

Diskussionsbeitrag

Walter Brenner, Manfred Broy &
Jan Marco Leimeister

Zur Rolle der Informatik in der Digitalisierung

Institut für Wirtschaftsinformatik



Universität St.Gallen

St.Gallen, Juni 2017

Zur Rolle der Informatik in der Digitalisierung

Kurzfassung

Die Informatik und mit ihr unsere Fähigkeiten, große Softwaresysteme zu schaffen und mit wirtschaftlichem Erfolg einzusetzen, haben sich in etwa 75 Jahren dramatisch entwickelt. Waren anfänglich Fragen der effizienten Lösung von Problemen im Vordergrund, die bis dahin insbesondere manuell behandelt worden waren, hat sich die Informatik in Stufen mehr und mehr zu einer Disziplin entwickelt, die völlig neue Möglichkeit eröffnet und Innovationen schafft und auf dieser Basis von höchster wirtschaftlicher Bedeutung ist. Diese vergleichsweise schnelle Veränderung der Informatik ist bisher weder in der Informatikausbildung, noch in der Anwendung der Informatik in der Praxis, gerade in etablierten Unternehmen, entsprechend berücksichtigt. Die schnelle Veränderung erfordert entschlossenes Handeln. Wirtschaft wie Hochschulen müssen sich auf eine Informatik neuer Prägung einstellen und ausrichten, denn nur dann wird es möglich sein, dass die bisher sehr erfolgreichen Unternehmen in Europa ihre führende Position verteidigen und mit Hilfe der Informatik in neue Innovationsbereiche vordringen können.

1. Die Entwicklung der Informatik

Die Informatik hat sich in einer Reihe von Stufen entwickelt (Rechenberg und Pomberger, 2002). War sie anfänglich geprägt insbesondere von dem Ziel, Computer zu bauen, und stand dabei die Programmierung, auch durch die im Vergleich zu heute winzigen Kapazitäten der Computer nicht im Vordergrund, so wurde mit der steigenden Leistungsfähigkeit der Rechner schnell klar, dass Programmierung keine unwesentliche Nebentätigkeit im Bereich des elektronischen Rechnens war, sondern eine ganze Reihe von neuartigen Herausforderungen mit sich brachte.

Schnell zeigte sich durch die rasante Entwicklung der Rechentechnik, dass die Programmierung der Maschinen mehr und mehr zu einer Herausforderung wurde. Das richtete die Aufmerksamkeit auf das Thema der Programmiersprachen und weiter auf das Thema der Programmiermethodik. Zum Ausdruck kam das durch die Schaffung von sogenannten problemorientierten Programmiersprachen wie COBOL, FORTRAN und ALGOL, später dann PASCAL (Wirth, 1971) und SIMULA. Schnell führten die massiven Schwierigkeiten bei der Entwicklung größerer Softwaresysteme zu dem Begriff des Software Engineerings (Humphrey, 1995). Die Konferenz, die den Begriff Software Engineering prägte, liegt nun fast 50 Jahre zurück (Naur und Randell, 1969). Allen Beteiligten war bald klar, dass

Softwareentwicklung eine große Herausforderung darstellt, auch eine wissenschaftliche Herausforderung, die methodisch sehr viel entschlossener angegangen werden musste.

Die Umfänge der Software wuchsen schnell. In den 60er Jahren wurden erste große technische Softwaresysteme, etwa Betriebssysteme (Mealy et al., 1966), entwickelt. In den 70er Jahren entstanden erste große Anwendungssysteme, etwa in Banken, Versicherungen und im Versandhandel. Diese Zeit war geprägt von dem Begriff des strukturierten Programmierens (Dahl et al., 1972). Ziel war es, nachweisbar korrekten, lesbaren und wartbaren Code zu erzeugen. Zudem wurde die Bedeutung von Daten als von den Programmen eigenständig zu modellierende und zu behandelnde Objekte erkannt. Es entstanden Ansätze wie relationale Datenbanken (Codd, 1970). Daten- und Datenbankmodellierung wurden zu Herausforderungen für Wissenschaft und Praxis. Gleichzeitig wurden die Anwendungsbereiche der Rechner ausgeweitet. Software wurde in eingebetteten Systemen eingesetzt. So wurde beispielsweise das Bremsen in Automobilen beginnend in der S-Klasse von Mercedes ab dem Ende der 70er Jahre durch ein Antiblockiersystem (ABS) unterstützt. Die Frage der Verbindung von Rechnern und auch der parallelen Verarbeitung wurden virulent. Die Fortschritte der Rechnertechnik bewirkten, dass auch die Kommunikationstechnik immer stärker von Software bestimmt war. Mit der ISDN-Technologie standen erstmals digitale Telefonanlagen für den Einsatz in Unternehmen und in privaten Haushalten zur Verfügung. Die Telefonie wurde von Relais umgestellt auf programmierbare Vermittlungsrechner.

Zu Beginn der 80er Jahre begann die Verbreitung des Personal Computers (Freiberger und Swaine, 1999). Sie ermöglichten die Nutzung von Computern unabhängig von Großrechnern. Für die Personal Computer wurden eigene Betriebssysteme und spezielle Anwendungsprogramme entwickelt. Als wichtigstes Betriebssystem entstand MS-DOS, aus dem später Windows wurde. Textverarbeitung, Tabellenkalkulation, Grafikprogramme und Computerspiele waren die ersten Anwendungsprogramme für Personal Computer. Das Angebot an Software für die Personal Computer wuchs rasch. Für viele Anwendungsprogramme in der Wirtschaft und im privaten Umfeld entstanden eigene Anwendungen. Mit der Einführung des Macintosh von Apple wurde eine pixelbasierte Oberfläche eingeführt, die es durch die Verwendung von „Fenstertechnik“ erlaubte, Software benutzerfreundlicher zu gestalten (Kay, 1990). Diese von Xerox Parc erfundene, von Steve Jobs übernommene und rasch auch vom Mitbewerber Microsoft kopierte Innovation, war die Grundlage für die Verbreitung der Informatik in private Haushalte. Zudem entstand neben dem traditionellen Informatikmarkt für Unternehmen ein wachsender Markt für private Haushalte.

Anfang der 90er Jahre war die Informatik mit ihren Fähigkeiten des Rechnens, des Speicherns von großen Informationsmengen, der Vernetzung der Rechner mit ihren gezielten Nutzerschnittstellen und den Möglichkeiten der Darstellung von Information auf Bitmap-Geräten in eine ganz andere Dimension der Informationsverarbeitung vorgestoßen. In Unternehmen entstanden große, manchmal fast unüberschaubare Anwendungslandschaften (Zachman, 1987).

Nachdem das Internet weltweit verfügbar und das World Wide Web (Berners-Lee und Fischetti, 2000) erfunden war, wurde schnell eine wachsende Menge von Informationen über die sich schnell ausbreitenden Internetstrukturen verfügbar, verbunden mit einer Vielzahl neuer Möglichkeiten. Mit dem Browser Mosaic von Marc Andresen entstand ein benutzerfreundlicher Zugang zu dem rasch wachsenden Informationsangebot im Internet. Die darauffolgenden Schritte waren konsequent und rasant. Durch die Unmenge von Informationen, die im Netz verbreitet waren, wurden Suchmaschinen eine der wichtigen Bestandteile des Wissensmanagements. Standen am Anfang noch hierarchische Suchmaschinen, wie Yahoo, im Vordergrund, gab es bald Suchmaschinen auf Volltextbasis, die das Internet ständig nach neuen Informationen durchsuchten. Google entwickelt sich rasch zu der dominierenden Suchmaschine im World Wide Web.

Soziale Netze entstanden und wurden alsbald als Businessmodell von Facebook erschlossen. Schnell wurde deutlich, dass der Zugriff auf die Netze für praktisch aller Bevölkerungsgruppen von hohem Interesse ist (Castells, 2011). Apple erfand 2007 das Smart Phone, das in weniger als 10 Jahren in Entwicklungsländern flächendeckend Verwendung fand. Mit der Einführung des iPhone begann der Siegeszug der mobilen Informationsverarbeitung. Die Möglichkeit auf den mobilen Endgeräten kleine, einfach zu benutzende Applikationen, sogenannter Apps, zur Verfügung zu stellen, war die Grundlage der Durchdringung fast aller Bereiche des wirtschaftlichen und privaten Lebens mit Software. Das rasche Wachstum der mobilen Informationsverarbeitung ging mit dem globalen Ausbau des Mobilfunks einher. Zu Beginn war Mobilfunk primär für die mobilen Sprachkommunikation vorgesehen. Mit der Einführung von UMTS und LTE erweiterte sich die Kapazität und Datenübertragung auch für Anwendungen, die größere Bandbreiten benötigen, wie etwa für Videos.

Die Entwicklung der Informatik geht unvermindert weiter. Die Transformation bisher primär physischer und mechanischer Produkte in Verbindung mit neuen Möglichkeiten der allgegenwärtigen Vernetzung, Sensorik und Aktuatorik zu sogenannten Cyber-Physical Systems (Lee, 2008) führt beispielsweise sukzessive zur Entwicklung autonomer Fahrzeuge.

Die Möglichkeiten der Speicherung und Auswertung sehr großer und heterogener Datenmengen in kürzester Zeit erlauben, bisher verborgene Strukturen in großen Datenbeständen, unabhängig vom Format, zu erkennen.

Seit der Jahrtausendwende entwickelte sich die Informatik immer mehr zum entscheidenden Treiber von Innovation (Fichman et al., 2014). Die Vernetzung, die hohe Rechenleistung und die Flexibilität der Software bis hin zu Anwendungsbereichen von Künstlicher Intelligenz/Machine Learning erlauben völlig neue Geschäftsmodelle in immer mehr Lebensbereichen. Die schnellen Veränderungen im Geschäft können vor allem durch junge dynamische Startup-Firmen aufgegriffen oder gar geprägt werden. Die erfolgreichen werden oft von charismatischen Führungspersönlichkeiten gegründet und vorangetrieben, die in gleicher Weise ein hohes Maß von Informatikkompetenz aufwiesen, wie auch die Befähigung zum unternehmerischen Handeln. Es entstand der Begriff der Digitalisierung, der alle Arten der Verwendung von Informatik für die unterschiedlichen Anwendungsgebiete adressiert, insbesondere das schnelle Fortschreiten der Technik und die Bedeutung in allen Bereichen unseres Lebens – privat, wirtschaftlich und gesellschaftlich (Castells, 2011).

2. Die veränderte Rolle der Informatik in der Wirtschaft

Die ersten Einsatzbereiche der Informatik waren, noch teilweise während des zweiten Weltkrieges, militärische Anwendungen, vor allem die Bewältigung großer Rechenoperationen. Sehr schnell kamen weitere Einsatzbereiche in der militärischen Forschung und beispielweise der Steuerung von Flugzeugen oder Lenkwaffen dazu. Bis heute sind militärische Anwendungen, wie etwa die Entwicklung des autonomen Fahrens zeigt, ein wesentlicher Treiber der Entwicklung der Informatik.

In der Wirtschaft schaffte die Informatik in der ersten Stufe primär Möglichkeiten, bekannte Prozesse durch Automation effizient und mit höherer Qualität durchzuführen (Scheer et al., 2013). Buchhaltung, Lohn- und Auftragsverarbeitung als einfach zu strukturierende, repetitive Abläufe, waren „klassische“ Startpunkte für die betriebliche Informationsverarbeitung. Dies erforderte, dass in den Unternehmen Informatiker die Aufgabe übernahmen, betriebliche Abläufe zu strukturieren und zu dokumentieren, dass Programme zu ihrer Automatisierung geschrieben werden konnten, die Informationsverarbeitungsinfrastruktur zu verantworten und wieder darauf laufende Informatikprozesse zu entwickeln. Diese erste betriebliche Software diente primär der Erhöhung der Effizienz, der Senkung von Kosten und der Vermeidung von Fehlern in den Abläufen. In dieser Zeit war zumindest zu Beginn die Informatik für die Firmen kaum von strategischer Bedeutung, sondern es konnten eine Reihe von grundlegenden

Aufgaben der Firmen, vor allem im Bereich der Verwaltung und auch in der Produktion effektiver gestaltet werden. In dieser Zeit begann in der Wirtschaft die Entwicklung von Informatikabteilungen. Zu Beginn waren die vier großen Unterabteilungen der Betrieb der Informationsverarbeitungsinfrastruktur (Rechenzentrum), die Konzeption und Entwicklung der Software, die Gestaltung der Prozesse und die Eingabe der Daten. Die Leitung dieses in den Unternehmen neuen Bereichs übernahm der Informatikleiter, der später zum CIO (Chief Information Officer) umfirmiert wurde (Grover et al., 1995). In den ersten Jahren wurde die Software in den Unternehmen meist selbst entwickelt.

Ab der zweiten Hälfte der 70er Jahren entstanden Unternehmen, die Standardsoftware anboten. Im Jahr 1972 gründeten fünf Unternehmer in Heidelberg SAP. Dieses Unternehmen entwickelte sich zu einem der heute weltweit führenden Anbieter von Software für die Wirtschaft. Die Verfügbarkeit von Standardsoftware beschleunigte die Nutzung von Software. Unternehmen mussten ihre Software nicht mehr selber programmieren, sondern passten standardisierte Software nur noch an. Sie profitierten mit der Standardsoftware von Wissen und Erfahrungen der anderen Unternehmen, die unter Leitung der SAP an der Entwicklung der Software mitgewirkt haben, und der Reduktion der Entwicklungskosten, die sich nun die zahlreichen Nutzer teilten. Es entstanden neben den großen Anbieter von Standardsoftware, wie SAP oder Oracle, Anbieter für branchenspezifische Lösungen und Software für Klein- und Mittelunternehmen. Resultat war ein Wachstumssprung in der Durchdringung der Unternehmen mit Informatik, zunächst in Groß- und danach in Mittel- und Kleinunternehmen. Bei der Einführung von Software in Unternehmen wurde immer stärker deutlich, dass die Organisation auch der Software und nicht wie zu Beginn der Einführung der Informatik in Unternehmen die Software der Organisation angepasst werden sollte – denn nur eine intensiv genutzte Software liefert den intendierten Nutzen (Henderson und Venkatraman, 1993). Nur wenn auch die Organisation den Möglichkeiten der Software angepasst wird, gelingt es auf der einen Seite die Kosten zu senken und auf der anderen Seite neue Einsatzmöglichkeiten der Informatik zu realisieren. Die Einführung von großen Softwaresystemen in Organisationen ist damit auch immer ein Prozess des Managements, des organisatorischen Wandels und kann nur dann gelingen, wenn er als soziotechnische Systemgestaltung verstanden wird, bei der Organisation und Technik mit ihrer wechselseitigen Beeinflussung aufeinander abgestimmt ganzheitlich gestaltet werden (Bostrom und Heinen, 1977). Mit „Business Process Reengineering“ entstanden Methoden, um die Organisation innovativ den Möglichkeiten der Technologie anzupassen (Davenport, 1993). Zu Beginn dieser Entwicklung in den 90er Jahren stand zunächst die Dezentralisierung der Dateneingabe an die Fachabteilungen im Vordergrund. Später entstanden durch den Einsatz der Informatik völlig neue betriebliche

Abläufe. Die schnelle Verbreitung der Personal Computer und der parallele Aufbau von Netzwerken in Unternehmen zwischen Unternehmen und bald für private Haushalte, war der Beginn der Durchdringung mit computerunterstützter Informationsverarbeitung. Vernetzte Informationssysteme, etwa für das Electronic Banking, entstanden. Bei Electronic Banking konnten die Daten dezentral von den Bankkunden zu Hause mit einem PC erfasst werden, über Netzwerke an die Banken übermittelt und dort verarbeitet werden. Schritt für Schritt zeigte sich, dass die Informatik nicht nur eine Effizienzverbesserung erlaubte, sondern neue Impulse für Geschäftsinnovation bot.

Ab Mitte der 90er Jahren wurden erste Internetunternehmen geschaffen. Sie boten ihre Dienstleistungen in der Regel nur über das Internet an. Amazon, das heute weltweit führende Internethandelsunternehmen, wurde in dieser Zeit gegründet. Von Anfang an konnten die Produkte, zu Beginn Bücher, nur über das Internet bestellt werden. Zeitgleich begann das Internet, beispielsweise die Medienindustrie zu verändern. Nachrichten konnten nicht mehr nur physisch, etwa durch Zeitungen, verbreitet werden, sondern konnten digital an die Interessenten verteilt werden. Diese neuen Möglichkeiten der Informatik führten zur Gründung neuer schnell wachsender Unternehmen, aber auch zu großem Druck auf Unternehmen, deren Branche „digitalisiert“ wurde. Dieser Veränderungsprozess ist bis heute nicht abgeschlossen.

Neben der betriebswirtschaftlichen prozess- und neuerdings geschäftsmodellorientierten Nutzung der Informatik in Unternehmen, hat sich der Anteil von Informatik in den Produkten in den letzten Jahren stark gewandelt. Viele bisher mechanische Produkte werden sogenannte Cyber-Physical Systems. Bei diesen spielt Software die entscheidende Rolle. Software definiert weitgehend die Nutzungs- und Geschäftsmöglichkeiten, erlaubt die Anbindung an globale Netze und die Gewinnung und Nutzung umfassender Daten. Zudem führt die Weiterentwicklung der Softwareindustrie dazu, dass immer mehr IT Services (aus der Cloud) die Art der Softwarebereitstellung und die Logik der Wertschöpfung insgesamt prägen. Digitalisierung führt somit zwangsläufig zu einer Servitization bzw. einer Service-Dominant Logic (Vargo und Lusch, 2004) – „Everything becomes a Service“. Dies führt unter anderem dazu, dass sich Bedeutung der Nutzung von (digitalen) Unternehmensleistungen als zentrale Zielgröße der Wertschaffung in immer mehr Bereiche ausdehnt und dass die Fähigkeit, mit vielen Nutzern zu interagieren, zu einer Voraussetzung für viele derartiger Geschäftssysteme wird. Diese Herausforderung lässt sich ebenfalls nur mit tiefen Informatikkenntnissen lösen.

3. Informatik neuer Prägung in Unternehmen

Im Zug der beschriebenen Entwicklung hat sich die Rolle der Informatik in Unternehmen gewandelt. Zu Beginn ging es in erster Linie um die Automatisierung bekannter repetitiver Prozesse, Optimierungen und die Bereitstellung von Informationen für Entscheidungen. Heute hat Informatik in fast allen Branchen der Wirtschaft strategische Bedeutung (Yoo, 2010).

Auf der einen Seite gibt es Unternehmen, vor allem Startups und Internetunternehmen, die nur in der digitalen Welt arbeiten und auf der anderen Seite sind traditionelle Unternehmen gefordert, im Rahmen der sogenannten digitalen Transformation zu entscheiden, ob und in welchen Umfang sie ihre Produkte, Dienstleistungen, Prozesse und auch das Geschäftsmodell digitalisieren (Matt et al., 2015). Von besonderer Bedeutung im Rahmen der Digitalisierung sind Daten (Chen et al., 2012). Sie sind der Treibstoff vieler neuer Angebote und Geschäftsmodelle. Big Data Anwendungen und Data Analytics, die Speicherung, Auswertung und Nutzung großer Datenmengen in unterschiedlichen Formaten, teilweise in Echtzeit, unter Nutzung statistischer und mathematischer Methoden, sind damit immer mehr im Kern von Leistungen, Kundenbeziehungen, Prozessen und Geschäftsmodellen. Informatikentscheidungen werden in Unternehmen immer mehr zu den wirklich strategischen Entscheidungen. Mehr als 30 Prozent des Umsatzes von Amazon beruhen auf Vorschlägen seines Recommender Systems: „Kunden, die den Artikel X gekauft haben, kauften auch Artikel Y“. Es gibt Aussagen von Experten der Automobilindustrie, die der Architektur der Informatikhardware und -software in einem Fahrzeug ähnliche Bedeutung zukommen lassen, wie dem Motor oder dem Design des Fahrzeuges. Exemplarisch für die Bedeutung von Informatik für das Fahrzeug der Zukunft kann die Aussage von Rupert Stadler¹, dem CEO der Audi AG, gewertet werden: „Machine learning is essential for piloted driving and enables the car to act autonomously even in unforeseen situations. The car initially learns from specific situations, but can later generalize what has been learned“. Diese Aussage weist von zwei Seiten auf die veränderte Rolle der Informatik in Unternehmen hin. Auf der einen Seite ist es der CEO, der diese Aussage macht und nicht eine Person, beispielsweise aus der Forschungs- und Entwicklungsabteilung, und auf der anderen Seite zeigt sie die Bedeutung der Informations- und Kommunikationstechnik, in diesem Fall Machine Learning, für Fahrzeuge der Zukunft auf. Jeff Immelt², der CEO von General Electric, ist dabei, sein Unternehmen zu einem digitalisierten Unternehmen umzubauen. Er lässt sich mit der Aussage zitieren, dass in Zukunft nur noch Personen angestellt werden, welche programmieren

¹ http://www.audi.com/de/unternehmen/Business/geschaeftsbericht_2016.html

² <http://money.cnn.com/2016/08/04/technology/general-electric-coding-jeff-immelt/index.html>

können. Je stärker Informatikentscheidungen von strategischer Bedeutung für ein Unternehmen werden, umso wichtiger sind tiefgreifende Informatikkenntnisse. Ohne profunde Kenntnisse in Informatik lassen sich strategische Entscheidungen im Rahmen der Digitalisierung nicht treffen.

Dies erfordert insbesondere in den Firmen ein Umdenken in der Rolle und Organisation der Informatik in Unternehmen. Der früher klassische CIO war im Wesentlichen für Automatisierung von Abläufen, die Bereitstellung von Informationen für Entscheidungen auf unterschiedlichen Ebenen des Unternehmens und die Informatikinfrastrukturen verantwortlich. Er verantwortete die „interne“ IT, keineswegs die Produkte und Dienstleistungen des Unternehmens oder gar die Kundenbeziehungen bzw. die digitalen Schnittstellen zu den Nutzern der Unternehmensangebote. Die Verantwortung für die Umgestaltung von Prozessen (Business Process Reengineering), die Realisierung von Softwareprojekten unter Einhaltung von Terminen und des Budgets sowie der Informatikinfrastruktur ist stark kostengetrieben und erfordert insbesondere Stabilität und Betriebssicherheit. Diesen Anforderungen entsprechend haben die CIOs Kompetenzen und Erfahrungen aufgebaut.

Die neue Rolle der Informatik in Unternehmen erfordert zwingend einen veränderten Umgang mit Informatik (Nambisan et al., 2017). Es gilt neuen betriebswirtschaftlichen Herausforderungen, beispielsweise bei der Konzeption neuer endkunden- bzw. nutzerorientierter Prozesse und bei der Konzeption, Entwicklung und dem Betrieb digitalisierter Produkte, wie Cyber-Physical Systems, Rechnung zu tragen. Wenn sich beispielsweise ein Unternehmen für eine Software-, Daten- und Hardwarearchitektur für seine digitalisierten Produkte entscheidet, handelt es sich um sehr langfristige Entscheidungen. Die Nutzung von Informations- und Kommunikationstechnik als strategische Option ist eine gesamtunternehmerische Aufgabe (Bharadwaj et al., 2013). Traditionell ist die Entwicklung neuer Produkte Aufgabe der Forschungs- und Entwicklungsabteilung. Viele dieser Abteilungen sind auf mechanische/physische Produkte ausgerichtet. In Zukunft müssen alle Bereiche des Unternehmens lernen, Informations- und Kommunikationstechnik strategisch einzusetzen. Forschungs- und Entwicklungsabteilungen, die klassisch den mechanischen Forschungs- und Entwicklungsprozess im Zentrum haben, müssen Kompetenzen in Softwareentwicklung aufbauen. Erste Erfahrungen zeigen, dass dieser Transformationsprozess alles andere als einfach ist. Die Zusammenarbeit zwischen klassischen Ingenieuren und Informatikern, auch wenn sie von der Ausbildung her Ingenieure sind, muss gelernt werden. Marketingabteilungen müssen lernen, mit Daten und Data Analytics als Grundlage von Marketingentscheidungen, umzugehen. Die Personalabteilungen

müssen Wissen und Erfahrungen im Umgang mit digitalen Bewerbungsprozessen erwerben sowie lernen, mit neuen Konzepten der Auswertung von Personaldaten, mit Hilfe von Data Analytics, umzugehen. Die Reihe der von innovativer Nutzung der Informations- und Kommunikationstechnik betroffenen Abteilungen ließe sich weiter fortsetzen. Es gibt keinen Bereich des Unternehmens, der nicht digitalisiert werden wird.

Der strategische Umgang mit dem erweiterten Potenzial der Informatik in Unternehmen erfordert Führungspersönlichkeiten, die über ausreichende Kompetenz in Informatik verfügen, die notwendigen Investitionen durchsetzen können und zu unternehmerischem Handeln fähig sind. Dies zwingt die Unternehmen auf allen Führungsstufen, vor allem auf der Ebene der Geschäftsleitung, neue Kompetenzen und Fähigkeiten aufzubauen, vor allem Softwarekompetenz. Aus Sicht der Strategie geht es vor allem zuerst um Software in Produkten und Dienstleistungen. Prozesskompetenz im Sinne des traditionellen Einsatzes von Informatik kommt erst an zweiter Stelle.

Tabelle 1 zeigt in der linken Spalte die Bereiche der Informatik in denen Kompetenzen aufgebaut werden müssen, wenn es um den zukünftigen strategischen Einsatz der Informatik in Unternehmen geht. In der rechten Spalte sind konkrete Beispiele für notwendige Kompetenzen dargestellt, die in der Automobilindustrie aufgebaut werden müssen, wenn es um autonomes und automatisiertes Fahren geht.

Tabelle 1: Beispielhafte erforderliche Kompetenzen für eine Informatik neuer Prägung (I/II)

| Bereiche der Informatik | Beispiel automatisiertes und autonomes Fahren |
|---|---|
| <i>Softwaresysteme und ihre Evolution</i> | Für die Fahrzeuge muss Software entwickelt werden, um die Informationen anwendungsgerecht aufzubereiten, in einem Umweltmodell zu integrieren, zu interpretieren, daraus die Fahrbefehle (Lenken, Bremsen und Beschleunigen) abzuleiten und diese über die Aktuatoren in Fahrmanöver zu überführen. Zudem gilt es, Softwareplattformen (Ökosysteme) aufzubauen, mit denen unterschiedliche Anbieter verkehrsmittelübergreifende Mobilität anbieten. In Zukunft wird beim Verkauf von Fahrzeugen eine erste Version der Software mitausgeliefert. Daten, die bei der Nutzung der Software anfallen, werden zurückgespielt und dienen als Grundlage für die Weiterentwicklung. Wie beispielsweise bei Smart Phones üblich, wird die Software beim Hersteller verbessert und dann als Update, wahrscheinlich sogar über Funknetzwerke, in die Fahrzeuge gespielt (Over-the-Air-Update). Dies erfordert die Fähigkeit, Releasesstände aller Fahrzeuge zu kennen, Probleme im Betrieb durch Inkompatibilitäten zu vermeiden und die Updates sicher einzuspielen. |
| <i>Mensch-Maschine-Schnittstelle</i> | In autonomen und vor allem in automatisierten Fahrzeugen ist die Schnittstelle zum Fahrer kritisch. So gibt es beispielsweise Prototypen, bei denen Fahrzeuge ihre Aussenfarbe verändern, um an die Umwelt zu signalisieren, dass sie derzeit autonom fahren. |

| | |
|-----------------------------------|--|
| <i>Hardware/Prozessoren</i> | Derzeit wird in der Automobilindustrie begonnen, die heute dezentral auf bis zu 100 Electronic Control Units (Embedded Systems) verteilte Software auf einer Platine zu konzentrieren. Die Entscheidung, beispielsweise welche Prozessoren auf dieser Platine installiert werden, erfordert Hardwarekompetenz sowie tiefes Wissen über die Weiterentwicklungsmöglichkeiten der Hardware und die Kompetenzen einzelner Anbieter, um die zukünftigen Anforderungen der Automobilindustrie zu erfüllen. |
| <i>Betriebssysteme/Middleware</i> | Auf den neuen Platinen in den Fahrzeugen werden Betriebssysteme und weitere Software, beispielsweise zur Integration der Daten aus den Sensoren, benötigt. |
| <i>Architektur</i> | Die neue Computerhardware (zentrale Verarbeitungseinheiten), die in Zukunft in Fahrzeuge eingebaut wird, bildet die Basis für eine mehrschichtige Softwarelandschaft/-architektur, wie sie zum Beispiel aus der betrieblichen Informationsverarbeitung bekannt ist. |
| <i>Algorithmen</i> | In automatisierten und autonomen Fahrzeugen kommen Algorithmen in vielfältiger Weise zum Einsatz, beispielsweise bei der Bilderkennung oder bei Steuerungsprozessen in einem Fahrzeug. |
| <i>Datenbanken</i> | In automatisierten und autonomen Fahrzeugen entstehen sehr viele Daten unterschiedlicher Art, entsprechend werden neuartige Datenbanken zu deren Speicherung und Auswertung erforderlich. Es gilt, entsprechende Kompetenzen aufzubauen. |
| <i>Data Analytics</i> | In digitalisierten und vernetzten Fahrzeugen entstehen sehr viele Daten, beispielsweise über die Nutzung des Fahrzeuges oder seinen Zustand. Die Auswertung dieser Daten wird in Zukunft zu einem kompetitiven Faktor. |
| <i>Künstliche Intelligenz</i> | Die Erkennung unübersichtlicher Verkehrssituationen ist mit den Mitteln klassischer Softwareentwicklung schwierig. Insbesondere lassen sich nicht alle Situationen spezifizieren. Künstliche Intelligenz, in Form von Machine Learning, führt zu intelligenter Software, die lernt, komplexe Verkehrssituationen zu erkennen. |
| <i>Konnektivität/Netzwerke</i> | Vernetztes autonomes Fahren erfordert den Austausch von Daten zwischen den Fahrzeugen, zwischen den Fahrzeugen und der Infrastruktur, beispielsweise Verkehrsampeln, und zwischen Fahrzeugen und dem Back-End. Die 5G-Technologie wird vernetztem Fahren neue Möglichkeiten geben. Entsprechend gilt es, Kompetenzen aufzubauen. |
| <i>Sensorik</i> | Das automatisierte und autonome Fahren benötigt zahlreiche Sensoren, wie etwa Ultraschallsensoren, Kameras und Radar und in Zukunft Laserscanner (LIDAR). Die Daten aus diesen Sensoren müssen unter anderem fehlerbereinigt, interpretiert und ausgewertet werden. Dies erfordert auf der einen Seite Kenntnisse der Funktionsweise und der Weiterentwicklungsmöglichkeit der Sensoren und auf der anderen Seite Softwarekompetenz, um die Informationen zu interpretieren. |
| <i>Robotics</i> | Das Fahrzeug selbst wird zum Roboter, das eine Vielzahl von Funktionen autonom wahrnimmt. |
| <i>Cybersecurity</i> | Vernetztes autonomes Fahren erfordert den Austausch von Daten zwischen den Fahrzeugen, zwischen den Fahrzeugen und der Infrastruktur, beispielsweise den Verkehrsampeln, und zwischen Fahrzeugen und Back-End. Die 5G-Technologie wird vernetztem Fahren neue Möglichkeiten geben. Entsprechend gilt es, Kompetenzen aufzubauen. |

| | |
|--------------------|--|
| <i>Datenschutz</i> | Die Erfüllung gesetzlicher und regulatorischer Anforderungen an den Datenschutz ist zwingend. Darüber hinaus gilt es, zukünftige Herausforderungen oder Angriffe auf den Datenschutz proaktiv anzugehen. |
|--------------------|--|

Neben diesen zunächst vorwiegend technischen Fragestellungen ist das Thema der Veränderungen der Märkte, des Nutzerverhaltens und der Geschäftsmodelle, gerade im Zusammenhang mit fahrerlosem Fahren, von höchster Bedeutung. Fahrerloses fahren erlaubt völlig neue Nutzungskonzepte von Fahrzeugen, perfektioniert Car-Sharing-Modelle und verändert dadurch die Nutzung von Automobilen, gerade in Großstädten, entscheidend. Damit wird weniger der Besitz von Fahrzeugen attraktiv, sondern die Möglichkeiten der Nutzung, der über Dienstleister gewährleistet werden kann. Eine der Folgen ist eine dramatisch geringere Zahl von benötigten Fahrzeugen, die rund um die Uhr im Einsatz sind. Dies erlaubt neuen Mobilitätsdienstleistern, sich zwischen Kunden und Autounternehmen zu schieben und über internetbasierte Dienste den Markt zu dominieren.

Wenn man heute anhand der Kompetenzbereiche, die in Tabelle 1 aufgeführt wurden, untersucht, in welche Unternehmen im deutschsprachigen Raum Informatikkompetenz auf Geschäftsleitungsebene vorhanden ist, kommt man zu ernüchternden Erkenntnissen. Selbst in Unternehmen, die große Forschungs- und Entwicklungsabteilungen besitzen, gibt es auf Ebene der Geschäftsleitung keine Informatiker, die in der Lage sind Software-Know-how und unternehmerisches Handeln zu verknüpfen. Teilweise gibt es Unternehmen, beispielsweise in der Finanzbranche, die den CIO in die Geschäftsleitung berufen. Diese Persönlichkeiten berichten von großen Schwierigkeiten, dass ihre neue Rolle als vollwertiges Mitglied der Geschäftsleitung anerkannt wird. Die Kollegen stecken trotz ihrer Mitgliedschaft in der Geschäftsleitung und der unbestrittenen Notwendigkeit, Digitalisierung als Herausforderung ernst zu nehmen, immer noch in der traditionellen Rolle als Gralhüter der Informatikinfrastruktur und der administrativen Informationsverarbeitung fest. Diskussionen über Strategien, wie bisher mechanische Produkte in digitalisierte Produkte weiterentwickelt werden, oder welche Möglichkeiten der Internation mit Nutzern von Unternehmensleistungen sich bieten, sind genauso schwierig. Das Umdenken von Mechanik als Innovationstreiber zu Software findet nicht statt. In diesen Geschäftsleitungen hofft man, umgangssprachlich ausgedrückt, dass der „Kelch der Digitalisierung“ an den Unternehmen vorbeigeht. Dies wird aber nicht passieren.

Eine Option, die im Moment von Unternehmen gewählt wird, ist die Ernennung sogenannter CDOs (Chief Digital Officers) (Dumeresque, 2014). Diese Persönlichkeiten sind in der Regel

eine Stufe unter der Geschäftsleitung angesiedelt und haben die Aufgabe, sämtliche Anstrengungen, die in Richtung Digitalisierung gehen, zu koordinieren. Sehr oft werden für diesen Posten „junge Wilde“ Persönlichkeiten gewählt und oft haben sie einige Jahre im Silicon Valley gearbeitet. CDOs haben in der Regel keine eigenen Mannschaften, um die von ihnen induzierten Projekte zu realisieren. Die Umsetzung wird durch die Forschungs- und Entwicklungs- oder die Informatikabteilung vorgenommen. Da es erst seit wenigen Jahren CDOs in Unternehmen gibt, ist es zu früh, definitive Aussagen zu machen, was diese neuen Positionen bewirken können. Eine gewisse Skepsis ist angebracht. Die Ernennung eines CDOs ersetzt nicht den Aufbau von Informatik- und Softwarekompetenz im Unternehmen, insbesondere nicht in der Geschäftsführung.

Verkürzt dargestellt sind CIO und letztlich auch CDO lediglich ein Mittel der Geschäftsführung Themen der Digitalisierung zu delegieren, nicht zuletzt um sich selbst mit diesen technischen Fragestellungen nicht befassen zu müssen. Hat dies über 20 bis 30 Jahre, zu den Zeiten als Software und Informatik stärker Infrastrukturthema war, halbwegs funktioniert, so ist in Zeiten, in denen Software und Informatik dramatische Auswirkungen auf die Geschäftsstrategie haben, ein solches Vorgehen unternehmerisch verheerend. Benötigt werden heute Führungspersönlichkeiten auf höchster Führungsebene, in der Geschäftsführung und im Vorstand, die in der Lage sind, die Impulse der Digitalisierung frühzeitig zu erkennen, aufzunehmen und umzusetzen.

4. Zukünftige Berufsbilder in der Informatik

Digitalisierung hat bereits und wird weiterhin Berufsbilder, Rollen und Karrierewege von Informatikern verändern. Im Moment zeichnen sich folgende Typen von Berufsbildern für Informatiker ab.

„Konventionelle“ Informatiker: Diese Persönlichkeiten haben eine umfassende und breite Ausbildung in Informatik. Sie haben an technischen Universitäten oder Fachhochschulen Informatik oder informatiknahe Wirtschaftsinformatik studiert oder haben sich durch berufsbegleitende Ausbildung in Informatik qualifiziert. Sie arbeiten in Anwendungs-, Software- oder Beratungsunternehmen und entwickeln Konzepte und Lösungen auf hohem Niveau. Primär sind sie mit Themen befasst, die sich um den klassischen Einsatz von Informatiklösungen im Rahmen der betrieblichen Prozesse drehen. So entwickeln sie beispielsweise Anwendungssoftware, Benutzerschnittstellen oder sie arbeiten im Betrieb von Softwarelösungen mit. Grundsätzlich gibt es in allen Bereichen, die zur Informatik neuer Prägung gehören, Aufgaben, die von konventionellen Informatikern erfüllt werden können.

Informatikführungskräfte: Diese Persönlichkeiten führen Organisationseinheiten, die für die Konzeption, Entwicklung und den Betrieb von Informatiklösungen verantwortlich sind. In der Regel leiten sie Abteilungen oder Hauptabteilungen. Einige schaffen den Sprung in die Geschäftsleitung. Von der Ausbildung her haben sie meistens einen technischen oder naturwissenschaftlichen Hintergrund. Teilweise findet man auch in Wirtschaftswissenschaften ausgebildete Informatikführungskräfte. Sie kennen die grundlegenden Konzepte in Informatik, haben aber ihre Stärken in Leadership, Projektmanagement und in der Durchsetzung von Betriebssicherheit und operationeller Effizienz sowie in der Weiterverfolgung von Ideen. Sie arbeiten auf allen Führungsstufen in den Informatikabteilungen. Obere Führungskräfte dieser Ausprägung werden vielfach als Chief Information Officer (CIO) bezeichnet. In den Forschungs- und Entwicklungsabteilungen ist dieser Typus von Informatikern eher selten anzutreffen.

Entrepreneurship-Informatiker: Dies Persönlichkeiten greifen neue oder bestehende Entwicklungen der Informations- und Kommunikationstechnik auf, entwickeln neue Produkte oder Dienstleistungen, neue Geschäftsmodelle und setzen ihre intellektuelle und unternehmerische Kapazität und Kompetenz ein, um neue Lösungen zu entwickeln. Autonome Fahrzeuge sind beispielsweise ein Gebiet, das derzeit Entrepreneurship-Informatiker auf der ganzen Welt motiviert, neue Lösungen zu entwickeln. So arbeiten sie etwa an der Weiterentwicklung von Laserscannern zur Erfassung der Umgebung, an den zukünftigen zentralen Verarbeitungseinheiten im Fahrzeug oder untersuchen, ob und in welchem Ausmaß Machine Learning in die Software zur Steuerung der Fahrzeuge eingebaut werden kann. Vom Ausbildungshintergrund her sind es in der Regel Informatiker oder Personen mit einem naturwissenschaftlichen Hintergrund. Sie müssen unternehmerisch handeln, indem sie auf Basis digitaler Technik neue Lösungen, neue Produkte, Dienstleistungen, Geschäftsmodelle schaffen oder bestehende verändern. Die besondere Fähigkeit der Entrepreneurship-Informatik besteht darin, das vertiefte Verstehen der Technologien mit der Kompetenz zum Entwickeln bedürfnisgerechter und marktfähiger Produkt zu kombinieren. Dazu sind vor allem Startups in der Lage. Das ist aber genauso relevant im Rahmen der Innovationsprozesse und der Unternehmensentwicklung bestehender Unternehmen. Für Unternehmen in Branchen, die sich in digitaler Transformation befinden, wie beispielsweise Maschinenbauunternehmen oder Automobilunternehmen, ist es von zentraler Bedeutung, auf den obersten Führungsebenen, inklusive der Geschäftsleitung, Entrepreneurship-Informatiker zu beschäftigen.

Innovative Informatiker: Diese Persönlichkeiten entwickeln neue Hardware und Software. Sie sind an der vordersten Front der technischen Entwicklung. Von der Ausbildung her handelt es

sich um Informatiker, Elektrotechniker, aber auch Persönlichen mit naturwissenschaftlichem Hintergrund. Sie sind in der Regel promoviert und viele von ihnen auch zu einer Karriere an Universitäten in der Lage. Sie arbeiten an technischen Universitäten oder größeren Unternehmen in der Grundlagenforschung. Sehr oft sind sie ihrer Zeit viele Jahre voraus. Durch ihr Wirken eröffnen sie neue Gebiete, strukturieren bestehende oder gehen ganz neue, unkonventionelle Wege. In der Schweiz zählt bspw. Nikolaus Wirth von der ETH Zürich zu diesen herausragenden Pionieren.

5. Forschung und Lehre in Informatik und Wirtschaftsinformatik an Universitäten

Die Informatik war von Anfang an die Wissenschaft von der insbesondere maschinellen Verarbeitung von Information, sei es durch Rechnen, Speichern, Übertragen oder Darstellen. Zu Beginn stand im Zentrum der Begriff des Algorithmus und der Datenstrukturen und der Programmierung. So waren auch die ersten Informatikstudiengänge ausgerichtet. Die Informatikstudiengänge haben sich in den letzten Jahren stark weiterentwickelt und decken heute ein breites Spektrum an Inhalten der Informatik ab³. Dies geht von Kerninhalten der Informatik wie theoretische Grundlagen, Hardware und Software in eine Vielfalt von Themen wie Data Science, Cybersecurity, Mensch-Maschine-Interaktion, eingebettete Systeme, Kommunikation und Netzwerke und Graphik. Inzwischen gibt es Ausbildungsgänge für Informatiker mit Spezialisierung wie technische Informatiker, theoretische Informatiker, Software-Ingenieure und Informatiker, die auf bestimmte Teilgebiete wie Künstliche Intelligenz oder Datenanalytik, oder bestimmte Anwendungen wie Wirtschaft, Medien, Games oder Medizin, spezialisiert sind.

Alle technischen Universitäten und viele Volluniversitäten besitzen heute Studiengänge in Informatik. Im Laufe der Zeit sind anwendungsspezifische Informatikstudiengänge, wie etwa Medizininformatik oder Medieninformatik hinzugekommen. Diese interdisziplinären Informatikstudiengänge ergänzen das Angebot an universalen Studiengängen und ermöglichen es den Studierenden, spezifische Kenntnisse beispielsweise für Medizin oder Medien aufzubauen. Eine weitere Ausdifferenzierung der Studiengänge in Informatik zeichnet sich vor dem Hintergrund der großen Daten ab. Verschiedene Universitäten und technische Universitäten bieten Studiengänge, beispielsweise mit dem Bezeichner „Data Science“, an.

³ <http://www.studyprogrammes.ch>
<http://www.hochschulkompass.de>

Diese ebenfalls interdisziplinären Studiengänge verbinden Informatik, Mathematik und Statistik und beinhalten teilweise eine Grundausbildung in Wirtschaftswissenschaften.

Bezeichnend in diesem Zusammenhang sind das Aufkommen und die umfassende Verwendung des Begriffs der Digitalisierung. Dieser Begriff ist insoweit ein wenig irreführend, da Digitalisierung im Grunde genommen nichts Anderes bedeutet, als der Übergang von der analogen Darstellung von Information zu der digitalen Darstellung. Das macht zwar in vielerlei Hinsicht den Kern der Informatik aus, trifft aber die eigentlichen Treiber der Veränderungen nicht mit ihren umfassenden Möglichkeiten. Digitale Information wird eben digital verarbeitet, digital gespeichert, digital übertragen. Hinzu kommen die Netze und die vielfältigen zusätzlichen Bestandteile der digitalen Infrastruktur wie Smart Phones, Desktop, Graphical Workstations, aber auch Rechenzentren und die nahezu unüberschaubare Menge von eingebetteten Softwaresystemen. Ist die Entwicklung der Hardware mit ihrem schnellen Leistungszuwachs und Preisverfall sicher eine der Ursachen für die schnelle Digitalisierung, so ist für die Beherrschung dieses Prozesses Software entscheidend. In allen Anwendungsbereichen ist die Frage, welche Softwaresysteme in welcher Weise die Geschäftsmöglichkeiten verändern, von entscheidender Bedeutung. Insoweit ist die Informatik gleich zu setzen mit der Anwendung von Softwaresystemen. Die Nutzung entsprechender Hardware wird Schritt für Schritt zur Commodity.

Bemerkenswert ist in diesem Zusammenhang, dass die Informatik an Hochschulen und die Informatik in Unternehmen unter den gleichen Symptomen leiden, dass sie nämlich nicht schnell genug auf die veränderte Rolle der Informatik reagieren. An den Hochschulen mag das auch dem Umstand geschuldet sein, dass bisher die Informatik eher Studienbewerber anzieht, die weniger das Ziel haben, in der Unternehmensführung eine bedeutende Rolle zu spielen, sondern sich eher technischen Umsetzungsfragen der Informatik widmen mögen, mit zu oft einer eher introvertierten Grundhaltung. Der Umstand, dass die Informatik diese eher introvertierten Studienbewerber anzieht, hat auch damit zu tun, dass viele Hochschulen und Hochschullehrer selbst die entsprechende Haltung ausstrahlen.

Auch die Wirtschaftsinformatik hat es weitgehend versäumt, die Informatik als Führungsaufgabe über den CIO hinaus zu positionieren. Vielmehr bildet sie Wirtschaftsinformatiker gezielt für das mittlere Management aus, um den eigentlichen Führungskräften diese Aufgaben abzunehmen. Dies reflektiert im Wesentlichen die Einstellung in Unternehmen und führt zu einer unglücklichen Self-Fulfilling Prophecy zwischen Hochschulen und Wirtschaftsunternehmen. Die Hochschulen produzieren Informatiker und

Wirtschaftsinformatiker mit der entsprechenden Erwartungshaltung. Die Unternehmen sehen, dass Informatiker nicht nach Führungsaufgaben streben, dafür nicht ausgebildet sind, sondern eher im mittleren Management Infrastrukturaufgaben wahrnehmen. Ein sich wechselseitig verstärkender Teufelskreis.

Nicht zuletzt hat sich die Rolle der Informatik in Forschung und Lehre in den letzten Jahren dramatisch verändert. Mit der wachsenden Bedeutung der Informatik für den unternehmerischen Erfolg ergibt sich eine immer stärkere Diskrepanz zwischen einer Reihe von Forschungsanstrengungen in Informatik, die wirtschaftlich weniger bedeutsam sind und einigen Gebieten, die von hoher wirtschaftlicher Relevanz sind. Beispiele sind: Data Analytics, die Gestaltung umfassender Cloud-Plattformen und Künstliche Intelligenz. Diese Themen sind von so großer wirtschaftlicher Bedeutung, dass inzwischen die Internet-Giganten systematisch Forschungsteams zu diesem Thema aufgebaut haben und dabei dramatisch stärker investieren als dies jede Hochschule kann. Selbst amerikanischen Elite-Universitäten können hier kaum mithalten. Diese Veränderungen sind von der hergebrachten akademischen Informatik kaum wahrgenommen worden, zumindest stehen Reaktionen darauf aus.

Ab der zweiten Hälfte der 70er Jahre sind an Universitäten und später auch an Fachhochschule zunächst Lehrstühle bzw. Professuren für Wirtschaftsinformatik eingerichtet worden. Die ersten Wirtschaftsinformatiker kamen aus dem Operations Research, der angewandten Informatik und der Betriebswirtschaftslehre. Sie haben sich um Fragen des Einsatzes der Informatik in Unternehmen gekümmert. Im Vordergrund stand die Gestaltung betrieblicher Abläufe und der Datenlandschaft, Projektmanagement und der Betrieb der Informatikinfrastruktur, später vereinzelt auch Führungsfragen in der Informatik. In den 80er Jahren sind eigenständige Studiengänge in Wirtschaftsinformatik eingerichtet worden. Die Schwerpunkte der Ausbildung in Wirtschaftsinformatik variiert. Einige Ausbildungsgänge legen den Schwerpunkt auf Softwareentwicklung und kommen der Informatikausbildung nahe, andere sind sehr stark betriebswirtschaftlich ausgerichtet.

Die Forschung in Wirtschaftsinformatik hat sich weitgehend an der Entwicklung der Informatik in der Wirtschaft orientiert. In den 70er und 80er Jahren standen Fragen der Softwareentwicklung, des Datenentwurfs und des Projektmanagements im Vordergrund. In den 90er Jahren gab es vermehrt Forschungsaktivitäten, die sich mit der strategischen Führung des Informatikeinsatzes und der Einführung von Standardsoftware in Unternehmen beschäftigten. Immer stärker rückten organisatorische Fragen, vor allem die Gestaltung computerunterstützter Abläufe (Business Process Reengineering) in den Vordergrund. Nach

der Jahrtausendwende beschäftigte sich die Forschung auf der einen Seite mit der Reduktion der Wertschöpfungstiefe in Informatikabteilungen (Outsourcing) und der Nutzung des Internets für unternehmerische und private Zwecke auf der anderen Seite. Seit einigen Jahren gibt es vermehrt Forschungsaktivitäten, die sich mit den Auswirkungen der Digitalisierung, vor allem der Veränderung von Geschäftsmodellen, beschäftigen. Erste betriebswirtschaftlich orientierte Universitäten entwickeln sich bereits in diese Richtung. So wurde beispielsweise an der Universität St.Gallen eine neue Ausrichtung der Wirtschaftsinformatik durch eine Veränderung des meist internen, auf die Unternehmens-IT ausgerichteten Fokus auf den Menschen, mit Nutzer, Nutzungs- und Nutzenorientierung sowie auf digitale Leistungen und Daten als Treibstoff digitaler Wertschöpfung angestoßen. Das Forschungsprogramm Digital Business and Transformation IWI-HSG (Leimeister et al., 2014) ist ein Schritt in diese Richtung und das House of Digital Business (Leimeister, 2015) ein erster strategischer Rahmen, der diese neue Art von Wirtschaftsinformatik als Transmissionsriemen zwischen Informatik neuer Prägung und Management unterstützen soll. Ohne vertiefte Informatik-Kompetenz aber kann dieser Ansatz kaum Wirkung entfalten, weder in Forschung noch in Lehre.

6. Informatikausbildung neuer Prägung

Heute, im Jahr 2017, wird die Ausbildung weder in Informatik noch in Wirtschaftsinformatik den Ansprüchen an die Informatik in Unternehmen und damit auch in der Gesellschaft gerecht. Gesucht werden Informatiker neuer Prägung, der durchaus umfassende Informatikkenntnisse um die Möglichkeiten und Wirkungsweise von Informatiktechnik verbinden kann mit Verständnis für das Geschäft in den entsprechenden Anwendungsdomänen, mit Mut zum unternehmerischen Handeln und dem Geschick, entsprechende Unternehmenskonstellationen aufzubauen. Wenn man die Anforderungen an eine Informatikausbildung der Zukunft ausgehend von den Berufsbildern der Informatik formuliert, geht es um alle vier Profile. Eine Wirtschaft und Gesellschaft, die in der digitalisierten Welt erfolgreich sein will, muss Personen haben, die alle vier Berufsbilder abdecken können. Da besteht kein Zweifel. Von besonderer Bedeutung sind die Entrepreneurship-Informatiker. Sie erkennen auf der Grundlage profunder Kenntnisse in Informatik neue Chancen und unternehmerische Möglichkeiten und sind in der Lage, neue digitale oder digitalisierte Produkte, Dienstleistungen, Geschäftsmodelle aufzubauen.

Die Ausbildung in Informatik und Wirtschaftsinformatik an technischen Universitäten und Universitäten bildet heute konventionelle Informatiker, vor allem Softwareentwickler und Führungskräfte in der Informatik, auf hohem Stande aus. Bei diesen beiden Berufsbildern bestehen die Herausforderungen darin, mengenmäßig genügend von diesen Fachleuten

auszubilden und die Formate und Inhalte der Ausbildung laufend an die innovative Entwicklung der Informatik und an die Bedürfnisse der Wirtschaft anzupassen. Derzeit geht es beispielsweise darum, den Umgang mit Daten (Big Data und Data Science) und die Sicherheit von Informatiksystemen (Cybersecurity) stärker in die Curricula einzubauen. Der Status eines innovativen Informatikers bleibt einer kleinen Elite vorbehalten. Die Eliteförderung an Universitäten und Investitionen in Forschung und Entwicklung großer Unternehmen und das Einrichten von Labs sind Maßnahmen, die Persönlichkeiten, die die Fähigkeiten haben, grundsätzlich Neues zu machen, zu fördern. Die Förderung elitärer Persönlichkeiten ist ein Teil der traditionellen Aufgaben von Universitäten und teilweise auch von Unternehmen. Anders sieht die Situation bei Entrepreneurship-Informatikern aus. Eine Ausbildung, die dieses Berufsbild im Auge hat, wird heute weder von Informatik- noch von Wirtschaftsinformatikfakultäten betrieben. Auch wenn in den Zielsetzungen einiger Ausbildungsgänge dieses Ziel implizit vorhanden ist. Eine gezielte Ausrichtung auf dieses Berufsbild hin findet nicht statt.

Konkret sind die inhaltlichen Felder, die aus der Informatik neuer Prägung in den Unternehmen (vgl. Abschnitt 3) gefordert werden, zu besetzen und zusätzlich gilt es, den Studierenden Managementkompetenz zu vermitteln, um das Informatikwissen so anzuwenden, dass sie in der Lage sind, erfolgreiche unternehmerische Lösungen zu entwickeln und ihrer Verantwortung als Führungskräfte gerecht zu werden. Tabelle 2 zeigt erforderliche Kenntnisse im Einzelnen auf.

Tabelle 2: Beispielhafte erforderliche Kompetenzen für eine Informatik neuer Prägung (II/II)

| Bereiche der Wirtschaftswissenschaften, Mathematik/ Statistik und des Rechts | Beispiel automatisiertes und autonomes Fahren |
|---|---|
| <i>Strategie</i> | Die Transformation eines bisher auf Mechanik ausgerichteten Automobilunternehmens in ein Unternehmen, das digitale und vernetzte Fahrzeuge herstellt, benötigt eine Unternehmensstrategie, die in weiten Teilen auf Nutzung innovativer Informations- und Kommunikationstechnik beruht. |
| <i>Geschäftsmodelle</i> | Veränderte Kundenbedürfnisse und digitale Mobilitätsplattformen ermöglichen bzw. erzwingen neue Geschäftsmodelle im Mobilitätssektor (Seamless Mobility). |
| <i>Leadership/Führung</i> | Kompetenz in Leadership/Führung ist in der traditionellen und zukünftig digitalen Welt eine zwingende Voraussetzung. |
| <i>Organisation/Prozesse</i> | Digitalisierung hat und wird in den nächsten Jahren die Veränderung von Prozessen und Organisationsstrukturen ermöglichen, beispielsweise das Deployment von Software-Updates in Fahrzeugen. |
| <i>Marketing/Vertrieb</i> | Kompetenz in Marketing/Vertrieb ist in der traditionellen und zukünftig digitalen Welt eine zwingende Voraussetzung. |

| | |
|---|--|
| <i>Finanz-/Rechnungswesen</i> | Kompetenz in Finanz-/Rechnungswesen ist in der traditionellen und zukünftig digitalen Welt eine zwingende Voraussetzung. |
| <i>Statistik/Mathematik</i> | Kompetenz in Statistik/Mathematik ist von großer Bedeutung, wenn es um das Verstehen oder die Weiterentwicklung von Algorithmen oder um Data Analytics geht. |
| <i>Recht</i> | Automatisiertes und vor allem autonomes Fahren erfordert unter anderem die Weiterentwicklung von Verkehrs- und Völkerrecht sowie Veränderungen der Grundlagen für die Zulassungsprozesse. |
| <i>Auswirkungen auf Wirtschaft und Gesellschaft</i> | Autonomes Fahren wird nicht nur zu Veränderungen des Fahrzeuges selbst führen. Es hat beispielsweise auch Auswirkungen auf die Stadtplanung. Zudem wird autonomes Fahren nur dann Realität werden, wenn es gesellschaftlich „akzeptiert“ ist. Von besonderer Bedeutung sind beispielsweise derzeit ethische Fragen rund um den Einsatz von autonomen Fahrzeugen ⁴ . |

Informatik neuer Prägung erfordert die Kombination von tiefem Wissen und Verständnis von Informatik, wie in Tabelle 1 dargestellt, mit Verständnis für Management und Betriebswirtschaft, wie in Tabelle 2 erklärt. Bei der Verbindung von Informatik und Betriebswirtschaftslehre/Management haben Universitäten einen Vorsprung, die bereits in einem der beiden Bereiche hervorragend positioniert sind. Es handelt sich aber keineswegs einfach um einen softwareorientierten Wirtschaftsinformatikstudiengang, wie er an zahlreichen Universitäten und technischen Universitäten bereits vorhanden ist. Eine Informatikausbildung neuer Prägung geht einen Schritt weiter. Es geht um die Kombination „richtiger“ Informatik mit „richtiger“ Betriebswirtschaftslehre und Management. Allerdings zeigen Unis und TUs, die begonnen haben, sich schon in diese Richtung zu entwickeln, dass eines der beiden Felder dominiert. Wirtschaftsingenieurstudiengänge, bei denen noch zusätzlich Bereiche aus den Ingenieurwissenschaften dazukommen, zeigen, wie erfolgreiche mehrdisziplinäre Studiengänge aussehen können.

Es ist zu erwarten, dass in den nächsten Jahren zahlreiche Universitäten und technische Universitäten entweder Ausbildungsgänge reformieren oder neue aufbauen werden, um den Anforderungen der Informatik neuer Prägung gerecht zu werden. Diese neuen Ausbildungsgänge könnten beispielsweise „Informatik und Management“ bezeichnet werden. Die Kombination der beiden Worte veranschaulicht, worum es im Kern geht: Tiefgreifende Kenntnisse in Informatik, verbunden mit einer soliden Ausbildung in Management. Sowohl für technische Universitäten wie auch für betriebswirtschaftliche Ausbildungsstätten bedeutet eine Ausbildung in Informatik der neuen Prägung, einen großen Entwicklungsschritt. Technische Universitäten müssen sich stärker als heute betriebswirtschaftlichen Inhalten widmen.

⁴ <http://moralmachine.mit.edu/hl/de>

Betriebswirtschaftliche Universitäten müssen Informatik als neue Kerndisziplin in ihre Ausbildungsgänge integrieren. Ein Kulturwandel ist für beiden Typen von Institutionen unumgänglich. Das Management dieses Kulturwandels ist eine der zentralen Herausforderungen, wenn es darum geht, die Informatik neuer Prägung in der universitären Landschaft zu verankern.

7. Zusammenfassung

Die Informatik hat in den letzten 75 Jahren einen großen Bedeutungswandel in der Wirtschaft und in der Ausbildung erlebt. Heute ist Informatik in der Wirtschaft eine universelle Grundlage, die zu verbesserten oder neuen Produkten, Dienstleistungen, Prozessen und Geschäftsmodellen führt. Die Informatik neuer Prägung, die in diesem Beitrag beschrieben wird, muss der neuen Bedeutung Rechnung tragen. Dies bedeutet, dass eine solide umfassende Ausbildung in Informatik mit einer ebenso soliden und umfassenden Ausbildung in Betriebswirtschaftslehre/Management kombiniert werden muss. Es ist zu erwarten, dass in den nächsten Jahren zahlreiche Ausbildungsstätten neue, diesen Anforderungen entsprechende Ausbildungsgänge, einrichten werden. Dieser Beitrag stellt einen Diskussionsbeitrag dar, der Überlegungen und Handlungen in diese Richtung anstoßen soll.

8. Literaturverzeichnis

- Berners-Lee, T., und Fischetti, M. 2000. *Weaving the Web: The Original Design and Ultimate Destiny of the World Wide Web by Its Inventor*, San Francisco: Harper Information.
- Bharadwaj, A., El Sawy, O. A., Pavlou, P. A., und Venkatraman, N. 2013. "Digital Business Strategy: Toward a Next Generation of Insights," *MIS Quarterly* (37:2), pp. 471-482.
- Bostrom, R. P., und Heinen J. S. 1977. "MIS Problems and Failures: A Socio-Technical Perspective. Part I: The Causes," *MIS Quarterly* (1:3), pp.17-32.
- Castells, M. 2011. *The power of identity: The information age: Economy, society, and culture*, Chichester: John Wiley & Sons.
- Chen H., Chiang, R. H., und Storey, V. C. 2012. "Business Intelligence and Analytics: From Big Data to Big Impact," *MIS Quarterly* (36:4), pp. 1165-1188.
- Codd, E. F. 1970. "A Relational Model of Data for Large Shared Data Banks," *Communications of the ACM* (13:6), pp. 377-387.
- Dahl, O. J., Dijkstra, E. W., und Hoare, C. A. R. 1972. *Structured programming*, London: Academic Press.
- Davenport, T. H. 1993. *Process innovation: reengineering work through information technology*, Boston: Harvard Business Press.
- Dumeresque, D. 2014. "The chief digital officer: bringing a dynamic approach to digital business," *Strategic Direction* (30:1), pp. 1-3.

- Fichman, R. G., Dos Santos, B. L., und Zheng, Z. E. 2014. "Digital Innovation as a Fundamental and Powerful Concept in the Information Systems Curriculum," *MIS Quarterly* (38:2), pp. 329-353.
- Freiberger, P., und Swaine, M. 1999. *Fire in the Valley: The Making of the Personal Computer*, New York: McGraw-Hill.
- Grover, V., Jeong, S.-R., Kettinger, W. J., und Lee, C. C. 1993. "The Chief Information Officer: A Study of Managerial Roles," *Journal of Management Information Systems* (10:2), pp. 107-130.
- Henderson, J. C., und Venkatraman, N. 1993. "Strategic alignment: Leveraging information technology for transforming organizations," *IBM Systems Journal* (32:1), pp. 472-484.
- Humphrey, W. S. 1995. *A discipline for software engineering*, Boston: Addison-Wesley Longman.
- Kay, A. 1990. "User Interface: A Personal View," Laurel, B. (ed.) *The Art of Human-Computer Interface Design*, Reading: Addison-Wesley.
- Lee, E. A. 2008. "Cyber Physical Systems: Design Challenges," *Proceedings of the 11th International Symposium on Object Oriented Real-Time Distributed Computing*, Orlando, Florida.
- Leimeister, J. M. 2015. *Einführung in die Wirtschaftsinformatik*, Berlin/Heidelberg: Springer Gabler.
- Leimeister, J. M., Winter, R., Brenner, W. und Jung, R. 2014. "Research Program Digital Business & Transformation IWI-HSG," Working Paper Series of University of St.Gallen's Institute of Information Management.
- Matt, C., Hess, T., und Benlian, A. 2015. "Digital transformation strategies," *Business & Information Systems Engineering* (57:5), pp. 339-343.
- Mealy, G. H., Witt, B. I., und Clark, W. A. 1966. "The Functional Structure of OS/360," *IBM Systems Journal* (5:1), pp. 2-51.
- Nambisan, S., Lyytinen, K., Majchrzak, A., und Song, M. 2017. "Digital Innovation Management: Reinventing Innovation Management in a Digital World", *MIS Quarterly* (41:1), pp. 223-238.
- Naur, P., und Randell, B. (eds.) 1968. "Software Engineering: Report on a Conference sponsored by the NATO Science Committee," Garmisch, Germany.
- Rechenberg, P., und Pomberger, G. 2002. *Informatik-Handbuch*, München: Hanser.
- Scheer, A. W. 2013. *Wirtschaftsinformatik: Referenzmodelle für industrielle Geschäftsprozesse*, Berlin/Heidelberg: Springer.
- Vargo, S. L., und Lusch, R. F. 2004. "Evolving to a New Dominant Logic for Marketing," *Journal of Marketing* (68:1), pp. 1-17.
- Wirth, N. 1971. "The Programming Language Pascal," *Acta Informatika* (1:1), pp. 35-63.
- Yoo, Y. 2010. "Computing in Everyday Life: A Call for Research on Experiential Computing," *MIS Quarterly* (34:2), pp. 213-231.
- Zachman, J. A. 1987. "A framework for information systems architecture," *IBM Systems Journal* (26:3), pp. 277-293.

Impressum

Autoren

Walter Brenner (walter.brenner@unisg.ch) ist Professor für Wirtschaftsinformatik am Institut für Wirtschaftsinformatik der Universität St.Gallen.

Manfred Broy (broy@in.tum.de) ist Professor für Informatik am Institut für Informatik der Technischen Universität München.

Jan Marco Leimeister (janmarco.leimeister@unisg.ch) ist Professor für Wirtschaftsinformatik am Institut für Wirtschaftsinformatik der Universität St.Gallen.

Kontakt

Institut für Wirtschaftsinformatik
Universität St.Gallen (HSG)
Müller-Friedberg-Strasse 8
CH-9000 St.Gallen

Tel.: +41 71 224 3807

Fax: +41 71 224 3296

www.iwi.unisg.ch

Institut für Wirtschaftsinformatik



Universität St.Gallen