Eckert *ENIAC* (Electronic Numerical Integrator and Computer), den ersten voll elektronischen Röhrencomputer [10].

Die sechziger und siebziger Jahre waren das Zeitalter der Großrechner. Zentrale Rechnerressourcen wurden dabei durch sogenannte Terminals, welche lediglich als Ein- und Ausgabegeräte dienten, genutzt. Mit der Erfindung des Transistors (1947) und des Mikroprozessors (1969) schritt auch die Entwicklung des Computers und dessen Miniaturisierung immer schneller voran. Zunächst begannen Bastler damit, eigene Heimcomputer zu bauen, bevor Hersteller wie Apple, Atari oder Commodore den Markt betraten. Mit IBMs Einführung des *Personal Computers (PC)* im Jahr 1981 etablierte sich ein de facto Standard für Heimcomputer. Von da an beschleunigte sich die Entwicklung und Verbreitung des PCs und eine zunehmende Miniaturisierung führte schließlich zur Entwicklung von Notebooks und mobilen Endgeräten. Auf Softwareseite haben sich Microsofts Betriebssystem sowie deren Büroanwendungen als de facto Standard etabliert [11].

Einen weiteren wichtigen Meilenstein stellt die Entwicklung des Internets dar. Dies kann auf ein Forschungsprojekt an der Advanced Research Projects Agency (ARPA) und deren Entwicklung des ARPAnets (1969) zurückgeführt werden. Bald gewannen Dienste wie eMail oder das World Wide Web, ein hypertextbasiertes Informationsmanagement System, an Popularität [11]. Bandbreitenerhöhungen und Technologien wie Java, Ajax oder WebServices ermöglichten schließlich eine immer weiter ausgereifte Programmierung von interaktiven Webseiten. Schließlich konnten ganze Anwendungen über das Internet bereitgestellt werden, was um das Jahr 2000 als *Software-as-a-Service* bekannt wurde [12;13]. In Analogie zur Bereitstellung von Software über das Internet, kann auch Rechenleistung über ein Netzwerk zur Verfügung gestellt werden. Vornehmlich im akademischen Bereich etablierte sich dafür bereits Anfang der 1990er Jahre *Grid*

*Computing* [14]. Im Jahr 2007 begann die Entwicklung rund um das Thema *Cloud Computing*, in dem sich die Bereitstellung von Hardwareressourcen und Software vereinen [15].

Die IT Branche war lange Zeit von Individualfertigung geprägt. Erst nach und nach entwickelten sich Standards, bzw. auf Grund der Marktdurchdringung bestimmter Technologien auch de facto Standards. Durch die Verbreitung des Internets und der damit verbundenen einfachen Vernetzung von Unternehmen oder Unternehmensteilen entstanden auch neue Möglichkeiten der Wertschöpfung. Aufgabenbereiche konnten an spezialisierte externe Unternehmen abgegeben werden. Somit wurde die Fertigungstiefe – ähnlich wie in der Automobilindustrie – reduziert. In den 1990ern verbreitete sich dies unter dem Namen „Outsourcing“, was die Auslagerung von IT-Aufgaben an externe Unternehmen bezeichnet. Diese Entwicklung wird durch Cloud Computing eine neue Dynamik bekommen.

### **3.2. Von den Anfängen der Automobilbranche bis heute**

Die Ausgangspunkte der Automobilindustrie liegen im späten 19. Jahrhundert. Im Jahr 1885 baute Carl Benz ein erstes motorisiertes Gefährt, einen „Dreirad-Motor-Wagen“. Unabhängig davon entwickelte Gottlieb Daimler zusammen mit Wilhelm Maybach 1886 den „ersten Motorwagen“ – eine umgebaute Pferdekutsche. Beide Fahrzeuge waren mit Verbrennungsmotoren, nach dem von Nikolaus August Otto 1876 entwickelten Konzept, ausgestattet [16]. Im Jahr 1887 vergab Daimler die Lizenz zum Bau seiner Kraftwagen und Motoren an Panhard & Levassor in Frankreich, welche die ersten serienmäßigen Automobile herstellten, wenngleich auch individuell in Handarbeit.

Kurz gefasst lässt sich die Entwicklung der Automobilindustrie folgendermaßen charakterisieren: Von der handwerklichen Individualfertigung angefangen ging sie mit Erfindung des Fließbandes ab 1913 in die fordistische Massenproduktion über [17]. Diese war geprägt von einer Standardisierung von Bauteilen und Produkten, vollständiger Arbeitsteilung, vertikaler Integration und Ausnutzung von Skaleneffekten. Arbeiter wurden als „variable Kostenfaktoren“ betrachtet, weil keine langen Einarbeitungszeiten benötigt wurden und sie deshalb leicht austauschbar waren.

Den Nachteilen dieser Produktionsform, wie fehlende Flexibilität und begrenzte Individualisierungsmöglichkeiten, wurde von den Japanern ab den 1970ern durch die als „Lean Production“ bezeichnete Produktionsform begegnet. Diese stützte sich auf Teamarbeit, Produktion kleinerer Losgrößen, kontinuierliche Verbesserung, Auftragsfertigung, enge Partnerschaft und Vertrauensverhältnisse mit Zulieferern, das Just in Time Prinzip sowie der Betrachtung der Arbeiter als Fixkosten. Japanische Arbeiter waren aufgrund von Gewerkschaftsverhandlungen auf Lebenszeit angestellt, daher gut ausgebildet und im Zuge der Vermeidung von Fehlern dazu aufgefordert, Verbesserungsvorschläge und Anregungen einzubringen. Aufgrund dieser Prinzipien

war es den Japanern möglich, bezüglich Qualität und Individualität überlegene Produkte zu einem günstigen Preis anzubieten. Deswegen übernahmen mit der Zeit viele westliche Hersteller Vorgehensweisen der Lean Production [17].

Aus der Plattformstrategie entwickelte sich die Modularisierung, die sich durch eine standardisierte Fertigung von Modulen auszeichnet, welche in unterschiedlichen Kompositionen zusammengesetzt werden können. Somit entsteht standardisierte Individualität [18]. Zudem kann durch die Modularisierung der Lebenszyklus der einzelnen Komponenten entzerrt und Innovationen können fortwährend eingebracht werden. Aufgrund der Austauschbarkeit von Modulen kann das neue, bessere Modul leicht im bereits bestehenden Fertigungsprozess integriert werden. [19]. Die zentralen Aspekte der Modularisierung sind geringe Fertigungstiefen durch enge Zusammenarbeit mit Zulieferern sowie eine Schnittstellenstandardisierung [18]. Auffallend ist seit den 1990er Jahren, dass vermehrt Konsolidierungen und Übernahmen stattfinden. Dies ist mit den steigenden Anforderungen an Zulieferer und Automobilhersteller bezüglich Qualität und Innovationen sowie einem höheren Preisdruck zu erklären. Durch Fusionen sollen Wissensgewinne und Synergieeffekte erzielt, sowie die Verhandlungsmacht gestärkt werden. Zudem werden Aufträge zur Bildung strategischer Partnerschaften öfter an Großunternehmen vergeben [20].

## **4. Industrialisierung**

### **4.1. Begriff**

Der Begriff „Industrialisierung“ geht auf die Veränderung der Herstellung von Produkten im Zuge der industriellen Revolution zurück, welche sich ab dem 18. Jahrhundert von England aus ausbreitete [21]. Die Revolution war von der Ersetzung manueller Arbeit durch maschinelle Tätigkeiten, der damit zusammenhängenden Veränderung der Organisationsformen (Gründung großer Fabriken) sowie Innovationen in den Produktionstechniken geprägt. Die dadurch erzielten Produktivitätssteigerungen beruhten maßgeblich auf Skaleneffekten, wodurch sich die Stückkosten bei hoher Ausbringungsmenge reduzierten, da sich die Fixkosten auf eine größere Menge verteilen.

Die Ausprägung der Industrialisierung kann sich auf ein Unternehmen, auf eine Branche oder eine gesamte Volkswirtschaft beziehen. Um die Höhe des Industrialisierungsgrades festzustellen, gibt es unterschiedliche Ansätze. Einer der ersten, geht zurück auf Walter Hoffmann, der die Industrialisierung in drei Stadien anhand des mengenmäßigen Verhältnisses des Nettoproduktionswerts von Konsumgut- und Kapitalgutindustrie einteilte [22]. Der Ansatz von Buxmann et al. analysiert Treiber und Ausprägungsformen der Industrialisierung anhand der Faktoren Automatisierung, Standardisierung sowie Spezialisierung [23]. In ähnlicher Weise ziehen

auch Hochstein et al. vier Faktoren zur Bewertung der Industrialisierung heran. Demzufolge sind die vier branchenunabhängigen Grundprinzipien der Industrialisierung: (1) Standardisierung und Automatisierung, wodurch sich Herstellungskosten durch Produkt- und Prozessstandardisierung reduzieren, (2) Modularisierung, was eine Individualisierung standardisierter Produkte ermöglicht, (3) kontinuierliche Verbesserung, um stetig Produktionstechniken und -abläufe zu verbessern und die Wettbewerbsfähigkeit zu erhalten, sowie (4) die Konzentration auf Kernkompetenzen, was die Auslagerung ineffizienter Wertschöpfungsstufen an spezialisierte Unternehmen adressiert [1].

Die Industrialisierung adressierte zu Beginn hauptsächlich den produzierenden Sektor, zunehmend wurden im Laufe der Zeit aber auch viele andere Branchen industrialisiert. Als Beispiel kann die Gastronomie (Fast-Food Ketten) oder die Finanzwelt angeführt werden. Im Bankensektor beispielsweise versucht die Postbank, hohe Transaktionsvolumina mithilfe standardisierter Prozesse effizient abzuwickeln [24]. Auch in der IT Branche vollzieht sich dieser Trend bereits seit längerem. So ist beispielsweise in den Bereichen Hardware und Software die Entwicklung zu Standardprodukten bereits weitgehend abgeschlossen, es werden hier nur mehr sehr selten Individuallösungen verwendet [2].

#### **4.2. Parallelen zwischen der Automobilindustrie und der IT Branche**

Die Automobilindustrie dient häufig als Paradebeispiel für die Entwicklung von handwerklicher Fertigung hin zu einer reifen Industrie [25]. Sie verfügt über bewährte Verfahren und Methoden, wie eine Industrie mit den gesteigerten Herausforderungen an moderne Produkte wie Individualisierung trotz standardisierter Fertigung, Effizienzsteigerung oder stetig steigendem Kostendruck umgehen kann. Dazu verwendet sie eine stufenartige Organisation der Zulieferer [26], Modularisierung sowie Fertigungstiefenreduzierung [27], was spätestens mit der Outsourcingbewegung und nun wohl verstärkt auch durch Cloud Computing in der IT Branche Einzug hält. Padberg/Tichy [28] sehen zudem in den Produktionsparadigmen der schlanken Produktion (Lean Production) mit ihrer kontinuierlichen Verbesserung („Kaizen“), Teamarbeit, Kompetenzvergrößerung oder Vermeidung von Verschwendung („Muda“) Parallelen zu den agilen Methoden der Softwareentwicklung. Sie schreiben dem Konzept einen großen zukünftigen Stellenwert zu, weil sich die Softwareentwicklung in Effizienzgesichtspunkten noch in den Kinderschuhen befindet. Auch Taubner [29] identifizierte Konzepte der klassischen Industrien, welche Parallelen zur Software Branche aufzeigen. Tabelle 1 gibt einen Überblick darüber. Beispielsweise zielt die Massenproduktion auf eine Stückkostenreduktion und somit eine Fixkostenverteilung ab, welche auch bezüglich der Reproduktion von Standardsoftware gilt. Zudem erkennt er Gemeinsamkeiten in den Automatisierungsbestrebungen in beiden Branchen sowie die hohe Bedeutung von industrieweiten Standards.

<b>Klassische Industrie</b>	<b>Softwarebranche</b>
Massenproduktion	Softwareprodukte
Arbeitsteilung, Fließband	Zerlegung der Arbeit, Vorgehen
Spezialisierung	Spezialisierung
Rationalisierung	Rationalisierung
Automatisierung	Werkzeuge, MDA
Kontinuierliche Verbesserung	ISO900x, CMMI Level 5
Standardisierung	Standardisierung (IP, J2EE)
Plattformstrategie (z.B. Autoindustrie)	z.B. Common IT-Plattform
Modulkomponenten (z.B. Autoindustrie)	Komponentenbasierte Architektur
Verringerung der Fertigungstiefe	Outsourcing
Nutzung globaler Märkte	Nutzung globaler Märkte
Globale Nutzung von Lohngefälle	Offshoring

Tabelle 1: Parallelen zwischen Konzepten der klassischen Industrie und der Softwarebranche [29]

### 4.3. Entwicklung der Fertigungstiefen

Neben einer zunehmenden Modularisierung ist in der IT Branche vor allem auch eine zunehmende Konzentration auf Kernkompetenzen zu beobachten. Beide Faktoren haben durch Cloud Computing eine zusätzliche Dynamik bekommen. Die Konzentration auf Kernkompetenzen manifestiert sich in der Entwicklung der Fertigungstiefe, welche im Folgenden näher betrachtet werden soll.

Zu Beginn des automobilen Zeitalters waren die Hersteller stark abhängig von Zulieferern, die etablierte Hersteller von Fahrrädern waren. Mit Beginn der Massenproduktion stieg auch die vertikale Integration, die um 1920 ihren Höhepunkt erreichte. Mit zunehmender Reife der Branche verringerte sich die Fertigungstiefe. Aufgaben wurden zunehmend an Zulieferer abgegeben, wodurch sich die Abhängigkeit der Automobilhersteller vergrößerte und die Effizienz der Fließbandfertigung durch Materialengpässe Gefahr lief. Um dem zu begegnen kam es vor allem bei den großen amerikanischen Herstellern zwischen 1950 und 1970 erneut zu vermehrten vertikalen Integrationen. Ab den 1970er Jahren kam es erneut zu einer Reduktion der Fertigungstiefe, was insbesondere auch auf die Modularisierung zurückzuführen ist. Auffällig ist hierbei, dass die Anzahl der Zulieferer nicht signifikant zunahm. Dies ist vor allem auf die Bildung von strategischen Partnerschaften mit nur mehr wenigen großen Lieferanten und der damit verbundenen Marktkonsolidierung zurückzuführen [17]. Abbildung 1 zeigt den, schematischen Verlauf der Fertigungstiefe und der Anzahl der Zulieferer, wie er in der Literatur qualitativ beschrieben wird.

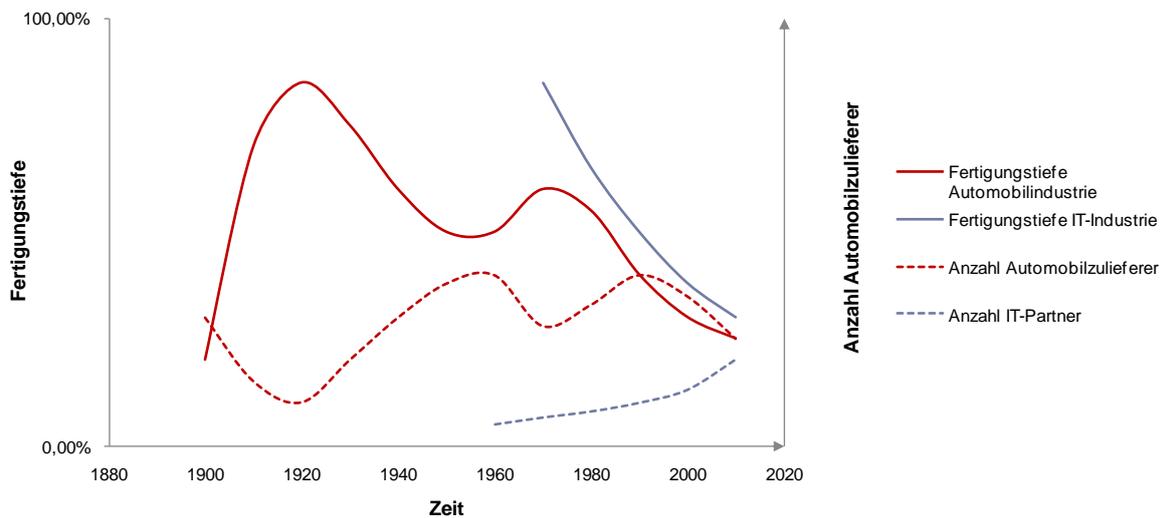


Abbildung 1: Schematische Darstellung der Fertigungstiefenentwicklung in der Automobil und IT Industrie (eigene Darstellung)

Ähnlich zeigt sich diese Entwicklung auch in der IT Branche, welche anfangs von einer hohen Fertigungstiefe geprägt war. Nahezu jedes Unternehmen betrieb seine IT ausschließlich in Eigenregie. Erst in den 1980er Jahren begann der Fremdbezug von Leistungen, bestimmte Bereiche wie etwa die Softwareentwicklung wurden an externe Anbieter abgegeben bzw. Individual- durch Standardsoftware ersetzt. Mittlerweile beziehen Unternehmen zahlreiche Leistungen bei externen Partnern, egal ob es sich um Infrastruktur oder Software handelt [2]. Unternehmen gehen so mit dem gestiegenen Preis- und Qualitätsdruck um, ganz ähnlich wie vor einigen Jahrzehnten die Unternehmen der Automobilbranche. Einer 2010 durchgeführten Umfrage von Capgemini zufolge erwarteten 70 % der IT-Leiter, dass sich die IT-Branche der Automobilindustrie hinsichtlich der Wertschöpfungsketten langfristig angleichen wird. Etwa die Hälfte der Befragten gab an, aktiv die Fertigungstiefenreduzierung voranzutreiben [30].

Interessant ist an dieser Stelle auch der Vergleich der Zulieferstrukturen. Mit zunehmender Verbreitung und Anwendung des Cloud Computing Konzepts nähert sich der IT-Bezug an die Schichten- bzw. „Tier“-Organisation in der Automobilindustrie an. Die Infrastrukturanbieter bilden Tier 3, da sie die grundlegenden Voraussetzungen schaffen. Plattformanbieter befinden sich auf Tier 2, weil sie die Plattform zum Anbieten von Services bereitstellen und dafür Infrastruktur von Tier 3 nutzen. Serviceanbieter implementieren Services auf den Plattformen, nutzen also Tier 2 und bilden Tier 1. Integratoren, welche standardisierte Dienste zu individuellen Lösungen zusammenführen befinden sich auf Tier 0,5 und die Anwenderunternehmen bilden Tier 0. Diese Wertschöpfungsstufen bilden sich schließlich zu einem Wertschöpfungsnetzwerk von verschiedenen Akteuren aus. Hierin ist ein deutlicher Trend zur Entwicklung eines Cloud Computing Ökosystems zu erkennen [31].

## **5. Cloud Computing als Treiber der IT-Industrialisierung? – 9 Thesen**

### **5.1. IT-Bereitstellung**

Blickt man zurück auf die Rechner Betriebsmodelle der 60er und 70er Jahre, so kann man feststellen, dass mit Cloud Computing ein alter Trend wiederkehrt, zentralisierte, gemeinsam genutzte Rechenleistung. Das sogenannte time-sharing Konzept, bei dem freie CPU Zeiten dynamisch an mehrere gleichzeitig angemeldete Anwender verteilt werden, ist zurückzuführen auf John McCarthy (1957) [32]. Nutzer dieser Time-Sharing-Dienste konnten sich mittels Wählverbindungen von ihren Terminals an einem Zentralrechner einwählen und bekamen eine vollständige Arbeitsumgebung bereitgestellt. In der Regel wurden darüber verschiedene Softwarepakete, Programmierumgebungen, Dateispeicher und Druckdienste zur Verfügung gestellt. Die Abrechnungsmodelle beinhalteten meist eine fixe Mietgebühr für das Terminal, sowie variable Kosten für die Verbindungszeit, die beanspruchte CPU-Zeit sowie die Speicherbelegung [33;34].

Es ist zudem zu beobachten, dass zunehmend IT-Leistungen fremdbezogen werden. Die Zeiten, in denen Firmen riesige IT-Abteilungen unterhielten und von Anwendungsentwicklung bis zur Rechnerwartung alles selbst übernahmen, scheinen vorüber zu sein. Im Zuge der Fokussierung auf Kernkompetenzen überdenken Unternehmen vermehrt ihre IT Strategie und prüfen, inwieweit die interne IT Bereitstellung einen Wettbewerbsvorteil liefert. Die Fertigungstiefe in der IT von Unternehmen aller Branchen sinkt derzeit stark: von 2009 auf 2010 durchschnittlich um 11 Prozent in den Bereichen Infrastrukturmanagement und Anwendungsentwicklung, bei Pflege, Wartung und Betrieb von Anwendungen gar um 16,5 Prozent [30]. So verringert sich also der vormals hohe Anteil der Eigenfertigung immer weiter. Mit der Verringerung der Leistungstiefe gewinnt auch die Zusammenarbeit mit externen Partnern an Bedeutung [2]. Unternehmen haben die sich bietenden Potenziale wie Kosteneinsparung und Flexibilitätserhöhungen erkannt. Zudem existiert mittlerweile ein großer Erfahrungsschatz über Auslagerungsprojekte, welcher die Angst vor ausufernden Projekten minimiert. Für die IT-Industrie bedeutet dies, dass der Markt weiter wächst und auch in Zukunft Bedarf an innovativen, qualitativen und individuellen IT-Lösungen vorhanden ist. Es ist zu erwarten, dass mit Fortschritt und steigender Akzeptanz Cloud Computing diesen Trend verschärfen wird, da Auslagerung und Fremdbezug dadurch erleichtert werden und Nutzung zusätzlicher Effizienzpotenziale wie bedarfsorientierter Abrechnung möglich wird. Dieser Trend war auch ein zentraler Aspekt bei der Industrialisierung der Automobilindustrie. Henry Ford vertraute hauptsächlich seinen eigenen Produktionsstätten, weil anfangs die Zulieferer die benötigten Ausbringungsmengen nicht fertigen konnten. Mit der Zeit und vor allem durch den

Einfluss der japanischen schlanken Produktion entwickelte sich zunehmend eine Zulieferorganisation, die an Stufen ausgerichtet ist [17].

**These 1:** Der IT-Fremdbezug wird künftig weiter zunehmen. Insbesondere Standardleistungen können künftig einfach und günstig aus der Cloud bezogen werden, wodurch sich mehrstufige Zulieferbeziehungen und Wertschöpfungsnetzwerke, ähnlich wie in anderen Industrien entwickeln.

Weiter spielt die Modularisierung für die Fertigungstiefenverringern eine zentrale Rolle. Mit Hilfe dieses Konzepts ist es in der Automobilindustrie möglich, dass Hersteller auf einer Plattform unterschiedliche Leistungen verschiedener Hersteller integrieren können. Zudem erfolgt trotz standardisierter Produktion der Module durch die Konzeption derselben eine Individualisierung des Produkts. In der Automobilindustrie waren weitreichende Veränderungen notwendig, um von den fordistischen Prinzipien gepaart mit Einflüssen der schlanken Produktion auf eine modulare Fertigung überzugehen. Bei VW zum Beispiel erfolgte eine Dezentralisierung der Zuständigkeiten und eine Untergliederung in kleinere Einheiten, welche für bestimmte Module verantwortlich waren [19]. In der IT-Branche ist ein Bestreben in Richtung Modularisierung schon länger zu beobachten. Angefangen von höheren Programmiersprachen, welche die Wiederverwendung von bereits geschriebenem Code ermöglichten, über Komponenten zu serviceorientierten Architekturen (SOA) und aktuell Cloud Computing wurde schrittweise der Abstraktionsgrad erhöht und die Integration von Fremdleistungen erleichtert. Mit zunehmender Modularisierung und der daraus resultierenden Entstehung von individualisierbaren Massenprodukten können auch Skaleneffekte genutzt werden. Es gibt bereits Ansätze und Referenzmodelle für die Modularisierung von IT-Dienstleistungen, beispielsweise sei hier die SCORE-Methode genannt [35;36]. Auch Cloud Computing ermöglicht eine derartige Kapselung, da Leistungen immer isoliert bezogen und mit anderen kombiniert werden können. Eine zunehmende Modularisierung wird allerdings eine Reorganisation der bisherigen Produktionsabläufe nach sich ziehen [37].

**These 2:** Durch Cloud Computing wird die Modularisierung von IT Diensten weiter voranschreiten, welche untereinander kombinierbar sind und ohne große Vorleistungen bezogen werden können. Durch geschickte Komposition der Module werden so individuelle Lösungen möglich [36].

Damit eine Integration von modularisierten Leistungen unterschiedlicher Hersteller durchführbar ist, müssen Schnittstellen definiert und formale Zusicherungen vorhanden sein. In der Automobilindustrie gibt es kaum industrieweite Standards. Viele OEMs verfolgen eigene Strategien und Techniken, um Zulieferer stärker an sich zu binden oder kein kritisches Wissen abzugeben. Die Wichtigkeit einer Standardisierung wurde jedoch (zumindest teilweise) erkannt, in näherer Vergangenheit gab es Bemühungen, diese voranzutreiben. Beispielsweise kann man den

2005 gegründeten „Arbeitskreises Funktionssicherheit“ nennen, welcher die Aufgabe hat, sicherheitsrelevante Systeme in Autos zu normieren [38]. In der IT-Industrie ist die Bildung von Standards unerlässlich, um ein reibungsloses Zusammenspiel von Leistungen bzw. Systemen zu gewährleisten. Vor allem vor dem Hintergrund des Cloud Computings, welches die flexible Integration unterschiedlicher Dienste ermöglichen soll, wird die Bedeutung von Standards deutlich. Ein wichtiger Aspekt im Cloud Computing ist die Individualisierung durch die Zusammensetzung von Diensten unterschiedlicher Anbieter. Wenn Leistungen untereinander nicht kombinierbar sind, weil Schnittstellen unterschiedlich definiert oder semantische Zusicherungen nicht vorhanden sind, wird das Konzept ad absurdum geführt. Für die Akzeptanz von Cloud Computing und der weiteren Entwicklung von flexiblen Wertschöpfungsketten ist es deshalb wichtig, sinnvolle Standards zu vereinbaren. Ob sich hierbei de facto Standards wie etwa die Amazon API für Infrastrukturdienste herausbilden, oder Gremien, wie das open Cloud Manifesto, einen weithin akzeptierten Standardisierungsvorschlag entwickeln, ist aus heutiger Sicht noch unklar.

**These 3:** Eine sinnvolle Standardisierung von Schnittstellen auf verschiedenen Ebenen (Infrastruktur, Plattform, Software) ist von großer Bedeutung für die weitere Entwicklung des Cloud Computing Paradigmas mit seinen modularen Komponenten und somit für die Industrialisierung der IT Branche.

## **5.2. Rolle von Innovationen**

Innovationen sind ein wichtiger Treiber für die Evolution von Industriezweigen. Wenn man auf die Entwicklung in der Automobilindustrie blickt, sieht man, dass am Anfang der Industrialisierung durch Ford vor allem ein Fokus auf die Verbesserung des Produktionsprozesses gelegt wurde. Dies war auch notwendig, da die Massenproduktion und die damit verbundenen Preissenkungen erst eine mobile Gesellschaft ermöglichten. Als aber dieser Schritt geschafft war, und allmählich auch andere Fahrzeughersteller in Massen produzierten, wurden auch Innovationen an den Produkten wichtig. Erkennen lässt sich dies am allmählichen Niedergang von Fords „Model T“ in den 1920ern, welches sich über Jahre hinweg kaum veränderte, und dem damit verbunden am Aufstieg von General Motors, welche eine differenziertere Produktstrategie mit sich oft ändernden Merkmalen in Design und Funktionalität verfolgten [17]. In den folgenden Entwicklungsstufen der Automobilindustrie (Lean Production, Modularisierung) spielte die Verbesserung der Fertigungsstrategie eine immer größere Rolle, aber auch Innovationen an Produkten mussten integriert werden, um wettbewerbsfähig zu sein. Vereinfacht lässt sich festhalten, dass für die Industrialisierung der Automobilindustrie Innovationen am Produkt wichtig waren, um Umsatz zu generieren und Innovationen am Produktionsprozess um die Kosten zu senken.

Auch an der Entwicklung der IT-Branche lässt sich die Wichtigkeit von Innovationen erkennen. Bedeutende technologische Neuheiten haben hier oft einen Wandel der gesamten Branche herbeigeführt oder diesen ermöglicht. Ohne höhere Programmiersprachen wäre zum Beispiel die komponentenorientierte Entwicklung nicht möglich gewesen, wären Transistoren nicht für Mikroprozessoren entdeckt worden, hätte die Miniaturisierung nicht in dieser Form stattfinden können. Wichtigstes Beispiel ist aber wohl die Durchsetzung des Internets, welches für viele Geschäftsmodelle und strukturelle Entwicklungen (vernetzte Wertschöpfung) eine unverzichtbare Grundlage darstellt. Nicht zu vergessen sind auch die vielen kleineren Innovationen, die die IT in der Form geprägt haben, wie wir sie heute kennen. Anhand dieser Tatsachen ist es nicht verwunderlich, dass IT-Leiter laut einer Studie von Capgemini durchschnittlich 24 Stunden pro Monat mit der Evaluation von Innovationen verbringen und 14,6 % des IT-Budgets in die Entwicklung neuer Technologien stecken [30]. Die Innovationen befassen sich in großen Teilen mit Produkten oder Leistungen, in letzter Zeit aber vermehrt mit der effektiven Produktion oder Bereitstellung. Es ist zu erwarten, dass sich in Zukunft der Fokus von Innovationen auf diesen Bereich ausdehnt, um die Kosten zu kontrollieren. Dabei könnte Cloud Computing eine disruptive Innovation [39] darstellen, nicht als neue Technologie, sondern als neues Konzept wie IT Dienste künftig bereitgestellt werden.

**These 4:** Cloud Computing ist eine disruptive Innovation hinsichtlich der Bereitstellung von IT Diensten und trägt somit dazu bei, die IT Unterstützung der Leistungserbringung in Unternehmen zu überdenken und mit innovativen Lösungen zu optimieren.

Neben Prozessinnovationen spielen auch Produktinnovationen eine wichtige Rolle. Diese stellen in der Automobilindustrie wie in der IT-Branche differenzierende Wettbewerbsfaktoren dar, die für Unternehmen essentiell sind. So konnten die europäischen Automobilhersteller nach dem zweiten Weltkrieg auch auf dem amerikanischen Markt signifikante Marktanteile gewinnen, weil sie innovative Fahrzeuge und Zusatzausstattungen entwickelten, welche von den Amerikanern gar nicht angeboten wurden. Hierzu zählen beispielsweise sparsame Kompaktwagen wie der VW Käfer, die Direkteinspritzung oder die Scheibenbremse [17]. Vor allem in der dynamischen und trendgetriebenen IT-Branche ist es extrem wichtig, aktuelle Technologien zu verwenden und Vorreiter zu sein, um Kunden einen Mehrwert bieten zu können. Cloud Computing kann sich dabei als Innovationstreiber erweisen, da sich die Einstiegsbarrieren durch die geringen Vorabinvestitionen senken werden. Startup-Unternehmen wird somit der Einstieg erleichtert, da sie keine Infrastrukturinvestitionen tätigen müssen. Vielmehr können sie ihre Ideen ohne großes Risiko am Markt ausprobieren und ihre Infrastruktur nach Bedarf skalieren. Innovative Ideen oder Konzepte können also noch schneller auf den Markt gebracht werden, was die Dynamik zusätzlich erhöht.

**These 5:** Cloud Computing ist ein Innovationstreiber, da dadurch die Markteintrittsbarrieren für innovative Startup-Unternehmen reduziert werden und IT basierte Geschäftsideen durch die einfache Bereitstellung von IT-Ressourcen gefördert werden.

Ähnlich den Startup-Unternehmen können auch IT-Abteilungen innerhalb großer Unternehmen am Markt tätig werden. So ist es denkbar, dass sie für unternehmensinterne Informationssysteme eigene Module entwickeln müssen, die auch für andere Unternehmen potenziell interessant sind. Dies könnten beispielsweise Konnektoren zu traditionellen „on premise“ Systemen, oder bestimmte Auswertungswerkzeuge für das Controlling sein. Indem sie diese Module auch extern am Markt anbieten, können die IT-Abteilungen einen zusätzlichen Wertbeitrag schaffen. Somit können sich völlig neue Finanzierungsmodelle für interne Entwicklungsvorhaben ergeben. Diese Entwicklung könnte durch die Verfügbarkeit von Marktplätzen, die sich um das Angebot und die Abrechnung kümmern zusätzlich gefördert werden. Erste Beispiele für derartige Marktplätze sind beispielsweise Salesforce's AppExchange oder der AppStore von Apple.

**These 6:** Mit der weiteren Entwicklung von Cloud Computing Marktplätzen können Unternehmen künftig auf einfache Weise ihre Eigenentwicklungen auch extern am Markt anbieten. Für IT Abteilungen in Unternehmen ergeben sich durch die zusätzlichen externen Wertströme neue Finanzierungsmodelle für Eigenentwicklungen.

### **5.3. Auswirkungen auf IT-Dienstleister**

In der Automobilbranche ist es üblich, dass die Automobilhersteller als Generalunternehmer auftreten, die gesamte Leistungserstellung überwachen, die Fahrzeuge aus den entsprechend zugelieferten Modulen zusammensetzen und letztendlich die Schnittstelle zum Kunden bilden. Dies bedeutet auch, dass sie der Vertragspartner für den Kunden sind und sie die Verantwortung für alle in das Produkt eingehenden Leistungen übernehmen – also auch für die Zwischenprodukte ihrer Zulieferer [40]. So musste beispielsweise Toyota die vollen Kosten für die Rückrufaktion von Millionen von Autos übernehmen, die mit defekten Gaspedalen des Zulieferers CTS ausgestattet waren (ein Verschulden des Zulieferers konnte nicht vollständig bestätigt werden) [41]. In der IT-Branche ist mit der zunehmenden Verbreitung von Cloud Computing und der damit verbundenen Komposition individueller Lösungen aus modularen Diensten mit einer ähnlichen Entwicklung zu rechnen. Auf Grund der Komplexität des Cloud Computing Dienste Marktes werden zahlreiche Unternehmen Integratoren beauftragen, modulare Lösungen für sie zusammenzustellen. Ähnlich wie in der Automobilbranche werden sich somit strategische Partnerschaften mit wenigen IT Dienstleistern bilden, die wiederum ihre Zulieferer, ergo Dienstanbieter, koordinieren. Dabei werden es die Anwender künftig aber nicht hinnehmen, sich bei Problemen mit einem Dienst an

den jeweiligen Dienstleister wenden zu müssen. Vielmehr werden die Integratoren die Rolle eines Generalunternehmers übernehmen, und neben der individuellen Zusammenstellung einer Lösung auch die Verantwortung für diese übernehmen. Durch das Wissen über entsprechende Komponenten und Dienstleister können sie einen Mehrwert für den Kunden schaffen. In größeren Unternehmen ist es durchaus vorstellbar, dass die IT Abteilung die Rolle des Integrators übernimmt.

**These 7:** Integratoren werden in Zukunft individuelle Lösungen durch die Komposition von standardisierten Cloud Computing Diensten entwickeln. Dabei werden sie als Generalunternehmer auftreten, um als Ansprechpartner für Kunden zu fungieren und die Verantwortung für die entwickelte Lösung übernehmen.

Mit der Entwicklung der IT-Industrie zu einer industrialisierten Branche wird sich auch die Wahrnehmung ihrer Unternehmen in der Öffentlichkeit ändern. So müssen sich Unternehmen zunehmend als Marke positionieren, welcher ein Image zugeschrieben wird, die bestimmte Werte vertritt und mit Innovationen in Verbindung gebracht wird. Dies gilt insbesondere für die oben angesprochene Rolle der Integratoren. Diese Markenbildung war auch in der Entwicklung der Automobilindustrie zu beobachten [20] und spielt dort seit jeher eine wichtige Rolle. Innovationen fungieren dabei als Alleinstellungsmerkmal und Identifikationsmöglichkeit. Es ist zu beobachten, dass vor allem die Automobilhersteller Markenimages pflegen, vorgelagerte Unternehmen sind oft weitgehend unbekannt. Im Cloud Computing ist so auch abzusehen, dass Unternehmen, die an der Schnittstelle zu den Anwendern sitzen, allen voran die Integratoren sich mehr auf ein Markenimage stützen müssen als Unternehmen am Anfang der Wertschöpfungskette (z.B. Infrastrukturanbieter).

**These 8:** Insbesondere für Integratoren von Cloud Computing Diensten wird es von zentraler Bedeutung sein, Vertrauen gegenüber ihren Kunden aufzubauen und ein entsprechendes Markenimage zu pflegen.

Unternehmen der Automobilbranche sind immer größeren Herausforderungen ausgesetzt. Erhöhte Kundenerwartungen bezüglich der Qualität, den Individualisierungsmöglichkeiten oder dem Preis und eine immer stärkere Konkurrenz aus aller Welt führten dazu, dass sich Automobilhersteller und Zulieferer dem Fremdbezug und den strategischen Partnerschaften verschrieben, um sich voll und ganz auf wettbewerbskritische Kernkompetenzen konzentrieren zu können. Zusätzlich wurde versucht, durch Konzentrationen und Übernahmen zusätzliches Know-how zu akquirieren, die Verhandlungsmacht zu stärken oder Zugang zu fremden Märkten zu erhalten [20].

In der IT sind mit zunehmender Kommoditisierung ähnliche Entwicklungen zu erwarten. Größerer Preisdruck, hohe Innovationsdynamik, gestiegene Qualitätsansprüche und stärkere, internationale

Konkurrenz sind die Herausforderungen, denen sich IT-Service Provider stellen müssen. Wie in der Automobilindustrie werden auch bei den IT-Anbietern vermehrt Übernahmen und Zusammenschlüsse erfolgen. Auf diese Weise schwingen sich Unternehmen zu bedeutenden potenziellen Partnern auf, gewinnen mehr Verhandlungsmacht, erlangen u.U. Zugang zu neuen Märkten und können mit dem voranschreitenden Preisverfall leichter umgehen. Cloud Computing wird diese Entwicklung noch verschärfen. Vor allem im Infrastruktur-Bereich, wo große, leistungsstarke Rechenzentren eingesetzt werden, sind hohe Investitionen notwendig. Zum einen verschlingt bereits die Wartung solcher Zentren hohe Summen, zum anderen sind beständig Neuanschaffungen zu tätigen, um eine angemessene Leistung bereitzustellen. In diesem Feld ist zu erwarten, dass eine Marktkonsolidierung zu wenigen aber großen Anbietern stattfindet, um Skaleneffekte zu nutzen und möglichst niedrige Preise bei hoher Qualität zu gewährleisten. Welche Unternehmen dies sein werden, wird die Zukunft zeigen, doch bereits jetzt zeichnet sich ab, dass Amazon, Google und Microsoft eine wichtige Rolle spielen wollen.

**These 9:** In Bereichen, in denen Skaleneffekte eine wichtige Rolle spielen, wird es zu einer Konsolidierung der Anbieter zu wenigen, großen Unternehmen kommen. Dies wird insbesondere den Bereich der Cloud Computing Infrastrukturdienste betreffen.

## **6. Zusammenfassung und Ausblick**

Während Cloud Computing die Industrialisierung der IT-Branche vor allem hinsichtlich der beiden Faktoren Modularisierung und Konzentration auf Kernkompetenzen mit ihrer damit verbundenen Entwicklung der Fertigungstiefe vorantreibt, besteht auf Seiten der Standardisierung noch erheblicher Entwicklungsbedarf. Dies wird, wie auch in den Thesen aufgezeigt, eine der großen Herausforderungen der IT Branche in den kommenden Jahren, um die Industrialisierungspotenziale die durch das Cloud Computing entstehen auszureizen. Daneben bestehen auch noch weitere Herausforderungen wie etwa die Gewährleistung ausreichender Verfügbarkeiten sowie die Beherrschung und das Management der durch Cloud Computing entstehenden Sicherheitsrisiken.

Ziel dieses Beitrags ist es, eine Diskussion über die Entwicklung der IT-Branche und im speziellen Cloud Computing anzuregen. Dies betrifft insbesondere auch die durch das Cloud Computing Phänomen induzierten Veränderungen und ihre Auswirkungen auf Anwender und IT Dienstleister. Dem Praktiker mag dies ein Denkanstoß sein, sich frühzeitig Gedanken über diese Veränderungen zu machen, um informiert handeln und sich entsprechend strategisch positionieren zu können – sei es als Nutzer von Cloud Computing Diensten oder als Anbieter in unterschiedlichen Rollen im Cloud Computing Wertschöpfungsnetzwerk. Die aufgestellten Thesen sind als normativer Denkanstoß der Autoren zu sehen, die sie auf Grund von Analogieschlüssen und aktuellen

Entwicklungstendenzen gebildet haben. Wir möchten die geeigneten Leser daher gerne auffordern, die aufgestellten Thesen kritisch zu hinterfragen und sich zu überlegen, ob diese speziell für ihren Bereich plausibel erscheinen.

## 7. Literaturverzeichnis

- [1] Hochstein, A.; Ebert, N.; Übernickel, F.; Brenner, W.: *IT-Industrialisierung: Was ist das?* Computerwoche, 2007(15): p. 5.
- [2] Walter, S.; Böhm, T.; Krcmar, H.: *Industrialisierung der IT - Grundlagen, Merkmale und mögliche Ausprägungen eines Trends*. HMD - Praxis in der Wirtschaftsinformatik, 2007. **256**: p. 6-16.
- [3] Fowler, G. A.; Worthen, B.: *The Internet Industry Is on a Cloud - Whatever That May Mean*, in *The Wall Street Journal*. 2009.
- [4] Böhm, M.; Leimeister, S.; Riedl, C.; Krcmar, H.: *Cloud Computing: Outsourcing 2.0 oder ein neues Geschäftsmodell zur Bereitstellung von IT-Ressourcen?* Information Management & Consulting, 2009. **24**(2): p. 6-14.
- [5] Armbrust, M.; Fox, A.; Griffith, R.; Joseph, A. D.; Katz, R.; Konwinski, A.; Lee, G.; Patterson, D.; Rabkin, A.; Stoica, I.; Zaharia, M.: *Above the Clouds: A Berkeley View of Cloud Computing*. 2009, EECS Department, University of California: Berkeley.
- [6] Freytag-Löringhoff, B. v.; Seck, F.: *Wilhelm Schickards Tübinger Rechenmaschine von 1623*. 5 ed. 2002, Tübingen: Univ.-Stadt Tübingen, Kulturamt. 29 S.
- [7] Babbage, C.: *Passages from the life of a philosopher*. 1864, London,: Longman, Green, Longman, Roberts, & Green. xii, 496 p.
- [8] Burack, B.: *An Electrical Logic Machine*. Science, 1949. **109**(2842): p. 610-611.
- [9] Rojas, R.: *Konrad Zuse's legacy: the architecture of the Z1 and Z3*. IEEE Annals of the History of Computing, 1997. **19**(2): p. 5-16.
- [10] Goldstine, H. H.; Goldstine, A.: *The electronic numerical integrator and computer (ENIAC)*. Mathematical Tables and Other Aids to Computation, 1946: p. 97-110.
- [11] Freiburger, P.; Swaine, M.: *Fire in the valley : the making of the personal computer*. 2 ed. 2000, New York: McGraw-Hill. XXV, 463 S.
- [12] Finch, C.: *The Benefits of the Software-as-a-Service Model*, in *Computerworld Management*. 2006.
- [13] Bennett, K.; Layzell, P.; Budgen, D.; Brereton, P.; Macaulay, L.; Munro, M.: *Service-based software: the future for flexible software*, in *Seventh Asia-Pacific Software Engineering Conference (APSEC)*. 2000: Singapore. p. 214-221.
- [14] Foster, I.; Kesselman, C.: *The grid: blueprint for a new computing infrastructure*. 2 ed. 2003, Amsterdam: Morgan Kaufmann. XXVII, 748 S.
- [15] Lohr, S.: *Google and I.B.M. Join in 'Cloud Computing' Research*, in *New York Times*. 2008.

- [16] von Seherr-Thoss, H.-C.: *Die deutsche Automobilindustrie - eine Dokumentation von 1886 bis heute*. 1974, Stuttgart: DVA. XI, 656.
- [17] Womack, J. P.; Jones, D. T.; Roos, D.: *The machine that changed the world*. 1 ed. 1990, London: Simon und Schuster. 339.
- [18] Garcia Sanz, F. J.: *Die Automobilindustrie auf dem Weg zur globalen Netzwerkkompetenz - effiziente und flexible Supply Chains erfolgreich gestalten*. 2007, Berlin: Springer.
- [19] Haipeter, T.: *Zum Formwandel der Internationalisierung bei VW in den 80er und 90er Jahren*. PROKLA 114 - Zeitschrift für kritische Sozialwissenschaft, 1999. **29**: p. 145-171.
- [20] Jürgens, U.: *Gibt es einen europaspezifischen Entwicklungsweg in der Automobilindustrie?*, in *Discussion Paper SP III 2004-301*. 2004, Wissenschaftszentrum Berlin für Sozialforschung.
- [21] Landes, D. S.; Becker, F.: *Der entfesselte Prometheus - technologischer Wandel und industrielle Entwicklung in Westeuropa von 1750 bis zur Gegenwart*. 1973, Köln: Kiepenheuer und Witsch. 597.
- [22] Hoffmann, W. G.: *Stadien und Typen der Industrialisierung*. Weltwirtschaftliches Archiv, 1969. **103**: p. 321-327.
- [23] Buxmann, P.; Diefenbach, H.; Hess, T.: *Die Softwareindustrie: Ökonomische Prinzipien, Strategien, Perspektiven*. 2008, Berlin: Springer.
- [24] König, R.: *Interview mit Lutz Achenbach zum Thema "Industrialisierung von Finanzdienstleistungen"*. Wirtschaftsinformatik, 2006. **48**(3): p. 210-211.
- [25] Wolf, C. M.; Benlian, A.; Hess, T.; Buxmann, P.: *Spezialisierung als Ausprägungsform einer Industrialisierung der Software-Branche - Eine Analyse am Beispiel der ERP-Software von SAP*, in *Industrialisierung des Software-Managements*, Herzwurm, G.; Mikusz, M., Editors. 2008, Ges. für Informatik: Bonn. p. 153-168.
- [26] Wallentowitz, H.; Freialdenhoven, A.; Olschewski, I.: *Strategien in der Automobilindustrie*. Grundlagen der Automobilindustrie. 2009: Vieweg+Teubner. 1-13.
- [27] Wildemann, H.: *Entwicklungspartnerschaften in der Automobil- und Zulieferindustrie - Ergebnisse einer Delphi-Studie*. 2004, München: TCW. 118.
- [28] Padberg, F.; Tichy, W.: *Schlanke Produktionsweisen in der modernen Softwareentwicklung*. Wirtschaftsinformatik, 2007. **47**: p. 162-170.
- [29] Taubner, D.: *Software-Industrialisierung*. Informatik-Spektrum, 2005. **28**: p. 192-196.
- [30] Capgemini; Sd&m: *IT-Trends 2010*. 2010.
- [31] Böhm, M.; Koleva, G.; Leimeister, S.; Riedl, C.; Krcmar, H.: *Towards a Generic Value Network for Cloud Computing*. in *7th International Workshop on the Economics of Grids, Clouds, Systems, and Services (GECON) - LNCS 6296*. 2010. Heidelberg: Springer.
- [32] Lee, J.; McCarthy, J.; Licklider, J.: *The beginnings at MIT*. IEEE Annals of the History of Computing, 1992. **14**(1): p. 18-30.

- [33] Lee, J.-N.; Huynh, M. Q.; Chi-wai, K. R.; Pi, S.-M.: *The evolution of outsourcing research: What is the next issue?*, in *33rd Annual Hawaii International Conference on System Sciences*. 2000: Island of Maui. p. 1-10.
- [34] Greaves, J.: *The Datacenter of the Future – What Was Once Old Is Now New Again*, in *The Datacenter Journal*. 2008.
- [35] Böhmann, T.; Langer, P.; Schermann, M.: *Systematische Überführung von kundenspezifischen IT-Lösungen in integrierte Produkt-Dienstleistungsbausteine mit der SCORE-Methode*. *Wirtschaftsinformatik*, 2008. **50**(3): p. 196-207.
- [36] Böhmann, T.: *Modularisierung von IT-Dienstleistungen. Eine Methode für das Service Engineering*. 2004: Deutscher Universitätsverlag; Auflage: 1. 310.
- [37] Walter, S.; Krcmar, H.: *Reorganisation der IT-Prozesse auf Basis von Referenzmodellen - eine kritische Analyse*. *IT-Service-Management*, 2006. **1**: p. 3-9.
- [38] der Automobilindustrie, V.: *Auto Jahresbericht 2006*. 2006, Frankfurt: Henrich Druck + Medien GmbH.
- [39] Bower, J. L.; Christensen, C. M.: *Disruptive technologies: catching the wave*. *Harvard Business Review*, 1995. **73**(January-February): p. 43-43.
- [40] Foltyn, J.: *Alternative Formen der Unternehmenskooperation: industrielle Anbieterkoalitionen, strategische Allianzen und strategische Netzwerke*. 1. ed. 2004: GRIN Verlag.
- [41] Tagesschau: *Toyota ruft in Europa Millionen Autos zurück*, in <http://www.tagesschau.de/wirtschaft/toyota160.html>, zugegriffen am: 20.10.2010

## **Autoreninformation**

### **Dipl.-Wirtsch.-Inf. Markus Böhm**

Technische Universität München – Lehrstuhl für Wirtschaftsinformatik (I 17)  
Wissenschaftlicher Mitarbeiter  
Boltzmannstr. 3, 85748 Garching b. München  
+49 (89) 289 - 19528  
markus.boehm@in.tum.de  
www.winfobase.de

### **Andreas Herzog, B.Sc.**

Technische Universität München – Lehrstuhl für Wirtschaftsinformatik (I 17)  
Wissenschaftliche Hilfskraft  
Boltzmannstr. 3, 85748 Garching b. München  
herzoga@in.tum.de  
www.winfobase.de

### **Christoph Riedl, M.Sc.**

Technische Universität München – Lehrstuhl für Wirtschaftsinformatik (I 17)  
Wissenschaftlicher Mitarbeiter  
Boltzmannstr. 3, 85748 Garching b. München  
+49 (89) 289 - 19588  
riedlc@in.tum.de  
www.winfobase.de

### **Dr. Stefanie Leimeister**

fortiss GmbH An-Institut der Technischen Universität München  
Leitung Forschungsbereich „Information Systems“  
Guerickestr. 25, 80805 München  
+49 (89) 360 352217  
leimeister@fortiss.org  
www.fortiss.org

### **Prof. Dr. Helmut Krcmar**

Technische Universität München – Lehrstuhl für Wirtschaftsinformatik (I 17)  
Lehrstuhlinhaber  
Boltzmannstr. 3, 85748 Garching b. München  
+49 (89) 289 - 19532  
krcmar@in.tum.de  
www.winfobase.de