

9 Information: Zerlegung in Bits

Bevor wir in den nächsten Kapiteln unsere Materie in Atome und Elementarteilchen zerlegen, möchte ich Sie mit diesem Kapitel darauf einstimmen. Während meiner Arbeit als Softwareentwickler bin ich auf eine Betrachtungsweise gestoßen, die mich ehrlich überrascht hat, obwohl mir eigentlich alle Tatsachen bestens bekannt waren. Dieses Denkmuster hat mir sehr dabei geholfen, besser zu verstehen, was Materie ist und wie man sich sie vorstellen sollte. Es begann wie üblich mit einer ganz einfachen Frage: Was ist in einem Computer alles enthalten?

Zerlegen wir also einen *Computer* in seine Einzelteile, und zwar genauso, wie das die Elementarteilchenphysiker mit der Materie tun. Obwohl ich mit dem Innenleben eines Rechners ziemlich gut vertraut bin, zielt meine Frage nicht auf die sogenannte Hardware ab, die sich in seinem Gehäuse befindet. Mir ist es egal, wie viele Prozessoren, Speicherchips oder Festplatten ein Computer enthält. Viel mehr interessiert mich, wie ein Rechner arbeitet und wie er das bewerkstelligt.

Ich betrachte dazu meinen eigenen Computer und beobachte, wie ich ihn gewöhnlich benutze. Auf meinem Rechner gibt es zunächst viele Fotos und Musik. Ebenso sind dort auch Dokumente, Mails und Präsentationen gespeichert. Und natürlich sind auch die Programme vorhanden, die ich für die verschiedenen Tätigkeiten benötige.

Wir sind mit diesen Computerobjekten mittlerweile so vertraut, dass wir mit ihnen Umgehen wie mit den Gegenständen unseres täglichen Lebens, wie etwa dem Frühstücksgeschirr. Wir nehmen Fenster mit der Maus in die Hand, verändern ihr Aussehen, bearbeiten Fotos oder schreiben Texte, wie etwa gerade dieses Buch. Wer auch noch beruflich am Rechner arbeitet, der ist sich oft gar nicht mehr bewusst, dass er während der Arbeit in eine andere Wirklichkeit eintaucht.

Auch mir ergeht es so, dass ich die Umgebung, in der ich meine Computerprogramme entwickle, als absolut real betrachte. Natürlich halte ich meine eigenen Programme, die sozusagen die Kinder meiner Gedanken sind, für ebenfalls ganz real. In vielen von ihnen steckt wochenlange Arbeit, einige Portionen Gehirnschmalz und jede Menge Teamwork. Beim Entwickeln werden die Befehlstexte der Programme erfasst, geprüft und schließlich in eine ausführbare Form übersetzt. All das geschieht wiederum mit Hilfe von spezialisierten Programmen. Wenn dann das neue Programm seine ersten Tests besteht, so ist das fast wie die Geburt eines Babys. Etwas, was vor Wochen nur in Köpfen existierte, ist nun Wirklichkeit geworden und kann im Idealfall von Millionen von Nutzern verwendet werden.

Alle Computerprogramme entstehen mehr oder weniger auf diese Weise, ob im privaten Bereich, in der physikalischen Forschung oder in der Softwareindustrie. Sie sind absolut real und müssen auch oft mit ganz realem Geld bezahlt werden. Doch was heißt hier eigentlich real? Was macht diese Realität aus?

Wenn wir uns einen Rechner ein wenig technischer ansehen, so erkennen wir schon ein anderes Bild. Alles in einem Computer wird in *Dateien* verwaltet. Die Dateien werden in Ordnern gesammelt, die wiederum andere Ordner enthalten können. Dieser Dateibaum ist uns ebenfalls vertraut, denn wir haben ihn ja teilweise selbst gestaltet.

Für die weitere Betrachtung möchte ich die Dateien ganz grob in Daten und Programme einteilen. Fotos, Musik, Videos, Dokumente und Präsentationen werde ich als Daten bezeichnen, und daneben gibt es die Programme, die mit diesen Daten etwas machen. Sie sind der aktive Teil, denn sie lesen die Daten und verändern sie gegebenenfalls. Das Betriebssystem stellt unter diesem Blickwinkel auch nur eine Sammlung von Programmen und nichts Besonderes dar. Nun gehen wir noch eine Ebene tiefer und fragen uns, was eigentlich in den Daten und Programmen abgelegt ist und wie die Programme arbeiten?

Daten enthalten genau diejenigen Informationen, die für ihre Funktion notwendig sind. Diese Informationen sind dabei in einer so genannten maschinenlesbaren Form gespeichert, die direkt für den Computer zugänglich ist. In den Musikdateien befinden sich beispielsweise die Schwingungsformen der Schallwellen, die ein Abspielprogramm über die Soundkarte mittels eines Lautsprechers erzeugt. Ein anderes Beispiel für Daten ist ein Kontoauszug, der im Computer Ihrer Bank aus den Buchungssätzen Ihres Kontos für einen bestimmten Zeitraum erzeugt wird. Ein letztes Beispiel für Daten stellt dieses Buch hier dar. Im Moment seiner Entstehung ist es nichts anderes als eine Datei, die diesen Text enthält. Daten enthalten also Informationen in einem bestimmten Format zu einem bestimmten Zweck.

Programme hingegen sind eine riesige Sammlung von Befehlen zur Verarbeitung von Daten. Große Programme können viele Millionen von Anweisungen umfassen und werden von bis zu 1000 Entwicklern geschrieben. Dabei müssen die Programme auf alle eventuellen Eingabe- und Datenkonstellationen vorbereitet sein. Die Befehle der Entwickler liegen zur Laufzeit in maschinenlesbarer Form vor und werden direkt vom Prozessor ausgeführt. Ein Programm ist also nichts anderes als eine festgelegte Abfolge von Befehlen, die einem bestimmten Zweck dienen.

Ein Befehl wiederum ist nichts anderes als ein ganz klar festgelegter Arbeitsauftrag. Befehle dienen zum Addieren zweier Zahlen, zum Aneinanderhängen zweier Zeichenketten oder zum Kopieren von Speicherbereichen. Sie können aus anderen Befehlen zusammengesetzt sein, aber spätestens auf der Ebene des Prozessors gibt es nur noch einfache und unteilbare, also elementare Befehle. Ein Befehl

ist somit eine Information, die den Prozessor veranlasst, etwas ganz Bestimmtes zu tun.

Fassen wir bis hierhin kurz zusammen: Daten sind Informationen, und Programme sind auch nichts anderes als Informationen, die wiederum Informationen verändern. Noch haben wir bei unserer Zerlegung nichts Greifbares gefunden. Je genauer wir hinsehen, desto mehr verflüchtigen sich die Computerbestandteile, die wir kennen. Es bleiben nur Informationen übrig, die allerdings zusammengenommen immer noch alles umfassen.

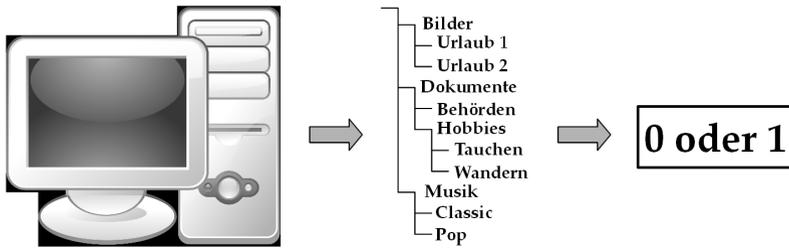
Wir können aber noch eine Abstraktionsebene tiefer hinabsteigen. Dazu müssen wir nun die maschinenlesbare Ablage und Verarbeitung der Informationen betrachten. In einem Rechner liegen Informationen auf aller unterster Ebene immer in zweiwertiger oder binärer Form vor. Jede Speicherzelle kennt genau zwei Zustände, die wir wahlweise mit An oder Aus, Ja oder Nein oder mit Eins oder Null bezeichnen können. Eine solche Informationseinheit wird als *Bit* bezeichnet, von denen jeweils Acht zu einem Byte zusammengefasst werden.

Ein Bit ist demnach nichts anderes als die Codierung der Antwort auf eine einfache Frage mit genau zwei Antwortmöglichkeiten. Stellen Sie sich vor, Sie kommen an eine Weggabelung und müssen sich für den linken oder den rechten Weg entscheiden. Wenn Sie nach links gehen, notieren Sie eine Eins und für rechts eine Null. Mehr steckt nicht dahinter. Jedes Mal, wenn der Prozessor eine Null oder eine Eins verarbeitet, weiß er genau, welchen Weg er eingeschlagen muss.

Dies ist zugegeben eine sehr reduzierte Sichtweise auf einen Computer. Einfacher geht es nicht, denn eine weitere Zerlegung ist nicht mehr möglich. Letzten Endes löst sich alles Konkrete und Bedeutungsvolle auf, und es verbleiben nur Bits. Sie repräsentieren die Werte der einfachsten möglichen Alternative. Die Antworten auf die primitivste aller Fragen sind also der Stoff, aus dem sich ein Computer aufbaut. Er besteht aus Bits auf der Festplatte, im Hauptspeicher und im Prozessor. Wir haben alles getan, um unseren Rechner zu zerlegen und sind am Ende bei etwas ganz Abstraktem und schwer Fassbarem angelangt. Wir sollten uns diese Erkenntnis gut merken, denn bei unserer gewohnten Materie sieht es ganz ähnlich aus.

Aber treten wir noch einmal einen Schritt zurück. Gibt es nicht doch etwas Materielles in unserem Computer, nämlich den Ort, wo die Informationen gespeichert sind? Also die Festplatte, den Prozessor, einen USB-Stick oder eine DVD. Hier sollten sich die Informationen doch festmachen lassen.

Im Prinzip ist dies korrekt, aber im Endeffekt unwichtig. Natürlich finden wir die Informationen in den jeweiligen Speichertechnologien an genau festgelegten Orten. Diese Technologien arbeiten zwar alle mit unterschiedlichen physikalischen Effekten, leisten jedoch exakt dasselbe. Sie lesen und schreiben Bits. Wenn eine Technologie wie die der Magnetbänder ausstirbt, so können die Informationen durch



- 15 Ein Computer beinhaltet je nach Betrachtungsweise eine Menge von Dateien oder lediglich eine Sammlung von Bits.

Kopieren gerettet und vollständig erhalten werden. Ein Speichermedium ist also lediglich der Träger der Informationen und somit austauschbar. Daher kommt es nur auf die *Information* selbst an, also auf die Abfolge der Bits.

Der Grund, weshalb wir Bits zur Darstellung von Informationen in Rechnern verwenden, liegt an ihrer Einfachheit und Robustheit. *Zwei* Zustände lassen sich viel leichter voneinander unterscheiden als drei oder mehr. Ein Zustand muss beim Abspeichern ja nicht nur festgelegt werden, sondern beim Auslesen auch sicher wieder erkannt werden. Dies ist am zuverlässigsten, wenn es nur zwei Auswahlmöglichkeiten gibt.

Zum Schluss möchte ich Ihnen noch ein anschauliches Beispiel für die Informationsflüsse in unserer heutigen Welt geben. Als Angestellter einer Firma erhalte ich einmal im Monat eine Gehaltsabrechnung. Diese kann ich mir online an meinem Rechner ansehen oder auch ausdrucken. Das Geld wird mir direkt auf mein Konto überwiesen. Auch dieses Konto kann ich online kontrollieren und mir die Auszüge abspeichern oder ausdrucken.

Wenn ich nun zum Beispiel in ein Buchgeschäft gehe und mir dieses Buch hier kaufe und per Karte bezahle, so wird mir der Preis direkt von meinem Konto abgebucht und auf das Konto des Buchhändlers transferiert. Dieser rechnet den Verkauf wiederum mit dem Verlag ab. Als Autor jedoch bin ich am Erlös meines Buches beteiligt und bekomme daher einen Teil des Buchpreises als Honorar auf mein Konto gutgeschrieben. Mit diesem Geld kann ich nun in einem anderen Geschäft erneut bargeldlos bezahlen. Und so kann dieses Spiel endlos weiter gehen.

Von unserem Geld, das einmal als universelles Tauschmittel durch eine harte Münzwährung repräsentiert wurde, ist nur mehr ein Strom von Informationen übrig geblieben. Allerdings leistet dieser Strom genau dasselbe. Unentwegt fließen diese und andere Informationen durch die Kabel- und Satellitenverbindungen des Internets wie das Blut durch unsere Adern. Und wenn wir uns schließlich noch selbst in dieses Bild mit einfügen, so sind auch wir nichts anderes als informationsverarbeitende Einheiten.