

## ANALOG

von griechisch **analogos** („gemäß dem Sinn“) ein sinngemäßes Übertragen.

In der analogen Technologie geht es um das Übertragen von **statischen Strukturen** und **dynamischen Prozessen** in ein Modell.

In analogen Geräten ist die **Form** (die **Hardware**) das Modell, die Analogie des zu lösenden Prozesses mit kontinuierlichen Parametern beliebiger Genauigkeit.

Ich bin „**born analog**“! In doppelter Hinsicht: **Erstens**, weil alle biologischen Wesen analog sind. **Zweitens** weil es im Alltag meiner Kindheit nur analoge Technologie gab.

In der Schule der mechanische **Rechenschieber** als **analoger Taschenrechner**.

Zuhause der **Cassettenrekorder**, mit dem man vergeblich versucht hat, Musik ohne Sprecher aus dem Radio aufzunehmen.

Im Studium dann **analoge Computer**, die für viele Ingenieurs-Aufgaben hervorragend geeignet sind und extrem schnell arbeiten können.

Nachteil: für jede Aufgabe muss ein passendes Gerät konstruiert werden ... **es muss eine neue Analogie in Form gebracht werden**.

In der Mathematik verwenden wir die **reellen Zahlen** als **Modell für das Kontinuum**. Es gibt unendlich viele reelle Zahlen von minus unendlich bis plus unendlich mit unendlich vielen Nachkommastellen. Es gibt keinen Anfang und kein Ende (kein Alpha und kein Omega).

Das größte Problem der analogen Technologie ist die begrenzte Genauigkeit des Modells. Analoge Geräte können nicht unendlich genau konstruiert werden.

Daher machen Sie Fehler. Beim analogen Computer reichte oft schon eine kleine Temperaturänderung und alle Berechnungen waren hinfällig.

# DIGITAL

von lateinisch *digitus* „Finger“ steht für Abzählbarkeit.

Im Alltag verwenden wir das mathematische Konzept der natürlichen Zahlen ständig für abzählbare Dinge: 12 Apostel, 10 Gebote, aber nur 6 Minuten Redezeit?!

Natürliche Zahlen dulden nichts neben sich. Zwischen 1 und 2 ist das pure Nichts ...

Natürliche Zahlen kennen keine halben Sachen. Ein abgebissener Keks ist immer noch EIN Keks ...

Ich lese gerade den Roman DR NO von Percival Everett. Der Protagonist ist ein Professor, der sich auf das Nichts fokussiert hat. Er hat von Nichts eine Ahnung, er weiß von Nichts ... ich weiß nicht warum, aber das Buch berührt mich sehr ... 😊

Digitale Systeme basieren heute meist auf dem dyadischen Zahlensystem, das vor über 2000 Jahren im indischen und asiatischen Raum verwendet und im 17. Jhd. von Leibniz perfektioniert wurde.

In einer dualen Binärzahl gibt nur zwei Ziffern (meist 0 und 1). Das macht die Konstruktion der Geräte einfacher. Strom oder kein Strom. Licht oder kein Licht.

Für Leibniz war das Dualsystem übrigens noch ein Sinnbild des christlichen Glaubens: **Am siebten Tag war schon alles aus dem Nichts (also der Null) vollkommen erschaffen. Die Zahl Sieben ist im Dualsystem 111. Es gibt keine Lehre (Null) und die drei Einsen stehen für die Dreifaltigkeit.** Ein früher Bibelcode-Fan ...

**Digitale Computer** arbeiten anders - nicht mit Analogien in Hardware, sondern mit der arabischen Erfindung **Algorithmus**, also Anweisungen für die Abläufe in einer Maschine – mit **Software**. Die Maschine selbst ist universal und hat nichts mit der Aufgabe gemein. Sie löst Probleme nicht durch Analogie, sondern mit Berechnung!

Die nach dem englischen Mathematiker benannte Turing-Maschine aus den 50er Jahren ist ein solcher digitaler Universal-Rechner mit verblüffender Einfachheit: Ein Papierstreifen mit Nullen und Einsen und ein beweglicher Kopf, der auf dem Streifen herumfahren und lesen oder schreiben kann.

Diese simple Konstruktion ist informationstechnisch allmächtig und kann prinzipiell alle berechenbaren Probleme lösen, wenn das Band unendlich lang ist und unendlich viel Zeit zur Verfügung steht.

Das bekannte Universum hat aber nur ca.  $10^{80}$  Atome ... viele, aber nicht unendlich viele. Heutige digitale Computer arbeiten zwar mit Halbleitern statt mit Papierstreifen und mit Prozessoren statt mit Leseköpfen, aber auch die größten digitalen Computer können prinzipiell nur relativ kleine Teilprobleme berechnen.

Wir können auch nicht unendlich lange auf das Ergebnis warten, wie in Douglas Adams „Per Anhalter durch die Galaxis“ wo ein Supercomputer Millionen Jahre braucht, um die Antwort auf die „ultimative Frage nach dem Leben, dem Universum und allem“ zu finden: 42 (nicht ohne Grund meine Büronummer).

Jedes perfekte, allmächtige System benötigt unendlich genaue Konstruktion im Analogen und unendliche Ressourcen im Digitalen! Beides wird es nicht geben.

Im Zeitalter der KI irgendwie auch tröstlich ...

Die heutige Generation ist „born digital“ und mit digitalen Geräten aufgewachsen. Aber das Universum ist immer noch analog.

Obwohl auch darüber in der **digitalen Physik** trefflich gestritten wird. Laut der Computational Universe-Hypothese ist das Universum eventuell doch „nur“ ein digitaler Computer auf Quantenebene ...

## **HYBRID**

von lateinisch *hybrida* „Bastard, Mischling“ bezeichnet Systeme, bei dem zwei Technologien kombiniert werden.

Warum nicht die Vorteile von analog und digital verbinden? **Hybride Computer** gibt es schon seit den 60er Jahren und erleben eine Renaissance.

Völlig neue hybride Bauformen entstehen: Quantencomputer, DNA-Computer, optische Computer, etc.

Letztlich verschmelzen analoge und digitale Computer sowie der Mensch zu hybriden **kybernetischen Organismen**, sogenannten **Cyborgs**. Bits und Bytes zum Rechnen, Atome zum Anfassen. **Transhumanisten** implantieren sich digitale Technologie.

Roboter bekommen **biologische Neuro-Chips** und organische Körperteile.

Die nächste Generation von Menschen und dann vermutlich auch Maschinen wird „**born hybrid**“ sein!

Mensch und Maschine verschmelzen.

**Den technologischen Bastarden gehört die Zukunft!**

Das waren jetzt 6 analoge Minuten, also 6,98745 ...