

REINHARD HAUPT
STEPHAN SCHMITZ
(HRSG.)

DIGITALISIERUNG: DATENHYPE MIT WERTEVERLUST?

*ETHISCHE PERSPEKTIVEN
FÜR EINE SCHLÜSSELTECHNOLOGIE*



Reinhard Haupt
Stephan Schmitz (Hrsg.)

Digitalisierung: Datenhype mit Werteverlust?

**Ethische Perspektiven für eine
Schlüsseltechnologie**



SCM

Hänsler

SCM

Stiftung Christliche Medien

SCM R. Brockhaus ist ein Imprint der SCM Verlagsgruppe, die zur Stiftung Christliche Medien gehört, einer gemeinnützigen Stiftung, die sich für die Förderung und Verbreitung christlicher Bücher, Zeitschriften, Filme und Musik einsetzt.

ISBN 978-3-7751-7488-6 (E-Book)

ISBN 9-783-7751-6040-7 (lieferbare Buchausgabe)

Datenkonvertierung E-Book: CPI books GmbH, Leck

© 2019

SCM Hänssler in der SCM Verlagsgruppe GmbH · 71088 Holzgerlingen

Internet: www.scm-haenssler.de · E-Mail: info@scm-haenssler.de

Herausgegeben von der
Studiengemeinschaft Wort und Wissen e. V.
www.wort-und-wissen.de

Satz: Studiengemeinschaft Wort und Wissen, Baiersbronn

Umschlaggestaltung: Patrick Horlacher, Stuttgart

Titelbild: iStock: ryzhi (Bild-ID 205110625)

Druck und Bindung: GEMMION Druck Medien Service, Reichelsheim

Inhalt

[Digitalisierung: Eine Schlüsseltechnologie im 21. Jahrhundert \(Reinhard Haupt, Stephan Schmitz\)](#)

[Moderne IT-Entwicklungen und ihr Einfluss auf Wirtschaft und Gesellschaft \(Sven Keller\)](#)

[Data Mining, Big Data: Digitalisierung optimiert betriebliche Prozesse \(Peter Korevaar\)](#)

[Wie maschinelles Lernen den Markt verändert \(Thilo Stadelmann\)](#)

[Digitalisierung und e-Governance als Wirtschafts- und Standortfaktor: Lernen von Estland \(Thomas Hollstein\)](#)

[Rechtliche und ethische Fragen des autonomen Fahrens \(Thorsten Attendorn\)](#)

[„Raiffeisen 2.0“: Dateneigentum und Datengenossenschaften statt „Daten für alle“ \(Hans-Jörg Naumer\)](#)

[Bedenken first – Digitalisierung second: Zu den ethischen Herausforderungen eines ambivalenten Fortschritts \(Werner Thiede\)](#)

[Big Data: Hype oder Hybris? \(Thorsten Attendorn\)](#)

[Christliche Perspektiven zur Führungsverantwortung in einem agilen Umfeld \(Stephan Schmitz\)](#)

[Erfolgs- und Ethikbilanz der Digitalisierung – aus christlicher Sicht \(Reinhard Haupt, Stephan Schmitz\)](#)

[Zu den Herausgebern und Autoren](#)

[Zur Fachgruppe Wirtschaft der Studiengemeinschaft Wort und Wissen](#)

Digitalisierung: Eine Schlüsseltechnologie im 21. Jahrhundert

Reinhard Haupt / Stephan Schmitz

Die Entwicklungen auf dem Gebiet der Digitalisierung werden oft mit Superlativen wie „Tsunami“, „Eruption“ oder „Revolution“ umschrieben. Diese Bilder und Vergleiche geben die bahnbrechende Wucht der gegenwärtigen Innovationen in der Welt der Informationstechnik (IT) wieder. Von diesen tiefgreifenden Veränderungen sind alle unsere Lebenswelten betroffen, sowohl im Berufs- als auch im Privatleben, im Bildungswesen und in der Freizeitgestaltung, zu Hause und unterwegs.

Das internationale Marktumfeld der digitalen Industrien und besonders auffällig die herausragende Wettbewerbsstellung, gepaart mit einer nie gekannten Erfolgsstärke, der „Big Five“ (*Alphabet/Google, Amazon, Apple, facebook* und *Microsoft*) sind sichtbarer Ausdruck des digitalen Tsunamis. Noch nie in der Geschichte ist je ein Unternehmen auch nur annähernd mit einer Marktkapitalisierung von 1 Billion US-Dollar bewertet worden, wie bei den genannten Giganten in jüngerer Zeit mehrfach. Die unübersehbare Marktmacht dieser Börsenbillionäre fordert dazu heraus, die Realität dieser Schlüsseltechnologie im 21. Jahrhundert näher in den Blick zu nehmen.

Digitalisierung: Ein Datenhype?

Die Dynamik der Digitalisierung folgt dem atemberaubenden Tempo des Hardware-Fortschritts in der Computertechnologie der vergangenen Jahrzehnte. Eine erstaunlich treffende Prognose aus den 60er-Jahren des letzten Jahrhunderts über die zukünftige Erfolgsstärke der EDV-Technik ist mit dem „Moore’schen Gesetz“ verbunden. Gordon MOORE, ehemals tätig beim Mikroprozessor-Hersteller *Fairchild* und später Mitgründer von *Intel*, dem langjährigen Mikrochip-Weltmarktführer, sagte im Jahre 1965 voraus, die IT-Leistungsfähigkeit – z. B. gemessen an der Miniaturisierung der integrierten Schaltkreise, an der Speicherfähigkeit oder der Schnelligkeit von Rechneranlagen – werde sich in einem gigantischen Tempo alle 18 Monate verdoppeln (vgl. MOORE 1965). Am Beispiel der Reihe von *Intel*-Mikroprozessoren lässt sich die außerordentliche Technologiedynamik der Chipentwicklung nachvollziehen (Tabelle 1).

Transistoren regeln den Stromfluss in einem integrierten Schaltkreis. Ihre auf einem Mikrochip verbaute Anzahl ist ein mögliches Maß der Miniaturisierung der Mikroprozessoren und damit ein Maß der Rechner-Leistungsfähigkeit. Im beschriebenen Zeitraum von 1971 bis 2014 hat sich der nach dem Moore’schen Gesetz erwartete Technologiefortschritt nahezu eingestellt, wenn auch die Sprünge an Innovationstempo von einer zur anderen Chip-Generation im Einzelfall unter (z. B. von 1982 zu 1985) oder über dem Prognosetrend (z. B. von 1978 zu 1982 oder von 1999 zu 2003) liegen. Diese verblüffend weitsichtige Technologievorhersage von MOORE ist umso erstaunlicher, als es sich dabei um eine außergewöhnlich starke Wachstumsbehauptung und zudem um einen beträchtlichen Zeithorizont von mehr als 4 Jahrzehnten handelt.

Eine andere Maßgröße der Mikrochip-Leistungsfähigkeit ist z. B. die Anzahl von Befehlen, die von einem Chip pro Sekunde ausgeführt werden können, gemessen in MIPS (million instructions per second). Die Innovationsentwicklung, ausgedrückt auf MIPS-Basis, folgt in etwa dem Wachstum der Transistorvolumina aus Tabelle 1 (vgl. AFUAH 2003, S. 210).

Man wird kaum in Geschichte und Gegenwart Technologiebereiche außerhalb der IT mit einer annähernd gewaltigen und anhaltenden Leistungsexplosion auffinden können. Hier handelt es sich in der Tat um eine epochale „Disruption“ (Entfesselung) der Mikroprozessorentwicklung. Diese hardwareseitige Innovationsdynamik hat geradezu einen Sog der Computerisierung über die Breite von Wirtschaftszweigen und Anwendungsbereichen angestoßen. Die Digitalisierung, die konsequente Umsetzung des IT-Einsatzes in allen denkbaren Lebenswelten, entscheidet über Wettbewerbspositionen und Marktstärken von Unternehmen sowie über Entwicklungschancen und Zukunftsperspektiven von ganzen Gesellschaften. Die vergleichsweise kurze IT-Geschichte eines halben Jahrhunderts hat schon dramatische Beispiele hervorgebracht, wie Weltmarktführer in der Bedeutungslosigkeit versunken sind, weil sie das Leistungspotenzial der Digitalisierung nicht rechtzeitig erkannt haben: *Kodak*, lange Zeit die Nummer 1 der Fotografie, oder *Nokia*, ein Pionier der Mobiltelefonie, sind von der digitalisierungsgetriebenen Innovationsentwicklung ihrer Konkurrenten (z. B. *Apple*) überrollt worden (vgl. GIERSBERG 2018).

Tab. 1: Transistoren je integriertem Schaltkreis (Chip) ausgewählter Intel-Chip-Generationen. (<https://de.wikipedia.org/wiki/Mikroprozessor/> [Zugriff am 29. 5. 2019])

Markteinführung	Chip-Generation von Intel	Ungefähre Zahl von Transistoren je Chip
1971	4004	2.300
1978	8086	29.000
1982	80286	134.000
1985	80386	275.000
1989	80486	1.200.000
1993	80586/Pentium	3.100.000

1997	80586/Pentium II	7.500.000
1999	Pentium III	9.500.000
2003	Itanium 2	220.000.000
2006	Dual-Core Itanium 2	1.700.000.000
2014	E5-2699 v3	5.570.000.000

Von der Industrie 1.0 zur Industrie 4.0

Hier und da wird der disruptive Charakter der Digitalisierung mit dem Begriff „Industrie 4.0“ umschrieben, der den Einstieg in eine ganz neue Ära an Technikgeschichte andeuten soll. Wie kann man dieses 4. Zeitalter der Industrieentwicklung im Vergleich zu früheren Epochen einordnen?

Die erste industrielle Phase, die diesen Namen („Industrie 1.0“) verdienen würde, wird mit der umfassenden Mechanisierung zu Beginn des 19. Jahrhunderts eingeläutet. Die Erfindung der Dampfmaschine durch James Watt (1769) setzte eine erste große Industrialisierungswelle in Gang, anfänglich in der Textilindustrie (mechanischer Webstuhl), später in der Eisen- und Stahlindustrie (Hochofen, Stahlwerk), bis hin zum Aufbau des Eisenbahnnetzes.

„Industrie 2.0“ würde demnach den Beginn der Fabrikorganisation zu Anfang des 20. Jahrhunderts kennzeichnen, wie sie für die Massenfertigung und das Fließband in der Autoindustrie (erstmalig durch Henry Ford) charakteristisch ist.

Seit den 1970er-Jahren ermöglicht ein elementarer IT-Einsatz mit flexibleren Automatisierungsformen eine Abkehr von der starren Massenfertigung. Dieser Durchbruch zu einer „Früh-Digitalisierung“ entspricht der Epoche „Industrie 3.0“, deren Perfektionierung durch

zwischenzeitliche innovative IT-Fortschritte in die gegenwärtige Welt der „Industrie 4.0“ einmündet.

Die stürmischen Fortschritte der Hardwaretechnologien haben vielfältige und weitreichende Anwendungen der IT überhaupt erst angestoßen. Vorrangig geht es um drei softwaregestützte Erfolgsfaktoren der Digitalisierung.

1. Künstliche Intelligenz: Nicht nur schnelle und massenhafte, sondern auch lernfähige und anspruchsvolle Informationsverarbeitung

Der Begriff Künstliche Intelligenz (KI) (engl.: artificial intelligence/AI) führt sich auf eine Informatikforschungs-Konferenz am US-amerikanischen Dartmouth College (New Hampshire) im Jahre 1956 zurück (vgl. BUXMANN et al. 2018, S. 3; ARMBRUSTER et al. 2018, S.D4). Dabei war die Kennzeichnung „Intelligenz“ im strengen Sinne damals Utopie – und ist es weitgehend bis heute. Vorgänge, die im Gehirn ablaufen, in der Konstruktion einer Maschine nachzuahmen, ist allenfalls in Umrissen Realität: Man denke etwa an Stimmungen und Emotionen wie Empathie, Freude oder Enttäuschung, deren Verarbeitung für die heutige KI-Forschung noch weitgehend unbekanntes Terrain ist (vgl. BUXMANN et al. 2018, S. 6). Die damaligen Zukunftsvisionen zur maschinellen Intelligenz klingen heute eher ernüchternd, so etwa die Prognose eines KI-Pioniers, Marvin Minsky, aus dem Jahre 1970: „From 3 to 4 years we will have a machine with the general intelligence of an average human being“ (BUXMANN et al. 2018, S. 4).

Bisher verbindet sich „Intelligenz“ von KI-Systemen vor allem mit der Fähigkeit, Massendaten in kürzester Zeit zu verarbeiten. Diese KI-Stärke hat allerdings sehr beeindruckende Ergebnisse hervorgebracht, z. B. bei Softwareentwicklungen zum Schach- oder Go-Spiel, denen Weltmeister dieser Spiele nicht gewachsen waren. Hier wird der Vorteil eines Computers mit hoher Rechenleistung gegenüber dem menschlichen Spieler

offensichtlich, nämlich das Durchrechnen aller denkbaren Züge in Bruchteilen von Sekunden (vgl. BUXMANN et al. 2018, S. 5f; MISSELHORN 2018, S. 11). Die Künstliche Intelligenz begründet sich bisher vor allem mit einer derartigen quantitativen Rechenleistung und nur in Ansätzen mit einem qualitativen Denkvermögen. Oft wird daher in die Nähe von KI auch der Begriff „Big Data“ gerückt: Daten im großen Volumen müssen unmittelbar ausgewertet werden, damit Entscheidungen vom Rechnersystem ohne Zeitverlust getroffen werden können. Das wird z. B. bei Bremsmanövern im Rahmen des „Autonomen Fahrens“ deutlich, wo Reaktionszeiten des Autos gegen Null gehen müssen.

Der Vorrang des quantitativen vor dem qualitativen Leistungsvermögen der KI bedeutet aber nicht, dass Daten nur schnell ausgewertet werden können. Die Massendatenverarbeitung wird auch für Lernprozesse des Rechners genutzt. Das System lernt aus früheren Entscheidungen, besonders Fehlentscheidungen, und passt seine Arbeitsstrategie an. Jürgen SCHMIDHUBER, Experte für „Maschinelles Lernen“, erwartet z. B. Fortschritte in naher Zukunft auf dem Gebiet der „Watch-and-learn-Robotics“, wodurch KI-Systeme „ein wenig wie Kinder durch reines Zuschauen und Zureden von Menschen lernen werden, alle möglichen komplizierten Arbeitsvorgänge zu imitieren“ (SCHMIDHUBER 2018). Maschinelles Lernen setzt Big Data, die Beherrschung von großzahligen Informationen, voraus, geht aber darüber hinaus.

Dies wird auch bei den Rechenvorschriften offensichtlich, die Beziehungen zwischen verschiedenen Beobachtungsreihen erfassen und für das Erkennen von typischen Mustern und Zusammenhängen nutzen. Diese „Algorithmen“, das Herzstück der Software der Internetgiganten, werten die massenhaften Beobachtungsdaten zu erstaunlich zutreffenden Profilen ihrer Nutzer aus. So wird etwa aus der Kenntnis von Persönlichkeitsmerkmalen wie Einstellungen, Erfahrungen, Beziehungskontakten und Vorlieben der Kunden auf deren detailliertes

Kaufverhalten geschlossen. Auch diese Mustererkennung beruht letztlich auf dem massenhaften Umfang der verwerteten Beobachtungen und Daten, aber trägt doch Züge einer fortgeschritteneren, „intelligenten“ Entscheidungsunterstützung.

Dass große Datenvolumina ein präzises Persönlichkeitsbild des Kunden abbilden können, mag auf der einen Seite sehr bedenklich erscheinen. Der Käufer, dessen individuelle Neigungen und Charakterzüge für den KI-Anwender offenliegen, ist eher eine Schreckensvorstellung für den Betroffenen. Auf der anderen Seite hat die Individualisierung von Nutzerprofilen auch ihr Gutes. Die medizinische Untersuchung des Krankheitsbildes eines Patienten z. B. fällt mit der Vielzahl von berücksichtigungsfähigen Symptomen ungleich genauer und verlässlicher als eine herkömmliche Diagnostik aus. Die Personalisierung der Medizin mit ihrer punktgenauen Behandlung des Kranken bedeutet einen hochgeschätzten Fortschritt im Gesundheitswesen. Die Big-Data-begründete Fähigkeit von KI, transparente Persönlichkeitsbilder zu entwerfen, hat eben zwei Seiten: die Horrorvision des „gläsernen Kunden“ ebenso wie das Idealbild einer höchst individualisierten Krankenversorgung.

Eine besonders spektakuläre Umsetzung von KI-Grundlagen wird in der Robotik sichtbar. Roboter sind automatisierte Arbeitsgeräte, die z. B. Fertigungseinrichtungen bedienen, mit Zulieferteilen beschicken oder instandhalten usw. Sie finden besonders bei Routinevorgängen der industriellen Produktion Einsatz, aber mehr und mehr auch unter anspruchsvolleren Fertigungsbedingungen. Gerade die Verbindung von KI-Softwareentwicklung mit dem in Deutschland traditionell starken ingenieurtechnischen Niveau verschafft der hiesigen Roboterbranche günstige Zukunftsperspektiven (vgl. BERNAU 2019a).

Andere beispielhafte KI-Anwendungen können auch zu Bedenken und Besorgnissen Anlass geben. Welchen Raum dürfen z. B. Softwareprodukte

und Algorithmen in Entscheidungssituationen einnehmen, die unmittelbar das Leben von Menschen betreffen? In diesem Fall ist etwa an die Software „Compas“ zu denken, die im US-Justizwesen Einsatz findet. Hier wird eine Fülle von Informationen zur familiären Lage, zu den Beschäftigungsperspektiven oder zur kriminellen Neigung eines inhaftierten Straftäters herangezogen, um dessen Rückfallrisiko rechnerisch abzuschätzen. Dieser algorithmisch ermittelte Risikowert ist dann vielfach für die Kautionssumme ausschlaggebend, die dem Täter für eine Haftentlassung auferlegt wird (vgl. KRETSCHMER 2018).

Noch augenfälliger stoßen die Entwicklungen zum Autonomen Fahren von Kraftfahrzeugen an Grenzen der Unbedenklichkeit von KI-Anwendungen. Zwar bieten die bisher erreichten Standards des selbsttätig fahrenden Autos einen erhöhten Fahrkomfort und geringeren Stress für den Fahrer. Auch die erwartete deutliche Senkung der Opferzahlen von Verkehrsunfällen, die auf menschliches Versagen zurückgehen, oder die größere Teilhabe von Menschen mit Behinderung am Autoverkehr sind als gewichtige Vorteile unübersehbar (vgl. MISSELHORN 2018, S. 184f.). Aber wie steht man zu dem Restrisiko von Unfallopfern aufgrund der Unzulänglichkeit der Algorithmen des autonomen Fahrens?

Der erreichte und absehbare Stand von KI-Umsetzungen zeigt das Doppelgesicht der Digitalisierung: Hier finden sich erstaunliche und begrüßenswerte Innovationen in Wirtschaft und Technik, aber auch fragliche und kritische Entwicklungen für Mensch und Gesellschaft. KI umfasst Licht- und Schattenseiten, unzweifelhafte Chancen und gleichzeitig gewichtige Risiken, bedeutsame Erwartungen und ebenso offensichtliche Bedenken.

2. Vernetzung mit dem Umfeld des Nutzers: Internet und Internet-of-things

Neben den Entwicklungen zur KI spielt als weiterer Erfolgsfaktor und Treiber der Digitalisierung die Vernetzung des Anwenders mit seinem Umfeld eine tragende Rolle. Hierbei ist sowohl an die Vernetzung des Nutzers mit anderen Nutzern über das Internet als auch an die Verbindung zwischen dem Nutzer und seinen Einrichtungen über das „Internet-of-things“ (IoT) zu denken. Die eher subjektbezogene Vernetzung (Internet) und die eher objektbezogene Vernetzung (IoT) sind erst mit dem Aufbau des weltweiten Computernetzes (WWW) und der Globalisierung der digitalen Kommunikation seit dem Ende des 20. Jahrhunderts aufgekommen. Die Vernetzung mit dem Unternehmensumfeld ist seitdem zu einem Motor der Digitalisierung geworden.

Die subjektbezogene Vernetzung macht es z. B. möglich, dass sich der Abnehmer laufend über den Stand der Auftragsbearbeitung beim Hersteller ein Bild machen (und ggf. sogar in die Auftragssteuerung des Herstellers eingreifen) kann. Ähnlich erhält der Empfänger einer erwarteten Lieferung einen echtzeitgerechten Einblick in den Status des Logistikdienstleisters. Eine andere Innovation in diesem Zusammenhang ist z. B. der „3-D-Druck“ : Dieser ermöglicht es einem Kunden, im Fall eines besonderen Termindrucks ein Zulieferteil nach den Fertigungsdaten des Lieferanten auf seinen eigenen Anlagen herzustellen – sozusagen in 3-dimensionaler Form „auszudrucken“ – ohne auf die zeitraubende Lieferung des Originalwerkstücks angewiesen zu sein.

Die objektbezogene Vernetzung bezieht sich auf die vielfältigen „Smart-Services“ im Alltag, d. h. auf Anwendungen im Gesundheitswesen (z. B. das Fitnessarmband zur begleitenden Messung des Stresslevels, der Herzfrequenz, des Kalorienverbrauchs usw.), im Haushalt (z. B. die Steuerung der Sicherheitseinrichtungen des Hauses), im Bildungsbereich (z. B. der Vokabeltrainer oder Verständigungshelfer) usw.

Im industriellen Rahmen tut sich eine ganze Welt der „Smart Factory“, also der Selbststeuerung rund um Fertigung und Logistik, auf: von der

automatischen Bestellauslösung durch das Lager bei Erreichen eines kritischen Bestandes bis zur Beauftragung eines Wartungsdienstes infolge von absehbaren Qualitätsmängeln des gefertigten Werkstücks. In Zukunft dürfte der Aufbruch zu weiteren Innovationsschritten beim autonomen Fahren des Autos erheblich von sich reden machen.

3. Geschäftsmodell „Daten“: Das Milliarden-Business der Digitalgiganten

Die Entstehung von historisch einmaligen Weltfirmen auf dem Feld der Internetindustrien innerhalb von wenigen Jahren gibt Anlass, einen Blick auf das Geschäftsmodell von Tech-Riesen wie *Apple, Amazon, Google* usw. zu werfen. Aus unscheinbaren Start-Ups im Silicon-Valley sind innerhalb von 2-3 Jahrzehnten die milliardenschwersten Unternehmen aller Zeiten weltweit geworden, von denen einige zwischenzeitlich die Marke von 1 Billion US-Dollar Börsenwert gestreift haben. Ihr Geschäftsmodell ist das Business digitaler Daten, eine dritte und sicher die bedeutungsschwerste Triebfeder der Digitalisierung. Dieser Datenhype steht für eine radikale Marktentwicklung und Unternehmensdynamik ohnegleichen. Die gigantischen Erfolgswerte dieser Branche, aber auch die gewichtigen Fragen an die Ethik der digitalen Geschäftswelt, verdienen eine genauere Beachtung.

Das Geschäft mit Daten weist gegenüber Sachgüter-Wirtschaftszweigen, z. B. der Autoindustrie, wichtige Besonderheiten auf. Zunächst unterliegen Daten zwar einer Abnutzung in der Zeit (wenn sie nicht laufend gepflegt werden), aber nicht einer Abnutzung durch Gebrauch – ganz im Gegensatz zu materiellen Ressourcen, die sich im Zeitablauf *und* vor allem bei Nutzung verzehren – man spricht etwa vom „Anlagenverzehr“ oder von der „Materialermüdung“.

Außerdem können Daten durch mehrere Anwender gleichzeitig genutzt werden, während z. B. trivialerweise das gleiche Auto nicht mehrfach

verkauft werden kann. Hier gilt nicht das für die Sachgüterwelt typische Prinzip der Knappheit oder des „rivalisierenden Konsums“ (WAMBACH et al. 2018, S. 88; HANK 2019).

Wichtiger noch ist, dass das Geschäft mit Daten einen ausgeprägten Skaleneffekt beinhaltet: Jeder weitere Nutzer eines sozialen Netzwerks z. B. verursacht praktisch keine Zusatzkosten, im Gegensatz zur Industrie, wo ein Mehrouput zumindest mit erhöhten Kosten für den Materialeinsatz dieses Gutes verbunden ist.

Am dramatischsten wohl grenzt sich ein Netzwerk von der Realwirtschaft dadurch ab, dass die Attraktivität des Netzes für Neukunden mit wachsendem Teilnehmerkreis steigt, weil sich die Kommunikationsmöglichkeiten der Nutzer vervielfachen (vgl. WAMBACH et al. 2018, S. 25,43): Je mehr Nutzer einem sozialen Netzwerk beitreten oder je mehr Nachfrager und Anbieter sich auf einer *ebay*-Plattform begegnen, umso größer ist der Nutzen an Austausch (z. B. *facebook*) oder Kauf-/Verkaufsmöglichkeiten (z. B. *ebay*) für alle Beteiligten.

Die beiden zuletzt genannten Besonderheiten der Datenwelt gemeinsam betrachtet, der Skaleneffekt und der Netzeffekt, potenzieren den Geschäftserfolg des Datenbusiness: Neue Kunden verursachen geringe Zusatzkosten und profitieren darüber hinaus von steigendem Nutzen – beide Effekte sind Treiber eines sich selbst beschleunigenden Wachstumsprozesses des Datenmanagements. Damit erlangt der Marktführer einen fast uneinholbaren Wettbewerbsvorsprung, was gerne mit dem Slogan umschrieben wird: „the winner takes it all“ – oder wenigstens mit der moderaten Version „the winner takes most“ (vgl. WAMBACH et al. 2018, S. 82). Hierin liegt die Erklärung für die außergewöhnliche Wettbewerbsstärke und Marktmacht der großen Digitalkonzerne. Nicht umsonst ist oft von Daten als dem „Gold des 21. Jahrhunderts“ die Rede (www.welt.de/wirtschaft/article127418980/Daten-sind-das-Gold-des-21.Jahrhunderts.html).

Die vorrangige Ausprägung des Geschäftsmodells der Internetunternehmen ist die „Plattform“, d. h. eine zweiseitige Marktstruktur, die Anbieter- und Nachfragerwünsche zusammenführt. Das gilt etwa für Marktplätze für Beförderungsleistungen (z. B. *Uber*) oder für Beherbergungsleistungen (z. B. *Airbnb*). Aber es gilt z. B. auch für *Google*, *Amazon* oder *facebook*: Hier werden dem Nutzer kostenlose Dienste (z. B. Suchmaschinenauskünfte wie bei *Google* oder Kommunikationsmöglichkeiten wie bei *facebook*) angeboten, während im Gegenzug seine Daten an Werbung treibende Firmen weiterveräußert werden. *Google* usw. unterhalten mit der Plattform einen „virtuellen Marktplatz“ (KLEMM 2017), auf dem sich Nutzer und Drittunternehmen begegnen – ohne dass der Nutzer bewusst den Kontakt mit dem Werbeunternehmen gesucht hätte. Wie gewichtig diese Marktbeziehung geworden ist, zeigen das häufig gebrauchte Etikett „Plattform-Ökonomie“ (GIERSBERG 2018) oder der kämpferisch anmutende Begriff „Plattform-Kapitalismus“.

Hier erhebt sich die Frage: Wem gehören eigentlich die von der Plattform genutzten Daten? Nach dem (auch durch ein Bundesverfassungsgerichts-Urteil bestätigten und durch die EU-Datenschutzgrundverordnung/DSGVO von 2018 verfolgten) Grundsatz der „informationellen Selbstbestimmung“ hat derjenige das Eigentum an den Daten, der diese zur Verfügung stellt.

Die Internetfirmen setzen hier verständlicherweise einen eigenwilligen Akzent und vergleichen, wie *Google*, Daten gerne mit dem Sonnenlicht: „Die Daten seien einfach da. Geld verdienen könne man damit aber erst, wenn man sie intelligent weiterverarbeitet“ (BERNAU 2019b). In der Tat ist die Eigentümerschaft von Daten nicht immer ohne weiteres festzustellen. Oft werden Daten erst aus der Interaktion vieler Nutzer zu bedeutsamen Informationen. Man denke z. B. an die Verkehrsstauwarnung aufgrund der aktuellen Bewegungsprofile vieler Verkehrsteilnehmer eines

staugefährdeten Autobahnabschnitts: Wie sollte in diesem Fall einem beteiligten Datenlieferanten sein angemessener Anteil an Dateneigentum zugerechnet werden? (vgl. WAMBACH et al. 2018, S. 106f.; HANK 2019).

Das Business digitaler Daten bewegt sich auf einem schmalen Grat zwischen der Respektierung des Eigentums der Rohdaten und der KI-getriebenen Auswertung der Daten zu wirtschaftlich anspruchsvollen Informationen. Auch der in diesem Band von *Hans-Jörg Naumer* vorgeschlagene Weg einer Datengenossenschaft („Raiffeisen 2.0“: Dateneigentum und Datengenossenschaften statt „Daten für alle“) trifft auf dieses Spannungsfeld zwischen Herkunft und Weiterverwertung von Daten. Eine denkbare Lösung dieses Konflikts könnte darin liegen, dass z. B. ein *Google*-Nutzer die Verfügung über seine Daten behält, dafür aber eine Suchmaschinenauskunft nur gegen Gebühr bekommt – eine Art „*Google-Pay*“ (vgl. WAMBACH et al. 2018, S. 97f.). Allerdings haben sich bisher Milliarden von Nutzern an kostenfreie Leistungen wie Suchmaschinenauskünfte gewöhnt und zeigen sich überwiegend unbekümmert gegenüber dem Abgriff ihrer Daten durch die Internetgiganten. Warum sollten sie jetzt plötzlich eine Neigung zur Wahrung ihres Datenprofils verspüren, wenn gleichzeitig Leistungen aus dem Netz für sie gebührenpflichtig werden?

Ein möglicherweise neuer Höhepunkt bei der ökonomischen Nutzung von Daten ist die im Juni 2019 von *facebook* angekündigte Kryptowährung *Libra* (FACEBOOK 2019). Mit der blockchain-basierten digitalen Währung wird es möglich, online einzukaufen oder Geld zu überweisen. Der Konzern könnte seine marktbeherrschende Stellung bei sozialen Medien auf die Finanzwelt ausdehnen. Neben den potenziellen Nutzern von *facebook*, *Whatsapp* oder *Instagram* wird die Währung auch den Kunden von bereits 28 privaten Partnerunternehmen wie *Mastercard*, *Paypal* oder *Uber* angeboten werden. Die Währung würde vom Start ab mehr als 2,8 Mrd. Menschen zur Verfügung stehen. Auf die finanzpolitischen Bedenken kann

hier nicht eingegangen werden, aber nachdem die großen Plattformanbieter schon in der Vergangenheit große Daten(-nutzungs)monopole aufgebaut haben, könnten sie nun bei einer nicht-anonymen Währung ihre Nutzerprofile verfeinern. Die Vergangenheit von *facebook* lässt befürchten, dass seinen Datenschutz-Versprechungen nicht zu trauen ist. Auch wenn *facebook* es aktuell verneint, könnten die finanziellen Transaktionen irgendwann genauso systematisch ausgewertet werden wie andere Daten auch. Dann würden die Überwachungsmöglichkeiten für *facebook* noch größer, als sie heute bereits sind.

Digitalisierung: Zwischen unübersehbaren Erwartungen und offensichtlichen Bedenken

Soweit der Blick auf drei Treiber der Digitalisierung, auf die Künstliche Intelligenz, die Vernetzung und das Geschäftsmodell „Daten“. Wie ist die Digitalisierung zu bewerten, und welche Beurteilungsmaßstäbe sind hier zugrundezulegen? Es klang schon an, dass digitale Entwicklungen ein Doppelgesicht zeigen. Neben Vorteilen müssen auch Nachteile der Digitalisierung zur Kenntnis genommen werden, neben Chancen auch Risiken, neben erstaunlichen Leistungen auch fragliche Wirkungen, neben Licht- auch Schattenseiten. Beim kurzen Blick auf die folgenden Kapitel sollen die dort anklingenden Argumente des Für und Wider zur Digitalisierung knapp skizziert werden.

Unter den begrüßenswerten Innovationen der Digitalisierung ist in erster Linie der Effizienzgewinn zu betonen. Diese Effizienzsteigerung hat viele Gesichter.

Darunter ist mit dem Aufsatz von *Sven Keller* („Moderne IT-Entwicklungen und ihr Einfluss auf Wirtschaft und Gesellschaft“) z. B. die Zunahme des Leistungsvermögens der digitalen Kommunikation zu verstehen: ein exponentielles Wachstum der Leistungsfähigkeit der

Mobilfunkstandards, eine rasante Vervielfachung des mobil übertragenen Datenvolumens in wenigen Jahren, innovative Systeme des IT-Managements (wie das Cloud Computing), die eine praktisch unbegrenzte Rechen- und Speicherleistung zu bezahlbaren Kosten realistisch werden lassen usw.

Effizienz heißt ferner mit dem Artikel von *Peter Korevaar* („Data Mining, Big Data: Digitalisierung optimiert betriebliche Prozesse“), dass die Qualität von Ergebnissen des Rechnereinsatzes mit Hilfe von KI-Ansätzen deutlich gewachsen ist. Mit Hilfe von Data Mining wird es z. B. möglich, aus Daten des Produktionsprozesses die Schlüsselinformationen über Ausfallwahrscheinlichkeiten von Teilen und damit über den Ersatzteilebedarf zu gewinnen. Optimierungsalgorithmen liefern heute kostengünstigere Entscheidungen – und das in kürzerer Zeit – für betriebliche Prozesse in Fertigung und Logistik als früher.

Der Beitrag von *Thilo Stadelmann* („Wie maschinelles Lernen den Markt verändert“) konzentriert sich auf die Effizienz des maschinellen Lernens. Damit gelingt es z. B., Software der Bilderkennung mit massenhaften Beobachtungsdaten zu trainieren, so dass das System Muster und Zusammenhänge in neuen Datensätzen erfasst. Ein Beispiel wie die visuelle Qualitätskontrolle von Medizinprodukten zeigt die Anwendungsfreundlichkeit von Innovationen des maschinellen Lernens für industriepraktische Fragestellungen.

Effizienzvorteile der Digitalisierung sind auch mit der von *Thomas Hollstein* („Digitalisierung und e-Governance als Wirtschafts- und Standortfaktor: Lernen von Estland“) beschriebenen Chronik der konsequent digitalisierten öffentlichen Verwaltung in Estland seit der Unabhängigkeit 1991 augenfällig. Der Standard an Online-Verfügbarkeit der staatlichen Bürokratie ist beispielhaft für die EU und darüber hinaus, mit den überzeugenden Vorzügen an Echtzeitbearbeitung, Papierlosigkeit

des Formularwesens, Integration der Bürgerdaten für verschiedenste öffentliche Zugriffe u. a.

Soweit überwiegen mit den Effizienzargumenten – wie Leistungsvermögen, Optimierungsfähigkeit, Lernfähigkeit, Bürokratieabbau – die positiven Erwartungen an die Digitalisierung. Aber daneben sind kritische Anfragen und Bedenken gegenüber der Digitalisierung nicht gegenstandslos.

Der Beitrag von *Thorsten Attendorn* („Rechtliche und ethische Fragen des autonomen Fahrens“) verkennt nicht das Leistungspotenzial des autonomen Fahrens (geringere Häufigkeit von Unfällen mit menschlichem Versagen, Förderung der Teilhabe von behinderten Menschen am Straßenverkehr), aber setzt sich auch mit den ungeklärten Haftungsbedingungen (bei Autoherstellern, Autofahrern, Softwareanbietern) und mit dem (vielleicht unlösbaren) moralischen Dilemma der Abschätzung eines Opferrankings bei unvermeidlichen Unfällen auseinander.

Im Artikel von *Hans-Jörg Naumer* („Raiffeisen 2.0‘: Dateneigentum und Datengenossenschaften statt ‚Daten für alle‘“) klingen die ungelösten Probleme des Rechts auf Eigentum an Daten an. So wie die Ordnung des Eigentums an materiellen (z. B. Grundstück) und immateriellen Ressourcen (z. B. Patent) einer unter mehreren Garanten der Erfolgsgeschichte der Sozialen Marktwirtschaft war, so muss das Recht auf Dateneigentum unter Digitalisierungsbedingungen ebenfalls präzisiert werden. Hier tun sich etwa mit dem Verkauf von Nutzerdaten durch die Internetunternehmen an Drittanbieter rechtsfreie Räume auf, die nach einer Klärung verlangen.

Der Beitrag von *Werner Thiede* („Bedenken first – Digitalisierung second: Zu den ethischen Herausforderungen eines ambivalenten Fortschritts“) macht grundsätzlich und kompromisslos Front gegen die digitale Welt. Die Besorgnisse setzen mit den noch ungeklärten Gesundheitsschäden der Strahlungswirkungen des Mobilfunks

(insbesondere des zukünftigen 5G-Standards) und des WLAN an. Aber die Bedenken richten sich, jenseits von technikbedingten Nebenwirkungen, viel schwerwiegender auf Missbrauchsmöglichkeiten durch die Digitalfirmen wie Manipulation und Überwachung bis zu denkbaren Zukunftsszenarien der Ausgrenzung und Diskriminierung. Schließlich gipfelt ein Schreckensbild in der Horrorvision von geschaffenen Wesen einer künstlichen Superintelligenz, dem der Designer dieser Entwicklung nicht mehr gewachsen ist.

Thorsten Attendorn („Big Data – Hype oder Hybris?“) thematisiert das Für und Wider digitalbedingter Fortschritte im Gesundheitswesen. Den Vorteilen von großartig gestützten Prognosen über Volkskrankheiten und epidemische Risiken stehen Nachteile einer möglichen Verletzung der Anonymität von Patientendaten gegenüber. So erstrebenswert die eigene Gesundheitsvorsorge durch Smart Services und die individualisierte Diagnostik auf der einen Seite sind, so kritisch sind lückenhafte Regelungen des persönlichen Datenschutzes zu bewerten.

Der Beitrag von *Stephan Schmitz* („Christliche Perspektiven zur Führungsverantwortung in einem agilen Umfeld“) wirft einen Blick auf die veränderte Führungsverantwortung im Umfeld der digitalisierten Unternehmung. Der Entscheidungsdruck und das Handlungstempo in der digitalen Welt schlagen sich in mehr Unberechenbarkeit, Unsicherheit, Komplexität und Vieldeutigkeit des Businessalltags nieder. Diesem agilen Unternehmensumfeld muss sich die Unternehmensführung stellen. In diesem Kapitel geht es nicht so sehr um die Bewertung von Digitalisierungs-Entwicklungen, sondern vorrangig um deren Konsequenzen für das Management der Führung.

Die abschließende Zusammenfassung von *Reinhard Haupt* und *Stephan Schmitz* („Erfolgs- und Ethikbilanz der Digitalisierung – in christlicher Sicht“) lässt im Rückblick noch einmal wichtige Maßstäbe zur Einschätzung der Digitalisierungszukunft anklingen. Dabei geht es zunächst

um Argumente der wirtschaftlichen Beurteilung. Auch wenn hier starke, die Digitalisierung stützende Kriterien ein großes Gewicht haben mögen, kann nicht von Vorbehalten und Bedenken abgesehen werden. Beide Seiten, das Für und Wider, dieser Sachargumente müssen aber vor allem noch um Maßstäbe jenseits der wirtschaftlichen Bewertung ergänzt werden, nämlich um moralische Aspekte. Mit anderen Worten gehen einerseits Erfolgsgrößen, andererseits Ethikgrößen in das Gesamtspektrum der Beurteilung ein. Nicht nur der ökonomische Wert, sondern auch die moralischen Werte wollen bei der Einschätzung der Digitalisierung beachtet sein. Es soll nicht nur begrüßenswerten Entwicklungen Raum gegeben werden, sondern es ist auch der Rahmen für ethische Grenzen abzustecken. Der Blick wird nicht nur auf das außerordentliche Erfolgspotenzial der Digitalisierung gerichtet sein, die schon mehrere Börsenbillionäre hervorgebracht hat, sondern es werden auch Fragen nach dem Wertegerüst oder gar einer Wertekrise der digitalen Industrien zu stellen sein.

Schließlich wird aber die Ethik Sicht noch unter dem besonderen Blick einer christlichen Position geschärft, die von biblischen Einsichten getragen ist. Die zweifache Digitalisierungsbewertung, gestützt auf Erfolgs- und Ethikkriterien, lässt sich abschließend daher als Bilanz aus den beiden Welten „Geschäft“ oder „Gewinn“ einerseits und „Glauben“ oder „Gewissen“ andererseits verstehen.

Literatur

AFUAH, A. (2003) Innovation Management: Strategies, Implementation, and Profits, 2. Aufl., Oxford University Press, Oxford, New York.

ARMBRUSTER, A. & WINDFUHR, H. (2018) Künstliche Intelligenz, FAZ, 23. 1. 2018, Nr. 19, S. D4.

BERNAU, P. (2019a) Deutschland, Roboterland, FAS, 13. 1. 2019, Nr. 2, S. 19.

BERNAU, P. (2019b) Der Wert der Daten, FAS, 10. 2. 2019., Nr. 6, S. 23.

- BUXMANN, P. & SCHMIDT, H. (2018) Künstliche Intelligenz: Mit Algorithmen zum wirtschaftlichen Erfolg, Springer Gabler, Berlin.
- FACEBOOK (2019) Pressemeldung vom 18. 6. 2019: Coming in 2020: Calibra, unter: <https://newsroom.fb.com/news/2019/06/coming-in-2020-calibra/>. [Zugriff am 18. 7. 2019]
- GIEBSBERG, G. (2018) Die Digitalisierung rollt, FAZ, 8. 1. 2018, Nr. 6, S. 1.
- HANK, R. (2019) Wem gehören meine Daten?, FAS, 24. 2. 2019, Nr. 8, S. 18.
- KLEMM, Th. (2017) Plattformen bereichern die Welt, FAS, 26. 11. 2017, Nr. 47, S. 40.
- KRETSCHMER, Chr. (2018) Maschinen mit ganz menschlichen Fehlern, FAS, 21. 1. 2018, Nr. 3, S. 61.
- MISSELHORN, C. (2018) Grundfragen der Maschinenethik, Reclam, Stuttgart.
- MOORE, G. E. (1965) Cramming more components onto integrated circuits, Electronics, 38. Jg., Nr. 8, S. 114-117.
- SCHMIDHUBER, J. (2018) Künstliche Intelligenz ist eine Riesenchance für Deutschland, FAZ, 12. 5. 2018, Nr. 109, S. 22.
- WAMBACH, A. & MÜLLER, H. Chr. (2018) Digitaler Wohlstand für alle: Ein Update der Sozialen Marktwirtschaft ist möglich, Campus, Frankfurt, New York.

Moderne IT-Entwicklungen und ihr Einfluss auf Wirtschaft und Gesellschaft

Sven Keller

1. Industrielle Entwicklungen verändern die Welt

Die Patentierung einer leistungsfähigen Dampfmaschine durch James Watt im Jahre 1769 gilt als Beginn des Industriezeitalters. Damit konnte mechanische Arbeit erstmals zuverlässig und flexibel für Produktions- und Umformprozesse bereitgestellt werden (Abbildung 1).

Diese erste Phase der industriellen Revolution führte zum Übergang von einer Agrar- zur Industriegesellschaft mit neuen ökonomischen Strukturen. Statt in Manufakturen mit wenigen Mitarbeitern wurde die Arbeit nun in zunehmend größeren Fabriken organisiert. Die Zweiseitigkeit der technischen Entwicklung drückte sich schon früh darin aus, dass bisherige Luxusgüter, in diesem Fall Stoff für Kleidung, nun als Massenware hergestellt werden konnten. Dadurch wurden diese Güter erschwinglich für die Allgemeinheit. Allerdings hatte dies auch eine Verschlechterung der Arbeitsbedingungen zur Folge, die vor allem in England regelrechte Aufstände nach sich zogen. Daraus resultierten später zahlreiche Sozialreformen – auch in Deutschland. Diese gesellschaftlichen Veränderungen bildeten außerdem die Grundlage zur Bildung neuer Ideologien, insbesondere des Kommunismus.

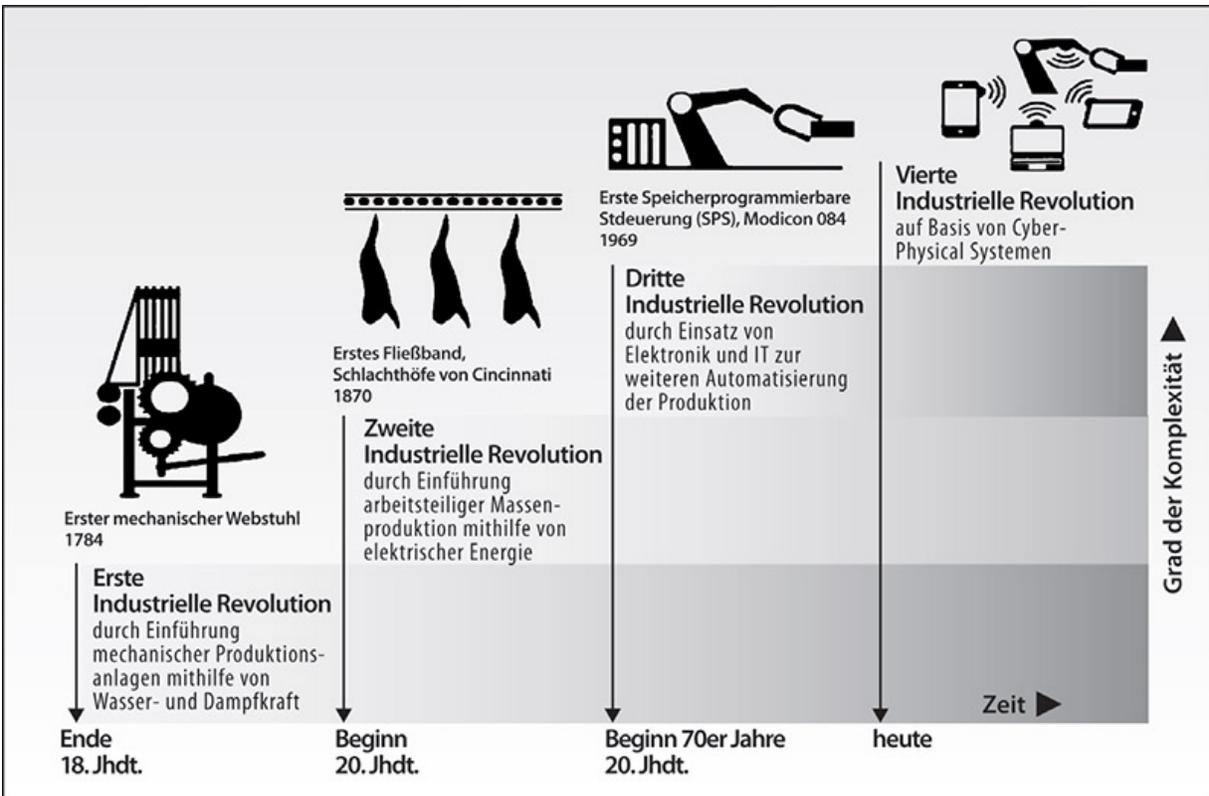


Abb 1: Entwicklungsstufen der Industrialisierung. (Nach DFKI 2011)

Als zweite Stufe der Industrialisierung wird die Einführung von – mehrheitlich elektrisch angetriebenen – Fließbändern verstanden. Eine gewisse Bekanntheit erlangten zunächst Transportbänder in den Schlachthöfen von Cincinnati und Chicago. In der Industrie gilt bis heute die Einführung des Fließbands beim Autohersteller Ford im Jahr 1913 als Beginn der modernen Massenfertigung. Auch in diesem Fall wurde das bisherige Luxusgut Automobil nun für breitere Bevölkerungskreise erschwinglich. Die Produktivitätssteigerung des Fließbands in immer größeren Fabriken erforderte eine strikte Standardisierung und den weitgehenden Verzicht auf Varianten. Henry T. Ford formulierte dies mit dem Satz: „Jeder Kunde kann ein Auto in jeder gewünschten Farbe haben, so lange es schwarz ist.“ Die starke Spezialisierung auf wenige, meist einfach zu erlernende Handgriffe und die stark reduzierte Wertschöpfung

pro Arbeitsschritt führten zu einer Entfremdung und Sinnentleerung der menschlichen Arbeit.

Die aus heutiger Sicht dritte Stufe der Industrialisierung wurde durch die Einführung programmierbarer Maschinen in der Produktion sowie Computer in der Verwaltung geprägt. Sogenannte speicherprogrammierbare Steuerungen (SPS bzw. engl.: Programmable Logic Controller, PLC) ermöglichten seit den 1970er-Jahren einen hohen Automatisierungsgrad der Maschinen. Die Programmierbarkeit machte gleichzeitig kleinere Losgrößen und Variantenfertigung wirtschaftlich. Für die Maschinenbedienung wurde spezialisiertes Know-how unabdingbar, ebenso ein höherer Administrations- und Kommunikationsaufwand für die Organisation. Diese Komplexität und der permanente Termindruck der modernen Arbeitswelt führen bis heute immer mehr Menschen an die Grenzen ihrer psychischen Belastbarkeit.

Seit einiger Zeit prägt das Schlagwort „Digitalisierung“ die öffentliche Diskussion. Ursprünglich handelte es sich um einen rein technischen Begriff. Dieser steht heute als Synonym für wesentliche gesellschaftliche Veränderungen. Kennzeichnend ist eine starke informationstechnische Vernetzung unterschiedlichster Geräte und Systeme, die eine weitere fundamentale Veränderung von Wirtschaft und Gesellschaft nach sich zieht. Speziell in Deutschland wird in diesem Zusammenhang häufig der Begriff „Industrie 4.0“ genannt. Damit verbunden ist auch, nicht mehr nur vorgegebene Varianten, sondern sogar kundenspezifische Produkte mit „Losgröße 1“ durch intelligente und vernetzte Produktionssysteme automatisch herzustellen.

Alle Stufen der Industrialisierung basierten auf einigen Schlüsseltechnologien. Auch die aktuellen Entwicklungen basieren im Wesentlichen auf einer überschaubaren Anzahl neuer, wenngleich komplexer Technologien. Deren Zusammenwirken ermöglichte gerade in den letzten 10 Jahren regelrechte Quantensprünge bei der Entwicklung

neuer Produkte sowie wirtschaftlicher Organisationsformen. Zwischenzeitlich zeigen sich immer deutlicher auch gesellschaftliche Veränderungen, deren Konsequenzen in vielerlei Hinsicht noch im Fluss sind. Deren wesentliche Entwicklungen und Konsequenzen sollen nachfolgend betrachtet werden.

2. Digitalisierung bestimmt den Puls der Zeit

2.1 Netzwerktechnologien – jederzeit und überall online

Das ursprüngliche Verständnis des Begriffs „Digitalisierung“ beschreibt die Umwandlung analoger Informationen in digitale Formate. Ein wesentlicher Faktor, um diese digitalen Informationen umfassend nutzen zu können, ist deren Übertragungsmöglichkeit über Netzwerke der Informations- und Kommunikationstechnik. Vor allem Funknetze spielen eine wichtige Rolle. Deren wichtigste Vertreter sind:

- Mobilfunknetze
- lokale Funknetze

Bei Mobilfunknetzen hat sich die Übertragungsgeschwindigkeit seit den 1980er-Jahren von anfänglich 2,4 Kilobit pro Sekunde (Kbit/s) auf 1 Gigabit pro Sekunde (Gbit/s) mit der für die 2020er-Jahre zu erwartenden 5. Generation (5G) gesteigert (siehe Abbildung 2). Je nach 5G-Anwendung sind sogar Datenraten von 10 Gbit/s möglich. Dies entspricht einer Steigerung um einen Faktor von über 4 Millionen.

Zunächst wurden ausschließlich Sprachsignale in analoger Form übertragen. 5G-Netze erlauben dagegen die Übertragung großer digitaler Datenmengen mit einer beliebigen Gerätezahl in Echtzeit.

 1G	 2G	 3G	 4G	5G
2,4 Kbps* 	64 Kbps 	2.000 Kbps 	100.000 Kbps 	1Gbps* 
Analog Voice 	Digital Voice + Simple Data 	Mobile Broadband 	Faster and Better Richer Content (Video)  More Connections 	Real World Applications

Abb. 2: Entwicklung von Mobilfunknetzen von 1. bis 5. Generation. (Nach FIZZA 2016) (* Kbps = kilobit per second ; Gbps = gigabit per second)

In ähnlicher Form entwickelte sich die Leistungsfähigkeit lokaler Funknetze, bei denen die WLANs (Wireless Local Area Networks) im Vordergrund stehen. Statt Brutto-Datenraten von maximal 2 Megabit pro Sekunde (Mbit/s) im Jahre 1997 ermöglichen die derzeit aktuellen Versionen des Funknetzstandards IEEE 802.11 Spitzenwerte bis knapp 7 Gbit/s (KARMAKAR 2017).

Weitere Funknetze wie Bluetooth oder NFC (Near Field Communication) übernehmen Aufgaben zur Gerätekopplung oder zum Bezahlen mit Datenübertragung im Nahbereich.

Mobilfunk- und lokale Funknetze haben naturbedingt nur eine begrenzte Reichweite. Das Rückgrat (engl. backbone), um diese Netze zu verbinden, erfolgt mit Hilfe von Ethernet-Technik nach IEEE 802.3, welche sich in den 1990er-Jahren als Standard für Kabelnetzwerke durchsetzte. Derzeit wird an Standards gearbeitet, die mit Hilfe von Glasfaserkabeln Geschwindigkeiten zwischen 100 und 400 Gbit/s bei einer Reichweite von 80 km ermöglichen sollen (IEEE 802.3 2019).

2.2 Smartphones – Multifunktionsgeräte in der Westentasche

In den 1990er-Jahren erfolgte die Digitalisierung mit Hilfe von Geräten, die kaum vernetzt waren. Vor allem Personal Computer, zunächst in Unternehmen, später zunehmend auch im privaten Einsatz, erzeugten und speicherten digitale Daten in originärer Form. Nachfolgend kamen vor allem Scanner und digitale Kameras dazu. Die Speicherung erfolgte meist in den Geräten selbst oder in lokalen Netzwerken. Trotz zunehmender Internet-Verbreitung gewannen Online-Speicher nur langsam an Bedeutung.

Die Vorstellung des iPhone 1.0 Anfang 2007 veränderte diese Welt grundsätzlich. Der damals revolutionäre Touchscreen führte zu einem völlig neuen und intuitiven Bedienkonzept. Die hohe Benutzerakzeptanz und die schnelle Entwicklung spezieller Anwendungssoftware, heute selbstverständlich als Apps bezeichnet, machten diese Geräte innerhalb weniger Jahre zum unabdingbaren Alltagsbegleiter in Industrie- und Schwellenländern. Die damals bereits relativ leistungsfähigen Funknetze ermöglichten es, mit diesen mobilen und als Smartphones bezeichneten Geräten jederzeit und nahezu überall online sein zu können.

Damit stieg nicht nur die Anzahl an Geräten, mit denen digitale Daten unmittelbar generiert werden können, explosionsartig an. Dank zügiger Verbesserungen der Ausstattung mit immer leistungsfähigeren Kameras, Mikrofonen, GPS-, Lage- und zahlreichen weiteren Sensoren kamen auch völlig neue Daten mit bislang nicht gekannten Inhalten, Mengen und Formaten hinzu. Die Verbreitung erfolgte so schnell, dass bereits 2017, ein Jahrzehnt nach Vorstellung des iPhone, erstmals eine weltweite Marktsättigung festzustellen war. Bei jährlichen Verkaufszahlen in Höhe von knapp 1,5 Mrd. Geräten (siehe Abbildung 3) und einer durchschnittlichen Lebensdauer zwischen 3 und 4 Jahren sind damit ca. 5 bis 6 Mrd. Geräte im aktiven Einsatz. Bei einer Weltbevölkerung von gut 7,5 Mrd. Menschen ist so eine natürliche Grenze erreicht.

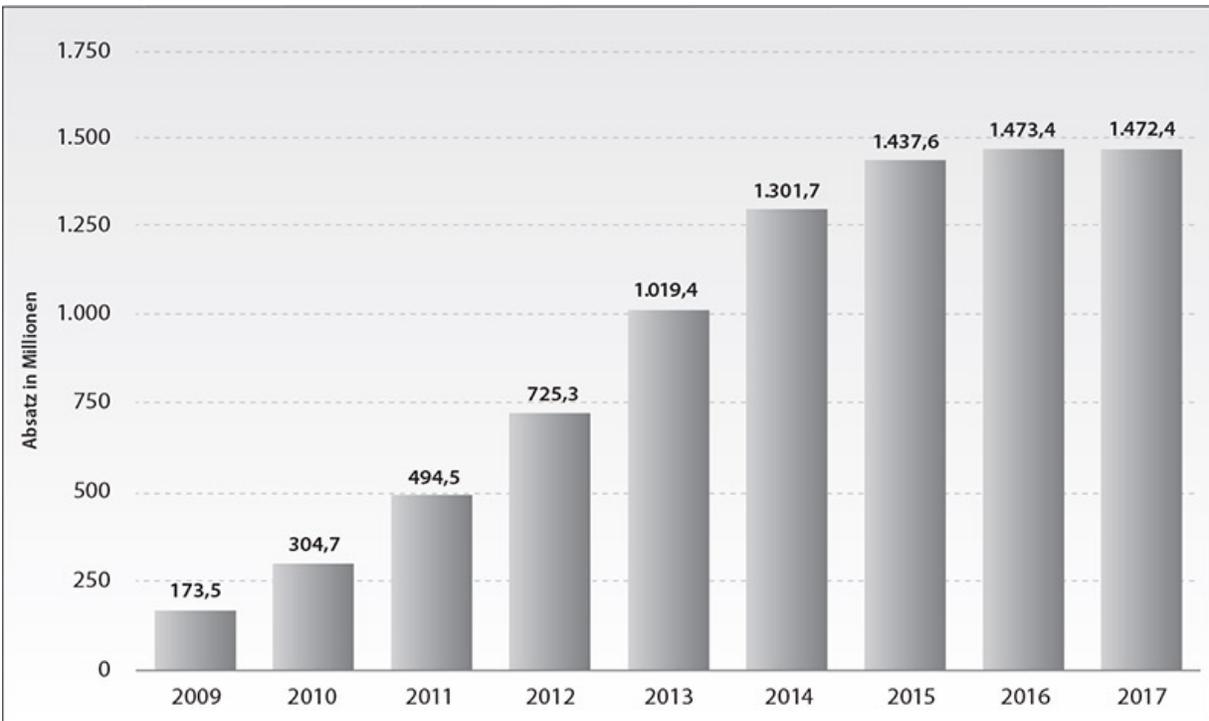


Abb. 3: Weltweiter jährlicher Absatz von Smartphones in Millionen Stück. (Nach STATISTA 2019a)

2.3 App-Entwicklung als Turbo

Bereits in den 1990er-Jahren hatte der Softwarehersteller Microsoft erkannt, dass der Schlüssel für Wachstum und Erschließung des damaligen PC-Marktes in ausreichender Verfügbarkeit von Anwendungssoftware besteht. In ähnlicher Weise wirkte die Entwicklung von neuen Apps durch eine Vielzahl unabhängiger Softwareschmieden als Turbo für die Smartphone-Verbreitung. Diese werden bis heute auf speziellen Download-Plattformen bereitgestellt, die ihrerseits ebenfalls als App auf den jeweiligen Smartphones vorinstalliert sind. Die beiden dominierenden Plattformen bieten derzeit 2,1 Mio. (Google Playstore) sowie 2,0 Mio. (Apple App Store) Apps an und lassen für Anwender so kaum einen Wunsch offen (STATISTA 2019b).

Hinsichtlich ihrer Anwendung bestimmen Apps aus dem Bereich Unterhaltung und Kommunikation rund 2/3 des Gesamtmarktes.

Dominierend sind heute hinsichtlich der Nutzung folgende Kategorien (STATISTA 2019b):

- Social Media Plattformen
- Musik
- Multimedia
- Spiele

2.4 Cloud-Computing – Maschinenhallen der Digitalisierung

Bereits die Entwicklung von Apps, die auf eine große Nutzerreichweite abzielen, erfordert eine komplexe Infrastruktur. Verstärkt wird dies durch das angestrebte schnelle Wachstum an App-Nutzern im späteren Betrieb. Wie extrem solche Entwicklungen werden können, zeigt beispielhaft die Einführung des Spiels Pokemon Go im Jahr 2016 (Abbildung 4).

Der Aufbau früher üblicher Parallelstrukturen für Anwendungs-Entwicklung (Development) und Betrieb (Operations) ist heute weder wirtschaftlich noch technisch sinnvoll. Die Verbreitung des DevOps-Ansatzes, bei dem die Grenzen zwischen Anwendungsentwicklung und späterer Systemadministration fließend sind, ist Folge dieser Erkenntnis. Deswegen greifen App-Entwickler immer mehr auf Plattformen im Internet zu, die ihnen analoge Rahmenbedingungen wie im späteren Betrieb bieten.

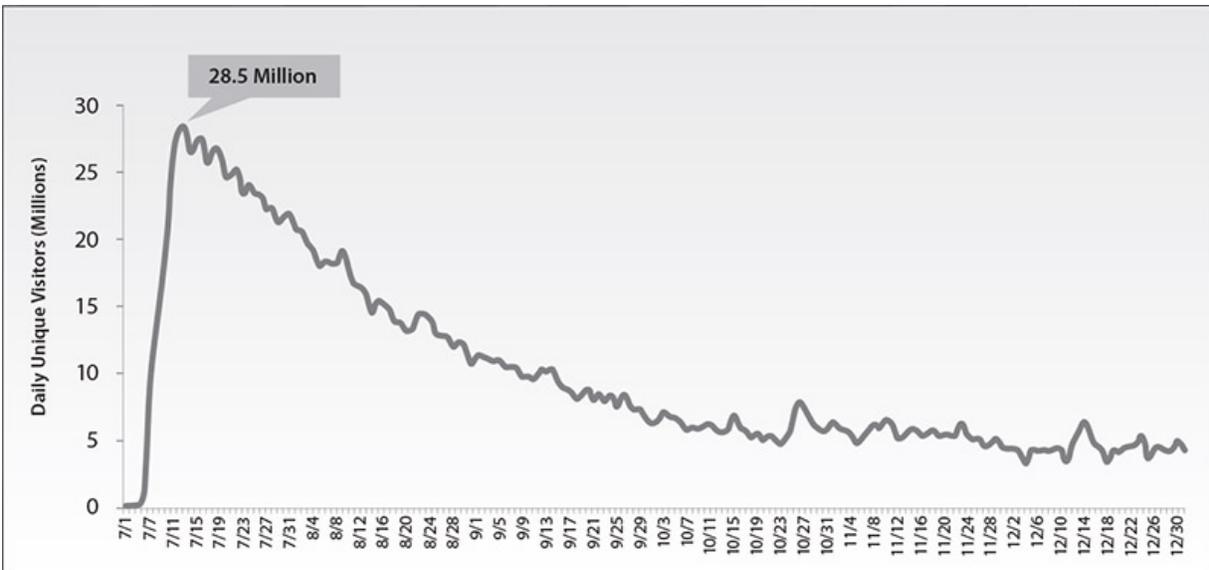


Abb. 4: Pokemon Go: Tägliche User bei Markteinführung (Juli Dez. 2016). (Nach COMSCORE, PODOTTO, CHEN, MC ELYEA 2017)

Als Infrastruktur, mit der solche Anforderungen umgesetzt werden können, hat sich das sogenannte Cloud Computing etabliert. Umgangssprachlich wird dieser Begriff oft fälschlicherweise auf die Speicherung von Daten im Internet reduziert. Tatsächlich handelt es sich aber um ein komplexes technisch-organisatorisches System, das heute, ähnlich wie die Maschinenhallen der Industrie, als wesentliche Grundlage für den Betrieb des heutigen Internets bezeichnet werden kann.

Unter Nutzungsaspekten lassen sich für Cloud Computing folgende charakteristische Vorteile nennen:

- Permanente Verfügbarkeit (24 Stunden x 7 Tage-Betrieb),
- schnelle Anpassung an wechselnden Ressourcenbedarf (Rapid Elasticity),
- Abrechnung aufgrund tatsächlicher Ressourcennutzung (Measured Services) sowie
- Selbstbedienung nach Bedarf (On Demand Self Service).

Die physische Grundlage für Cloud Computing bilden große Rechenzentren mit einem komplexen Innenleben, dessen funktionale Grundlage Hardware für Server, Speicher- und Netzwerktechnologie bildet (Abbildung 5). Cloud-Rechenzentren umfassen heute, inklusive Sicherheits- und Klimatechnik, Flächen von bis zu 10 Fußballfeldern, in denen jeweils hunderttausende Server betrieben werden können.

Eine zentrale Neuerung gegenüber früheren Rechenzentren stellt die Virtualisierung dar. Darunter versteht man eine Sammlung von Technologien, mit denen die Nutzungsmöglichkeiten von den Rechner-, Speicher- und Netzwerkgeräten entkoppelt wird. Die jeweiligen Anwender, bei denen es sich in der Regel um Unternehmen handelt, können dadurch individuell benötigte Funktionen in Form sogenannter Services nutzen, ohne jegliche Kenntnis der genutzten Hardware zu haben. Auf diese Weise teilen sich Anwender die verfügbare Hardware gemeinsam (Multi-Tenancy).

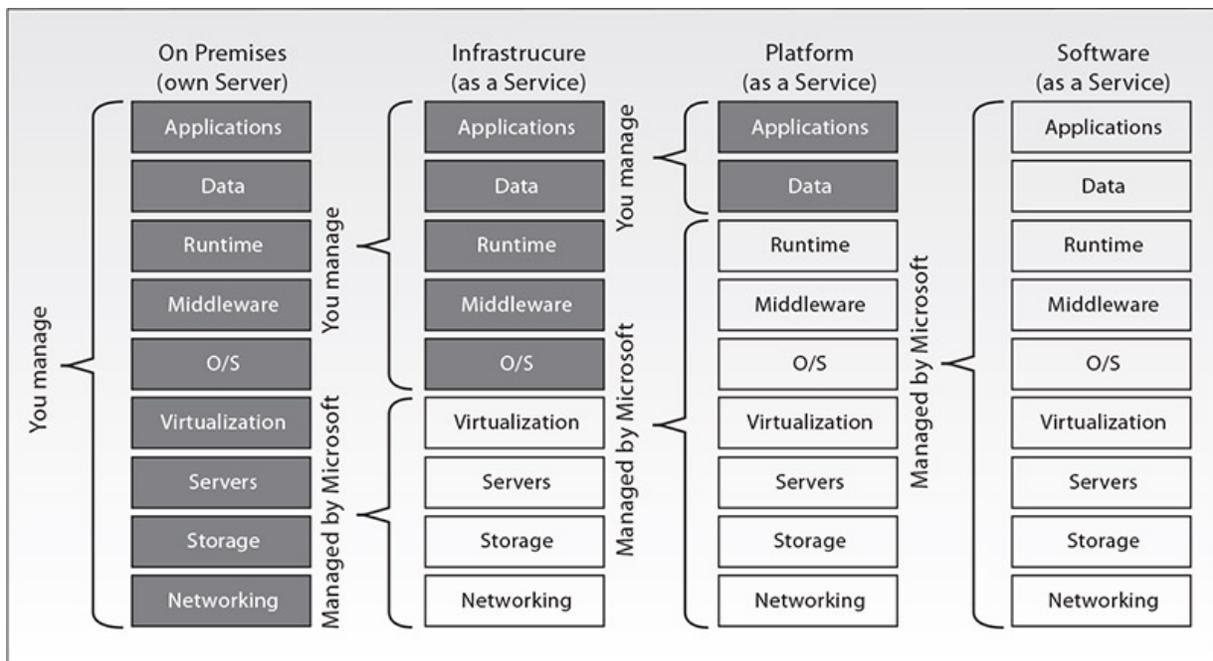


Abb. 5: Differenzierung von Service-Layern beim Cloud-Computing. (Nach ENSI 2017)

Diese Virtualisierungsschicht trennt Hardware von den Service-Layern, die in drei Stufen unterschieden werden:

- Infrastructure as a Service (IaaS),
- Platform as a Service (PaaS) und
- Software as a Service (SaaS).

Als Vergleichsstruktur für diese servicebasierte IT-Nutzung wird oft eine lokale Installation herangezogen, die als On Premises bezeichnet wird.

Infrastructure as a Service / IaaS

Sowohl die Virtualisierungsschicht als auch die physischen Komponenten werden bei IaaS vom Rechenzentrumsbetreiber verwaltet. Alle Softwarestufen, inklusive Betriebssystem, werden dagegen vom Nutzer bzw. Anwender installiert und administriert, der sich so Rechenleistung, Speicherplatz und Netzwerkanbindung temporär mieten kann. Die Verwaltung auf Seiten der Anwender(-unternehmen) obliegt typischen Systemadministratoren für Server und Netzwerke.

Platform as a Service / PaaS

Das PaaS-Modell ist für Entwickler und Betreiber von Internetanwendungen die bevorzugte Version. Softwareentwickler können mit dieser Variante komplette Entwicklungs- und Anwendungsplattformen nutzen, ohne sich um Anforderungen von Betriebssystem, Laufzeitumgebungen und Middleware (z. B. Administration von Web-, Applikations- und Datenbankservern) kümmern zu müssen. Sie können sich vielmehr auf die reine Anwendungsentwicklung und den Entwurf von Datenmodellen konzentrieren.

Die PaaS-Version bietet somit die Grundlage für die Entwicklung von Smartphone-Apps. Außerdem können die Entwickler ihre Anwendungen später auch selbst betreiben oder den Betrieb an andere Unternehmen

übertragen. Die Verwaltung auf Anwenderseite obliegt i. d. R. Softwarearchitekten und Anwendungsentwicklern.

Software as a Service / SaaS

Die SaaS-Ebene ist diejenige, die die Endnutzer letztlich wahrnehmen. Dies entspricht z. B. der Sichtweise eines App-Anwenders oder Internet-Surfers, der meist unbewusst die komplexe Infrastruktur nutzt.

Wirtschaftliche Vorteile

Da die Nutzungsintensität, insbesondere bei der hier betrachteten und heute dominierenden Public-Cloud, über die verschiedenen Anwendergruppen erfahrungsgemäß stark schwankt, können im Zeitverlauf gleiche Hardware-Komponenten für unterschiedliche Service-Funktionen genutzt werden. Konkret wird nicht genutzte Hardware durch die Virtualisierung „umfunktioniert“ und für Services mit zunehmender Auslastung bereitgestellt. Dies wird als Ressourcen-Pooling bezeichnet. Dadurch wird für den Betreiber eines Cloud-Rechenzentrums eine deutlich größere Ressourcenauslastung erreicht, als es für einzelne Unternehmen jemals möglich wäre.

Die Abrechnung der Kosten erfolgt meist auf Grundlage folgender Messgrößen:

- der in Anspruch genommenen Prozessorzeit
- des belegten Speicherplatzes
- des generierten Netzwerkverkehrs
- der genutzten Service-Ebenen

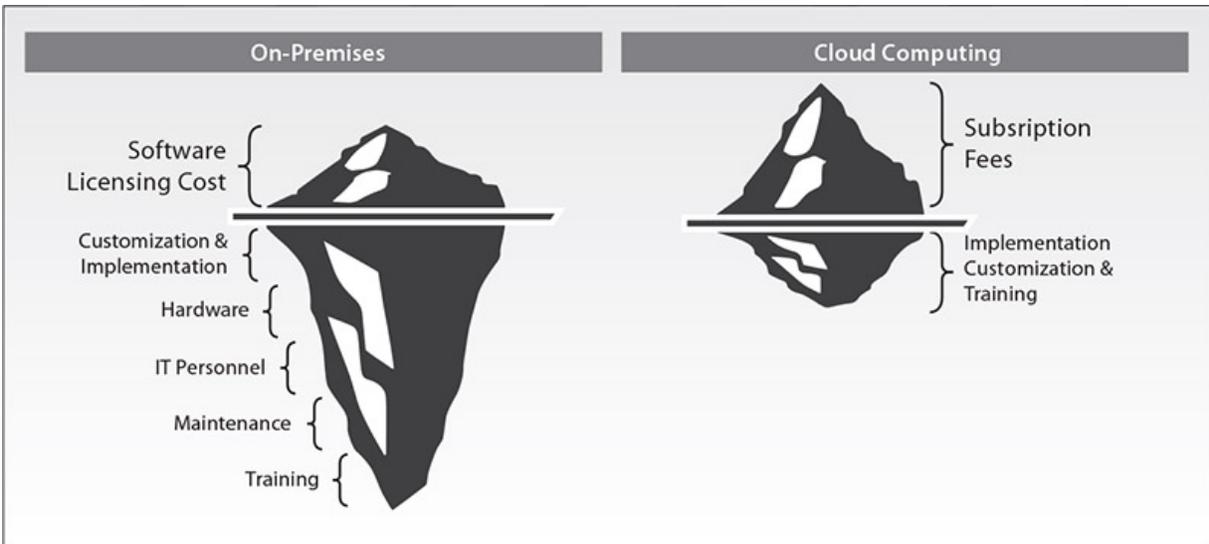


Abb. 6: Vergleich von Kosten einer kommerziellen Anwendung bei lokalem und Cloud-Betrieb. (Nach KOULTOURIDES 2016)

Dieser Ansatz wird als Pay-Per-Use bezeichnet. Auch pauschale Abrechnungen für feste Zeiträume (Monat, Quartal, Jahr) sind, ähnlich wie bei Abo-Modellen, möglich.

Insgesamt wird so für die Anwenderunternehmen ein wirtschaftlicherer Betrieb möglich. Fixkosten werden minimiert und durch variable Kosten ersetzt. Abbildung 6 zeigt beispielhaft die unterschiedlichen Kostenstrukturen beim On Premises-Betrieb einer kommerziellen Anwendung im Vergleich zu einer Cloud-Nutzung.

Anbietersituation

Als erster Anbieter für Cloud-Services im großen Stil trat der Online-Händler Amazon auf. In den ersten Jahren wurde der Großteil der Amazon-Umsätze in der (Vor-) Weihnachtszeit generiert. Der Großteil der IT-Infrastruktur war für den Rest des Jahres dagegen kaum ausgelastet. Aus diesem Anlass wurde ein Konzept entwickelt, um die ungenutzten Ressourcen anderweitig zu vermarkten. Auf diese Weise wurden die Amazon Webservices (AWS) zum dominierenden Cloud-Anbieter mit einem heutigen Marktanteil von rund einem Drittel. Die Verfolger,

Microsoft, Google und Alibaba, haben derzeit jeweils rund 50 % Abstand zum jeweils größeren Konkurrenten. Damit beherrschen derzeit vier Anbieter rund 2/3 des Cloud Computing-Marktes.

Werner VOGELS, der langjährige Geschäftsführer von AWS, bringt die Bedeutung von Cloud Computing mit folgenden Worten auf den Punkt: „... wir bieten in absehbarer Zeit die Möglichkeit zur Bereitstellung nahezu unbegrenzter Rechenleistung zu bezahlbaren Kosten.“ Mit „der Cloud“ kann also heute der Betrieb von Apps und anderen Internet-Anwendungen auch für größte Nutzerzahlen technisch und wirtschaftlich gut realisiert werden. Die für datengetriebene Geschäftsmodelle benötigten Auswertungsanforderungen lassen sich mit reiner Rechenleistung trotzdem nicht automatisch erfüllen.

2.5 Big Data – Schmiermittel für datengetriebene Geschäftsmodelle

In den 1990er-Jahren begann der Siegeszug einer Softwarekategorie, die als Enterprise Resource Planning (ERP)-Systeme bezeichnet wird. Solche Systeme sind heute quasi in jedem größeren Unternehmen vorzufinden und bilden das Rückgrat zur Steuerung der wertschöpfenden und administrativen Prozesse. Mit ihnen lässt sich die 3. Stufe der Industrialisierung zumindest in der Verwaltung gut abdecken.

Eine wesentliche Schlüsseltechnologie dieser Systeme stellen relationale Datenbanken dar, die alle Daten in tabellarischen Strukturen speichern. Diese werden auch als SQL-Datenbanken (Structured Query Language) bezeichnet, die heute noch die Basis fast aller betriebswirtschaftlichen Anwendungen bilden. So wurden SQL-Datenbanken für gut zwei Jahrzehnte die dominierende Technologie zur Speicherung und Auswertung von Daten.

Der Siegeszug des Internets basiert bis heute zum großen Teil auf der Nutzung von Dokumenten, die mittels der Auszeichnungssprache HTML formatiert sind. Diese werden über sogenannte Webserver den Endgeräten

per Browser oder App zur Verfügung gestellt. Hierbei handelt es sich vorrangig um teilstrukturierte Texte, die mit oben genannten SQL-Datenbanken zwar gespeichert, aber kaum sinnvoll analysiert werden können.

Nach SULLIVAN (vgl. SULLIVAN 2012) hatte Google bis zum Jahr 2012 bereits insgesamt 30×10^{12} Webseiten in seinen Datenbanken abgelegt. Bereits damals wurden 20 Milliarden Websites täglich auf inhaltliche Veränderungen durch die Google-Infrastruktur geprüft und indiziert.

Die Weiterentwicklung des Internets wurde zunächst als Mitmachweb oder Internet 2.0 bezeichnet. Wesentlich daran war, dass Internet-User eigenerstellte Beiträge veröffentlichen konnten. Im Zuge dessen erlangten Social-Media-Plattformen, allen voran Facebook, zunehmende Bedeutung. Mit Verbreitung der Smartphones wurde nicht nur die Nutzerzahl größer, auch die Nutzungszeit verlängerte sich maßgeblich. Nutzer konnten nun, dem menschlichen Mitteilungsdrang folgend, an quasi jedem Ort und zu jeder Zeit Daten auf solchen Plattformen veröffentlichen. Mit immer leistungsfähigeren Mikrofonen und Kameras wurden die veröffentlichten Beiträge zunehmend multimedialer. Immer mehr Bilder und noch mehr Videoaufnahmen in hoher Auflösung sorgten so für Datenmengen in bisher unbekanntem Ausmaß.

Neben dem selbsterzeugten Inhalt geben Smartphone-Nutzer meist unbewusst viele weitere Informationen über sich selbst preis. Nicht nur Inhalte geposteter Kommentare, Käufe von Produkten, sowie eingegebene Suchbegriffe werden auf den Servern in der Cloud gespeichert. Auch Aufenthaltsorte, Uhrzeit oder Bewegungsrichtung und -geschwindigkeit gehören dazu. Diese Daten lassen sich nicht nur per GPS, sondern auch über die WLAN, in denen man surft, oder selbst über die Feldstärke des jeweiligen Mobilfunknetzbetreibers sammeln.

Eine weitere Gerätekategorie, sogenannte Wearable, z. B. in Form von Smartwatches und Fitnesstrackern, erfassen außerdem weitere Daten wie

Puls, Herzrhythmus, Schlafverhalten, Blutdruck und damit indirekt z. B. auch Kalorienverbrauch als Vitaldaten. Die derzeit jüngste Geräteklasse, digitale Sprachassistenten wie Amazon Alexa und Google Home, registrieren darüber hinaus alle möglichen Spracheingaben in den eigenen vier Wänden.

Mit der anstehenden nächsten Generation von Mobilfunknetzen, der erwähnten 5G-Technologie, soll die permanente Anbindung einer Vielzahl von „smarten“ Geräten im Internet gewährleistet werden. Man spricht vom Internet der Dinge (engl. Internet of Things – IoT). Künftig wird nahezu jedes elektronische Gerät, egal ob im privaten Haushalt, als Teil öffentlicher Infrastruktur, im Verkehr zu Wasser, Land oder Luft sowie im Unternehmenseinsatz, Daten über den eigenen Zustand oder das Umfeld in der Cloud speichern.

Das IT-Marktforschungsunternehmen Gartner rechnet bis 2020 mit 26 Milliarden Geräten, die permanent online sind und mehr als 60 Millionen Datensätze pro Sekunde übertragen (vgl. SONDERGAARD 2016). Damit wird der Großteil von Daten des künftigen Internets ohne bewusstes menschliches Tun generiert.

2.6 Datenanalyse – die Quadratur des Kreises

Die genannten Anwendungsfälle generieren eine für menschliche Maßstäbe unvorstellbare Masse an Daten. Für eine sinnvolle Analyse ist allerdings nicht alleine die schiere Menge das Problem. Die Auswertungsmöglichkeiten werden noch dadurch erheblich erschwert, dass diese in völlig unterschiedlichen Formaten vorliegen.

Man unterscheidet entsprechend den oben dargestellten Anwendungsfällen zwischen:

- *strukturierten* Daten, die bei SQL-Datenbanken in Tabellenform gespeichert werden,

- *semistrukturierten* Daten (wie HTML, XML, JSON o. ä.), die vornehmlich von App- und Webanwendung ausgetauscht werden sowie
- *unstrukturierten* Daten (wie Bilder, Audio- und Videosequenzen), die z. B. durch Smartphones generiert werden.

In Fachkreisen spricht man von einem V-Modell, das die technisch widerstrebenden Anforderungen solcher Daten beschreibt. Im Kern handelt es sich zunächst um technische Aspekte, die „unter einen Hut gebracht“ werden müssen:

- Velocity (Auswertungsgeschwindigkeit)
- Variety (Vielfalt der Datenformate)
- Volume (Datenmenge)

Weitere Aspekte, die aus wirtschaftlichen Gründen zu berücksichtigen sind, betreffen:

- Value (Wert, den die Daten für mögliche Analysen haben)
- Veracity (Wahrheitsgehalt bzw. Glaubwürdigkeit von Daten)

Beim Auftreten solcher Kombinationen spricht man von „Big Data“, einem Begriff unter dem man die Zusammenfassung von „*Methoden und Technologien für die hochskalierbare Erfassung, Speicherung und Analyse polystrukturierter Daten nahezu in Echtzeit*“ versteht (BANGE 2013). Die Grundlagen dieser technischen Lösungen werden nachfolgend dargelegt.

2.7 NoSQL-Datenbanken – Lösungen für das Big Data-Problem

Trotz der im Rahmen des Cloud Computing proklamierten Möglichkeiten, „nahezu unbegrenzte Rechenleistung“ zur Verfügung stellen zu können, lassen sich damit nun nicht alle datentechnischen Probleme zwangsläufig lösen. Bei den erwähnten relationalen bzw. SQL-Datenbanken lässt sich z.

B. nur mit in Relation zur Datenmenge exponentiell steigender Rechenleistung eine ausreichende Antwortgeschwindigkeit für Abfragen sicherstellen (Abbildung 7). Die ursprünglichen SQL-Datenbanken stellen daher für datengetriebene Geschäftsmodelle keine wirtschaftlich tragfähige Lösung dar. Das häufig proklamierte Motto „viel hilft viel“ gilt im Hinblick auf die reine Cloud-Rechenleistung ausdrücklich nicht.

Gerade in der Anfangszeit fehlte es zunächst an geeigneten Werkzeugen, um in den Weiten des Internets passende Informationen zu finden. Erst mit der Entwicklung neuer Technologien, allen voran Google, wurde dieses Grundsatzproblem gelöst. Diese Lösung basierte zunächst auf neuen Speicherstrukturen, im Falle von Google auf dem Hadoop File System (HDFS) und einem daran angepassten Analyse-Verfahren (Map Reduce).

Im Zuge dessen entstanden neue Arten von Datenbanken, die insbesondere für Suchmaschinen, Social-Web-Plattformen oder Content Management Systemen (CMS) für Online-Portale besondere Stärken aufweisen. Diese werden als NoSQL-Datenbanken (Not only SQL) bezeichnet. Unter dieser Bezeichnung werden verschiedene Kategorien von Datenbankmodellen zusammengefasst, die aufgrund der Nutzung spezieller Kombinationen aus Hard- sowie Software beim Handling großer Datenmengen enorme Vorteile bieten. Dafür sind sie tendenziell nur für begrenzte Einsatzgebiete geeignet. Aufbau und Betrieb einer entsprechenden Infrastruktur erfordern oft spezielles Know-how, welches Cloud-Computing-Anbieter effizienter anbieten können, als eine On-Premises-Installation es erlaubt.

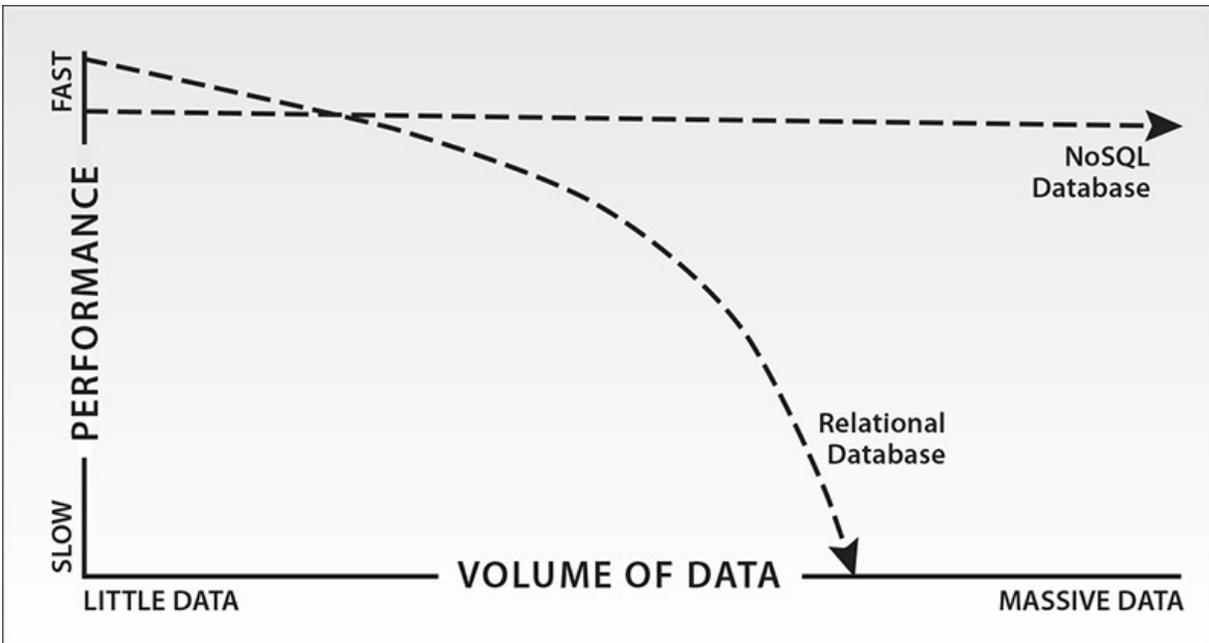


Abb. 7: Skalierungsproblem relationaler Datenbanken im Vergleich zu NoSQL-Technologien. (Nach Lo 2019)

2.8 Data Analytics – Reifegrade

Datenanalysen dienten lange Zeit maßgeblich zur Beschreibung (Description) der Vergangenheit. Heute ergeben sich dagegen viel weitergehende Nutzungsmöglichkeiten, die als Data-Analytics-Reifegrade bezeichnet werden (Abbildung 8).

Mit Big Data lassen sich Ursachen und Zusammenhänge (Diagnose) für vergangene Entwicklungen erkennen. Daraus lassen sich multivariante Modelle erstellen, die Vorhersagen (Prediction) über künftige Entwicklungen erlauben. Als nächste Stufe (Prescription) des Analytics-Reifegrades ergeben sich Entscheidungsunterstützung (Decision Support) oder automatische Entscheidungen (Decision Automation) bis zu (teil-) automatisierten Maßnahmen durch Computer. Die Variante Decision Automation wird dabei mit Technologien realisiert, die dem Maschinellen Lernen bzw. der Künstlichen Intelligenz zuzuordnen sind.

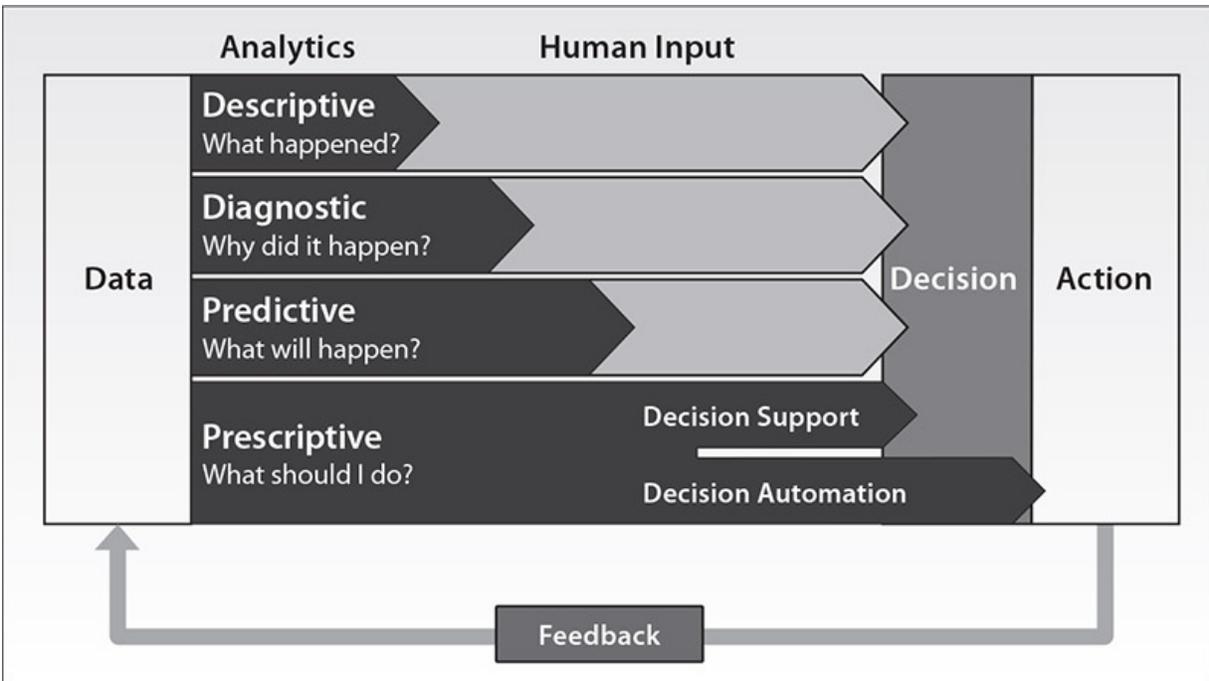


Abb. 8: Reifegradstufen für datengetriebene Geschäftsmodelle. (Nach HAGERTY 2016)

Die Konzepte dieses Gebietes sind bereits Jahrzehnte alt und basieren auf bekannten statistischen Verfahren oder aber auf künstlichen neuronalen Netzen. Nach Jahrzehnten eines Quasi-Stillstandes resultieren die regelrechten Quantensprünge der letzten Jahre, vereinfacht gesagt, aus der Anwendung dieser Konzepte in Verbindung mit Cloud Computing und Big Data.

3. Wirtschaftliche Entwicklungen

Technik und Technologie sind kein Selbstzweck. Erst durch deren praktische Anwendung bekommen sie Bedeutung. Nachfolgend werden exemplarisch die Grundzüge der Geschäftsmodelle von heute weltweit marktführenden Unternehmen erläutert, die auf den dargestellten Technologien aufbauen. Die Wahl der hier betrachteten Unternehmen erfolgt anhand der unter dem Akronym GAFA zusammengefassten Firmen

Google, Amazon, Facebook und Apple. Die dargestellten Muster lassen sich auch auf andere Anbieter anwenden.

3.1 Online-Marketing – erste datengetriebene Geschäftsmodelle

Die ersten Geschäftsmodelle, die in großem Stil Kapital aus den großen Datenmengen schlagen konnten, waren werbefinanziert. Die frühen Suchmaschinen (z. B. AltaVista oder Lycos) waren für die Navigation im Internet zwar eine nennenswerte Hilfe. Sie fanden aber keine geeignete Monetarisierungsstrategie und scheiterten schließlich. Google stieg mit einem neuen Konzept in diesen Markt ein und entwickelte konsequent eigene neue (Big Data-) Technologien, so dass die Suchergebnisse schnell deutlich besser waren, als die der Konkurrenz. Aber auch Google benötigte einige Zeit bis zur Erkenntnis, dass die Suche im Internet die Interessenlage der User widerspiegelt. Diese kann sowohl von kurzfristigen, situativen Einflüssen als auch von langfristigen Grundinteressen geprägt sein. Sobald sich diese Interessen mit kommerziellen Angeboten der realen Welt oder Services im Internet in Verbindung bringen lassen, liegt es nahe, dafür zielgerichtet Werbung zu platzieren und damit Einnahmen zu generieren.

In ähnlicher Weise funktioniert die Werbung auf Social-Media-Plattformen. Einerseits repräsentieren bereits sogenannte Likes die Interessen des jeweiligen Anwenders. Aber auch die Kommentare und eigenverfassten Beiträge lassen sich heute mit Big-Data-Methoden analysieren. Der zunehmende Einsatz von Künstlicher Intelligenz erweitert diese Möglichkeiten immer treffender auch auf hochgeladene Bilder und Videos, an denen sich z. B. Facebook auch noch die Nutzungsrechte sichert. Über 2 Milliarden angemeldete und 1,3 Milliarden tägliche User generieren einen Datenbestand an individuellen Präferenzen, der nur wenig zu wünschen übrig lässt.

Durch Kooperationen im Rahmen von sogenannten Affiliate- oder eigenen Werbenetzwerken können Google und Facebook auch das

Verhalten auf den dort angeschlossenen Webseiten nachverfolgen („tracken“). Google erreicht durch diese Kooperationen einen Abdeckungsgrad des Surfverhaltens von über 90 %. Die Schätzungen für Facebook liegen bei gut 60 %.

Für die Marketingindustrie bilden diese technischen Möglichkeiten ein regelrecht gefundenes Fressen. Im Zeitalter der dritten Industrialisierungsstufe hatten sich die früheren Verkäufermärkte der Massenproduktion zu anspruchsvollen Käufermärkten mit individuellem Präferenzsystem gewandelt. Die Hilfsmittel, um Aufmerksamkeit bei diesen Käufern zu erreichen, waren aber ausgerechnet Massenwerbung in Printmedien, Radio und Fernsehen – ohne jegliche Individualisierung. Mit der Analyse des Verhaltens von Interessenten und tatsächlichen Käufern im Internet erhielten die Marketingleute durch Big Data endlich das in diesen Märkten erwünschte 360°-Rundumbild. Mit der immer größeren Nutzerzahl des Internets stiegen zwangsläufig auch die Online-Marketingausgaben. Damit erhielten Suchmaschinen und Social-Media-Plattformen das perfekte Monetarisierungskonzept.

3.2 E-Commerce – blühender Online-Handel

Der Handel ist eine Branche, in der Marketing ebenfalls eine zentrale Rolle spielt. Aufgrund der genannten Marketing-Potenziale ist es also nicht verwunderlich, dass die Verlagerung des Einkaufs ins Internet mit gewisser Verzögerung, aber sehr konsequent erfolgte. Vor allem bei standardisierbarer Ware oder solcher mit klar definierbaren Variationen bietet sich der Online-Handel an. Genau diesen Weg begann Amazon als ursprünglicher Buchhändler. Die frühzeitige Entwicklung eines Algorithmus für konkrete Produktempfehlungen auf Grund von Kaufmustern gilt bis heute als zentraler Bestandteil des Erfolgs. Amazon experimentiert auch heute ständig mit neuen Möglichkeiten und Konzepten,

um seine Geschäftsfelder mit ergänzenden Dienstleistungen anzureichern. Auch wenn einige davon fehlschlagen, sind andere umso erfolgreicher.

Da das eigentliche Handelsgeschäft nur knappe Margen generiert, finanzierte gerade die Cloud-Computing-Sparte viele Jahre lang das starke Umsatzwachstum. Das dabei erworbene Technologie-Know-how bildete gleichzeitig die Grundlage, Amazon als Verkaufsplattform für andere Händler und deren Warenwirtschaftssysteme zu öffnen. Obwohl das Eigengeschäft bereits eine hohe Dynamik aufweisen konnte, resultierte gerade aus diesem Schritt noch einmal eine erhebliche zusätzliche Beschleunigung. Abbildung 9 dokumentiert eindrucksvoll, wie sich das Wachstum von Amazon in Deutschland von dem namhafter Anbieter wie Otto-Versand oder Zalando abhebt. Darüber hinaus erzielt das umsatztreibende Plattform-Geschäft auch noch höhere Deckungsbeiträge.

Weitere Konzepte, wie der Amazon-Prime-Service, mit kostenloser Lieferung über Nacht sowie integrierter Streamingplattform mit breitem digitalem Audio- und Videoangebot, sorgen für eine starke Kundenbindung. Spätestens mit Einführung des Alexa-Sprachservice und den Endgeräten der Echo-Reihe wird offensichtlich, dass Amazon auch im Zukunftsfeld der Künstlichen Intelligenz ein weltweit führender Player ist, der sein Technologie- und Organisations-Know-how konsequent weiterentwickelt.

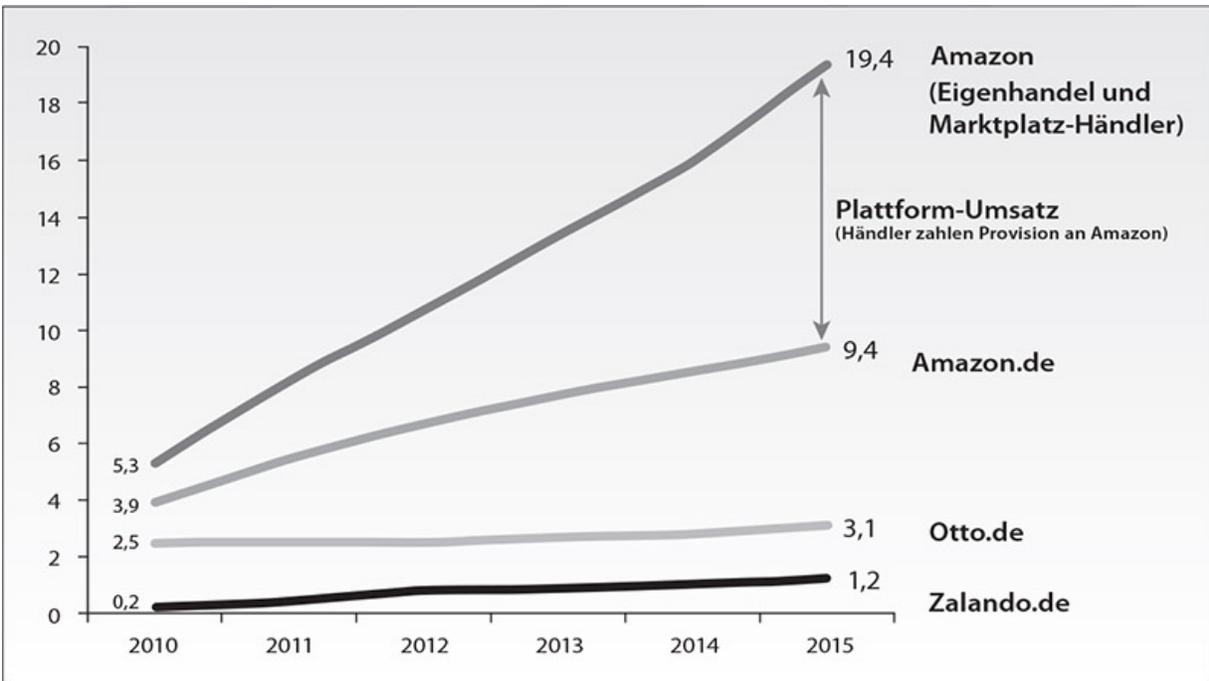


Abb. 9: Durchschnittliche Wachstumsraten bedeutender Online-Händler in Deutschland. (Nach IFH 2016)

3.3 Apple – proprietäre Hardware als Erfolgskonzept

Apple begann seine Firmengeschichte als Hersteller von intuitiv zu bedienenden Computern bereits 1976. Nachdem das Unternehmen in den 1990er-Jahren vor der Insolvenz stand, gelang unter Führung des ebenso exzentrischen wie charismatischen Steve Jobs ein beispielloser Turnaround durch innovative, mobile Endgeräte. Den Anfang dieser Reihe bildete der iPod als digitales Audiogerät. Dann folgten das bereits erwähnte iPhone mit seiner Schlüsselfunktion für das mobile Internet und später das iPad, das erste Tablet.

Der mit Abstand größte Teil des Gewinns, der in den letzten Jahren zwischen 40 und 50 Mrd. US \$ betrug, kommt aus dem Verkauf dieser Geräte. Eine hohe Kundenbindung sorgt dafür, dass die iPhones meist nach 2 bis 3 Jahren durch ein Nachfolgemodell ersetzt werden.

Apple verstand es schon sehr früh, seine Hardware als Plattform zu nutzen, um dadurch ein eigenes, stark abgeschottetes Ökosystem zu

entwickeln. Im Vergleich zum Google Play Store werden dort deutlich mehr kostenpflichtige Apps angeboten, von deren Einnahmen Apple 30 % für sich beansprucht. Ähnlich sind die Sätze beim Klicken auf Anzeigen innerhalb werbefinanzierter Apps. Weitere Gebühren fallen für die Nutzung größerer Speicherplatzkontingente der iCloud an und 15 % beim Download von Audio-, Videoinhalten oder Zeitschriftenabos (vgl. NELLIS 2018). Die Marktsättigung bei Smartphones zeigt sich zunehmend auch in den Bilanzen von Apple. Daher ist das Unternehmen bemüht, seine Servicesparte deutlich auszubauen.

3.4 Globale Folgen

Wie gezeigt, resultieren aus dem Zusammenwirken der vorgestellten Technologien neuartige Geschäftsmodelle. Teilweise bilden sich komplett neue Märkte, die der klassischen Lehre abnehmender Skalenerträge nicht mehr unterliegen. Fast immer aber resultieren daraus auch massive Veränderungen in bestehenden Märkten. Dieser Effekt wird als Disruption bezeichnet. Für traditionelle Anbieter hat dies nicht selten eine existenzgefährdende Wirkung. Für 2019 erwartet man, dass Google und Facebook rund 2/3 der weltweiten Online-Werbeumsätze auf sich vereinen. Als Verlierer gelten Verlags- und Medienhäuser, bei denen ein zunehmender Stellenabbau zu verzeichnen ist (vgl. NÖTTING 2019).

Aus wettbewerbsrechtlicher Sicht bedenklich ist die Marktkonzentration nach einem „Winner takes it all“- bzw. „Winner takes most“-Prinzip. Wenn Konkurrenten nicht aus dem Markt gedrängt werden, werden sie häufig aufgekauft. Innerhalb der Top 10 der wichtigsten Apps in den USA stammen insgesamt 8 von Facebook und Google (COMSCORE, PODOTTO, CHEN, MC ELYEA 2017). YouTube und Instagram oder WhatsApp sind z. B. keine Eigenentwicklungen, sondern zugekauft.

Bezeichnend ist die Tatsache, dass das Akronym GAFKA von der Europäischen Union geprägt wurde. In ganz Europa ist derzeit kein einziges Unternehmen in der Lage, diesen Unternehmen ernsthaft Konkurrenz zu machen. Traditionelle Anbieter, die ihrerseits solche Plattformen als Katalysator für die eigene Umsatzsteigerung nutzen wollen, müssen sich grundsätzlich strengen vertraglichen Reglementierungen unterwerfen. Im Streitfall hat dabei der Plattformbetreiber immer die besseren Karten oder profitiert von Kannibalisierungseffekten.

Im Zusammenhang mit der Globalisierung des Geschäfts zeigt sich auch, dass die hohen Gewinne durch Ausnutzen ausgeklügelter Schlupflöcher im internationalen Steuersystem kaum versteuert werden. Zusätzlich werden diese – zwar nicht illegal – in Steueroasen transferiert. Seit Jahren befinden sich daher die großen Internet-Anbieter im Visier der EU-Kommission.

Praktische Grenzen der globalen Ausdehnung entstehen eher durch nationale Regulatorik oder kulturelle Hürden. Dies betrifft häufiger noch die „zweite Garde“ der Internetplattformen. In Deutschland hat der Gesetzgeber z. B. schon früh den Internethandel mit Medikamenten stark reglementiert und die deutschen Apotheken vor Anbietern wie Doc Morris geschützt. Auch der bekannte Mobilitätsanbieter Uber hat bislang in Deutschland nur eine stark beschränkte Zulassung erhalten, da hierzulande spezielle Anforderungen an professionelle Transportdienstleister gestellt werden. Für Airbnb werden angesichts knapper Wohnungsangebote ebenfalls Gesetze erlassen, die eine zu starke Ausbreitung eindämmen sollen.

Noch bezeichnender ist die Tatsache, dass die westlichen Anbieter sich vor allem in China schwer tun, wie weiter unten noch ausgeführt wird.

4. Gesellschaftliche Konsequenzen

„Wir wissen, wo du bist. Wir wissen, wo du warst. Wir wissen mehr oder weniger, worüber du nachdenkst.“

Dieser Satz wird Eric Schmidt, seinerzeit CEO von Google, zugeschrieben. Zu diesem Zeitpunkt waren die allermeisten Internetangebote allerdings noch stationärer Natur, also in einer Zeit, in der deutlich weniger Daten gesammelt werden konnten.

4.1 Gesteuerter Massenindividualismus mit Schwächen

Denkt man die Konsequenzen der Entwicklung von Technologien und Geschäftsmodellen weiter, so wird jeder heutige Internetanwender zwangsläufig zur gläsernen Person im Hinblick auf sein Verhalten und seine individuelle Denkweise. Daher begnügen sich Anbieter im Rahmen der in Abbildung 8 dargestellten Reifegrade künftig nicht mehr mit der Analyse oder dem Aufdecken von Strukturen, Zusammenhängen und Ursachen. Vielmehr bewegen sich die derzeit innovativen Serviceangebote zunehmend auf der Reifegradebene *Predictive*. In diesem Zusammenhang werden aktuell folgende Konzepte als zukunftsweisend genannt:

- *anticipatory shipping* – Optimierung von Lagerhaltung und Lieferketten:
Dies ermöglicht gerade im margenschwachen Online-Handel eine Reduzierung teurer Lagerbestände und stellt trotzdem die Verfügbarkeit der Artikel sicher. Dadurch lassen sich erhebliche Kosten sparen und trotzdem die Kundenzufriedenheit steigern.
- *predictive maintenance* – Vorbeugende Instandhaltung: Auf Basis engmaschig erfasster und zeitnah ausgewerteter Sensordaten sollen Maschinen vorbeugend gewartet und Ersatzteile ausgetauscht werden, ehe durch Verschleiß oder sonstige Schäden eine kostenintensive Reparatur notwendig wird. Auf diese Weise lassen sich teure, ungeplante Maschinenstillstände verringern oder ganz verhindern.

- *predictive shopping* – Bedürfnisse befriedigen, ehe der Kunde sich deren bewusst ist:
Solche Möglichkeiten sind z. B. in Zusammenhang mit der automatischen Bestandsführung smarter Kühlschränke oder beim drohenden technischen Defekt von Haushaltsgeräten denkbar. Bei besonders mode- oder statusbewussten Zeitgenossen sind sogar automatisierte Lieferungen denkbar (und werden in Einzelfällen bereits praktiziert), wenn neue Kollektionen oder Nachfolgeprodukte im Markt eingeführt werden. Solche Verhaltensweisen können selbstverständlich durch gezielte Werbemaßnahmen aktiv gefördert werden.
- *loyalty prediction* – Vorhersage von Wechselgefahren bei Beziehungen: Diese Funktion ist einerseits darauf ausgerichtet, ein ausgeklügeltes Kundenbindungsprogramm, z. B. in Verbindung mit dem o. g. *predictive shopping*, umzusetzen. Ähnliches gilt aber auch bei Mitarbeitern innerhalb von Unternehmen, wenn deren Verhaltensmuster eine Kündigung signalisieren. Je nach Einschätzung aus Sicht ihrer Vorgesetzten können dann Aktivitäten lanciert werden, die eine Trennung beschleunigen oder verhindern. Bei privaten Beziehungen werden solche Methoden bereits heute verwendet: Im Fall von Facebook ist bekannt, dass man aufgrund von Verhaltensdaten anstehende Trennungen von Paaren mit hoher Genauigkeit über Wochen und Monate vorhersagen kann. Als Konsequenz werden diesen z. B. vermehrt Anzeigen von Partner-Börsen eingeblendet.
- *predictive modeling* – dient zur Erstellung von menschlichen Verhaltensprofilen:
Bei diesem Ansatz ist die Verhaltensanalyse noch umfassender. Auf dieser Basis können z. B. Versicherungsangebote oder Finanzanlagen individuell auf einzelne Personen zugeschnitten werden. Auch für Sicherheitsbehörden ergeben sich dadurch völlig neue Möglichkeiten zur Verbrechensvorhersage und deren Vermeidung. Auch

Verkehrskonzepte in Verbindung mit autonomem Fahren binden Prognosemodelle ein, um die Sicherheit zu erhöhen.

Insgesamt bestehen also erhebliche Potenziale für eine weitere Steigerung der Befriedigung der jeweils individuellen Kundenbedürfnisse und einer erhöhten Sicherheit der Bürger.

Die von Marketingleuten idealisierte und an benutzerspezifischen Interessen orientierte Informationsversorgung führt aber auch zu Effekten, die man als Filterblase oder Echokammern bezeichnet. Gerade auf Social-Media-Plattformen bilden sich Interessengruppen, in denen durch ständige Wiederholung und Verstärkung gleichartiger Aussagen eine Gleichschaltung von Meinungen stattfindet. In diesen virtuellen Räumen kann sogar eine Radikalisierung erfolgen, die bekanntermaßen mehrfach in religiös begründeten terroristischen Anschlägen mündete. Auch für die Verbreitung fremdenfeindlicher und populistischer Aussagen oder Verschwörungstheorien sind Social-Media-Plattformen wirksame Werkzeuge. Im US-Präsidentschaftswahlkampf 2016 wurden so möglicherweise unsichere Wähler zu Gunsten des späteren Gewinners Donald Trump beeinflusst, auch wenn der Einfluss des federführenden Big-Data-Dienstleisters Cambridge Analytica nicht objektiv nachgewiesen werden konnte.

4.2 China – Modellstaat der Zukunft?

Wie erwähnt, können kulturelle und gesetzliche Regeln den Globalisierungsbestrebungen digitaler Unternehmen Grenzen setzen. Dies gilt vor allem für China, welches aufgrund einer Kombination verschiedener weiterer Faktoren eine eigene hochentwickelte Digitalisierungsinfrastruktur aufgebaut hat.

Dort konnten sich innerhalb von rund 15 Jahren eigene Internet-Giganten entwickeln, die der GAFA-Fraktion kaum nachstehen. Förderlich

für die nationalen Anbieter sind außerdem starke Marktregulierungen und Zensur, deren Unterwerfung sich beispielsweise Google weitgehend verweigerte. Auch Webseiten und Apps aus dem Facebook-Konzern sind verboten. Amazon hat nach jahrelangen zähen Versuchen im April 2019 den Rückzug seines Handelsgeschäfts angekündigt. Allenfalls für Apple stellt China ein wichtiger Markt dar, auch weil große und namhafte Zulieferer dort ihren Sitz haben.

So verwundert es nicht, dass vor allem folgende Unternehmen den Markt dominieren:

- *Baidu*: Suchmaschine (analog zu Google)
- *Alibaba*: Online-Händler mit B2B- und B2C-Geschäft (umfassender als Amazon)
- *Tencent*: umfassende App-Plattform (analog zu Facebook, PayPal und Apple App Store)
- *JD.com*: Online Händler (ähnlich z. B. Zalando)
- *Huawei*: Smartphone- und Internet-Infrastrukturhersteller (umfassender als Apple)

Vor allem Tencent genießt eine herausragende Bedeutung. Seit 2011 bietet das Unternehmen mit WeChat eine Smartphone-App an, die die Fähigkeiten des Facebook-Konzerns deutlich übertrifft. Ihr Funktionsumfang umfasst Social Media, Messaging und Multimedia-Funktionen, die den zusammengefassten Angeboten von Facebook, WhatsApp und Instagram oder Snapchat nicht nachsteht. Darüber hinaus bietet WeChat einen eigenen Appstore in der App selbst an. Großer Beliebtheit erfreut sich ein extrem großes Angebot an Online-Spielen. Neben dieser Vielfalt gilt die integrierte Bezahlungsmöglichkeit als regelrechte Killerfunktion: quasi jeder Händler akzeptiert WeChat – sei er auch noch so klein. Außerdem erweist sich WeChat aus staatlicher Sicht als interessant, da eine interne ID einen Identitätsnachweis des Benutzers ermöglicht.

Folglich ist WeChat für seinen intensiven Datenaustausch mit staatlichen Behörden bekannt. So verbot die chinesische Regierung beispielsweise 2018 Tencent die Freischaltung einiger neuer Spiele-Apps, da bei zahlreichen der knapp 1 Mrd. Nutzer Spiellesucht festgestellt wurde. Außerdem wurde die Nutzung bestimmter Spiele nach 2 Uhr nachts untersagt, um ein Nachlassen der Leistungsfähigkeit der Bevölkerung in Folge von Schlafmangel zu begrenzen.

Zensur von Suchergebnissen und das Analysieren von Messaging-Nachrichten ist allgemeiner Bestandteil des chinesischen Internet-Angebots. Parallel dazu verfügt China bereits heute in Großstädten über eine ausgeprägte Infrastruktur von Überwachungskameras. Bis 2020 soll dieses möglichst flächendeckend mit Gesichtserkennung, auch z. B. für Schließtechnik in Wohnhäusern, ausgebaut werden. Dies ist Teil eines geplanten Social-Scoring-Systems, mit dem Wohlverhalten der Bürger belohnt und Fehlverhalten sanktioniert werden soll. Das Sammeln von Scoring-Punkten führt z. B. zu einfacherem Zugang zu Krediten, verbesserten Chancen bei der Suche nach Mietwohnungen oder Arbeitsplätzen. Malus-Punkte, wie etwa das Übertreten oder -fahren roter Ampeln, ein unzureichender Besuch bei Eltern oder Schwiegereltern sowie Alkoholkonsum erschweren dagegen den Zugang zu diesen Angeboten.

5. Aktuelle Entwicklungen

Die Digitalisierung, in Deutschland eng mit dem Begriff Industrie 4.0 verbunden, bringt wie schon frühere Stufen der Industrialisierung, erkennbare Wohlfahrtsgewinne. Die Maximierung der individuellen Bedürfnisbefriedigung ist auf dieser Stufe zur Handlungsmaxime geworden. Das technologische Instrumentarium erlaubt quasi eine Massenindividualisierung.

Ob dies letztlich mit einer höheren Lebenszufriedenheit oder Steigerung der persönlich empfundenen Sicherheit einhergeht, ist eher zweifelhaft, da durch die immer intensivere Werbung gleichzeitig neue Bedürfnisse geweckt werden. Damit lässt sich dauerhafte Unzufriedenheit und ebenso dauerhafte Nachfrage sicherstellen. Außerdem nimmt in einer immer komplexeren Welt die Mündigkeit, d. h. die Fähigkeit zur reflektierten Entscheidung, alleine schon aus Gründen allgemeiner Überforderung ab. Dies dürfte sich verstärken, wenn künftig Alltagsentscheidungen durch Big Data und Künstliche Intelligenz übernommen werden und der moderne Mensch diesbezüglich regelrecht „aus der Übung“ kommt.

Die Vorhersagbarkeit menschlicher Entscheidungen auf Basis von Big Data wirft außerdem aus philosophischer und theologischer Sicht die grundlegende Frage nach dem freien Willen des Menschen auf. Martin Luther beispielweise vertrat klar die These, der Mensch sei unfrei sowohl speziell bezüglich seiner persönlichen Heilsentscheidung als auch im allgemeinen Alltagsleben. Big Data befördert und bestätigt diese These also – wenn auch der Blickwinkel von Technikern und Soziologen ein anderer ist. Unter Philosophen ist die These der Willensfreiheit strittig. Ebenso unklar sind diesbezügliche Ergebnisse der modernen Hirnforschung.

Klar ist dagegen, dass sich mit den heutigen Technologien nahezu jedes Individuum umfassend und ohne dessen bewusste Wahrnehmung engmaschig überwachen lässt. Der Slogan „Big Brother is watching you“ wird so zur „banalen“ Alltagsrealität. In totalitären Staaten wie China besteht ganz offiziell, in demokratischen Ländern eher unterschwellig die Gefahr, Bürger im Sinne der jeweils herrschenden Klasse zu konditionieren. Damit drohen Staaten künftig in Muster zu verfallen, die bereits in dystopischen Romanen wie „1984“ von George Orwell oder „Schöne neue Welt“ von Aldous Huxley vorgezeichnet wurden.

Die meisten, vermeintlich aufgeklärten Bürger in der westlichen Welt reagieren auf die Überwachungssituation mit der Aussage „das macht doch nichts, ich habe nichts zu verbergen“. Im einfachsten Fall übersehen diese Zeitgenossen, dass sie alleine durch die Preisgabe ihrer Daten zum Spielball der Online-Anbieter werden. Mit dem Ausspionieren werden Milliardengewinne erwirtschaftet, mit denen die Manipulation stetig verbessert werden kann. Chinesische Bürger begrüßen sogar aufgrund ihrer kulturellen Prägung das auf dieser Grundlage entwickelte System des Social Scoring und die Konditionierung durch einen Überwachungsstaat.

Gravierende Folgen können aus der künftigen gesellschaftlichen Weiterentwicklung resultieren. Die Geschichte zeigt, dass sich im Verlauf der Zeit auch der zugrundeliegende rechtliche Rahmen sowie das Wertesystem verschieben. Individuen und Gruppen, die alleine durch Veränderung der geltenden Rechtsnormen im Zeitverlauf zu Andersdenkenden werden, drohen dann künftig im Zuge solcher Analysen Gefahren von Unterdrückung oder gar Verfolgung.

Immerhin zeigen sich im Frühjahr 2019 erste Hinweise auf eine mögliche Veränderung der Situation in der westlichen Welt. Lange Zeit schien es, dass die GAFK-Fraktion und weitere Anbieter wie bei einem Hase-und-Igel-Rennen immer die Schnelleren waren. So widersetzten sie sich lange Strafzahlungen von Institutionen wie der EU. Die seit 2019 geltenden Regelungen, nach denen internationale Plattformen für die Umsatzsteuer gewerblicher Nutzer haften, zeigen zunehmend Wirkung. Außerdem dokumentieren erstmals die Bilanzergebnisse zum 1. Quartal 2019 sowohl von Google als auch Facebook, dass man zwischenzeitlich Rückstellungen in Milliardenhöhe gebildet hat, mit denen man sich den Auflagen der EU beugt.

Aufgrund der vergleichsweise neuen EU-Datenschutzgrundverordnung vom Mai 2018 sind künftig ähnliche Strafen wegen Datenmissbrauchs zu erwarten. Nach jahrelangen Skandalen um völlig unzureichenden Umgang

mit Datenschutz und Privatsphäre bei Facebook gibt es nach einigen eher scheinheiligen Anläufen möglicherweise erste ernsthafte Versuche, auch diese Gesetzesanforderungen zu befolgen. Mark Zuckerberg formulierte dies Ende April 2019 mit dem Slogan „future is private“. Gleiches gilt für Google, das den Nutzern seit Anfang Mai 2019 erstmals automatisch das Löschen von Web- und App-Aktivitäten ermöglicht. Dies betrifft auch Standortdaten und Suchverläufe. Bei Facebook geht man zwischenzeitlich sogar noch einen Schritt weiter: Nutzer sollen möglicherweise für das Konsumieren von Werbung entlohnt werden. Die Bezahlung würde vermutlich aber nur in einer eigenen Kryptowährung erfolgen, die Facebook angekündigt hat.

6. Ausblick

Trotz Hoffnungsschimmer bei westlichen Internetkonzernen droht aus China quasi eine „gelbe Gefahr“. Gerade die immer bedeutender werdende Künstliche Intelligenz hängt in ihrer derzeit bedeutendsten Spielart, den künstlichen neuronalen Netzen, in ihrer Weiterentwicklung maßgeblich von sehr großen Datenmengen ab. Aufgrund chinesischer Gleichgültigkeit gegenüber jeglicher Privatsphäre besteht die Gefahr, dass westliche Unternehmen künftig bei dieser Schlüsseltechnologie gegenüber dortigen Anbietern zurückfallen. Ein möglicher Ausweg des Westens wäre das jüngst von Teilen der Politik geforderte öffentliche Zur-Verfügung-Stellen anonymisierter Datenpools aus den Quellen der großen Internetanbieter. Dies umzusetzen ist allerdings mit zahlreichen praktischen Herausforderungen verbunden.

Unabhängig davon verändern Cloud Computing, Big Data und KI die Gesellschaft der Zukunft rapide. Sie prägen zunehmend auch solchen Branchen den Stempel der Informationstechnologie auf, die in der Vergangenheit dem gegenüber immun schienen. In mehrererlei Hinsicht

beispielhaft und symbolisch gilt dies für die Biotechnologie. Abbildung 10 zeigt, wie sich die Kosten für die Sequenzierung des menschlichen Genoms im Zeitraum 2001 bis 2017 verändert haben.

Für die Entschlüsselung der ersten menschlichen DNA musste ein Forschungsteam um Craig Venter rund 100 Millionen US Dollar aufwenden. Derzeit betragen die Kosten dank Cloud Computing und Big Data Größenordnungen von nur noch 100 US-Dollar. In weniger als 20 Jahren wurden früher einmal nahezu unmöglich geglaubte Vorhaben zu „einfachen“ Massenprodukten bzw. -dienstleistungen, wie die Kostensenkung um den Faktor 1 Mio. zeigt. Dies ist noch weit mehr als das sonst häufig in der IT herangezogene Moore'sche Gesetz, nach dem sich die Kosten für gleiche Leistung alle 18 bis 24 Monate halbieren.

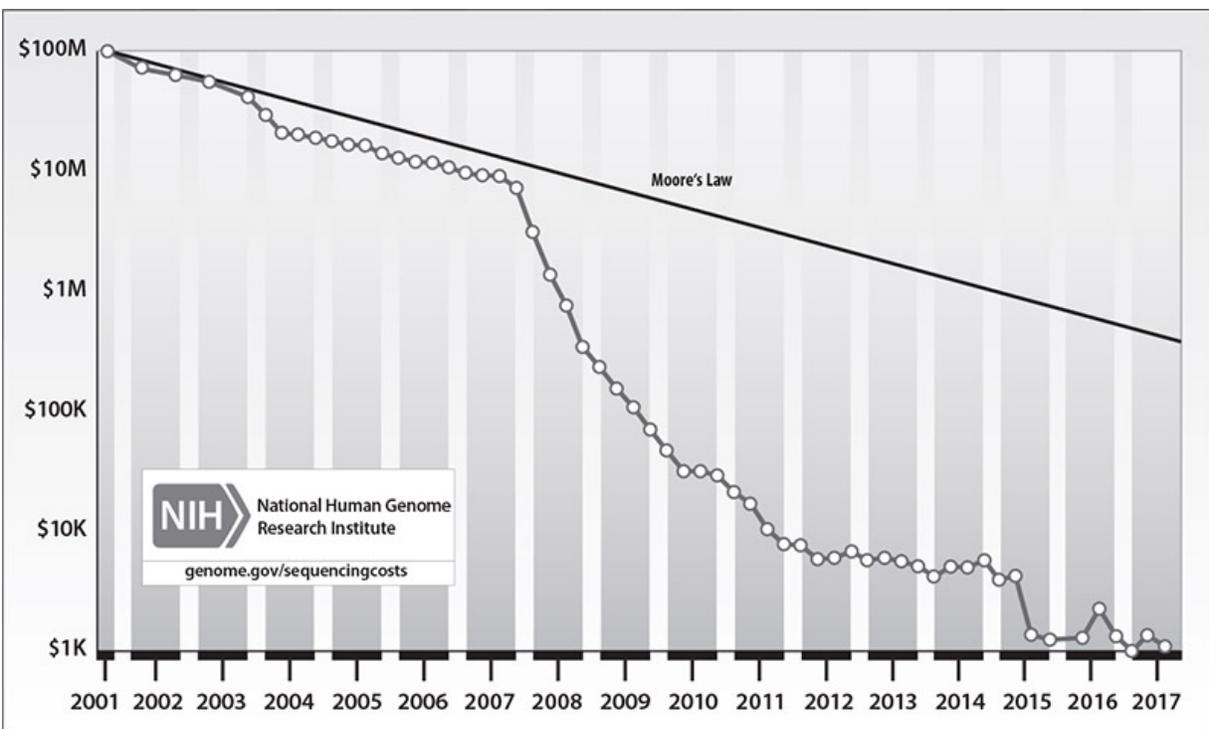


Abb. 10: Kosten für die Entschlüsselung menschlicher DNA. (Nach WETTERSTRAND 2018)

Alleine dieses Beispiel gibt einerseits berechtigte Hoffnung, dass künftig für zahlreiche, heute noch tödliche Krankheiten, in absehbarer Zeit realistische Heilungschancen entstehen. Dies gilt u. a. im Bereich der

Krebsforschung und Medikamentenentwicklung, die ebenfalls immer mehr datengetrieben erfolgen.

Spätestens in Verbindung mit den seit einigen Jahren verfügbaren CRIPR/CAS-Genschere ergeben sich künftig und zeitnah weitere Anwendungen in der Gentechnik. Gerade beim Genom Editing ist zu erwarten, dass Big Data das Verständnis der Zusammenhänge auch komplexester Strukturen erheblich steigert. Die Anwendung dieser Erkenntnisse im Rahmen von Eingriffen in das menschliche Erbgut ist ein zwangsläufig nächster Schritt. Eine Meldung vom November 2018 bezüglich der Geburt von per CRISPR/CAS9 veränderten Zwillingen, die auf diese Weise resistent gegen die Immunkrankheit AIDS sein sollten, belegt dies.

Als Fazit bleibt: Technischer Fortschritt sowie gesellschaftliche und moralische Probleme lassen sich nicht voneinander trennen. Sie erfordern ein dauerhaftes Ringen miteinander. Die Menschheit bleibt damit im Topos von Goethes Zauberlehrling gefangen: „Die ich rief, die Geister, werd‘ ich nun nicht los!“

Literatur

BANGE, C., GROSSER, T. & JANOSCHEK, N (2013): Big Data Survey Europe, Nutzung, Technologie und Budgets europäischer Best Practice Unternehmen. Würzburg:BARC Research Study.

COMSCORE, PODOTTO, CHEN & MC ELYEA (2017) The 2017 U.S. Mobile App Report.

<https://www.comscore.com/Insights/Presentations-and-Whitepapers/2017/The-2017-US-Mobile-App-Report>. [Zugriff am 23. 7. 2018]

DFKI (2011) Im Fokus: das Zukunftsprojekt Industrie 4.0; Handlungsempfehlungen zur Umsetzung; Bericht der Promotorengruppe Kommunikation.

ENSI-MARIA (2017) CloudOnMove – What do they mean? <http://cloudonmove.com/iaas-paas-saas-what-do-theyw-mean/>. [Zugriff am 1. 8. 2017. - 1. 5. 2019]

- FIZZA, M. & SHAH, M. A. (2016) 5G Technology: An Overview of Applications, Prospects, Challenges and beyond, IORP Int. Conference on Communication and Networks. 15. 3. 2016, S. 96.
- HAGERTY, J. (2016) Gartner – Technical Professional Advice. 2017 Planning Guide for Data and Analytics.
https://www.gartner.com/binaries/content/assets/events/keywords/catalyst/catus8/2017_planning_guide_for_data_analytics.pdf. [Zugriff am 30. 4. 2019]
- IEEE 802.3 (2019) Ethernet Working Group IEEE 802.3 Criteria for Standards Development (CSD).
<https://mentor.ieee.org/802-ec/dcn/18/ec-18-0249-00-ACSD-p802-3ct.pdf>. [Zugriff am 23. 4. 2019]
- IFH ECC (2016) Branchenreport Onlinehandel Jahrgang 2016. <https://www.ifhshop.de/studien/e-commerce/204/branchenreport-onlinehandel>. [Zugriff am 3. 6. 2017]
- KARMAKAR, R., CHATTOPADHYAY, S. & CHAKRABORT, S. (2017) Impact of IEEE 802.11n/ac PHY/MAC high throughput enhancements on transport and application protocols – A survey. IEEE Commun. Surveys Tuts., vol. 19, no. 4, QIV, S. 2050-2091.
- KOULTOURIDES, A. (2016) Rain Down Cost Savings With Cloud-Based Business Applications.
<https://blog.westmonroepartners.com/rain-down-cost-savings-with-cloud-based-business-applications/>. [Zugriff am 15. 4. 2019]
- LO, F. (2019) Big Data Technology – What is Hadoop? What is MapReduce? What is NoSQL?
<https://datajobs.com/what-is-hadoop-and-nosql>. [Zugriff am 26. 4. 2019]
- Mobile app usage (2019) . <https://www.statista.com/study/11559/mobile-app-usage-statista-dossier/>. [Zugriff am 25. 4. 2019]
- NELLIS, S. (2018) Apple services segment faces margin, competitive challenges.
<https://www.reuters.com/article/us-apple-services/apple-services-segment-faces-margin-competitive-challenges-idUSKBN1I32KX>. [Zugriff am 3. 5. 2019]
- NÖTTING, T. (2019) Google und Facebook bauen ihre Dominanz aus.
https://www.wuv.de/marketing/google_und_facebook_bauen_ihre_dominanz_aus. [Zugriff am 28. 2. 2019]
- SONDERGAARD, P. (2016) Gartner Keynote: CIOs Will Build the New Civilization Infrastructure.
<https://www.gartner.com/smarterwithgartner/gartner-keynote-cios-build-new-civilization->

[infrastructure/](#). [Zugriff am 18. 3. 2019]

STATISTA (2019a) Absatz von Smartphones weltweit seit 2009.

<https://de.statista.com/statistik/daten/studie/173049/umfrage/weltweiter-absatz-von-smartphones-seit-2009/>. [Zugriff am 23. 4. 2019]

STATISTA (2019b) Various sources. n. d. Number of apps available in leading app stores as of 3rd quarter 2018. <https://www.statista.com/statistics/276623/number-of-apps-available-in-leading-appstores/>. [Zugriff am 29. 4. 2019]

SULLIVAN, D. (2012) Search Engine Land. <https://searchengineland.com/google-search-press-129925>. [Zugriff am 8. 8. 2012. - 08. 03. 2019]

WETTERSTRAND, K. A. (2018) DNA Sequencing Costs: Data.

<https://www.genome.gov/aboutgenomics/fact-sheets/DNA-Sequencing-Costs-Data>. [Zugriff am 29. 4. 2019]

Data Mining, Big Data: Digitalisierung optimiert betriebliche Prozesse

Peter Korevaar

Big Data & Data Mining

Die im Titel dieses Beitrags genannten Begriffe „Digitalisierung“, „Big Data“ und „Data Mining“ sind in diesen Tagen in aller Munde. Dennoch gibt es oft Verwirrung und Unklarheit darüber, für was sie wirklich stehen. Denn diese Begriffe gehören zwar eng zusammen, aber sie bedeuten nicht dasselbe. Zur Verdeutlichung werden deshalb zunächst diese Begriffe einzeln kurz erklärt, und der Zusammenhang zwischen ihnen verdeutlicht. Dies ist für das weitere Verständnis dieses Beitrages wesentlich.

Digitalisierung ist das Erfassen von Informationen dergestalt, dass sie mit Hilfe von Computern verarbeitet werden können. Computer speichern schlussendlich jede Information in der Form von binären Sequenzen, d. h. von Abfolgen von 0 und 1. So wird die Zahl 27 im Computer durch die Abfolge 00011011 repräsentiert, der Buchstabe „A“ im ASCII Format durch die Abfolge 01000001. Computerprogramme, die die digitalen Informationen verarbeiten, sind selbst ebenfalls eine Abfolge von 0- und 1-Werten, ebenso Bilder, Musik und Videos.

Einige der Vorteile von Digitalisierung gegenüber dem Speichern von Information in analoger Form (wie z. B. belichteter Fotofilm, gedrucktes

Papier, Schallplatte), sind die leichte, fehlerfreie Vervielfältigung, die kompakte und kostengünstige Speicherung sowie die schnelle weltweite Übertragung. Vor allem aber die Tatsache, dass Computer diese Informationen verarbeiten können.

In den letzten Jahrzehnten hat die Menge an Information, die in digitaler Form zur Verfügung steht, explosionsartig zugenommen. Man spricht von einer „digitalen Revolution“. In diesem Zusammenhang bekommt der Begriff **Big Data** seine Bedeutung: Die Speicherung von großen Datenmengen wird erst durch die Digitalisierung ermöglicht. Dabei kann sich „Big“ auf verschiedene Dimensionen beziehen, die als die 3 V's bekannt sind:

- „Volume“ (Menge an gespeicherter Information)
- „Variety“ (Heterogenität der gespeicherten Information)
- „Velocity“ (Geschwindigkeit, mit der die Information gewonnen und gespeichert wird)

Die Erhebung, Speicherung und Verarbeitung der explosiv angestiegenen Datenmengen stellt die IT (Informationstechnologie) vor große Herausforderungen. Immer schnellere Computer und kompaktere und günstigere Speichermedien werden benötigt. Aber auch die Methoden der Datenkomprimierung, Datenbanken und datenverarbeitende Methoden, z. B. für Streaming Data, müssen sich rasant weiterentwickeln, um mit der Zunahme der Datenflut mithalten zu können.

Im Produzierenden Gewerbe eröffnen die Digitalisierung und die Verarbeitung der dort ständig gesammelten Daten so viele neue Möglichkeiten, dass hier von einer Revolution gesprochen wird, die als „Industrie 4.0“ bezeichnet wird, als Andeutung dafür, dass eine 4. industrielle Revolution stattfindet. Der mit dieser Revolution eng zusammenhängende Begriff „Internet of Things“ (IoT) bezeichnet die Tatsache, dass immer mehr Gegenstände mit Sensoren ausgestattet werden,

sich mit dem Internet verbinden können und dort Informationen und Messwerte weitergeben.

Einige Beispiele, wo Big Data im industriellen Bereich Anwendung findet, sind:

- Fabriksteuerung, Produktionsplanung und vorausschauende Wartungsmaßnahmen im Kontext von Industrie 4.0
- Einführung und Optimierung einer intelligenten Energieverbrauchssteuerung (Smart Metering)
- Das Anwenden der „Big Data“-Prozesse auf IT-Systeme, um effizientes und innovatives IT-Management zu betreiben
- Nutzbarmachung von großen Datenmengen in der Landwirtschaft (im Zuge von Smart Farming)
- Verarbeitung von Daten aus Wettersatelliten und anderen naturwissenschaftlich eingesetzten Sensoren
- Nutzung von Messdaten, um Maschinenfehler frühzeitig zu erkennen und zu vermeiden
- Nutzung von Verbrauchsdaten, um die Langzeitnachfrage von Ersatzteilen vorherzusagen

Aber auch außerhalb des industriellen Bereichs werden Unmengen an Daten gesammelt, man denke nur an E-Mails, Internetseiten, Facebook oder Twitter. Einige konkrete Beispiele für die Anwendung von Big Data im sozialen Bereich sind:

- Auffinden von Fachkräften durch datengestützte Webanalysen
- Bonitätsprüfung (Big-Data-Kreditscoring)
- Direktmarketing: direkte, persönliche Ansprache von z. B. Kunden oder Wählern zur Beeinflussung von Kauf- bzw. Wahlentscheidungen oder mit dem Ziel sonstiger Meinungs- oder Verhaltensbeeinflussung

- Entdeckung von Unregelmäßigkeiten bei Finanztransaktionen (Fraud-Detection)
- Risikobewertung und Anpassung von Versicherungsbeiträgen in Abhängigkeit vom Verhaltensmuster
- Erkennen von Zusammenhängen in der medizinischen Diagnostik
- Vorhersage von Epidemien
- Verbesserungen der Arbeitsbedingungen für Mitarbeiter, etwa die Reduzierung von Burnout-Raten, durch datenbasierte Change-Projekte
- Zeitnahe Auswertung von Webstatistiken und Anpassung von Online-Werbemaßnahmen

Die hier genannten Beispiele für die Anwendung von Big Data zeigen, dass es dabei nicht nur um die Speicherung vieler Daten geht, sondern darum, aus diesen Daten Informationen zu gewinnen. Dieser Vorgang wird allgemein unter dem Begriff **Data Mining** zusammengefasst. Es handelt sich dabei weniger um ein bestimmtes Verfahren der Datenverarbeitung, sondern vielmehr um einen Sammelbegriff für alle Methoden, die angewandt werden, um aus vorhandenen Daten möglichst viele und sinnvolle Informationen zu bekommen. Für diesen Vorgang wird oft auch der Begriff Data Analytics verwendet, und die Weiterentwicklung der Methoden des Data Mining hat einen neuen Wissenschaftszweig, die Data Science, ins Leben gerufen. Zunehmend mehr Universitäten und Hochschulen bieten einen Data Science-Studiengang an.

An einem kleinen Beispiel soll nun illustriert werden, was Data Mining leisten kann und dass dies keineswegs eine triviale Angelegenheit ist, selbst dann nicht, wenn der vorhandene Datensatz überschaubar klein ist.

In Abbildung 1 sind die gemessenen Wetterbedingungen an vergangenen geplanten Spieltagen beim Tennis World Cup in Wimbledon zu sehen sowie die Information, ob bei den gemessenen Werten gespielt wurde oder nicht. Unter der Annahme, dass die gemessenen Wetterwerte für die Entscheidung „spielen“ oder „nicht spielen“ verantwortlich sind, ist nun

die Frage zu beantworten, welchen Zusammenhang es gibt, den man in einem Regelwerk abbilden kann, um künftig entscheiden zu können, ob gespielt wird. Ein solches Regelwerk wird auch als Entscheidungsbaum bezeichnet und ist eine Abfolge von Konditionen: Wenn A zutrifft und B zutrifft und ..., dann wird gespielt bzw. nicht gespielt.

Himmel	Temperatur	Luftfeuchte	Wind	Spielen
sonnig	heiß	hoch	nein	nein
sonnig	heiß	hoch	ja	nein
bewölkt	heiß	hoch	nein	ja
regnerisch	mild	hoch	nein	ja
regnerisch	kühl	normal	nein	ja
regnerisch	kühl	normal	ja	nein
bewölkt	kühl	normal	ja	ja
sonnig	mild	hoch	nein	nein
sonnig	kühl	normal	nein	ja
regnerisch	mild	normal	nein	ja
sonnig	mild	normal	ja	ja
bewölkt	mild	hoch	ja	ja
bewölkt	heiß	normal	nein	ja
regnerisch	mild	hoch	ja	nein

Abb. 1: Wie das Wetter darüber entscheidet, ob in Wimbledon gespielt wird.

Aufgrund der geringen Anzahl von lediglich 14 Fällen in dem hier gezeigten Beispiel kann ein solches Regelwerk manuell erstellt werden, in dem man die einzelnen Fälle von oben nach unten abarbeitet. Es entsteht dann der in Abbildung 2 gezeichnete Entscheidungsbaum.

Data MiningVerfahren erstellen solche Entscheidungsbäume automatisch. Aber nicht nur irgendwelche, sondern möglichst einfache. Sie beantworten also nicht nur die Frage, ob es ein Regelwerk gibt, das die

beobachteten Fälle abbildet, sondern auch, welches das einfachste Regelwerk ist.

Der sogenannte C5.0-Algorithmus findet einen wesentlich einfacheren Entscheidungsbaum, siehe Abbildung 3. Zwei Besonderheiten fallen dabei auf:

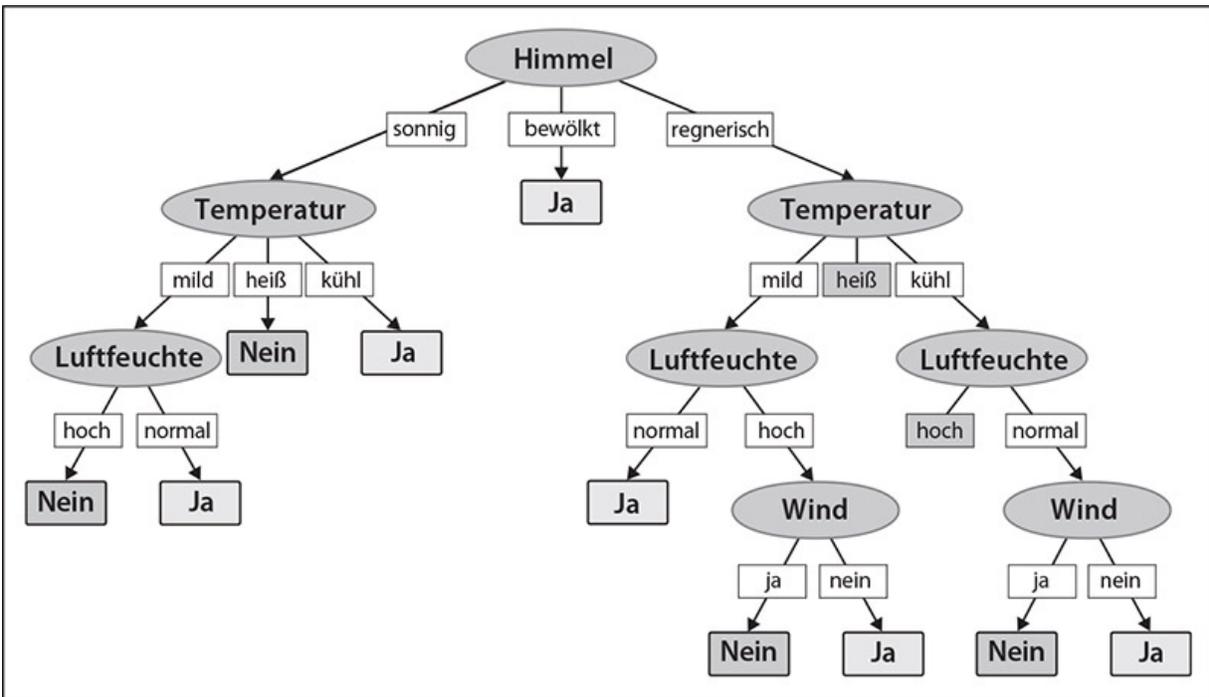


Abb. 2: Manuell erstellter Entscheidungsbaum für „spielen“ oder „nicht spielen“.

1. Anstelle von bis zu vier Verzweigungen, wie in Abbildung 2, enthält der optimale Baum nur noch zwei Verzweigungen
2. Die Temperatur spielt für die Entscheidung keine Rolle!

Das Regelwerk für die Entscheidung „spielen“ oder „nicht spielen“ kann nun aus dem optimalen Baum abgelesen und wie folgt zusammengefasst werden:

- Wenn es sonnig ist, wird nur bei normaler Luftfeuchtigkeit gespielt
- Wenn es regnet, wird nur gespielt, wenn es windstill ist
- Ansonsten wird immer gespielt

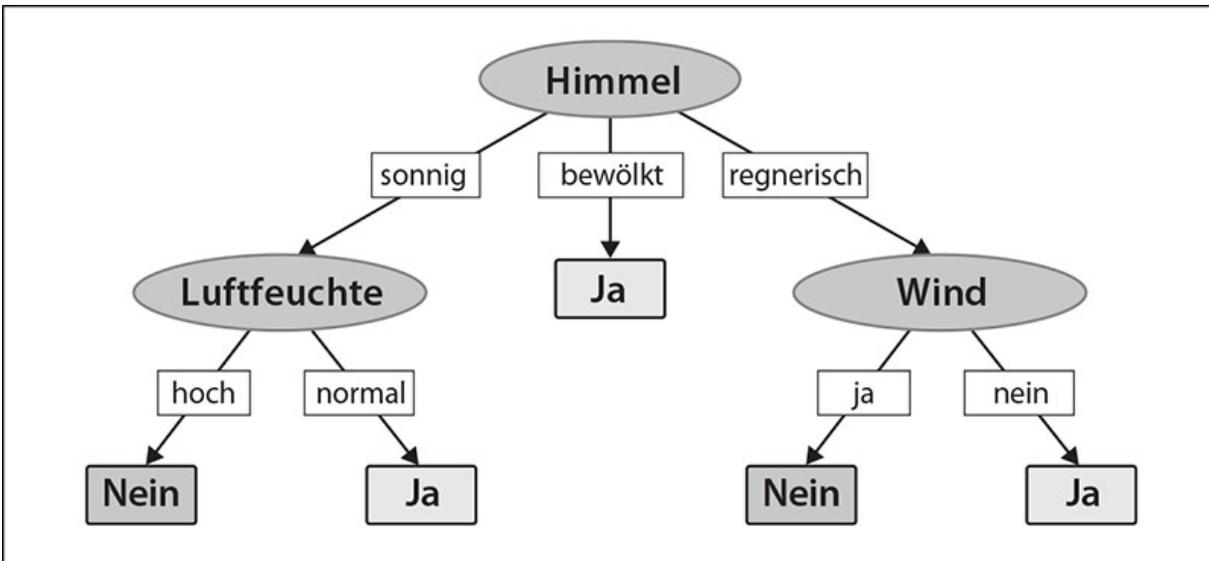


Abb. 3: Optimaler Entscheidungsbaum für „spielen“ oder „nicht spielen“.

Eine erstaunliche Leistung, die ein Mensch so nicht unmittelbar bewältigt! Reale Beispiele sind nicht nur viel größer in den 3 V's (Volume, Variety, Velocity), sondern haben auch zu kämpfen mit unvollständigen Datensätzen, fehlerhaften Informationen und Widersprüchen. Damit richtig umzugehen und dennoch klare Zusammenhänge zu finden, ist eine Wissenschaft für sich: eben die Data Science.

Kognitives Computing

„Ein Computer kann nicht denken, nur rechnen.“ Viele geben sich heute mit dieser Aussage nicht einfach zufrieden, sondern versuchen, Computerprogramme so zu gestalten, dass es so aussieht, als würden sie denken wie wir Menschen. Dieses Bestreben ist als „Kognitives Computing“ oder „denkendes Rechnen“ bekannt und hat im letzten Jahrzehnt einen Höhenflug genommen.

Dabei spielen verschiedene Elemente gleichzeitig eine Rolle:

- Der Computer muss eine natürliche Sprache „verstehen“, sowohl akustisch als auch geschrieben.

- Der Computer muss lernfähig sein, d. h. durch Erfolge und Misserfolge „schlau“ werden.
- Der Computer muss komplexe Zusammenhänge im richtigen Kontext „begreifen“.

Die Begriffe „verstehen“, „schlau“ und „begreifen“ sind hier absichtlich in Anführungszeichen gesetzt, da der Computer diese Dinge nicht in unserem Sinne empfindet. Er empfindet nichts, da ein Computer kein Bewusstsein hat. Es geht hier lediglich darum, die Interaktion zwischen Computer und Mensch für uns natürlicher erscheinen zu lassen und die Prozesse, die in unserem Gehirn ablaufen, wenn wir lernen, im Computer nachzubauen.

Die Firma IBM erreichte in 2011 einen Durchbruch in der Entwicklung solch kognitiver Systeme. Unter dem Namen „Watson“ (IBM-Gründer und Name des IBM-Entwicklungslabors, wo diese Programme entwickelt wurden) nahm ein von IBM entwickeltes kognitives Programm, installiert auf einem IBM-Großrechner, am Jeopardy-Spiel teil (www.youtube.com/watch?v=WFR3lOm_xhE) und schlug die weltbesten Spieler. Das Jeopardy-Spiel ist in USA sehr beliebt. Es ist mit der im deutschsprachigen Raum bekannten TV-Show „Der Große Preis“ verwandt. In verschiedenen Kategorien und in unterschiedlichen Schwierigkeitsgraden werden Aussagen gemacht, zu denen 3 Kandidaten die richtigen Fragen stellen müssen. Die monetären Werte der einzelnen Aussagen hängen mit dem Schwierigkeitsgrad zusammen. Wer zuerst den roten Knopf drückt, darf die zugehörige Frage stellen. Ist die Frage korrekt, wird diesem Spieler der Wert der Aussage gutgeschrieben, und er darf die nächste Kategorie und Schwierigkeitsstufe auswählen. Ist die Frage falsch, wird ihm der Wert der Aussage von seinem Konto abgezogen. Ein Beispiel: Kategorie „Politik und Gesellschaft“, Wert 200 Dollar. Die Aussage lautet „Am 9. August 1974 trat dieser Präsident der Vereinigten Staaten freiwillig von seinem Amt zurück“. Die korrekte Frage dazu lautet „Wer war Richard Nixon?“

Da die Aussagen zu den unterschiedlichsten Kategorien gehören können und die Kandidaten, nachdem die Aussage gemacht wurde, oft im Bruchteil einer Sekunde die Frage dazu stellen müssen, um schneller als die Gegner zu sein, bedeutet dies ein beeindruckendes Allgemeinwissen.

Wie macht das nun Watson? Der Computer zerlegt die Aussage in seine Elemente, durchforscht dann viele Datenbanken (Zeitungsartikel, Lexika, Bücher, Zeitschriften) nach Hinweisen, die im Zusammenhang mit dieser Aussage stehen, priorisiert diese nach der Wahrscheinlichkeit, dass sie korrekt sind, und nimmt dann die wahrscheinlichste Frage, vorausgesetzt, sie ist wahrscheinlich genug, denn eine falsche Frage kostet ja wertvolle Dollars. Und das alles in weniger als einer Sekunde! Es ist zu betonen, dass es sich hierbei nicht nur um die Suche nach Schlüsselwörtern handelt, sondern um ein wirkliches Herausarbeiten von Zusammenhängen. Dies soll nun anhand eines Beispiels klar gemacht werden.

Die Jeopardy-Aussage lautet „*In May 1898 Portugal celebrated the 400th anniversary of this explorer’s arrival in India*“. Eine reine Suche nach Aussagen, die qua Wortwahl mit dieser Aussage übereinstimmen, würde zum Beispiel diesen Satz aus einem Reisebericht als sehr wahrscheinlich heranziehen: „*In May, Gary arrived in India after he celebrated his anniversary in Portugal*“. Nicht weniger als 6 Wörter stimmen hier überein: *May, Portugal, celebrated, anniversary, arrival (arrived) und India*. Aber die Frage „Who is Gary?“ wäre völlig falsch. Stattdessen muss der Computer einige Zusammenhänge verstehen, um auf die richtige Antwort zu kommen. Der in einem Geschichtsbuch gefundene Satz „*On the 27th of May 1498, Vasco da Gama landed in Kappad Beach*“ passt wesentlich besser zu der Jeopardy-Aussage, aber um das zu erkennen, muss der Computer folgende kognitive Schritte gehen:

- 400. Jahrestag bedeutet, dass das gesuchte Datum nicht May 1898, sondern May 1498 ist
- „landed“ = „arrived“

- Kappad Beach liegt in Indien
- Vasco da Gama war ein Entdecker (explorer)

Es ist genau diese Art von Wissen, die ein wissendes (= kognitives) System von einer blinden Suchmaschine unterscheidet. Die korrekte Frage lautet also: „Who is Vasco da Gama?“.

Kognitive Systeme unterstützen inzwischen viele Bereiche der Wissenschaft und der Industrie. Zum Beispiel bei der Erstellung der korrekten Krebsdiagnose und der dazu gehörenden Behandlungsweise. Aber auch im sozialen Bereich finden sie Eingang, wie zum Beispiel „Alexa“, die auf Sprache reagiert und auf viele Standardfragen sofort die Antwort gibt. Die Entwicklung solcher Systeme wird in den kommenden Jahren rasant voranschreiten.

Künstliche Neuronale Netze

Ein Kernelement kognitiver Systeme ist ihre Lernfähigkeit. Dies wird mit Hilfe von Künstlichen Neuronalen Netzen (KNN) erreicht.

Ein KNN ist ein informationsverarbeitendes System, dessen Aufbau und Funktionsweise dem Gehirn nachempfunden ist. Ein KNN besteht aus einer Menge einfacher Berechnungseinheiten, den sogenannten künstlichen Neuronen. Ein Lernprozess ermöglicht dem KNN, sich selbst Wissen aus der Umwelt anzutrainieren und in Form der Verbindungsgewichte zwischen den Neuronen zu speichern.

Die vereinfachte Wirkungsweise des Neurons im Gehirn ist wie folgt: Über Dendriten bekommt das Neuron von mehreren Nachbarzellen elektrische Signale. Ist das Gesamtsignal stark genug, gibt das Neuron selbst ein Signal über die Endknöpfchen an andere Neuronen weiter, sonst nicht („Alles-oder-nicht-Gesetz“).

Im Computer wird dies nun so nachempfunden, dass verschiedene Eingaben („Inputs“) gewichtet aufsummiert werden. Ist diese gewichtete

Summe groß genug, wird als Ausgabe („Output“) ein positiver Wert weitergegeben, sonst nicht. Darüber entscheidet die Aktivierungsfunktion, die meist eine einfache Form annimmt wie „Wenn die gewichtete Summe größer als ein gewisser Schwellenwert („Bias“) ist, dann gebe eine 1 weiter, sonst eine 0.“ (s. Abbildung 4).

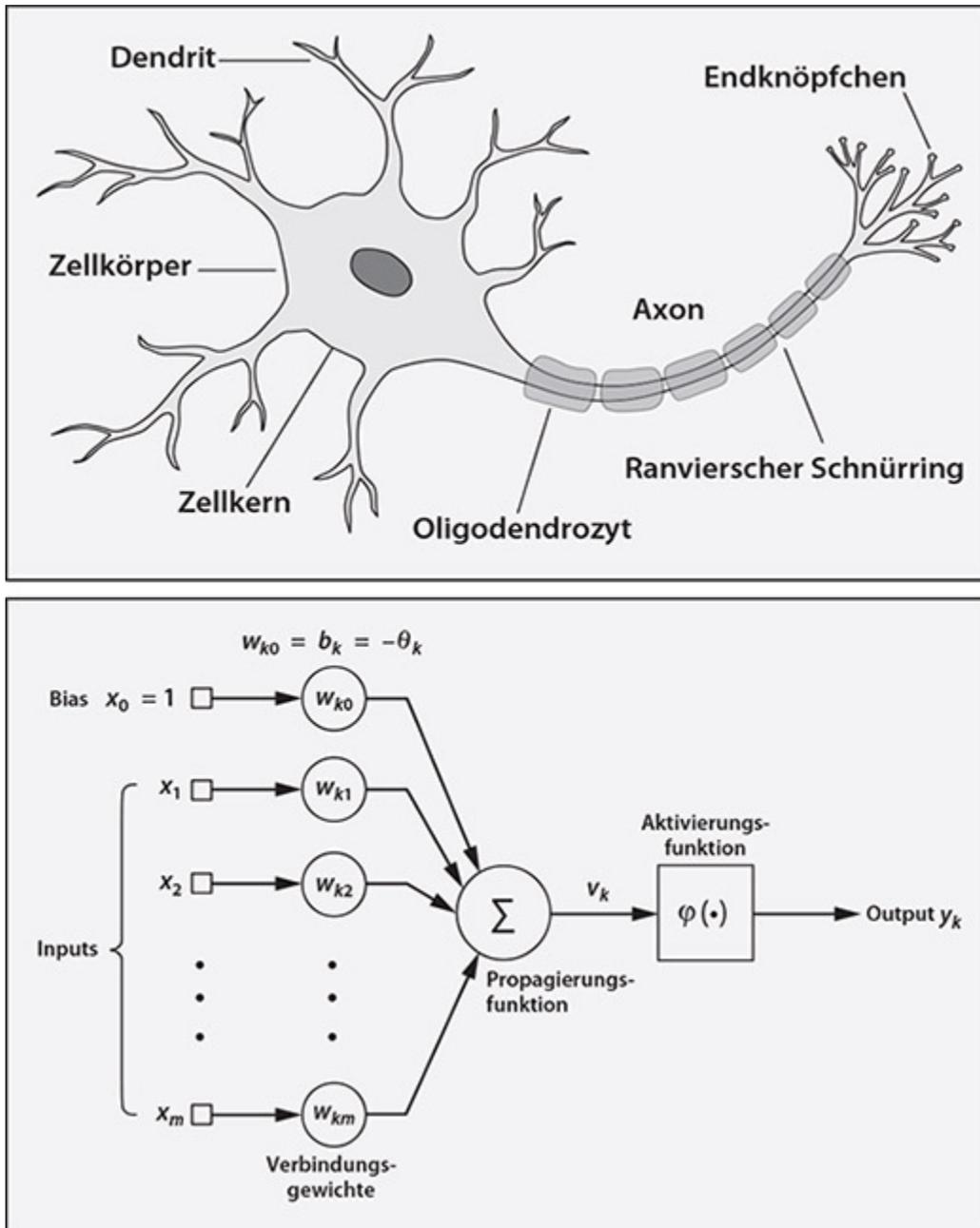


Abb. 4: Schematische Darstellung eines Neurons im Gehirn und im Computer. (Oben nach www.dasGehirn.info; unten nach HAYKIN, S., 2009, Neural Networks and Learning)

Dies klingt ziemlich trivial, dennoch können durch Zusammensetzung vieler solcher künstlicher Neuronen erstaunliche Ergebnisse erreicht werden. Abbildung 5 zeigt einige Formen solcher zusammengesetzten KNNs.

Durch die in den letzten Jahrzehnten stark zugenommenen Rechnerleistungen sowie die intensive Forschung nach optimalen KNN-Topologien, können KNNs mit Millionen von Neuronen inzwischen hochkomplexe Aufgaben lösen. Lernen bedeutet, dass das KNN die Gewichte der Eingaben und der Schwellenwerte so anpasst, dass ein gewünschtes Ergebnis entsteht.

Zum Beispiel soll das KNN lernen, eine „1“ zu erkennen. Wir Menschen schaffen es ja auch, ganz unterschiedliche Varianten einer „1“ zu erkennen, siehe Abbildung 6. Das KNN lernt nun wie folgt (Lernphase): Dem KNN werden viele Bilder angeboten, jeweils mit der Information dazu, ob es sich dabei um eine „1“ handelt oder nicht. Das KNN passt nun seine Gewichte der Neuronen solange an, bis es jedes der Bilder korrekt als „1“ oder „nicht 1“ interpretiert. Zusätzlich werden dem KNN Bilder angeboten, ohne die Information, ob es sich dabei um eine „1“ oder nicht handelt (Anwendungsphase). Diese Bilder werden nun vom KNN identifiziert als „1“ oder „nicht 1“, und dann wird getestet, wie viele davon das KNN korrekt identifiziert hat. Dies wird solange wiederholt, bis das KNN auch Einsen korrekt erkennt, die es vorher noch nie „zu Gesicht“ bekommen hatte.

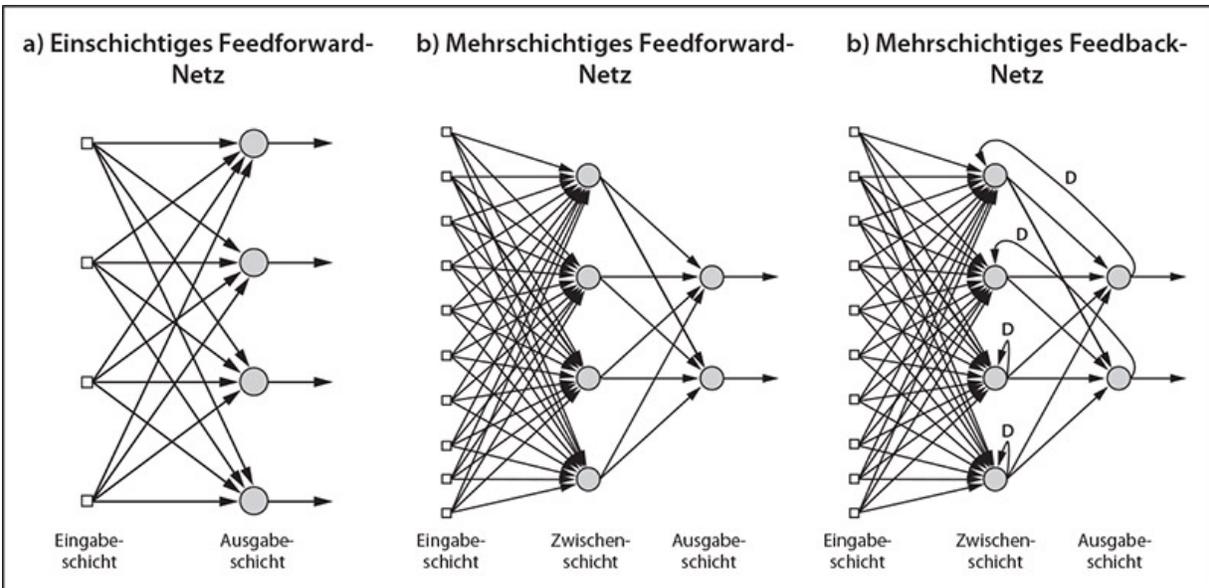


Abb. 5: Verschiedene KNN-Topologien. (Nach HAYKIN, S. 2009. Neural Networks and Learning Machines, 3. Auflage, Upper Saddle River, S. 21)

Künstliche neuronale Netze sind besonders gut in der Mustererkennung. In Fällen, bei denen es schwer ist, konkrete Regeln für eine Klassifizierung festzulegen, übernimmt das Definieren der konkreten Regeln das KNN. Soll beispielsweise erkannt werden, ob ein Bild einen Hund oder eine Katze zeigt, ist dies durch klassische, nicht lernende Algorithmen schwer.

Da Bilder von Hunden und Katzen meist aus unterschiedlichen Perspektiven, mit unterschiedlichen Lichtbedingungen und Kameras aufgenommen wurden und die gezeigten Tiere zu unterschiedlichen Rassen gehören und somit stark unterschiedlich sind, reichen einfache Bedingungen wie beispielsweise die Form der Ohren nicht aus. Ein gut trainiertes künstliches neuronales Netz erreicht dieses Ziel, indem es allgemeine Kriterien findet, die eine Unterscheidung von Katze und Hund ermöglichen.

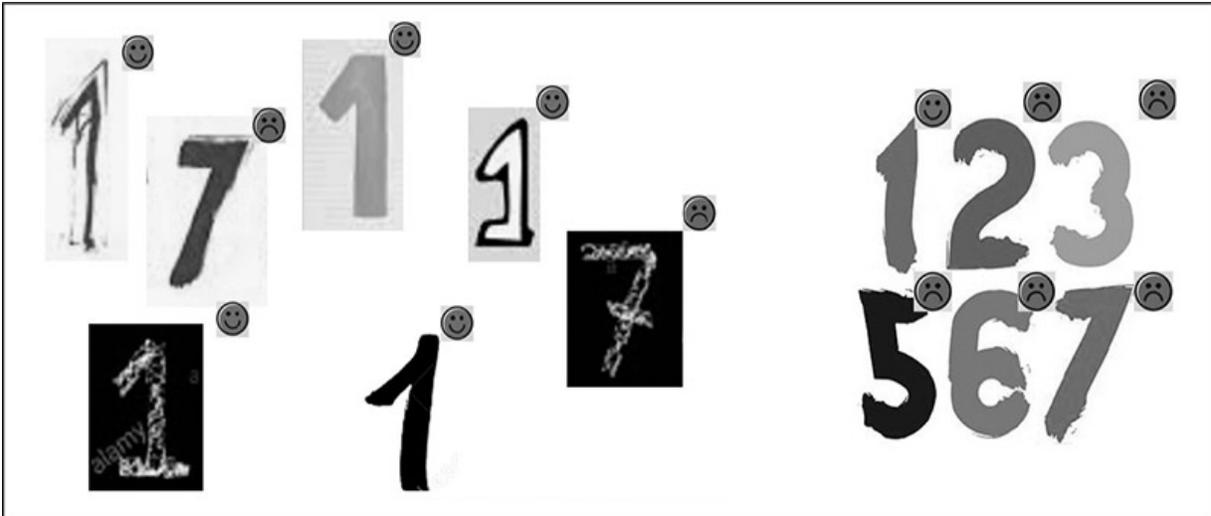


Abb. 6: Das KNN lernt auf den Trainingset (links), was eine „1“ ist und was nicht. Nach dem Lernen kann das KNN die Bilder korrekt in „1“ und „nicht 1“ einteilen (rechts).

Beispiele aus der Industrie

Im industriellen Bereich werden die in diesem Beitrag genannten Techniken der Künstlichen Intelligenz schon heute an vielen unterschiedlichen Stellen eingesetzt. Hier folgen einige Beispiele aus der Automobilindustrie.

Beispiel 1: Zylinderkopffertigung

Ein Automobilhersteller suchte nach einer Möglichkeit, die Anzahl der fehlerfrei produzierten Zylinderköpfe durch gezielte Prozessanpassungen zu maximieren. Das Unternehmen wollte außerdem die Produktivität steigern und die Hochlaufphase seines komplexen Herstellungsprozesses verkürzen. Mit Hilfe von Data-Mining-Methoden wurden die im Produktionsprozess gesammelten Daten analysiert, und es wurden Einblicke in die Schlüsselfaktoren gewonnen, die die Produktqualität in jedem einzelnen Prozessschritt beeinflussen. Infolgedessen konnte die Produktivität der Zylinderkopf-Produktionslinie durch Reduzierung der Reproduktionsrate fehlerhafter Zylinderköpfe um 25 Prozent gesteigert werden.

Beispiel 2: Bestandsoptimierung

Ein Automobilhersteller suchte eine standardisierte, aber flexible Lösung zur Bestandsoptimierung von Ersatzteilen dergestalt, dass die gewünschte Teileverfügbarkeit zu möglichst geringen Bestands- und Beschaffungskosten erreicht werden sollte. Eine komplexe Optimierungslösung basierend auf sogenannten Evolutionsverfahren wurde für die speziellen Anforderungen entwickelt, die auch eine Sortimentsplanung und die Planung von Eilaufträgen bei drohender Nicht-Verfügbarkeit beinhaltete. Schon innerhalb weniger Monate konnte der Lagerbestand um 10 Prozent reduziert werden, wobei die konstant hohe Teileverfügbarkeit erhalten blieb. Im weiteren Verlauf des Projektes senkte sich der Lagerbestand um weitere 10 Prozent.

Beispiel 3: Vorhersage von Ausfallwahrscheinlichkeiten

Im Rahmen eines Projekts zur Vorhersage von Ersatzteilbedarfen über die nächsten 10-15 Jahre war es notwendig, die Ausfallwahrscheinlichkeiten von Teilen anhand von Teileeigenschaften vorherzusagen. Mit Hilfe von KI-Methoden gelang es anhand von ca. 30 Teileeigenschaften, die Ausfallwahrscheinlichkeit mit einer Ungenauigkeit von lediglich 50 % vorherzusagen. In diesem speziellen Fall wurden die besten Ergebnisse mit Hilfe einer sogenannten Support-Vector-Machine erzielt. In Anbetracht der Tatsache, dass die Ausfallwahrscheinlichkeiten von Ersatzteilen über 5 Zehnerpotenzen streuen, ist dies eine erstaunlich hohe Vorhersagequalität.

Beispiel 4: Autonomes Fahren

Können Fahrzeuge bald ohne Fahrer fahren? An dieser Frage wird weltweit mit hohen Investitionskosten gearbeitet. Die ersten Ergebnisse sind beachtlich, allerdings steht noch ein weiter Weg bevor. Die sich an Bord befindenden Computer versuchen mit Hilfe von künstlichen Neuronen

Netzen eine Vielzahl von verkehrsrelevanten Situationen in Bruchteilen von Sekunden zu analysieren und entsprechend darauf zu reagieren. Darunter fallen: Trennung von beweglichen und nicht-beweglichen Objekten, Erkennung von Verkehrsschildern, Voraussehen von potenziellen Kollisionen, Identifizierung von Fußgängern usw. Es wird von vielen Firmen und Instituten weltweit an Teilaufgaben gearbeitet. Zu erwarten ist, dass in absehbarer Zeit das autonome Fahren in bestimmten Situationen verkehrssicher sein wird, wie zum Beispiel LKWs, die auf bestimmten Autobahnstrecken hintereinander gereiht selbständig fahren werden. Aber an ein autonomes Fahren im Stadtverkehr ist aktuell noch nicht zu denken.

Beispiel 5: Vorhersage von reparaturbedingten Werkstattbesuchen

In modernen Fahrzeugen werden zunehmend mehr Sensoren eingebaut, die den Zustand des Fahrzeugs überwachen und Warnhinweise ausgeben bzw. auf einen bevorstehenden Werkstattbesuch hinweisen. Es gehört inzwischen schon zum Standard, dass die Reifen selbst einen Druckabfall melden, oder das Fahrzeug eine Schätzung abgibt, in wieviel Kilometer der nächste Ölwechsel oder neue Bremsbeläge fällig sind. Dies sind Beispiele für das Predictive Maintenance, das in den kommenden Jahren stark weiterentwickelt werden wird. Denn die vielen Sensoren an Bord senden fortdauernd Informationen. Diese stehen nicht nur dem Bordcomputer des Fahrzeugs zur Auswertung zur Verfügung, sondern werden auch anonymisiert an den Hersteller weitergegeben, wo die Daten genutzt werden, um Fehler frühzeitig zu erkennen und beheben zu lassen, bevor sie eine Sicherheitsgefahr werden oder das Fahrzeug lahmlegen. In diesem Bereich kommen viele Data-Mining-Methoden zum Einsatz, z. B. die Multivariate Prognose, d. h. die Vorhersage von Ausfällen mit Hilfe von vielen Einflussparametern.

[\[Zum Inhaltsverzeichnis \]](#)

Wie maschinelles Lernen den Markt verändert

Thilo Stadelmann

Lesen Sie mehr in der vollständigen Ausgabe!

[\[Zum Inhaltsverzeichnis \]](#)

Digitalisierung und e-Governance als Wirtschafts- und Standortfaktor: Lernen von Estland

Thomas Hollstein

Lesen Sie mehr in der vollständigen Ausgabe!

[\[Zum Inhaltsverzeichnis \]](#)

Rechtliche und ethische Fragen des autonomen Fahrens

Thorsten Attendor

Lesen Sie mehr in der vollständigen Ausgabe!

[\[Zum Inhaltsverzeichnis \]](#)

„Raiffeisen 2.0“: Dateneigentum und Datengenossenschaften statt „Daten für alle“

Hans-Jörg Naumer

Lesen Sie mehr in der vollständigen Ausgabe!

[\[Zum Inhaltsverzeichnis \]](#)

Bedenken first – Digitalisierung second!

Zu den ethischen Herausforderungen eines ambivalenten Fortschritts

Werner Thiede

Lesen Sie mehr in der vollständigen Ausgabe!

[\[Zum Inhaltsverzeichnis \]](#)

Big Data – Hype oder Hybris?

Thorsten Attendorn

Lesen Sie mehr in der vollständigen Ausgabe!

[\[Zum Inhaltsverzeichnis \]](#)

Christliche Perspektiven zur Führungsverantwortung in einem agilen Umfeld

Stephan Schmitz

Lesen Sie mehr in der vollständigen Ausgabe!

[\[Zum Inhaltsverzeichnis \]](#)

Erfolgs- und Ethikbilanz der Digitalisierung – aus christlicher Sicht

Reinhard Haupt / Stephan Schmitz

Lesen Sie mehr in der vollständigen Ausgabe!

Zu den Herausgebern und Autoren

Prof. Dr. Thorsten Attendorn

FH für Öffentliche Verwaltung Nordrhein-Westfalen, Dortmund

Prof. Dr. Reinhard Haupt

ehem. Universität Jena, Betriebswirtschaftslehre und Produktion/Industrie,
Fachgruppe Wirtschaft der Studiengemeinschaft Wort und Wissen

Prof. Dr. Thomas Hollstein

Frankfurt University of Applied Sciences, SmartX Systems and Ambient
Assisted Living Group,
Tallinn University of Technology, Dependable Embedded and
Cyberphysical Systems Group

Prof. Dr. Sven Keller

TH Mittelhessen, E-Business and Business Intelligence, Gießen

Dr. Peter Korevaar

IBM Global Business Services, Senior Consultant IBM Inventory
Optimization,
Executive Analytics & Optimization Advisor

Dipl.-Volkswirt Hans-Jörg Naumer

Allianz Global Investors, Capital Markets & Thematic Research, Frankfurt

Dr. Stephan Schmitz

Linde AG, Geschäftsbereich Gas, Head of Market Intelligence,
Fachgruppe Wirtschaft der Studiengemeinschaft Wort und Wissen

Prof. Dr. Thilo Stadelmann

Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften, Winterthur (Schweiz)

Prof. Dr. Werner Thiede

Pfarrer i. R., Honorarprofessor Universität Erlangen, Theologische Fakultät

Zur Fachgruppe Wirtschaft der Studiengemeinschaft Wort und Wissen e. V.

In der Studiengemeinschaft Wort und Wissen e. V. finden sich Christen aus natur-, geistes- und sozialwissenschaftlichen Fachrichtungen zusammen, um das Spannungsfeld von Glauben und Denken unter einer schöpferbezogenen Perspektive zu erörtern. Sie orientieren sich in ihren Disziplinen an „Wissenschaft in einer geschaffenen Welt“.

Das Angebot der Studiengemeinschaft erstreckt sich auf:

- Wochenend-Fachtagungen verschiedener Disziplinen (u. a. Wirtschaft),
- Vermittlung von Referenten für örtliche Vorträge,
- Erarbeitung von Studien- und Lehrmaterialien,
- eine mehrtägige Jahrestagung,
- die Zeitschrift „Studium Integrale Journal: das evolutionskritische Magazin“,
- das vierteljährlich erscheinende Mitteilungsblatt „W+W-Info“,
- die Internetplattform „Genesisnet“ (www.genesisnet.info).

Die Arbeitstagungen im Bereich der Wirtschaftswissenschaften richten sich an solche, die durch ihre Tätigkeit in Forschung, Lehre, Ausbildung und Praxis an einer biblischen Aufarbeitung von grundsätzlichen und aktuellen volks- und betriebswirtschaftlichen Fragen interessiert sind.

Tagungsbände der jährlich (in Zusammenarbeit mit der Gesellschaft zur Förderung von Wirtschaftswissenschaften und Ethik e. V.) stattfindenden Wirtschaftsfachtagungen können über die Geschäftsstelle von Wort und Wissen oder über den Buchhandel bezogen werden, z. B. die Publikationen aus jüngerer Zeit:

Haupt, R.; Lachmann, W.; Schmitz, St. (Hrsg.) (2004): Gewinnen durch Gewissen? Christliche Prägungen und wirtschaftliche Nachhaltigkeit (Häussler), Holzgerlingen.

Haupt, R.; Lachmann, W.; Schmitz, St. (Hrsg.) (2007): Ethische Brennpunkte im Unternehmen (Häussler), Holzgerlingen.

Haupt, R.; Lachmann, W.; Schmitz, St. (Hrsg.) (2015): Die Energiewende: Zwischen Vision und Wirklichkeit (SCM Häussler), Holzgerlingen.

Kontakt:

Studiengemeinschaft Wort und Wissen e. V.

Rosenbergweg 29

D-72270 Baiersbronn

Tel.: (07442) 81006; Fax: (07442) 81008

E-Mail: sg@wort-und-wissen.de

Internet: www.wort-und-wissen.de

Facebook: www.facebook.com/wortundwissen

E-Mail-Adressen der Fachgruppe Wirtschaft:

Prof. Dr. Reinhard Haupt (E-Mail: hauptreinhard@web.de)

Dr. Stephan Schmitz (E-Mail: stephan@famschmitz.de)