TECHNIK

Mooresches Gesetz - Was besagt Moore's Law?

Alle zwei Jahre doppelt so viele Transistoren: woher die Regel stammt, warum sie kein Naturgesetz ist und was von ihr heute noch gilt.

Stand: 21.09.2026 · 4 Min. Lesezeit

Die schnelle Antwort

Das mooresche Gesetz besagt, dass sich die Zahl der Transistoren auf einem Chip regelmäßig verdoppelt, seit 1975 im Abstand von etwa zwei Jahren. Es ist kein Naturgesetz, sondern eine Beobachtung, die zum Fahrplan einer ganzen Industrie geworden ist. Seit einigen Jahren greift sie nicht mehr wie früher.

Das mooresche Gesetz besagt, dass sich die Zahl der Transistoren auf einem Computerchip in regelmäßigen Abständen verdoppelt. Gordon Moore, später Mitgründer von Intel, hat diese Regelmäßigkeit 1965 in einem Fachaufsatz beschrieben und zunächst eine Verdopplung pro Jahr gesehen. Zehn Jahre später hat er die Voraussage auf etwa zwei Jahre gestreckt, und dabei ist es geblieben.

Ein Gesetz im Sinne der Physik ist das nicht. Es zwingt nichts, es erklärt nichts, und es war nie mehr als eine Beobachtung mit einer Prognose daran. Intel selbst schreibt in seinem Firmenarchiv, der Ausdruck beschreibe ein Arbeitsprinzip und eine Selbstverpflichtung, keine Naturkraft - und Moore habe das Wort Gesetz nie benutzt.

Was die Verdopplung praktisch bedeutet

Eine Verdopplung alle zwei Jahre klingt harmlos. Über Jahrzehnte ergibt sie Zahlen, die man sich kaum vorstellen kann.

2.300

Intel 4004, der erste Mikroprozessor, 1971

208.000.000.000

Nvidias Blackwell-Chip für KI-Rechenzentren, 2024

90.000.000

so oft passt der 4004 rechnerisch in diese Zahl

Transistoren auf einem einzelnen Chip

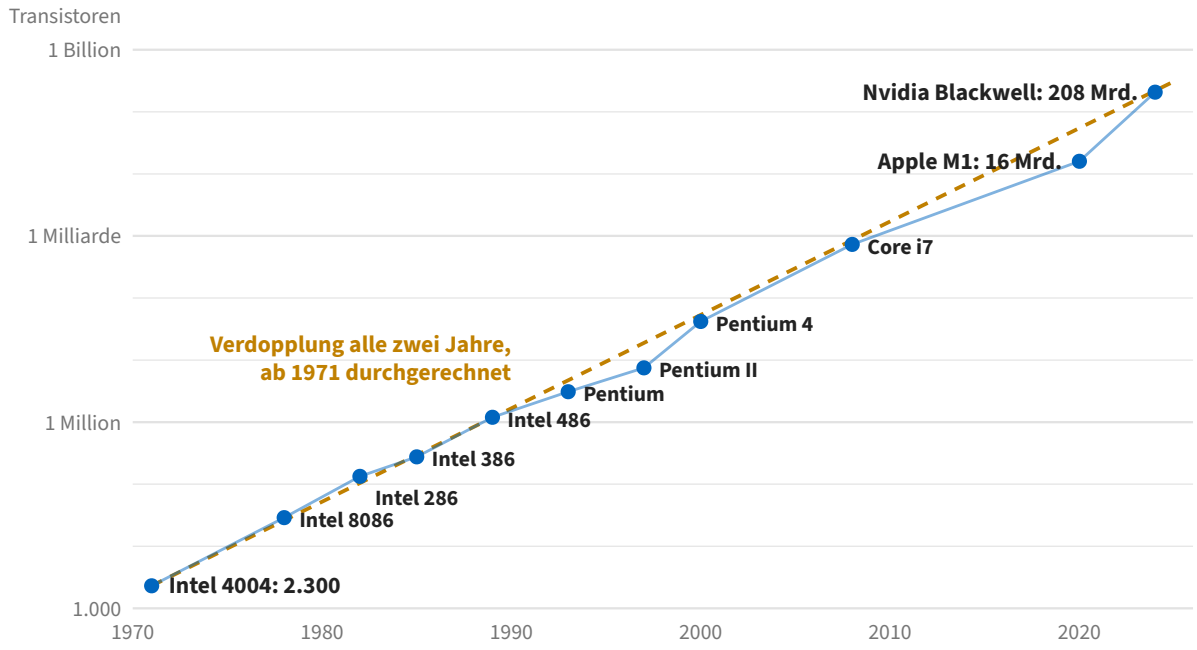
Deshalb steckt in einem Smartphone mehr Rechenleistung als in den Computern, mit denen die Apollo-Missionen geflogen sind. Und deshalb war jahrzehntelang absehbar, was ein Rechner in fünf Jahren können

Quickpedia - Vernetztes Wissen und Lernen · © 2026 SOFTCLICK Labs · Stand des Beitrags: 21.09.2026

würde - eine Planungssicherheit, die es in kaum einer anderen Branche gibt.

Von 2.300 auf 208 Milliarden Transistoren in 53 Jahren

Transistoren je Chip, ausgewählte Prozessoren 1971 bis 2024. Jede Stufe nach oben steht für das Zehnfache.



Quelle: Intel Microprocessor Quick Reference Guide (Intel-Chips bis 2008); Apple Newsroom, 10.11.2020 (M1); Nvidia Newsroom, 18.03.2024 (Blackwell)
Stand: 21.09.2026 · Grafik: quickpedia.de

Irrtum: Moores Gesetz sagt, dass sich die Rechenleistung alle 18 Monate verdoppelt

Zwei Irrtümer halten sich hartnäckig. Der erste betrifft die Frist: Die oft genannten 18 Monate stammen nicht von Moore, sondern von seinem Intel-Kollegen David House, der aus der Verdopplung der Transistoren eine Verdopplung der Chipleistung in diesem Abstand ableitete. Moores eigene Angabe lautet seit 1975 auf zwei Jahre.

Der zweite betrifft die Sache selbst. Gezählt werden Transistoren, nicht Geschwindigkeit. Dass mehr Transistoren lange auch schnellere Rechner bedeuteten, lag an einem zweiten Zusammenhang, der inzwischen nicht mehr gilt. Seit etwa 2005 steigen die Taktraten kaum noch, die Hersteller bauen stattdessen mehr Kerne nebeneinander.

Quickpedia - Vernetztes Wissen und Lernen · © 2026 SOFTCLICK Labs · Stand des Beitrags: 21.09.2026

Was in dem Aufsatz sonst noch steht

Bemerkenswert an dem Text von 1965 ist nicht nur die Kurve. Moore hat darin auch aufgeschrieben, wozu billige Schaltkreise führen würden, und die Aufzählung liest sich heute wie eine Beschreibung des Alltags: Heimcomputer oder wenigstens Terminals an einem zentralen Rechner, automatische Steuerungen für Autos und tragbare persönliche Kommunikationsgeräte. Der elektronischen Armbanduhr, schrieb er, fehle eigentlich nur noch die Anzeige.

Das stand in einem Fachmagazin, ein Jahrzehnt vor den ersten Heimcomputern.

Auch die Zahl im Vorspann seines Aufsatzes ist es wert, festgehalten zu werden. Moore rechnete vor, bis 1975 könnten wirtschaftlich rund 65.000 Bauteile auf einen Chip passen. Der Speicherchip, den die Branche in jenem Jahr auf den Markt gebracht hat, kam auf 65.536.

Vom Aufsatz zum Fahrplan

Der Aufsatz von 1965 war eine Auftragsarbeit für ein Fachmagazin, keine große Theorie. Zum Gesetz wurde er, weil die Branche ihn zum Ziel erklärt hat.

Sechzig Jahre Verdopplung

1965	Gordon Moore beschreibt in der Zeitschrift "Electronics", dass sich die Zahl der Bauteile pro Chip jährlich verdoppelt, und sagt voraus, das gehe zehn Jahre so weiter
1971	Der Intel 4004 kommt auf den Markt, der erste Mikroprozessor, mit 2.300 Transistoren
1975	Moore korrigiert die Voraussage auf eine Verdopplung alle zwei Jahre
1990er	Die Industrie schreibt die Kurve als gemeinsamen Fahrplan fest, in der International Technology Roadmap for Semiconductors
2016	Diese Roadmap erscheint zum letzten Mal. Ihr Nachfolger richtet sich nicht mehr allein nach der Verkleinerung
2022	Nvidia-Chef Jensen Huang erklärt das Gesetz für tot, Intel-Chef Pat Gelsinger widerspricht wenige Tage später
Heute	Die Verdopplung läuft langsamer, teurer und über andere Wege weiter

Der Fahrplan ist der eigentliche Grund für die lange Haltbarkeit. Wenn alle Hersteller, Zulieferer und Forschungsinstitute dieselbe Kurve in ihre Planung schreiben, wird die Voraussage zur Verabredung. Zulieferer bauen die Maschinen, die in zwei Jahren gebraucht werden, weil im Fahrplan steht, dass sie dann gebraucht werden.

Das Ende dieser gemeinsamen Roadmap 2016 ist deshalb mehr als eine Verwaltungsmeldung. Die Branche

Quickpedia - Vernetztes Wissen und Lernen · © 2026 SOFTCLICK Labs · Stand des Beitrags: 21.09.2026

hat sich damit von der Idee verabschiedet, dass alle in dieselbe Richtung schrumpfen.

Warum es schwieriger wird

Zwei Arten von Grenzen kommen zusammen, und die zweite ist die härtere.

Physik. Die Strukturen auf heutigen Chips sind nur noch wenige Atomlagen breit. In dieser Größenordnung machen sich Quanteneffekte bemerkbar. Elektronen durchdringen Barrieren, die sie nach den Regeln der klassischen Physik aufhalten müssten, und Ströme fließen, wo nichts fließen soll.

Geld. Eine moderne Chipfabrik kostet zweistellige Milliardenbeträge, und die Belichtungsmaschinen dafür baut weltweit ein einziges Unternehmen. Kleinere Strukturen bedeuten längst nicht mehr billigere Chips, wie das Forschungsinstitut imec nüchtern feststellt. Damit fällt der wirtschaftliche Grund weg, der die Verkleinerung überhaupt angetrieben hat.

Die Nanometerangaben in Werbung und Produktnamen helfen bei der Einordnung übrigens nicht. Eine Drei-Nanometer-Fertigung enthält keine Strukturen von drei Nanometern - der Name ist seit Jahren eine Bezeichnung für eine Fertigungsgeneration, kein Maß.

Was an die Stelle tritt

Aufgegeben hat die Branche nicht, sie wechselt die Richtung. Statt Strukturen weiter zu verkleinern, baut sie Transistoren in neuer Form, stapelt Lagen übereinander und setzt mehrere kleinere Chips zu einem Paket zusammen. Das Institut imec nennt neben neuen Transistortypen ausdrücklich die dreidimensionale Integration als Weg, die Dichte zu erhöhen, ohne kleiner zu werden. Nvidias Blackwell ist genau so gebaut. Seine 208 Milliarden Transistoren sitzen auf zwei Hälften, die zu einer Einheit verbunden sind, und liegen damit noch auf der alten Verdopplungslinie, obwohl die Strukturen längst nicht mehr im alten Takt schrumpfen.

Ob man das noch mooresches Gesetz nennen sollte, ist Ansichtssache. Die Zahl der Transistoren pro Chip steigt weiter, aber sie steigt langsamer, teurer und mit anderen Mitteln als in den Jahrzehnten davor. Die Regel hat also nicht aufgehört zu gelten. Sie ist teuer geworden.

Was hast Du gelernt?

1. Was verdoppelt sich nach dem mooresche Gesetz?
   - **A** Der Arbeitsspeicher eines durchschnittlichen Rechners.
   - **B** Die Zahl der Transistoren auf einem Chip.
   - **C** Die Taktfrequenz des Prozessors.

   Antwort: *B*

Quickpedia - Vernetztes Wissen und Lernen · © 2026 SOFTCLICK Labs · Stand des Beitrags: 21.09.2026

2. Woher stammt die oft genannte Frist von 18 Monaten?

- **A** Von Moores Aufsatz aus dem Jahr 1965.
- **B** Von David House, einem Intel-Kollegen Moores, und sie bezog sich auf die Leistung.
- **C** Von der International Technology Roadmap for Semiconductors.

Antwort: *B*

3. Warum ist es kein Naturgesetz?

- **A** Weil es nur für Intel-Prozessoren gilt.
- **B** Weil es eine Beobachtung ist, die die Branche selbst zum Ziel erklärt hat.
- **C** Weil es in der Physik nie überprüft worden ist.

Antwort: *B*

Quellen

1. Gordon E. Moore, Cramming more components onto integrated circuits, in: Electronics, Band 38, Nr. 8, 19. April 1965 · abgerufen 21.09.2026 · https://www.cs.utexas.edu/~fussell/courses/cs352h/papers/moore.pdf
2. Intel, Moore's Law (Virtual Vault) · abgerufen 21.09.2026 · https://www.intel.com/content/www/us/en/history/virtual-vault/articles/moores-law.html
3. imec, Is Moore's law dead? · abgerufen 21.09.2026 · https://www.imec-int.com/en/semiconductor-education-and-workforce-development/microchips/moores-law/moores-law-dead
4. IEEE Spectrum, Chip Hall of Fame: Intel 4004 Microprocessor · abgerufen 21.09.2026 · https://spectrum.ieee.org/tech-history/silicon-revolution/chip-hall-of-fame-intel-4004-microprocessor.amp.html
5. Nvidia, Nvidia Blackwell Platform Arrives to Power a New Era of Computing (Pressemitteilung) · Stand 18.03.2024, abgerufen 21.09.2026 · https://nvidianews.nvidia.com/news/nvidia-blackwell-platform-arrives-to-power-a-new-era-of-computing
6. HPCwire, Transistors Won't Shrink Beyond 2021, Says Final ITRS Report · Stand 28.07.2016, abgerufen 21.09.2026 · https://www.hpcwire.com/2016/07/28/transistors-wont-shrink-beyond-2021-says-final-itrs-report/

Themen: IT · Technik

Quickpedia - Vernetztes Wissen und Lernen · © 2026 SOFTCLICK Labs · Stand des Beitrags: 21.09.2026