

# Weltmeisterschaft der Computer

Vor 70 Jahren wurde der erste Supercomputer der Welt gebaut: Der ENIAC übertraf damals alles bisher Dagewesene – ein durchschnittliches Smartphone ist allerdings 5000-mal schneller. Ein Streifzug durch die Geschichte der Großcomputer – und ein Besuch bei Österreichs größtem Rechner, dem VSC-3.

Text: Reinhard Kleindl

**L**eistung ist nicht alles, heißt es. Es ist gut, daran zu erinnern, bevor man sich einem Thema wie diesem widmet. Leistung kann allerdings ein Ansporn sein, auf einem Weg, der das eigentliche Ziel ist. Leistung ist messbar, vergleichbar, die Grundlage für jeden Wettbewerb. Leistung ist zugleich die Voraussetzung für verschiedenste Errungenschaften in Wissenschaft und Kunst. Die Maschinen, von denen hier die Rede sein soll, sind in Wirklichkeit nichts weiter als enorm aufwendige Gehilfen. Sie schaffen Macht und Möglichkeiten. Genau das macht ihre Faszination aus. Nachdem das also gesagt ist: Sprechen wir über Supercomputer.

Es gibt keine präzise Definition, ab wann ein Großrechner zum Supercomputer wird. Es handelt sich in jedem Fall um Maschinen, die ganze Räume füllen und dazu gebaut wurden, an die Grenzen des Möglichen vorzudringen. Unbestritten ist, dass eine besondere Faszination von ihnen ausgeht, was sich in Literatur und Film widerspiegelt, wo es unzählige Beispiele für Supercomputer gibt, die nicht selten zent-

rale Charaktere in den Geschichten sind (siehe Kasten S. 60). Die Vorstellung einer riesigen, aufwendigen Denkmaschine ist reizvoll, eines Kolosses, zu dem man hinpilgert wie zu einem Orakel, wenn man Antworten benötigt.

## KONSORTIUM VON UNIVERSITÄTEN

In Österreich gibt es ein einziges Zentrum, das Supercomputer von internationalem Format betreibt. Die Anlage ist in einem Gebäude der TU Wien auf dem Gelände des Wiener Arsens untergebracht, gleich neben einer denkmalgeschützten ehemaligen Zeppelin-Halle, die gerade zu einem Hightech-Labor umgebaut wird. Sie hört auf den Namen „Vienna Scientific Cluster“, kurz VSC. Die Anlage ist aus einer Zusammenarbeit zwischen TU Wien, Uni Wien und BOKU hervorgegangen, seit 2014 sind auch die TU Graz und die Uni Innsbruck Partner im VSC-Konsortium.

Es gab bereits in den 1980ern Bestrebungen, eine gemeinsame Rechenanlage für mehrere Wiener Hochschulen zu gründen. Die Zusammenarbeit erstreck-

Fünf der schnellsten Supercomputer ihrer Zeit – quasi die Siegerliste eines Oldtimerrennens, wo es um mehr geht als um pure Geschwindigkeit.

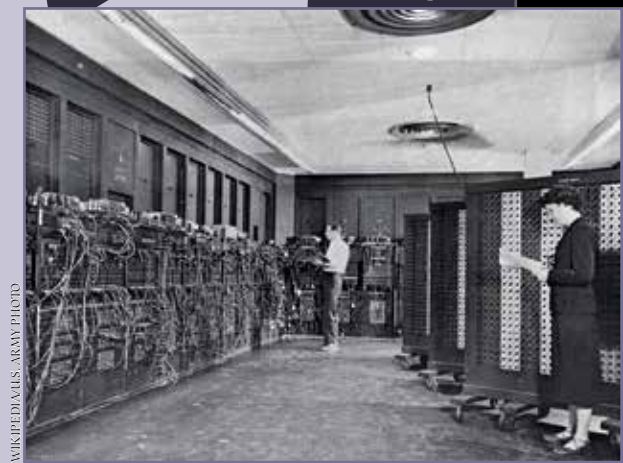
## ENIAC

Zugegeben, er war nicht der erste voll programmierbare Rechner, das war, laut gängigem Konsens, der Prototyp von Konrad Zuse. (Ein sensibler Punkt, um den es immer wieder Diskussionen gibt – in amerikanischen Texten zu dem Thema sucht man Zuse oft vergeblich.) Allerdings war ENIAC („Electronic Numeric Integrator And Computer“) vielleicht der erste Supercomputer in dem Sinn, dass er nicht nur als Experiment, sondern als besonders leistungsfähiges Arbeitsgerät gedacht war. Er wurde vom US-Militär in Auftrag gegeben und nach vierjähriger Entwicklungszeit 1946 fertiggestellt.

Da der Transistor, das zentrale technische Element jedes heutigen Prozessors, erst 1947 erfunden werden sollte, arbeitete ENIAC stattdessen mit Elektronenröhren. (Solche sind zum Teil heute noch im Einsatz: Rockmusiker schätzen „Röhrenverstärker“ nach wie vor wegen ihres besonderen Klangs.) Er besaß 17.468 solcher Röhren, nahm eine Fläche von etwa 170 Quadratmetern ein und wog 27 Tonnen. Damit war er nicht nur der schnellste, sondern auch der größte Computer seiner Zeit. Kostenpunkt: fast 500.000 Dollar, damals eine stattliche Summe. Seine Anschlussleistung betrug 150 Kilowatt (also etwas weniger als die Hälfte des VSC-3, für damalige Verhältnisse gewaltig).

ENIAC war eigentlich dazu konzipiert, die Bahnen von Artilleriegeschossen zu berechnen, ein Problem, für das es keine befriedigende Lösung gab. Allerdings endete der Zweite Weltkrieg vor seiner Fertigstellung. Verwendet wurde die Anlage bis ins Jahr 1955, unter anderem bei Forschungen zur Wasserstoffbombe.

Im englischsprachigen Raum gilt der ENIAC (1946) als erster voll programmierbarer Computer.



WIKIPEDIA/US ARMY PHOTO



WIKIPEDIA/STENJANER

Der Zuse Z3 in Berlin (1941) war der erste funktionsfähige Digitalrechner weltweit.

### Leistungsdaten

ENIAC schaffte bis zu 5000 einfache Rechenoperationen pro Sekunde – stattlich in einer Zeit, wo Bleistift und Papier die einzigen Konkurrenten waren.

Ihr Smartphone ist allerdings etwa 5000-mal schneller.

te sich über alle Bereiche der EDV, sie scheiterte jedoch nach wenigen Jahren am Organisatorischen. Zwischen 2008 und 2010 wurde eine neue Übereinkunft speziell für ein „High Performance Computing“-Zentrum getroffen, das sich schnell zur Erfolgsstory entwickelte. Der „Vienna Scientific Cluster 1“ (VSC-1) wurde 2009 in Betrieb genommen. Die Anlage verfügte über insgesamt fast 3500 Rechenkerne. Damit war sie in der Lage, etwa 35 Billionen Rechenoperationen in der Sekunde durchzuführen – genug, um Platz 157 der schnellsten Computer der Welt einzunehmen. Inzwischen arbeitet man, dank Finanzierung vom Wissenschaftsministerium, mit dem VSC-3, der 2014 in Betrieb ging. VSC-1 ist nicht mehr in Betrieb, VSC-2 aus dem Jahr 2011 wird nach wie vor genutzt.

Heutige Supercomputer folgen einem überraschend simplen Prinzip: Ein einziger Computer ist schnell, zwei sind schneller. VSC-3 hat etwa zehnmal so viele Prozessoren wie VSC-1 und ist auch zehnmal schneller. Wer beliebig viele handelsübliche Serverknoten kombiniert, kann im Prinzip beliebig schnelle Supercomputer bauen.

Was in der Theorie einfach klingt, hat erwartungsgemäß mehrere Haken. Einer davon ist der Stromverbrauch: Mehr Prozessoren brauchen mehr Strom, der VSC-3 hat eine Anschlussleistung von 400 Kilowatt. Das entspricht einem mittleren Lamborghini bei Vollgas. VSC-2 hat ähnliche Daten. Eine simple Steckdose reicht hier zur Stromversorgung nicht mehr aus, bei der Standortentscheidung war die Nähe zu einem Umspannwerk ein wesentlicher Faktor.

#### LEISTUNG UND WÄRME

400 Kilowatt, 24 Stunden am Tag, in einem Raum von 100 Quadratmetern: Das führt uns zum nächsten Problem: der Wärme. Bei Supercomputern ist die Kühlung eine große technische Herausforderung. VSC-3 verwendet eine Ölkühlung, für die noch einmal Energie im Bereich von fünf Prozent der Anschlussleistung benötigt wird. Das bedeutet, die Rechner-Elemente sind vollständig in transparentes Mineralöl getaucht, das ständig umgewälzt wird, um die Wärme abzuführen. Die Kühler befinden sich auf dem Dach des Gebäudes. >

## Supercomputer in Literatur und Film

### HAL 9000

(2001, Stanley Kubrick)

Vielleicht der Klassiker eines direkten Wettkampfs zwischen Mensch und Computer: HAL (für „Heuristically programmed algorithmic computer“) tötet alle Crewmitglieder auf einem Raumschiff, das auf dem Weg zum Jupiter ist. Ein Astronaut überlebt und wird aus dem Schiff ausgesperrt, bis er sich Zugang verschafft und die um ihr Leben bettelnde Künstliche Intelligenz abschaltet. Der Konflikt entsteht aus der Unfähigkeit der Denkmaschine, die menschlichen Schwächen und Unsicherheiten zu akzeptieren.

### Golem XIV

(Also sprach Golem, Stanislaw Lem)

Der womöglich kühnste Entwurf eines fiktiven Supercomputers, erdacht vom polnischen Science-Fiction-Papst Stanislaw Lem (dessen Name nicht ganz zufällig im Computernamen enthalten ist): Ein Großrechner namens Golem XIV erlangt Bewusstsein und hält den Menschen drei Vorlesungen, bevor er sich zurückzieht und jede Kommunikation verweigert. Diese philosophischen Vorlesungen machen den Hauptteil des Buchs aus, die Geschichte bildet nur den Rahmen.

### AM

(I have no mouth and I must scream, Harlan Ellison)

AM ist ein Kürzel für „Alliiertes Mastercomputer“, aber zugleich auch ein Hinweis auf „Ich denke, also bin ich“ von René Descartes. Dieser Rechner, erdacht vom amerikanischen Science-Fiction-Autor Harlan Ellison, erlangt Bewusstsein und will die Menschheit auslöschen. Nur fünf Menschen werden verschont. AM hält sie künstlich am Leben, um sich auf jede nur erdenkliche Art an ihnen zu rächen. Als die Geschichte beginnt, liegt die Katastrophe bereits über 100 Jahre zurück. In einer legendären (und wegen der Verwendung von NS-Symbolen umstrittenen) Videospiel-Umsetzung spricht Ellison selbst den Computer.

### Deep Thought

(Hitchhikers Guide to the Galaxy, Douglas Adams)

Ein Großrechner, gebaut, um den Sinn des Lebens zu ergründen: Er soll Antwort auf das Leben, das Universum und überhaupt alles geben. Nach siebeneinhalb Millionen Jahren Rechenzeit spuckt er eine Antwort aus: „42“. Auf Nachfrage erklärt der Computer, dass die wirkliche Schwierigkeit darin bestehe, die richtige Frage zu stellen. Seither hat die Zahl 42 Kultcharakter. IBM baute später einen Supercomputer (einen Vorgänger des Schachcomputers Deep Blue) und nannte ihn nach der Geschichte Deep Thought.

### The Matrix

(in dem gleichnamigen Film der Wachowski-Geschwister)

Die Besonderheit von Matrix ist, dass es sich nicht um einen intelligenten Computer handelt, sondern um einen gewöhnlichen Supercomputer, der eine virtuelle Realität erzeugt, in der alle Menschen gefangen sind.

## CDC 6600

Als erster echter Supercomputer der Welt gilt gemeinhin der CDC 6600. Er tauchte praktisch aus dem Nichts auf und löste das damals bereits marktführende Unternehmen IBM an der Spitzenposition des schnellsten Computers der Welt ab. Sein „Vater“ war Seymour Cray, der fortan einen fixen Platz in der Welt der Superrechner einnehmen sollte.

Der CDC 6600 kostete rund acht Millionen Dollar und wurde 1965 erstmals ausgeliefert. Der erste Kunde war niemand Geringeres als das europäische Kernforschungszentrum CERN, das die Maschine für die Analyse von Teilchenbahnen verwendete.

Für IBM, die den bisher schnellsten Rechner der Welt gestellt hatten (der nur ein Drittel der Leistung des CDC 6600 hatte), war es ein Schock. IBM hatte einen hohen Status im Computergeschäft, man hatte schon Lesegeräte für die Lochkarten des ENIAC hergestellt. IBM-Chef Watson schrieb an seine Mitarbeiter, er verstehe nicht, wie ein so kleines Unternehmen wie CDC IBM mit seinen riesigen Kapazitäten ausstechen konnte und warum man sich die Führungsrolle so leicht habe wegnehmen lassen. (Übrigens derselbe Thomas Watson, dem das Zitat zugeschrieben wird, er schätze den weltweiten Bedarf an PCs auf fünf Stück. Die Authentizität wird allerdings angezweifelt.)

Wie schmerzhaft der Verlust der Führungsposition für IBM gewesen sein muss, lässt sich erahnen, wenn man sich vor Augen hält, dass man am CERN für die Umstellung vom IBM 7090 auf den CDC 6600 drei Monate in Kauf nahm und noch während der ersten Jahre immer wieder Anpassungen vornehmen musste.

Der CDC 6600 wurde, außer in wissenschaftlichen Forschungseinrichtungen wie dem CERN, auch in Atomwaffenforschungsanlagen eingesetzt. Sein Konstrukteur Seymour Cray, der seinen Arbeitgeber CDC mit der Entwicklung des 6600 beinahe in den Bankrott getrieben hatte, gründete 1972 sein eigenes Unternehmen und prägte die Geschichte der Supercomputer bis zu seinem Tod 1996.

#### Leistungsdaten

Taktfrequenz: 10 MHz

Spitzenleistung: 3 Millionen FLOPs pro Sekunde

Vergleich: Weniger als ein Achtel Ihres Smartphones



Seymour Cray baute den CDC 6600 und später jene Supercomputer, die seinen Namen tragen (unten ein Cray-1).



IBMs Deep Blue wurde einzig und allein dafür gebaut, um ein Schachspiel gegen den Menschen zu gewinnen.



WIKIPEDIA/JAMES THE PHOTOGRAPHER

## IBM Deep Blue

Diese Maschine wurde zu einem einzigen Zweck gebaut: den amtierenden Weltmeister im Schach zu besiegen. Es spricht für Garri Kasparow, dass er sich diesem Duell gestellt hat, nachdem er in den 1980er Jahren behauptet hatte, ein Computer würde ihn niemals schlagen können. Bereits 1989 spielte er zwei Partien gegen einen Supercomputer von IBM, die er beide gewann. 1996 trat er unter Turnierbedingungen gegen Deep Blue an, der damals in der TOP500-Liste der schnellsten Computer der Welt Platz 259 einnahm und immerhin 500-mal so schnell ist wie ein gewöhnliches Smartphone. Er hatte unter anderem sämtliche Partien gespeichert, die von Kasparow bekannt waren, und war in Zusammenarbeit mit mehreren Schach-Großmeistern programmiert worden. Kasparow verlor prompt die erste Partie, gewann allerdings das Turnier. Er spielte zwei Turniere gegen Deep Blue, der immer wieder, auch zwischen den Partien, optimiert wurde. 1997 verlor Kasparow dann das Revanche-Turnier, um sogleich Manipulationsvorwürfe auszusprechen. Er forderte ein Rematch, zu dem es nie kam.

Das Interessanteste an diesen Turnieren ist vielleicht ihre Ausgeglichenheit. Keiner der beiden Spieler schien eine besondere Überlegenheit auszuspielen zu können.



NAJLAU/PEANNY/CORBIS SYGMA



WIKIPEDIA/DAVID MONSIEUX

Von 1961 bis 1964 war der IBM 7030 „Stretch“ der schnellste Rechner der Welt.

1996 gelang es Deep Blue als erstem Computer, den damals amtierenden Schachweltmeister Garri Kasparow zu schlagen.

### Leistungsdaten

Taktfrequenz: 120 MHz  
Spitzenleistung: 11,38 GigaFLOPs  
Vergleich: Etwa 500-mal schneller als Ihr Smartphone.

## Tianhe-2

Der aktuell schnellste Supercomputer der Welt steht in China, genauer gesagt in Guangzhou. Auf 700 Quadratmetern steht eine wassergekühlte Anlage mit einer elektrischen Leistung von knapp 18 Megawatt – ohne Kühlleistung. Drei Millionen Rechenkerne sorgen für eine Rechenleistung von etwas mehr als 30 PetaFLOPs, das sind 30 Milliarden Rechenoperationen pro Sekunde.

Der Testlauf erfolgte 2013, seither hält der Tianhe-2 den Spitzenplatz. Er verwendet Intel-Prozessoren, wurde aber von der NUDT, der nationalen chinesischen Universität für Verteidigungstechnologie, in Zusammenarbeit mit dem chinesischen Informationstechnologieunternehmen Inspur entwickelt.

Der Spitzenplatz der TOP500-Liste hat große symbolische Bedeutung: Der Superrechner, dessen Name „Milchstraße“ bedeutet, war Teil eines Technologieprogramms der chinesischen Regierung. In Amerika war man über den Verlust des Spitzenplatzes durchaus schockiert und fragte sich, ob hier genug Geld investiert wurde, während Insider die Sinnhaftigkeit noch schnellerer Rechner durchaus infrage stellen – Leistung ist nicht alles.

Tianhe-2 – das bedeutet Milchstraße – im chinesischen Guangzhou ist seit mehr als zwei-einhalb Jahren der schnellste Rechner der Welt.



NATIONAL SUPER-COMPUTER CENTER GUANGZHOU

### Leistungsdaten

Taktfrequenz: 2,2 GHz  
Spitzenleistung: 30 PetaFLOPs  
Vergleich: Etwa eine Milliarde Mal schneller als Ihr Smartphone.



## Das menschliche Gehirn

Zugegeben, ein Exot in dieser Liste. Ein Vergleich mit den besten Computern der Welt ist aber dennoch interessant. Mehr als 80 Milliarden Nervenzellen, in ihrer Funktionsweise grob vergleichbar mit den Transistoren der Computer, schaffen laut (durchaus gewagten) Schätzungen eine Rechenleistung im Bereich zwischen 10 TeraFLOPs und 10 PetaFLOPs pro Sekunde, je nach Schätzung. Das ist tatsächlich weniger, als die aktuell besten Supercomputer aufweisen.



Der Aufbau und die Funktionsweise unseres Gehirns unterscheiden sich stark von den Prinzipien, nach denen heutige Computer gebaut werden.

### Leistungsdaten

Außer Konkurrenz.



Der Vienna Scientific Cluster (VSC-3) steht im Wiener Arsenal und ist der schnellste Supercomputer Österreichs. Genutzt wird er von mehreren Universitäten.

### Das Problem des Handlungsreisenden

Es ist allgemein bekannt, dass populärwissenschaftliche Texte erfolgreicher sind, wenn sie keine Rechnungen enthalten (das wusste schon Stephen Hawking). Wir wollen es deshalb kurz halten und hier nur schnell ein Problem formulieren, das kein Computer der Welt lösen kann, nicht einmal der schnellste Rechner der Gegenwart, der chinesische Supercomputer „Tianhe2“. Das Problem, das sich hier in ein paar Worten formulieren lässt, ist kinderleicht zu verstehen (versprochen!).

Wir wollen die Sache nicht zu theoretisch angehen und uns einen Paketdienst vorstellen, der in einer Stadt, etwa in Wien, an dreißig Adressen Pakete entgegennehmen oder abliefern soll. Welche Route ist die schnellste? Anders gefragt: In welcher Reihenfolge soll der Fahrer die Adressen anfahren, damit er keine Umwege fährt?

Nicht so schwierig, oder?

Es gibt exakt

8841761993739701954543616000000 mögliche Routen (knapp 9 „Quintillionen“, so lautet der Name für eine Zahl mit 30 Nullen), unter denen der Fahrer wählen kann – eine gewaltige Zahl. Dieses harmlos wirkende Problem ist in Wirklichkeit berühmt dafür, besonders schwer berechenbar zu sein. Wenn wir annehmen, dass Tianhe2 mit jedem Rechenschritt genau eine dieser Varianten prüfen kann (damit tun wir ihm einen Gefallen, in Wirklichkeit braucht er mehrere Schritte), dann würde er etwas mehr als acht Millionen Jahre brauchen, bis er genau wüsste, welche Variante die schnellste ist. So lang wird der Fahrer unseres Paketdienstes nicht warten.

Viele naturwissenschaftliche Aufgabenstellungen haben eine ähnliche Struktur: Der Aufwand steigt exponentiell mit der Größe des Problems. Man hilft sich, so gut es geht, mit allen nur erdenklichen Tricks und Näherungen – und nicht zuletzt mit Supercomputern wie dem VSC-3.

Ein weiteres interessantes Problem ist die Vernetzung der vielen Prozessoren: Nur wenn jeder Serverknoten möglichst direkt mit jedem anderen kommunizieren kann, lassen sich Rechenaufgaben aufteilen und parallel bearbeiten. Diese Kommunikation erfolgt über spezielle Netzkabel.

Der VSC-3 hat eine Leistung von 600 „TeraFLOPs“ pro Sekunde. „FLOP“ steht für „Floating Point Operation“, eine Rechnung mit einer Gleitkommazahl. Vereinfacht gesagt ist er also in der Lage, 600 Billionen Rechenoperationen pro Sekunde durchzuführen. Er ist damit 24 Millionen Mal leistungsfähiger als ein gängiges Smartphone, das eine Leistung von etwa 25 MegaFLOPs hat. (Die Leistung lässt sich per App testen; dieser Wert wurde für ein Samsung Galaxy S5 ermittelt.) Die Planungen für VSC-4 haben bereits begonnen, welche Leistung er haben wird, steht noch nicht fest.

Wofür werden so schnelle Computer benötigt? In Österreich geht es überwiegend um wissenschaftliche Anwendungen. Simuliert werden unter anderem die Funktionsweise von Medikamenten auf molekularer Ebene, die Vorgänge im Inneren pulsierender Sterne, das Verhalten von sogenanntem „Quark-Gluon-Plasma“, wie es im größten Teilchenbeschleuniger am CERN erforscht wird, oder die Verarbeitung von Satellitendaten, um Informationen über globale Veränderungen der Vegetation zu sammeln. Es gibt aber auch sehr praxisnahe Anwendungen: etwa die Routenplanung von Krankentransporten. Dabei handelt es sich um eine überraschend komplexe Sache, die auf dem klassischen mathematischen „Problem des Handlungsreisenden“ beruht (siehe Kasten S. 64). Es gibt also durchaus großen Andrang unter österreichischen Forschungsinstituten, die Großrechner des VSC zu nutzen. Die Wissenschaftler schreiben Projektanträge, über die eine Kommission entscheidet, und bekommen, bei positivem Bescheid, Rechenzeit zugewiesen.

### WETTRENNEN AN DER SPITZE

Die Anlagen des VSC erfüllen in jeder Hinsicht die Voraussetzungen, um als Supercomputer zu gelten. International gibt es aber noch deutlich leistungsfähigere Anlagen, die sich um Spitzenplätze der TOP500-

Liste der schnellsten Supercomputer matchen. Diese Liste steht für einen ständigen Wettlauf um Geschwindigkeit, der zum Teil mehr mit Prestige zu tun hat als mit praktischen Überlegungen. Die Führungspositionen werden überwiegend von Rechnern eingenommen, die mit extrem schnellen Grafikprozessoren („Graphics Processing Unit“; GPU) arbeiten, die im Prinzip selbst kleine Parallelrechner sind und in den Grafikkarten von PCs verwendet werden, wo sie heutigen Videospielen zu atemberaubender Grafik verhelfen. Sie sind aber für bestimmte Aufgaben ausgelegt. In der Praxis sind bei vielen Berechnungen Einbußen zu verzeichnen.

Bei den Teststandards für die TOP500-Liste, dem „HPL-Benchmark“, oder auch „Linpack-Benchmark“ genannt, schneiden GPUs aber besonders gut ab. Die schnellsten Rechner der Welt werden also nicht anhand ihrer Komponenten verglichen, sondern ihre Performance wird getestet, sie liefern sich also ein reales Wettrennen im Lösen von Gleichungen – unter bestimmten Wettkampfbedingungen. Der VSC-2 hat in diesem Ranking bei seiner Inbetriebnahme Platz 56 eingenommen.

Dass auch die schnellsten Computer bislang über keine Intelligenz verfügen, die mit der menschlichen vergleichbar wäre, hat weniger mit der unschlagbaren Effektivität zu tun – das Hirn benötigt knapp 20 Watt Leistung –, sondern hat andere Gründe: Wir verstehen immer noch nicht gut genug, was Intelligenz eigentlich ist und wie sie funktioniert. Dennoch erscheinen, im Licht dieser Zahlen, die Warnungen vor den Gefahren Künstlicher Intelligenz (KI) glaubwürdig: Hunderte namhafte KI-Forscher und andere prominente Wissenschaftler wie Stephen Hawking haben erst letztes Jahr ein gemeinsames Statement veröffentlicht, wo sie speziell vor autonomen Waffensystemen warnen. Manche gehen weiter und halten ein Science-Fiction-Szenario à la Terminator ebenfalls für realistisch. Dass das Rennen um noch leistungsfähigere Computer und KIs dadurch verhindert wird, scheint aber fraglich. Zu verlockend scheint die Lust an der Leistung – oder einfach das Bedürfnis nach Macht.

Ob wir uns vor der Zukunft fürchten müssen, ist wohl noch nicht restlos geklärt. Neugierig dürfen wir aber auf jeden Fall sein. Ω