

# Was ist eigentlich „Digitalisierung“?

## Ein Modewort macht Karriere

Vor ein paar Monaten hat mir ein Kunde ein Bild seiner IT-Architektur präsentiert und dabei gesagt: „Das da auf der linken Seite sind unsere digitalen Applikationen.“ Wie ein Blitz ist mir dann die Frage durch den Kopf geschossen: „Was ist denn das auf der rechten Seite?“ Die Digitalisierung ist heute in aller Munde. Doch was ist mit diesem Modewort eigentlich gemeint?

Das Wort „Digital“ stammt aus dem Lateinischen und bedeutet eigentlich „mithilfe des Fingers erfolgend“. Diese ursprüngliche Bedeutung lässt sich nur schwer in die heutige Bedeutung des Begriffs „Digitalisierung“ übertragen. Ein Weg führt über die englische Bedeutung von „Digit“ zu den 10 „Ziffern“, die den 10 Fingern von zwei Händen entsprechen. Damit wird etwas abzählbar, das heißt diskret quantifizierbar (im Gegensatz zu „analog“, womit eine kontinuierliche, stufenlose Quantifizierung gemeint ist).

Damit landen wir bei der heutigen Informationstechnologie, in der sich digitale Rechner als Nachfolger der analogen Rechner durchgesetzt haben. Hier wird unter Digitalisierung oft die Überführung analoger Größen (Töne, Bilder, physikalische Messungen usw.) in eine digitale (diskrete) Form verstanden. Diese Transformation analoger in digitale Daten hat zwar eine gewisse Wichtigkeit, greift aber meiner Meinung nach zu kurz. Denn die immer umfassendere Nutzung digitaler Rechner bedeutet auch die immer umfassendere Automatisierung von Tätigkeiten, die der Mensch vor noch nicht allzu langer Zeit manuell ausgeführt hat.

Somit lässt sich mein Verständnis der Digitalisierung durch die folgende, noch sehr allgemeine Definition ausdrücken:

*„Digitalisierung ist die umfassende Delegation von Aufgaben von Menschen an technische Systeme, welche die heutige Informationstechnologie nutzen, um damit grundsätzlich neue Geschäftsmodelle zu ermöglichen.“*

Mit der Delegation von Aufgaben an technische Systeme sollen einerseits deren Effizienz und Ausführungsqualität verbessert werden und andererseits soll der Mensch von diesen Aufgaben so weit wie möglich entlastet werden. Dies lässt sich in drei Schritten anstreben, die im Folgenden genauer beschrieben werden:



- Digitalisierung von Objekten als „Digitale Zwillinge“,
- Digitalisierung von Aufgaben durch umfassende Automatisierung sowie
- Entwicklung grundsätzlich neuer Geschäftsmodelle.

Der dritte Schritt, die Schaffung grundsätzlich neuer Geschäftsmodelle, ist das, was auch als „Digitale Transformation“ bezeichnet wird. Bevor wir diese drei Schritte genauer betrachten, lohnt sich ein Blick auf aktuelle Technologien, die diese Schritte überhaupt erst möglich machen (siehe Kasten 1).

### Digitalisierung von Objekten als „Digitale Zwillinge“

Ein „Digital Twin“ beziehungsweise „Digitaler Zwilling“ ist eine digitale Repräsentation eines materiellen oder immateriellen Objekts aus der realen Welt [GI18]. Im industriellen Umfeld wird dabei meist ein technisches Gerät (z. B. ein einzelnes

Ventil), eine ganze Maschine (z. B. ein Flugzeugtriebwerk) oder sogar noch komplexere Systeme (z. B. eine ganze Produktionsanlage) verstanden.

Interessanterweise bildet die Idee des digitalen Zwillinges auch das Fundament des heutigen (digitalen) Bauwesens, welches unter der Bezeichnung „BIM“ (Building Information Modeling) bekannt ist [BIM18]. Einer der zentralen Slogans von BIM lautet: „You always build twice - first digital, then real“. Damit ist gemeint, dass ein heutiges komplexes Gebäude zuerst digital gebaut wird, wobei aus vielen kleineren und größeren digitalen Zwillingen (Wände, Fenster, Türen, Wasserleitungen usw.) schließlich ein digitaler Zwilling entsteht, der das Gebäude als Ganzes repräsentiert. Erst danach (oder zumindest zeitversetzt) entstehen nach und nach die entsprechenden physischen Zwillinge.

Die Betonung dabei liegt insbesondere auf dem Wort „gebaut“: Damit ist gemeint, dass die kleinen digitalen Zwillinge zu größeren digitalen Gebilden Schritt für

## Technologien für die Digitale Transformation

Die folgenden Technologien bilden die Grundlage der Digitalisierung und damit der Digitalen Transformation:

- Technologien zur Konvertierung von Analog- in Digitaldaten und umgekehrt um viele Replikate eines physischen Originals zu produzieren, zum Beispiel Digitalisierung von Audio oder Video-Dokumenten)
- Technologien zur Erfassung und Übertragung von Informationen, zum Beispiel Sensoren und Beacons, Technologien zur Datenübertragung sowie Mobile- und IoT-Technologien
- Technologien zur Speicherung und zum Wiederauffinden von Informationen, zum Beispiel Cloud-Speicher oder Suchmaschinen
- Technologien zur Kombination physischer und digitaler Welten, zum Beispiel Social Media, Augmented Reality (AR) und Virtual Reality (VR)
- Technologien zur Mustererkennung sowie assoziativen und kausalen Zusammenhängen, zum Beispiel Algorithmen zur Datenanalyse, Big Data, Machine Learning oder entsprechend trainierte neuronale Netzwerke
- Technologien zur Entscheidungsfindung, zum Beispiel Regelsysteme oder ebenfalls neuronale Netze, die auf Entscheidungsfindung trainiert sind (die sich als Black Boxes aber mit der Erklärung dieser Entscheidungen schwertun)
- Technologien zur Ausführung von Aktionen, zum Beispiel APIs um Softwaresysteme zu steuern sowie Aktuatoren bis hin zu Robotik und Drohnen-Technik, um die reale Welt direkt zu beeinflussen
- Technologien zur Kommunikation mit dem Benutzer, zum Beispiel ChatBots, um mit einem Menschen einen zielgerichteten Dialog zu führen
- Blockchain- und Distributed-Ledger-Technologien, um beispielsweise die Geschichte von Flugzeugbestandteilen fälschungssicher zu machen

### Kasten 1

Schritt entsprechend dem Bauprozess zusammengebaut werden mit der Absicht, dass sich allfällige Konstruktionsfehler mittels Simulation bereits in der digitalen Welt feststellen lassen und nicht erst in der realen Welt, wo sie viel höhere Kosten verursachen.

Ein anderer zentraler Aspekt eines digitalen Zwillinges im Bauwesen kommt nach Fertigstellung eines Gebäudes zum Zug: beim Betrieb des Gebäudes (heute oft als „Facility Management“ bezeichnet). Bei Wartungs- oder Umbauarbeiten kann zuerst der digitale Zwilling konsultiert und bei Bedarf können notwendige Änderungen wiederum erst digital getestet, bevor sie real durchgeführt werden.

Die konsequente Weiterentwicklung der Idee digitaler Zwillinge eröffnet nun verschiedene neue Perspektiven auf die Digitalisierung:

- Wenn ein digitaler Zwilling die aktuelle Konfiguration oder Parametrisierung des physischen Zwillinges beschreibt, so lässt sich sein physischer Zwilling einfacher beziehungsweise genauer ersetzen. Dies ist nichts anderes als Konfigurationsmanagement und wird insbesondere dann wichtig, wenn ein Unternehmen Tausende oder gar Millionen von Geräten in vielen Varianten bei Kunden auf der ganzen Welt installiert hat.
- Übermittelt ein physischer Zwilling permanent seinen aktuellen Zustand an seinen (ggf. weit entfernten) digitalen Zwilling, so lässt sich der physische Zwilling bequem über seinen digitalen Zwilling überwachen. Als Beispiel seien hier Flugzeugtriebwerke genannt, deren Gesundheitszustand ein Triebwerkshersteller auch während des Flugs überwachen kann.

- Ein digitaler Zwilling kann nicht nur den aktuellen Zustand seines physischen Zwillinges abbilden, sondern auch dessen Vergangenheit. Damit werden Trendanalysen möglich, die wiederum Prognosen ermöglichen. Somit lassen sich beispielsweise frühzeitig Verschleißerscheinungen am physischen Zwilling feststellen und so rechtzeitig geeignete Wartungsmaßnahmen einleiten (auch unter dem Begriff „Preventive Maintenance“ bekannt).
- Fließen Informationen nicht nur vom physischen zum digitalen Zwilling, sondern auch in umgekehrte Richtung, so entsteht die Möglichkeit, dass sich der physische Zwilling via sein digitales Gegenstück steuern oder beeinflussen lässt. Oder noch weitergehend: Der digitale Zwilling kann als „Gehirn“ des physischen Zwillinges agieren und ihm so eine gewisse Autonomie ermöglichen.
- Bildet ein digitaler Zwilling präzise genug sein (ev. noch nichtexistierendes) physisches Gegenstück ab, so lässt er sich für Simulationen nutzen, ohne dass der physische Zwilling dazu benötigt oder beeinträchtigt wird.

## Ein Beispiel: EU-Rent

Um das Konzept der digitalen Zwillinge etwas konkreter zu machen, möchte ich ein einfaches Beispiel einführen: Die fiktive Firma EU-Rent ist europaweit im Mietfahrzeuggeschäft tätig, das heißt, ihr Kerngeschäft ist die zeitweise Zurverfügungstellung von Fahrzeugen aller Art ohne Eigentumstransfer.

Was bedeutet nun die Idee der digitalen Zwillinge für EU-Rent? Einerseits bietet es sich an, für ein physisches Fahrzeug einen digitalen Zwilling zu haben. Dieser digitale Zwilling kann beispielsweise über den „Gesundheitszustand“ oder die ausgeführten Wartungsaktionen seines physischen Gegenstücks Buch führen. Weiter kann ein Fahrzeug via GPS und Mobile-Verbindung der EU-Rent-Zentrale permanent seinen aktuellen Standort mitteilen. Eine interessante Variante des digitalen



Zwillings bietet sich für Kunden (Mieter) von EU-Rent an. Jeder Datensatz über eine Person ist nichts anderes als ein digitaler Zwilling des Kunden! Werden diese Informationen (oder Teilmengen davon) an verschiedene IT-Systeme von EU-Rent repliziert, so liegt eine 1:n-Synchronisation des physischen Zwillings an mehrere digitalen Zwillinge vor.

Nun lassen sich die oben eingeführten Perspektiven zur Digitalisierung auch auf diesen Zwilling anwenden:

- Die Bedürfnisse und Vorlieben eines Mieters lassen sich in seinem digitalen Zwilling festhalten und bei zukünftigen Interaktionen ausnutzen (z. B. bei der automatischen Reservierung von Fahrzeugen).
- Über das Navigationssystem kann nicht nur der zurückgelegte Weg des Fahrzeugs durch dessen digitalen Zwilling verfolgt werden - es lässt sich auch derjenige des Fahrers in seinem digitalen Zwilling hinterlegen.
- Sind die Eigenschaften eines Kunden präzise genug in seinem digitalen Zwilling abgebildet (ggf. durch Fusion von Daten anderer Service-Provider via Web- und Mobile-Technologien), so lässt er sich beispielsweise für Marketing-Simulationen nutzen.
- Werden vergangene Zustände des Kunden (z. B. getätigte Fahrten) in seinem digitalen Zwilling aggregiert, so können typische Verhaltensmuster des Kunden identifiziert und der Kunde kann mit gezielten Marketing-Maßnahmen beeinflusst werden.

Wenn man sich diese Punkte plastisch vor Augen führt, so wird klar, dass hier sehr schnell das Thema „Datenschutz“ beziehungsweise „Schutz von persönlichen Daten“ ins Spiel kommt. Insbesondere nach der Inkraftsetzung der Europäischen Datenschutz-Grundverordnung (DSGVO) im Mai dieses Jahres sind dabei entsprechende Grenzen zu berücksichtigen und Schutzmechanismen vorzusehen. Dies wiederum stellt einen wesentlichen Einfluss auf die Gestaltung digitaler Zwillinge dar.

### Digitalisierung von Aufgaben durch umfassende Automatisierung

Sowohl im Geschäfts- als auch im Privatleben lassen sich komplexe Aufgaben in einfachere Teilaufgaben zerlegen (z. B. lässt sich der Mietvorgang für ein Fahrzeug in die Fahrzeugreservierung, die Sicherung der Finanzierung, die Übergabe

des Fahrzeugs an den Kunden, die Nutzung des Fahrzeugs durch den Kunden und die Rücknahme des Fahrzeugs zerlegen).

Solche Aufteilungen von Aufgaben führen zum Konzept von (Geschäfts-)Prozessen, bei denen gewisse Aufgaben in beliebiger Reihenfolge durchgeführt werden können, andere Aufgaben aber eine bestimmte Reihenfolge erfordern. Um einen solchen Prozess zu digitalisieren, lässt sich eine einfache Technik nutzen, die ich „UAN-Analyse“ nenne: Dabei geht es darum, die einzelnen Aufgaben eines Prozesses in eine der folgenden Kategorien einzuordnen:

- *U*: Falls eine vollständige Automatisierung nicht denkbar ist, stellt sich die Frage: Durch welche Dienste einer IT-Lösung lässt sich der Ausführungsverantwortliche bei der Lösung der Aufgabe *unterstützen*?
- *A*: Oder (ein herausfordernderer Gedankengang) lässt sich die Aufgabe gar vollständig *automatisieren* und wie würde eine solche Automatisierung aussehen?
- *N*: Und nur falls auch eine Unterstützung nicht sinnvoll oder machbar ist, verbleibt eine Aufgabe *nicht unterstützt*.

### Automatisierung bei EU-Rent

Am Beispiel von EU-Rent bieten sich beispielsweise die folgenden Unterstützungen oder gar Automatisierungen der Aufgaben „Reservierung eines Fahrzeuges“ und „Nutzung eines Fahrzeuges“ an.

Reservierung eines Fahrzeuges:

- *U*: *Unterstützung* durch Bereitstellung von Informationen über verfügbare Fahrzeugkategorien, Sonderaktionen im gewünschten Zeitraum, Kreditwürdigkeit des Mieters usw.
- *A*: *Automatisierung* der Aufgabe durch automatische Reservierung eines Fahrzeuges aufgrund bekannter oder prognostizierter Mieterbedürfnisse (z. B. im Rahmen eines Mobilitätsabonnements), eine automatisierte Kundenberatung bis hin zum Vertragsabschluss mittels eines ChatBots usw.

Nutzung eines Fahrzeuges (durch den Mieter):

- *U*: *Unterstützung* durch Bereitstellung von Informationen über die möglichen Wege zu einer Destination (durch standardmäßigen Einbau eines Navigati-

onssystem), interessante Informationen zu einer Destination (z. B. durch Verknüpfung des Navigationssystems mit einem Online-Zugriff auf Wikipedia)

- *U*: *Unterstützung* durch Erfassung von Informationen wie fällige Mautgebühren auf den benutzten Strecken, unterschiedliche Straßenqualität auf den benutzten Strecken usw.
- *A*: *Automatisierung* der Aufgabe durch ein teil- oder vollautonomes Fahrzeug

Eine interessante Diskussion, die in letzter Zeit aufgekommen ist, ergibt sich aus der Perspektive von EU-Rent insbesondere aus dem letzten Punkt des obigen Beispiels: Die Delegation von Verantwortung von einem Menschen an ein technisches System wirkt unangenehm und heute noch weitgehend ungeklärte Fragestellungen bezüglich Schuldfähigkeit auf. Wer soll beispielsweise wie bestraft werden, wenn ein autonomes Fahrzeug durch einen Unfall einen größeren Schaden verursacht (siehe beispielsweise [UBER18])? Aber auch schon ohne so weit zu gehen, sind drei Hinweise angebracht:

- Eine Aufgabe kann nur dann effizient ausgeführt werden, wenn der Ausführungsverantwortliche zum richtigen Zeitpunkt die richtigen Informationen in der richtigen Qualität zur Verfügung hat. Dies muss ein zentrales Designprinzip aller Digitalisierungs-Initiativen sein.
- Die Verbesserung der Ausführungsqualität heißt nicht notwendigerweise, dass keine oder weniger Fehler passieren. Aber es heißt, dass dieselben Fehler, wenn sie einmal aufgetreten sind und ihre Ursachen behoben sind, nie wieder auftreten sollten. Auch dafür müssen entsprechende Prozesse etabliert werden.
- Die Entlastung der Menschen kann so weit gehen, dass sie für die Ausführung der Aufgaben gar nicht mehr benötigt werden. Für Mitarbeiter des Unternehmens kann dies unter Umständen bedeuten, dass sie arbeitslos werden. Auf diese damit verbundenen fundamentalen Veränderungen muss sich die Gesellschaft entsprechend vorbereiten. Werden hingegen Kunden „arbeitslos“, so eröffnen sich neue Geschäftsmodelle.

### Entwicklung neuer Geschäftsmodelle

Durch die Digitalisierung von Objekten in Kombination mit der weitgehenden Automatisierung von Aufgaben wird das



## Literatur & Links

[BIM18] buildingSMART: International home of openBIM, <https://www.buildingsmart.org/>

[GI18] Gesellschaft für Informatik: Lexikon-Eintrag „Digitaler Zwilling“, <https://gi.de/informatiklexikon/digitaler-zwilling/>

[KKL17] W. Keller, M. Kunz, H. Ladner: Digitale Transformation mit System, Leanpub, 2017

[TESLA16] Elon Musk: Master Plan, Part Deux, [https://www.tesla.com/de\\_CH/blog/master-plan-part-deux](https://www.tesla.com/de_CH/blog/master-plan-part-deux)

[UBER18] Heise/Telepolis: Der Unfall von Uber in Arizona, 27. Mai 2018, <https://www.heise.de/tp/features/Der-Unfall-von-Uber-in-Arizona-4059282.html>

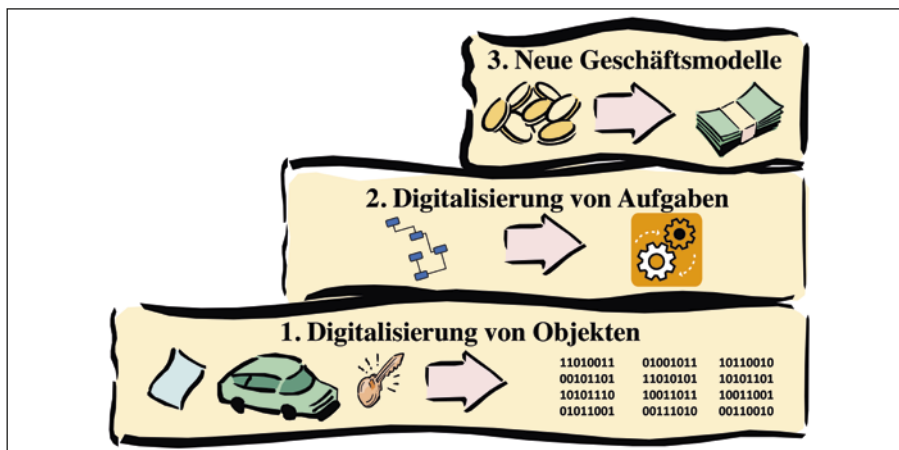


Abb. 1: Die drei Stufen zur Digitalen Transformation

Geschäft eines Unternehmens optimiert. Dies wird teilweise auch als die „erste Digitalisierungswelle“ bezeichnet. Auf dieser Grundlage lassen sich nun in einem zweiten Schritt grundsätzlich neue Geschäftsmodelle entwickeln und dem Kunden neue Möglichkeiten anbieten. Dies wird auch als „zweite Digitalisierungswelle“ oder als „Digitale Transformation“ eines Geschäfts bezeichnet. Dabei hilft es, auf die Ziele zurückzugreifen, aus denen die ursprünglichen Geschäftsprozesse entwickelt wurden, und dabei die bisher gewählten Lösungsansätze kritisch zu hinterfragen. Konkret müssen die folgenden Fragen beantwortet werden:

- Welche Ziele sollen angestrebt werden beziehungsweise welche Effekte sollen erreicht werden?
- Welche bestehenden und neuen (technischen) Ressourcen des Unternehmens stehen zur Verfügung?
- Welche Rahmenbedingungen sind zu berücksichtigen, die als gegeben zu betrachten sind?
- Welche alternativen Geschäftsformen und Wertschöpfungsketten sind nun denkbar?

Wie solche Innovationen systematisch gefunden werden können und welche Auswirkungen sie auf eine Organisation haben, aber auch wie sie geplant und um-

gesetzt werden können, ist beispielsweise in [Kel17] detailliert beschrieben.

## Die Digitale Transformation von EU-Rent

Die obigen vier Fragestellungen lassen sich wiederum am Beispiel EU-Rent illustrieren. Das Hauptziel der EU-Rent-Logistik ist es, entsprechend dem aktuellen Tagesbedarf rechtzeitig die reservierten Fahrzeuge bereitzustellen (1).

EU-Rent besitzt bereits einen großen Fahrzeugpark und alle Fahrzeuge sind mit einem Navigationssystem ausgestattet (2). Wenn nun in die Fahrzeuge zusätzlich eine zuverlässige, nicht-kompromittierbare Mobilverbindung zu EU-Rent integriert wird (2), so wissen ihre digitalen Zwillinge jederzeit, wo sich ihr physischer Zwilling befindet.

Nach wie vor müssen die Fahrzeuge jedoch gewartet und deren Benutzung den Kunden verrechnet werden (3). Die Fahrzeuge können sich nun aber beispielsweise selbstständig auf einem elektronischen Marktplatz den digitalen Zwillingen der registrierten EU-Rent-Kunden anbieten und ihnen via entsprechende Freischalt-Infrastruktur die Verwendung der Fahrzeuge erlauben (4).

Dies ist nichts anderes, als ein erster Schritt in Richtung einer „Sharing Economy“. Noch einen Schritt weiter in diese Richtung

geht der Automobilhersteller Tesla: Elon Musk hat in seinem „Master Plan, Part Deux“ bereits 2016 die Vision beschrieben, mit der Eigner eines (autonom fahrenden) Tesla-Fahrzeuges dieses als Ressource in einem größeren, von Tesla kontrollierten Netzwerk anbieten können [TESLA16] – wobei Tesla natürlich mitverdient.

## Zusammenfassung

Die Idee der Digitalisierung ist im Grunde also nichts Neues – es geht darum, die reale Welt mittels Information abzubilden und mit heutigen und kommenden Technologien so viel wie möglich zu automatisieren. Dies ermöglicht die eigentliche Digitale Transformation, mit der grundsätzlich neue Geschäftsmodelle denkbar werden (siehe Abbildung 1).

Nach den Digitalisierungswellen zeichnet sich aber am Horizont bereits wieder die nächste Technologieschere ab: die Quantenrechner. Und diese sind nicht mehr „digital“ im ursprünglichen Sinne. Aber bis es wirklich soweit ist, werden wir wohl schon wieder ein passendes Modewort gefunden haben.

Ich hoffe, ich konnte Ihnen mit meinen Überlegungen den einen oder anderen Denkanstoß zur Digitalisierung Ihres Geschäftsumfeldes geben! ||

## Der Autor



Markus Schacher

(markus.schacher@knowgravity.com)

ist Mitbegründer von KnowGravity Inc. und hat sich auf modellbasiertes Engineering spezialisiert. Er hat bereits 1997 die ersten öffentlichen UML-Kurse in der Schweiz durchgeführt und vielen großen Projekten geholfen, modellbasierte Techniken einzuführen und nutzbringend anzuwenden. Als Mitglied der Object Management Group (OMG) ist Markus Schacher in der Entwicklung verschiedener Modellierungssprachen involviert und Koautor dreier Bücher zu den Themen Geschäftsregeln, SysML sowie operationelle Risiken. Außerdem ist er häufiger Präsentator auf internationalen Konferenzen und im Moment daran, einen digitalen Zwilling von sich selbst aufzubauen.