

# Zentrale Elemente der Digitalisierung

Die Digitalisierung umfasst verschiedene technologische Entwicklungen, von denen einige von übergeordneter Bedeutung sind. Ein Blick auf ihre Funktionsweise schafft ein einheitliches Begriffsverständnis und damit eine Grundlage, um sich mit den gesellschaftlichen Veränderungen im technologischen Wandel auseinanderzusetzen.

## Daten

Grundbaustein der Digitalisierung sind Daten. Unter diesem Sammelbegriff versteht man in der Informatik Abfolgen von Zeichen, die Informationen repräsentieren. Daten sind also Zeichenfolgen, die einen Ausschnitt der Wirklichkeit darstellen sollen. Sie reduzieren damit immer auch die Wirklichkeit und lösen einzelne Informationen aus dem größeren Kontext, aus dem sie stammen. Diese Informationen werden beispielsweise durch Sensoren gemessen oder von Menschen ermittelt und in Form von Daten eingegeben. Der Zweck von Daten ist es, Informationen maschinenlesbar und -verarbeitbar zu machen. Gespeichert werden die Daten dann auf Speichermedien wie beispielsweise Festplatten. In den meisten technischen Systemen sind Daten als Folge von binären<sup>(8)</sup>, elektrischen Impulsen gespeichert. Ein binäres Zahlensystem verwendet nur zwei verschiedene Ziffern, um Informationen darzustellen. So

kann beispielsweise die Farbe „rot“ (Information) als eine Zahlenfolge aus Nullen und Einsen erfasst werden. Maschinen, die Daten verarbeiten, heißen Computer.

## Computer

Ein Computer ist ein elektrisches Gerät, das mittels programmierter Rechenvorschriften Daten verarbeitet. Computersysteme bestehen aus *Hardware*<sup>(9)</sup> und *Software*<sup>(10)</sup>. Alle physischen Komponenten, die der Verarbeitung, Speicherung oder Übermittlung von Daten dienen, werden auch als Hardware bezeichnet. Der Begriff der Software erfasst Rechenvorschriften wie Betriebssysteme oder sonstige Programme mitsamt den dazugehörigen Daten.

Auf Basis des binären Zahlensystems baute der deutsche Bauingenieur, Erfinder und Unternehmer Konrad Zuse in den 1940er-Jahren mit dem Z3 den ersten funktionsfähigen Com-



Konrad Zuse (1910–1995, li.) entwickelt 1941 den Z3, den ersten funktionsfähigen Computer der Welt. Um 1980 besucht er Heinz Nixdorf (1925–1986) in dessen Nixdorf Computer AG, damals eine der bedeutendsten und innovativsten Computerfirmen in Europa.

puter. Im Jahr 1946 schließlich wurde der erste vollelektronische Universalrechner mit Röhrentechnik im Auftrag der US-Armee fertiggestellt. Der Transistor steuert elektronische Schaltungen mittels elektrischer Spannungen und Ströme. Er ermöglicht seit den späten 1950er-Jahren eine Rechenleistung, die den *Personal Computer* (PC) möglich machte. Heute sind Computer in unserem Alltag allgegenwärtig und umfassen Geräte aller Größen, Smartphones, Laptops, Desktops bis hin zu Großrechnern und Supercomputern.

### Algorithmen und algorithmische Systeme

Ein Algorithmus ist eine eindeutige Handlungsvorschrift zur Lösung eines bestimmten Problems. Er beschreibt einen mathematisch-statistischen Entscheidungsfindungsprozess, der eine Eingabe (*Input*) nach vorgegebenen Regeln in eine Ausgabe (*Output*) verarbeitet. Ein solcher Algorithmus ist beispielsweise der Satz des Pythagoras. Er enthält die Vorgabe, wie sich anhand der Seitenlängen der beiden Katheten eines rechtwinkligen Dreiecks (*Input*) entlang vorgegebener Rechenschritte ( $a^2+b^2=c^2$ ) die Seitenlänge der Hypotenuse, der dem rechten Winkel gegenüberliegenden längsten Seite, (*Output*) ermitteln lässt.

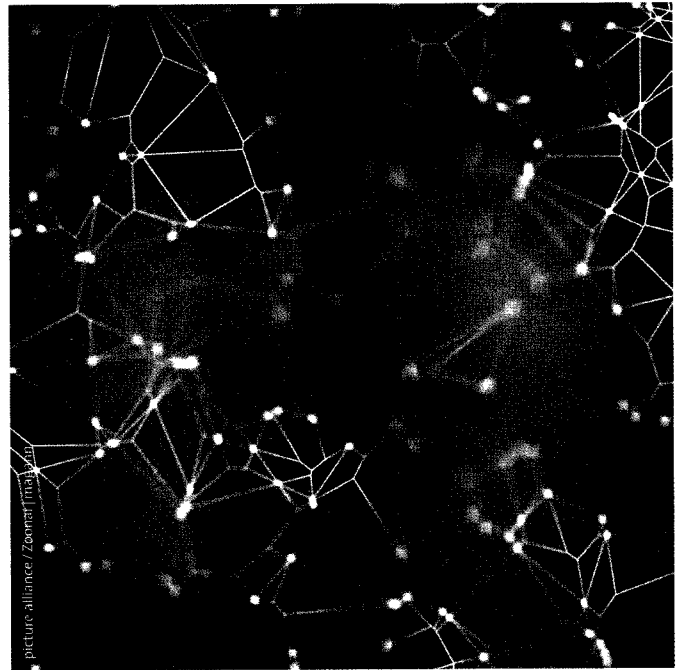
Ein konkreter Algorithmus kann immer nur ein bestimmtes Problem lösen. Sind Algorithmen in Software implementiert, ist häufig auch die Rede von algorithmischen Systemen. Sie bündeln verschiedene Rechenvorschriften, anhand derer Computer bestimmte Daten verarbeiten. Algorithmische Systeme lassen sich in lernende und nicht-lernende Systeme aufteilen. Bei Letzteren geben die Entwicklerinnen und Entwickler direkt die Handlungsvorschrift vor ( $a^2+b^2=c^2$ ). Bei lernenden Systemen, häufig auch als „Künstliche Intelligenz“ (KI) bezeichnet, bestimmen Menschen entweder die Beispiele für Input und Output oder die Zielfunktion des Systems. Ihre Rechenvorschriften passen sich dann der Aufgabenstellung an. In diesen Systemen können durch eine fortlaufende Analyse der Ein- und Ausgabedaten die Rechenvorschriften laufend angepasst und verbessert werden – der Grund für die Bezeichnung „lernende Systeme“. Ihre Leistungen sind nicht mit der des menschlichen Gehirns vergleichbar, da sie lediglich vorab bestimmte Aufgaben lösen können.

### Automatisierung

Algorithmische Systeme tragen wesentlich dazu bei, dass zahlreiche Tätigkeiten, die zuvor von Menschen durchgeführt wurden, inzwischen automatisiert erfolgen können. Automatisierung bezeichnet den Einsatzprozess eines Geräts, das ganz oder teilweise ohne das Mitwirken von Menschen arbeitet. Wird beispielsweise der Satz des Pythagoras in einen Computer einprogrammiert, berechnet dieser die Hypotenuse automatisiert. Werden durch algorithmische Systeme bisher menschliche Entscheidungsprozesse automatisiert, ist auch die Rede von einer automatisierten Entscheidungsfindung. Neben der einfachen Datenverarbeitung kommen weitere Komponenten der Hardware zum Einsatz, um Vorgänge zu automatisieren. In der Robotik etwa sammeln Computer mit Sensoren Daten und sind mit Aktoren (= Automaten, die physische Handlungen durchführen) verbunden. Roboter können dann beispielsweise Objekte heben oder sich selbst fortbewegen.

### Internet

Das Internet ist ein globales Netzwerk kleinerer Netzwerke, in dem Computer miteinander kommunizieren. Aus der Perspektive von Menschen, die das Internet nutzen, findet diese



Das Internet setzt sich aus verschiedenen, miteinander vernetzten Domains zusammen, z.B. com, org oder de. Hier zu sehen: die Illustration eines solchen Netzwerkes

Kommunikation auf verschiedene Weisen statt: Erstens können Computer direkt miteinander kommunizieren. In diesem Fall ist von *Peer-to-Peer*- oder *P2P*-Kommunikation die Rede. Sie findet zwischen zwei Computern statt. Zweitens kann ein Computer mit einem *Server* kommunizieren. Server sind Computer, die besondere Rollen im Netzwerk erfüllen, indem sie beispielsweise Informationen speichern, die eine Nutzerin oder ein Nutzer dann abrufen kann. Das nennt sich *Client-Server*-Kommunikation. Ein Großteil des Austauschs über das Internet findet auf diese Art statt, beispielsweise das Versenden einer E-Mail oder das Abrufen einer Webseite (siehe auch S. 26 ff.). Dafür wird das *Internet Protocol* (IP) verwendet.

### Internet-Protocol

Es ist durch drei Elemente charakterisiert: *Packet-switching*, *addressing* und *routing*. *Packet-switching* meint, dass jede Online-Kommunikation in einzelne Pakete unterteilt wird. Beispielsweise entstehen aus einer Webseite zahlreiche kleine Pakete, die einzeln übertragen werden. *Addressing* beschreibt, wie die Pakete ihr Ziel finden: Jedes Datenpaket beinhaltet standardisiert die Absenderin oder den Absender und die Empfängerin oder den Empfänger des Pakets. Sie sind mit ihrer IP-Adresse vermerkt. Den Weg von der Adresse, die etwas absendet, bis zur Adresse, die etwas empfängt, beschreibt das *Routing*: Das Internet ist ein dezentrales, distribuiertes (verteiltes) Netzwerk, bei dem Daten über dieses Netz auf dem Weg vom Absenden zum Empfangen viele andere Computer (z.B. Server oder Router) durchlaufen.

Die Art und Weise, wie wir das Internet nutzen und welche Dienste angeboten werden, hat sich insbesondere seit der Jahrtausendwende verändert. Seitdem verbreiten sich neben Kommunikationsmöglichkeiten wie der E-Mail auch Dienste, die gleichzeitig einen direkten Austausch mit vielen anderen Personen ermöglichen. Die daraus resultierenden Kommunikationsnetze erfasst der Begriff *Social Web*.