

## Errungenschaften der Technik

# Die Wurzeln der Digitalisierung

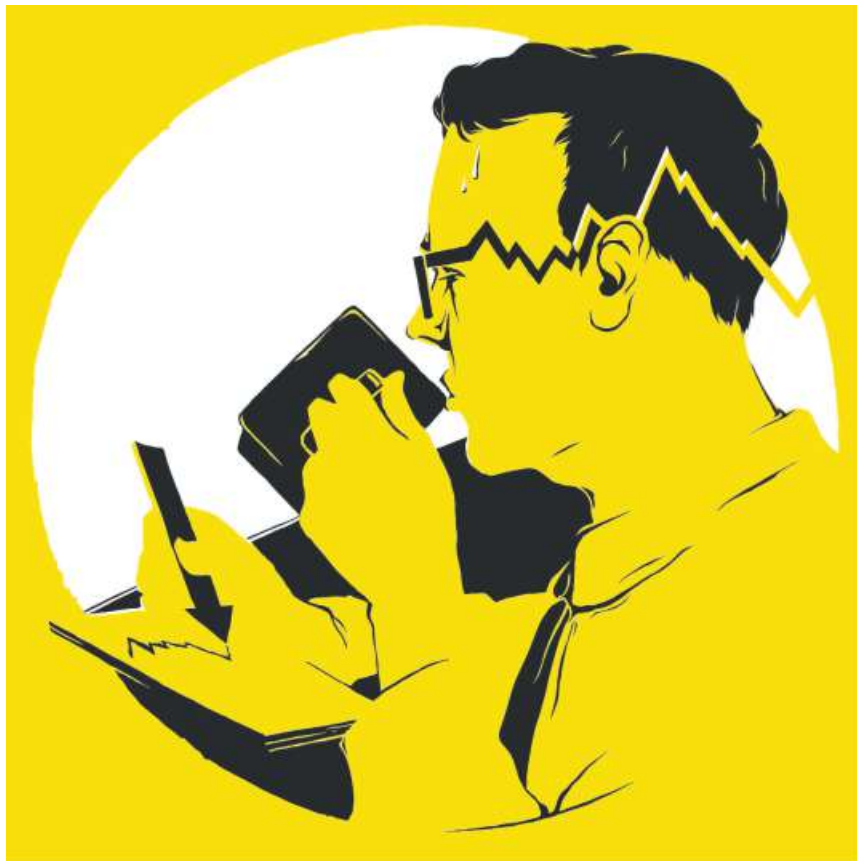
In der Ballett-Komödie «Le Bourgeois gentilhomme» von Molière (1622–1673) fühlt sich der begüterte, aber bürgerliche Monsieur Jourdain zum Adel hingezogen. Er will seiner angebeteten Marquise einen Brief schreiben und sich darin möglichst vornehm ausdrücken. Dazu stellt Jourdain einen Mentor ein, von dem er lernt, dass es beim Schreiben nur zwei Möglichkeiten gibt: Prosa oder Verse. Jourdain begreift plötzlich, dass er seit vierzig Jahren immer Prosa schrieb, ohne es zu wissen.

### Eins und Null

Es besteht eine gewisse Analogie zwischen Jourdain's Freude an der neu entdeckten, aber alt hergebrachten Prosa und der heute stark mediatisierten und politisierten Digitalisierung, die eine jahrhundertalte Geschichte hat. Neu ist allerdings, dass sie innerhalb weniger Jahrzehnte zahlreiche Aspekte unseres Lebens durchdrang und weiterhin vieles verändert. So werden Briefe durch E-Mails ersetzt, man kauft online übers Internet und bezahlt im Supermarkt mit dem Mobiltelefon.

Dank winzigen, extrem leistungsfähigen Prozessoren und Speichern kann alles mit computerkompatiblen Zahlen dargestellt, also digitalisiert werden, und zwar binär. Dazu werden nur zwei Zahlen benötigt: Null und Eins.

Die mathematische Basis der binären Digitalisierung schuf der deutsche Universalgelehrte Gottfried Wilhelm Leibniz (1646–1716) vor über 300 Jahren. Allerdings war seine Motivation rein theologisch: Für Leibniz war die Eins das Symbol für Gott, der alles Existierende aus dem Nichts (also Null) geschaffen hatte.



DANIEL STOLLE

Natürlich waren Eins und Null damals längst bekannt. Die Eins wurde schon vor Urzeiten von einem der zum Zählen benutzten Finger abgeleitet. Die Null andererseits ist sehr viel jünger: Formal definiert man sie als Anzahl der Elemente in einer leeren Ansammlung von Objekten. Null gilt als Nachfolgezahl von -1 und Vorgängerin von +1. Die

Zahl Null ist gerade, aber im Gegensatz zu allen anderen Zahlen weder positiv noch negativ.

### Die arabischen Zahlen

Vermutlich wurde die Null vor rund 5000 Jahren von den Sumerern im Zweistromland erfunden. Damit konnte man etwas nicht Existierendes bezeichnen

und erhielt zudem ein äusserst einfaches Stellenwertsystem. Das bedeutet, dass der Wert eines Zahlensymbols von seiner Stelle in der Zahl abhängt. In dem uns gewohnten Dezimalsystem bezeichnet 2019 die Menge von 2 Tausendern, keinem Hunderter, einem Zehner und 9 Einern.

Weder die alten Ägypter noch die Griechen und Römer der Antike kannten die Null. Das heute noch in Inschriften verwendete, aus Buchstaben bestehende römische Zahlensystem war zum Rechnen denkbar schlecht geeignet. Dazu brauchte man ein Brett, auf dem Steinchen hin und her geschoben wurden. Der Abakus mit auf Stäben laufenden Kugeln machte das Rechnen sicherer und erweiterte seine Möglichkeiten.

### Der Geniestreich von Leibniz

Das heute universell verbreitete Dezimalsystem mit den Ziffern Null bis Neun entstand erst im 5. Jahrhundert in Indien und wurde von den Arabern übernommen. Über den Orient und Nordafrika verbreiteten sie es bis nach Südspanien. Von dort, aber im Fall Italiens auch direkt von Nordafrika, diffundierte es ins christliche Europa. Darum spricht man von arabischen Zahlen, obwohl sie indisch sind. Eine wichtige Rolle spielten die im Jahr 825 vom arabischen Mathematiker Al-Chwarizmi erarbeiteten Regeln zum dezimalen Rechnen, die in lateinischer Übersetzung erhalten blieben.

Der Geniestreich von Leibniz war, Eins und Null zum einfachsten aller Stellenwertsysteme zu kombinieren. Denn zwei Zahlen genügen, um jede beliebige Menge zu zählen. Man nennt diese Darstellung dual oder binär; Leib-

niz betrachtete Binärzahlen als Essenz alles Seienden. Er hatte recht, aber aus den falschen Gründen und viel zu früh. Denn mit Binärzahlen rechnende Computer gibt es erst seit knapp achtzig Jahren. Noch neuer ist die Möglichkeit, Text, Sprache, Musik, Bilder, Videos und Steuerbefehle computergerecht in Form von Binärzahlen darzustellen sowie zu speichern, rechnerisch zu verarbeiten und zu übermitteln.

In dem für den Anwender «unsichtbar» im Hintergrund von allem Digitalen wirkenden Binärsystem ist Null 0 und Eins 1, doch damit endet die Verwandtschaft mit dem Dezimalsystem. Denn 2 ist in der dualen Darstellung 10, 3 ist 11, 4 ist 100, 5 ist 101, 6 ist 110, 7 ist 111, 8 ist 1000 und so weiter.

Grössere Zahlen werden im Binärsystem sehr lang, aber die verkraftet der Computer problemlos, nicht zuletzt weil er die Gleitkomma-Arithmetik verwendet. Dabei wird jede binäre Zahl einstellig, aber mit beliebig vielen Stellen nach dem Komma dargestellt, multipliziert mit der benötigten Potenz von 2.

Voraussetzung für die Computerverarbeitung von Binärzahlen ist die 1847 vom britischen Mathematiker George Boole (1815–1864) geschaffene und nach ihm benannte Algebra. Boole erarbeitete die Verfahren und Regeln, um mit binären Zahlen zu rechnen und sie logisch zu verknüpfen. Die dazu benötigten Schaltungen auf Siliciumchips können sehr kompliziert werden, und ihr Betrieb beansprucht viel Speicherplatz. Doch dank fortgeschrittener Computertechnik und spottbilligen Komponenten spielt dies heute absolut keine Rolle mehr.

Lucien F. Trueb

## IN DEN FERIEEN?

Abo online unterbrechen oder umleiten.

[www.nzz.ch/ferien2](http://www.nzz.ch/ferien2)



Fam. Müller

S. Fischer

# NZZ

## NZZ executive

Der Schweizer Stellenmarkt für Kader- und Fachspezialisten der «Neuen Zürcher Zeitung» und der «NZZ am Sonntag»

Herausgeberin: Neue Zürcher Zeitung AG

Redaktion: Walter Hagenbüchle, «Neue Zürcher Zeitung»

Verbreitete Auflage: «Neue Zürcher Zeitung» 111 023 Ex. (Wemf 2018), davon 25 718 E-Paper  
«NZZ am Sonntag» 116 747 Ex. (Wemf 2018), davon 20 131 E-Paper

Erscheint: Wöchentlich als Beilage in der «Neuen Zürcher Zeitung» (samstags) und der «NZZ am Sonntag»

Leserzahl: 536 000 Personen (MACH Basic 2018-2)

Adresse Redaktion: Redaktion NZZ Executive  
Falkenstrasse 11, Postfach, CH-8021 Zürich  
Telefon 044 258 11 11, www.nzz.ch

Adresse Verlag: NZZ Verlag, Falkenstrasse 11, Postfach, CH-8021 Zürich  
Telefon 044 258 11 11, E-Mail: verlag@nzz.ch, www.nzz.ch

Inserateverkauf: NZZ Media Solutions, Neue Zürcher Zeitung AG  
Falkenstrasse 11, Postfach, CH-8021 Zürich  
Telefon 044 258 16 98, E-Mail: inserate@nzz.ch, www.nzzmediasolutions.ch

Verkaufsleitung: Arne Bergmann

Verkauf: Marco Hassler

Preise: Es gelten die Anzeigenpreise gemäss Tarifdokumentation 2019

Inserateschluss: Donnerstag 14.00 Uhr

Alle Rechte vorbehalten. Jegliche Verwendung der redaktionellen Texte setzt die schriftliche Zustimmung der Redaktion voraus, jegliche Verwendung von Inseraten jene der Geschäftsleitung.

© Neue Zürcher Zeitung AG

jobs.nzz.ch

Das Stellen-Portal für Kader und Fachspezialisten

**CARITAS** Schweiz  
Suisse  
Svizzera  
Svizra



Sofort per SMS  
50 Franken spenden:  
«SULAWESI 50» an 227

Das Richtige tun