



infineon

special

MIT DEM NOTEBOOK ZUM MOND – 50 JAHRE HALBLEITERINDUSTRIE IN DEUTSCHLAND

In wenigen Zeilen gab Ernst von Siemens Anfang April 1952 bekannt, zur Produktion von Halbleiter-Transistoren ein separates Werk bauen zu wollen. Damals war nicht abzusehen, welche Entwicklung er damit anstoßen würde. Fünf Jahre nach der Entwicklung des Transistors in den USA im Jahre 1947 und sechs Jahre vor der Entwicklung der Integrierten Schaltung (IC), also des Mikrochips, durch den Ingenieur Jack Kilby schlug die Geburtsstunde der Halbleiterindustrie in Deutschland. Heute – ein halbes Jahrhundert später – blickt diese Branche wirtschaftlich wie technologisch auf eine unvergleichlich rasante Entwicklung zurück. Und nach wie vor gestaltet der vor 50 Jahren gegründete Siemens Bereich diesen Fortschrittsprozess als einer seiner

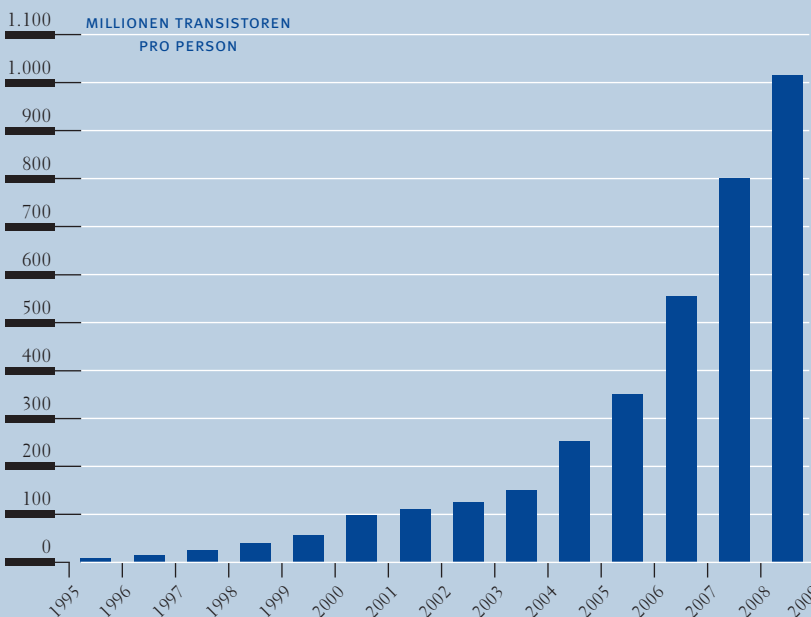
Vordenker. Nur heißt er heute Infineon Technologies und wurde von Siemens im Jahr 1999 ausgegründet und erfolgreich an die Börse gebracht. Und aus den anfänglich 30 sind derzeit fast 30.000 Mitarbeiter geworden, von denen jeder sechste an weltweit 29 Standorten in den Bereichen Forschung und Entwicklung tätig ist.

IMMER MEHR LEISTUNG AUF IMMER KLEINEREN CHIPS

Zwischen 1954 und 2000 wuchs der weltweite Jahresumsatz der gesamten Chipbranche von fünf Millionen US-Dollar um das 40.000fache auf 200 Milliarden US-

Dollar an. Pro Erdenbürger und Jahr werden inzwischen durchschnittlich 60 Millionen Transistoren produziert. Dabei funktionierte die Halbleiterindustrie von Anfang an nach eigenen Regeln. Ihre bekannteste und zugleich folgenreichste Regel formulierte Gordon Moore bereits 1965 im später so genannten Mooreschen Gesetz: Er machte die Beobachtung, dass sich die Anzahl an Transistoren in einer Integrierten Schaltung etwa alle 18 Monate verdoppelt. Übersetzt bedeutet das nichts anderes, als dass beispielsweise die Leistungsfähigkeit ganz normaler Personalcomputer (PC) im gleichen Zeitraum ebenfalls zwei Mal so groß wird. Dieser Entwicklung entsprechend könnte die gesamte Rechenleistung für die Mondlandung von 1969 heute mit einem handelsüblichen Laptop bewältigt werden. Für eine 1 Gigabyte große Speicherkapazität, heute ein Modul in der Größe zweier Kreditkarten, wurden vor 30 Jahren die Fläche von 700 Quadratmetern und der Strombedarf eines ganzen Dorfes benötigt.

TRANSISTOREN PRO PERSON



Quelle: Semiconductor Industry Association 2001

Halbleiterindustrie: 50 Jahre rasante Entwicklung

- Vor 50 Jahren – Transistor (IC)
- Vor 40 Jahren – Transistorradio
- Vor 30 Jahren – Videorecorder
- Vor 20 Jahren – Personalcomputer
- Vor 10 Jahren – Handy
- Vor 5 Jahren – Internet, E-Mail

Heute – Intelligente Kleidung!



Dabei hat sich das Prinzip der Chipherstellung selbst nie verändert: Mikrochips werden nach wie vor auf dünnen, runden Siliziumscheiben, den so genannten Wafern, gefertigt. Der Trend war und ist, immer kleinere Chips auf immer größeren Wafern herzustellen. Passten die Silizium-Wafer Anfang der 70er Jahre mit 50 Millimeter Durchmesser bequem auf eine Hand, produziert Infineon heute als weltweit erster Hersteller auf pizzagroßen 300 Millimeter messenden Wafern. Zugleich verkleinern sich die Strukturbreiten immer weiter: Heute sind die Leiterbahnen nur noch 130 Nanometer breit, das entspricht dem Tausendstel der Dicke eines Haares.

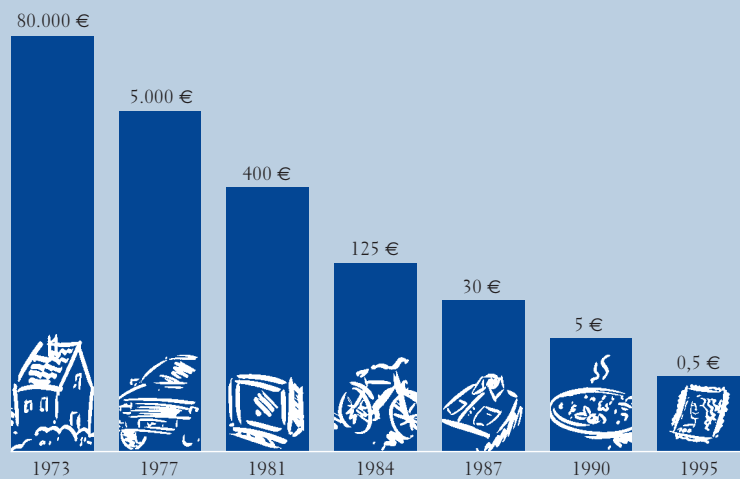
Ein Ende dieser Entwicklung ist noch immer nicht in Sicht – und das, obwohl praktisch seit den Anfängen der Halbleiterindustrie immer wieder ihre Grenzen heraufbeschworen wurden. Derzeit stehen die Entwickler vor der Schallmauer von 100 Nanometern.

Wohin der Weg noch führen könnte, zeigt ein Blick auf die Natur: Der höchste uns bekannte integrierte „Chip“ ist die DNA, mit einer genetischen Speicherkapazität von mehreren Milliarden Bit. Ein Gen, das einen Informationsumfang von etwa einem Bit hat, wird dabei mit rund 20 Atomen abgebildet. Sollte das Mooresche Gesetz noch weitere 50 Jahre seine Gültigkeit behalten, könnte sich die Chiptechnologie dieser fantastischen Leistungsfähigkeit der Natur noch in diesem Jahrhundert nähern.

DAS PHÄNOMEN DES PREISVERFALLS

Ob zur Verkehrssteuerung, Telekommunikation, Informationsverarbeitung oder in der programmierbaren Kaffeemaschine, die immer kleiner und schneller werden – die aktiven Bauelemente sind inzwischen unverzichtbare Bestandteile des Alltags. Das ist aber nur möglich, weil die Preise nicht analog zur Leistungsstärke gestiegen sind – im Gegenteil. Keine andere Branche zeichnet sich durch eine ähnliche

ENTWICKLUNG DES PRODUKTIVITÄTSANSTIEGS BEI DRAM AM BEISPIEL EINER SPEICHERKAPAZITÄT VON EINEM MEGABIT



Preiserosion aus, wie sie die Halbleiterindustrie seit ihrem Bestehen zu verzeichnen hat: So hätte man sich im Jahr 1973 noch für umgerechnet rund 80.000 Euro entweder ein Einfamilienhaus oder ein 1-Megabit-Speichervolumen zulegen können. Heute entspricht der Gegenwert für einen solchen Speicherchip bei einem Preis von wenigen Euro-Cent vielleicht gerade noch dem eines einzelnen Kaugummis.

ZUKUNFTSAKTOR FORSCHUNG UND ENTWICKLUNG

Einen kontinuierlichen Preisverfall in diesem Umfang können, so Infineon Chef Ulrich Schumacher, am Markt beteiligte Unternehmen nur mit dauerhafter Produktivitätssteigerung auffangen. „Einziges Weg, dies zu erreichen, ist wissenschaftlich-technischer Fortschritt“, erklärt Schumacher. „Allein im Geschäftsjahr 2001 haben wir deshalb 1,2 Milliarden Euro für Forschung und Entwicklung ausgegeben.“ Das entspricht in etwa den Haushalten zweier großer deutscher Universitäten. Dies macht deutlich, wie ernst das Infineon Management die Zukunftssicherung des Unternehmens betreibt. „Und ich denke, dass unsere durchschnittlich zwölf Patentanmeldungen pro Arbeitstag ein eindrucksvoller Erfolgsbeleg sind.“

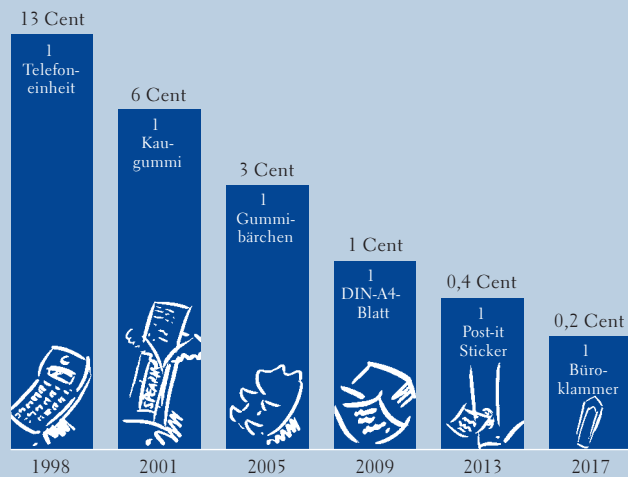
Auch für die Zukunft hält die Halbleiterforschung in nahezu allen Lebensbereichen revolutionäre Entwicklungen bereit. Sei es in der Medizin, wo entsprechend programmierte Mikrochips zum Beispiel zur Krebsfrüherkennung beitragen werden, oder sei es auf dem Gebiet von Sicherheitslösungen, wo Mikroprozessoren die Möglichkeit zu sicheren Identifikationsdokumenten bieten – Vielfalt und Chancen der praktischen Anwendungen sind heute wie vor 50 Jahren kaum absehbar.

Enorme Innovationsdynamik – kleiner, billiger...

Heute sind im Vergleich zu 1970

- 1 Million Mal mehr Speicherzellen auf einem Chip,
- Speicherzellen 4 Millionen Mal günstiger,
- 100 Mal feinere Strukturen auf den Chips und
- über 20.000 Mal mehr Transistoren integriert, die 20.000 Mal schneller schalten können!

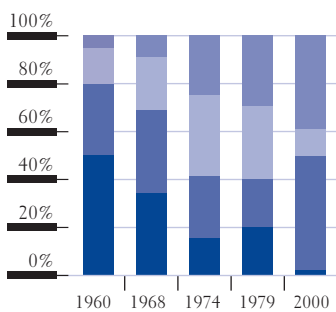
ENTWICKLUNG UND PROGNOSE DES PRODUKTIVITÄTSANSTIEGS BEI DRAM AM BEISPIEL EINER SPEICHERKAPAZITÄT VON EINEM MEGABIT



Aus Gründen der Veranschaulichung ist die Skalierung nicht maßstabsgetreu.

Dramatischer Preisverfall: War ein 1-Megabit-Chip 1973 noch ein Einfamilienhaus wert, kostet die gleiche Speichergröße heute nur noch den Gegenwert eines einzelnen Kaugummis.

HALBLEITER: VON MILITÄRTECHNIK ZU KONSUMGÜTERN



Quelle: Propyläen Technikgeschichte, IV, S. 347
Semiconductor Industry Association 2001

- Konsumelektronik und Kommunikation
- Industrie, allgemein
- Computerindustrie
- Militärtechnik

... und immer leistungsfähiger

Bei gleichem Entwicklungsfortschritt wie bei Speicherchips wäre ein Auto heute etwa

- 50 Gramm schwer,
- 5.000.000 km/h schnell,
- käme mit einer Tankfüllung 500.000 km weit und
- würde in der Anschaffung 0,05 Euro kosten!

CHRONIK EINER BEISPIELLOS RASANTEN ENTWICKLUNG

1952 Fünf Jahre nach ihrer Erfindung beginnt im Münchner Siemens Röhrenwerk die Produktion von Transistoren.

1954 Das erste Transistorradio.

Silizium wird bei Siemens als Basismaterial für Halbleiter entdeckt und wird später das teure Germanium ersetzen.

1957 Der sowjetische Sputnik 1 ist der erste künstliche Erdsatellit.

1958 Erste Integrierte Schaltungen: Mehrere Transistoren, Widerstände und Kondensatoren sind auf einem Germanium-Chip untergebracht. Zwischen 1960 und 1988 wächst die Zahl der Transistoren auf einem Chip von zehn auf zehn Mio. an.

1959 Die Computersprache COBOL wird entwickelt.

1961 Jurij Gagarin ist der erste Mensch im All.

1963 Erster Integrierter Schaltkreis von Siemens geht in Produktion.

1965 Die Programmiersprache BASIC wird entwickelt.

1969 Mondlandung der Amerikaner – die gesamte Rechenleistung, die dafür benötigt wurde, würde heute in einen handelsüblichen Laptop passen.

IBM entwickelt die erste Floppy Disk, die sich als Standardspeicher durchsetzt.

1970 Videorecorder für Heimanwendungen.

1971 Markteinführung des 4-Bit-Mikroprozessors „Intel 4004“ – auf einem Chip sind mehrere tausend Transistorfunktionen untergebracht.

1972 Erstes Festplattenlaufwerk von IBM, das hauptsächlich für PCs konzipiert wurde.

1973 Die Speicherkapazität von einem Megabit kostet etwa 80.000 Euro, der Preis eines Einfamilienhauses. 1-Gigabyte-Speicher, heute ein Modul in der Größe zweier Kreditkarten, beansprucht eine Fläche

von 700 m² und den Strombedarf eines Dorfes.

Computersprache PASCAL wird entwickelt.

Einführung von E-Mail.

1974 Erste Taschenrechner.

Die Chipkarte wird von Roland Moreno zum Patent angemeldet.

1975 Firma Microsoft gegründet.

1976 Die Firma Apple wird gegründet, die mit dem Apple II den ersten kompletten Personalcomputer verkauft.

1979 Walkman.

Die Firmen Sony und Philips bringen gemeinsam die Compact Disc (CD) heraus.

1981 IBM bringt den ersten Computer heraus, der PC genannt wird und auf dem DOS-Betriebssystem von Microsoft basiert.

1982 Fertigungsanlauf für 64-kbit-Speicher bei Siemens.

CD-Spieler.

1983 MEGA-Projekt wird gestartet, damit Deutschland 1988 bei 4-Mbit-Speichern Weltstandard erreicht.

1984 Erste Videospiele der Firma Nintendo kommen auf den Markt.

IBM bringt den Megabyte-RAM-Chip heraus.

1985 Mitte der 80er Jahre werden die Bauteile eines Computerchips kleiner als ein Mikrometer. Damit lassen sich die Strukturen nur noch per Elektronenmikroskop erkennen.

1986 Mit der MIR bringt die Sowjetunion die erste ständig bemannte Raumstation auf eine Erdumlaufbahn.

1988 Erste Muster für 4-Mbit-DRAM von Siemens aus München. Von diesem Zeitpunkt an zahlreiche Entwicklungs- und Fertigungskooperationen vor allem mit IBM und Toshiba für immer leistungsfähigere Speicherchips.

1989 Tim Berners-Lee entwirft das World Wide Web, das auf seinen Entwicklungen HTML, URL und HTTP basiert.

1992 Mobiltelefon – die Mobilfunknetze D1 und D2 gehen in Deutschland in Betrieb.

1993 Multimediale Internetdienste werden zunehmend im World Wide Web angeboten.

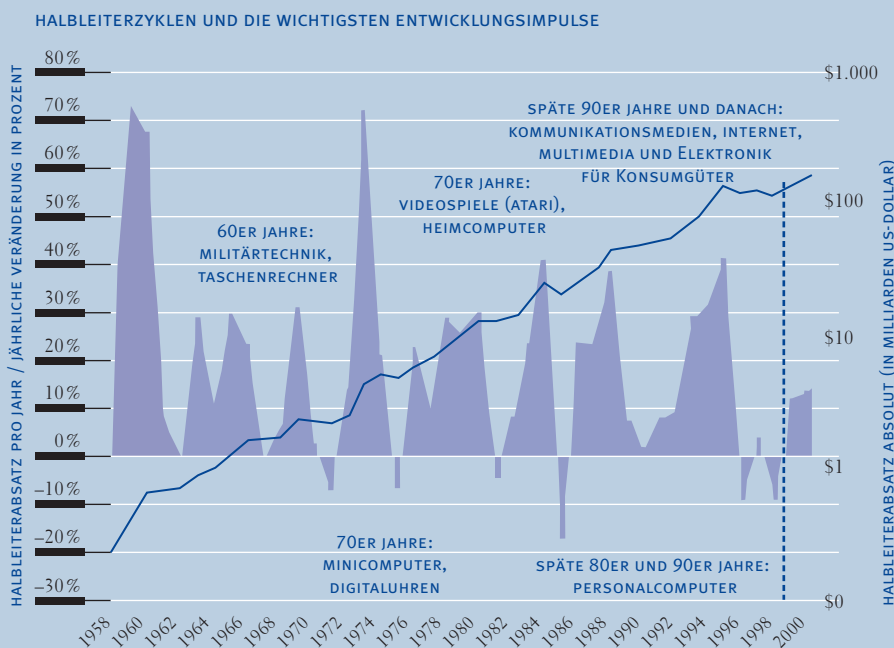
1995 Digitaler Camcorder.

Multimedia wird Wort des Jahres.

Siemens nimmt die Produktion von 16-M-, 64-M- und 256-M-DRAM in Dresden auf.

1999 Aus dem Siemens Geschäftsbereich Halbleiter geht Infineon hervor. Das Unternehmen geht am 13. März 2000 an die Börse.

2001 Weltpremiere bei Infineon: Volumenproduktion von Halbleiterchips auf 300-Millimeter-Wafern beginnt in Dresden.



Quelle: WSTS, SIA. Zit. nach: Thomas Weisel Partners (Hrsg.): Viva La Revolución! Advances in Semiconductor Processing Technology are Accelerating New Growth in the Semiconductor Capital Equipment Industry.

Himmelhoch jauchzend – zu Tode betrübt: Der Halbleitermarkt entwickelt sich von jeher in Zyklen. Wenngleich das Marktvolumen beständig wächst, werden Boomphasen von Anfang an immer wieder von Branchentiefs abgelöst.

IMPRESSUM

Herausgeber: Infineon Technologies AG, Postfach 80 09 49, 81609 München