

Symbol des technischen Fortschritts

# Wegwerfprodukt schreibt Geschichte

Einem Revolutionär zum Vierzigsten

André Schwarz

Vorahnungsvoll nähert man sich den dezent beleuchteten Glaskästen im oberen Stockwerk des Heinz-Nixdorf-Forums (HNF) in Paderborn. Im Inneren der Kästen als Präziosen präsentiert, die beim fachkundigen Betrachter ein wohliges Schaudern hervorrufen, wartet hier ein Konsumgut darauf, bestaunt zu werden. Einst als Wegwerfprodukt gedacht, ist es heute zur hochpreisigen Rarität geworden.

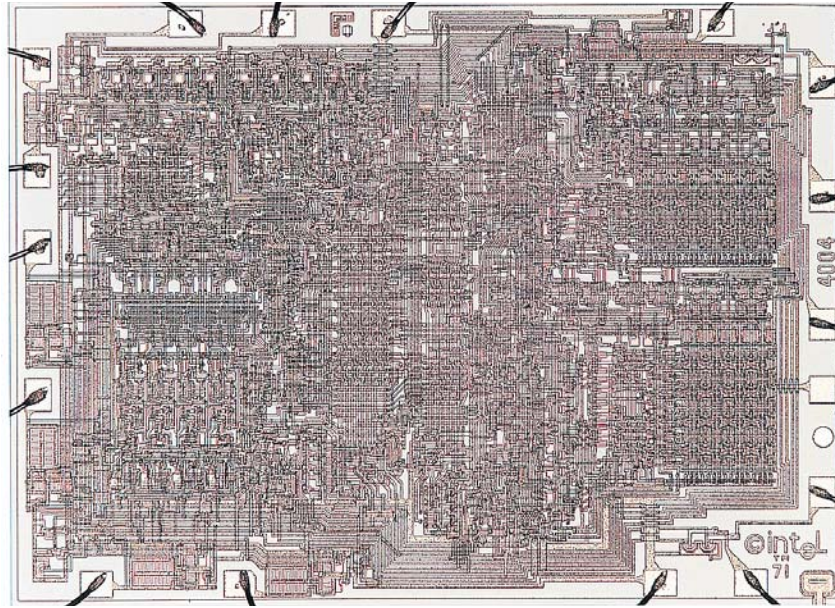
Seine Nachkommen haben dem Museumsbesucher den Weg zum HNF gezeigt, ihm dabei angenehme Temperaturen im Fahrzeuginnen ermöglicht, waren bei der Musikauswahl behilflich und haben schließlich seine Eintrittskarte erstellt. Vor 40 Jahren von fachkundigen Händen in Sockel eingebettet und in Gehäusen versteckt, lässt sich heute der Urahn aller Mikroprozessoren der Intel 4004 umgeben von seinen Nachkommen als Symbol einer stürmischen Periode von allen Seiten bewundern.

## Der Weg zum Mikroprozessor

Als im November 1971 in den Electronic News die Firma Intel Corporation aus Santa Clara verkündet „Announcing a new era in integrated electronics, a microprogrammable computer on a chip“, ist dies die kommerzielle Geburtsstunde des Mikroprozessors. Nicht zu verwechseln mit der des Computers. Die liegt in den Kriegswirren des Zweiten Weltkrieges und hat mit Konrad Zuse und John von Neuman gleich zwei Väter.

Diese gewagte Ankündigung einer neuen Ära seitens einer gerade drei Jahre alten Firma klang geradezu prophetisch, doch sie bewahrheitete sich. 2010 wurden etwa 100 Milliarden Mikroprozessoren verkauft, und Intel wurde zum Marktführer im Bereich der Mikroprozessoren für PCs.

Computer der 50er- und 60er-Jahre bestehen bei Zuse<sup>1</sup> in Deutschland aus Relais, mechanischen Speichern und Lochstreifen, in den USA und England aus energiefressenden unzuverlässigen Elektronenröhren. Nachdem es 1949



Ein wegweisendes Design: die 10 µm breiten Leiterbahnen des ersten Einchip-Mikroprozessors 4004 mit 2 300 Transistoren. (Foto: INTEL)

in den Bell Labs gelingt, aus dem Halbleitermaterial Silizium winzige schnelle elektronische Schalter, als Transistoren bezeichnet, zur Produktionsreife zu bringen, schrumpfen vorher zimmerfüllende Computer auf Truhengröße. In den sechziger Jahren gelingt es dann, mit neuartigen Verfahren Hunderte und Tausende dieser Transistoren auf Halbleiterchips von Fingernadelgröße zu integrieren, es ist die Geburtsstunde der Halbleiterspeicher und der bis heute währenden TTL-Schaltkreisfamilie.

Dass die Apollo-Missionen der Nasa in den 60er-Jahren auch ohne Mikroprozessor möglich waren, ist aus heutiger Sicht schon erstaunlich. Mit einem Computer aus Platinen mit verlöteten Logikschaltkreisen und Magnetkernspeichern war also eine Mondlandung möglich, jedenfalls hätten Zuses Z4 oder der ENIAC nie Platz in der Apollokapsel gehabt.

## Ein neues Konzept

Im April 1969 wendet sich die japanische Firma Busicom an Intel, die bis

dahin im Entwurf von Halbleiterspeichern tätig war, mit dem Auftrag Logikbausteine für Tischrechner zu fertigen. Die Entwickler von Busicom haben für ihren Entwurf einige neuartige Konzepte u.a. für die Befehlsspeicherung entwickelt. Intel beauftragt ihren eben von der Stanford University abgeworbenen Applikationsingenieur Marcian Hoff damit, die Umsetzungsmöglichkeiten zu überprüfen. Die Japaner wollen ihren Rechner mittels sieben neu zu entwickelnden Logikbausteinen realisieren. Hoff erkennt schnell, dass bei Intel, wo bereits drei neue Speicherchips in der Entwicklung sind, schlichtweg keine Kapazität mehr ist, um weitere sieben Bausteine zu entwickeln.

Bestärkt durch die beiden Intel-Gründer Robert Noyce (entwickelte die integrierte Schaltung zur Marktreife) und Gordon Moore (formulierte das bis heute gültige Moore'sche Gesetz), arbeitet er im Juli und August 1969 den Entwurf so um, dass er einen allgemein einsetzbaren Minicomputer vorsieht, der so programmierbar ist, dass er die von Busicom geforderten Rechenoperationen ausführen kann. Dieser Grundrechner wird dann so schlicht gehalten, dass er nur die einfachsten Funktionen erfüllen kann, und alles übrige – selbst so scheinbar simple Dinge wie die Addition von zwei ganzen Zahlen – kann auf eine

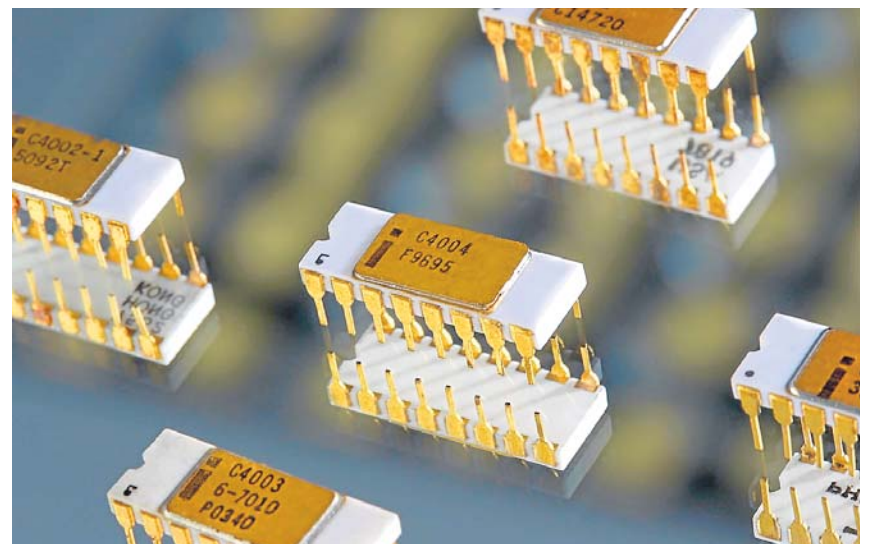
Kombination dieser einfachen Funktionen reduziert werden.

Hoff entwirft eine Anordnung aus vier Chips, nämlich einer Zentraleinheit (CPU), einem Speicherbaustein als Arbeitsspeicher (RAM), einem Festwertspeicher (ROM), in dem das speziell für die Busicom-Funktionen geschriebene Programm untergebracht werden soll, und einem vierten Chip, der für Ein- und Ausgabe zuständig ist (E/A). Der Rechner würde die Befehle aus dem ROM-Speicher in die CPU laden, die die Befehle interpretiert, ausführt und wieder in den Speicher ablegt. Zusätzlich würde die CPU auch interne Register, eine Art Notizblöcke besitzen und Unterprogramme verwenden. Der Speicher soll auch nicht mehr mit den bis dahin üblichen langsamen Schieberegistern ausgeführt werden, sondern mit der seit kurzem von Intel verwendeten schnellen MOS-Technologie. Die Daten bestehen aus vier Bit, um BCD-Arithmetik zu ermöglichen. Im Gegensatz zu Hoff's Befürchtungen akzeptieren Busicoms Ingenieure diese neue Architektur, die ihnen in Zukunft erlauben würde, komplexere Rechenmaschinen anzubieten, ohne jedesmal einen kompletten Satz Logikbausteine neu entwickeln zu müssen.

Um den Prozessor in Busicoms Geräten einsetzen zu können, fehlen aber noch verschiedene Rechenfunktionen und die Möglichkeit, in Echtzeit mit den Peripheriebausteinen zu kommunizieren. Diese Aufgaben erledigt Hoff zusammen mit Stanley Mazor, den Intel im September 1969 anwirbt, und Masathosi Shima von Busicom. Im Oktober gibt das Busicom-Management grünes Licht, damit Intel mit der Realisierung des allerersten Einchip-Computers, dem Intel 4004, beginnt. Inzwischen hat sich auch die Firma CTC an Intel gewandt mit der Bitte, einen Chip für ein intelligentes Terminal zu entwerfen. Er wird 1972 Intels zweiter Mikroprozessor, der 8008 werden. Anfang 1970 hat Intel somit zwei Verträge, um Einchip-Computer zu fertigen. Allerdings hat noch nie jemand solch komplexe Schaltkreise in MOS-Halbleitertechnik umgesetzt.

Die Lösung naht mit Frederico Faggin, der kurzfristig von Fairchild abgeworben wird. Faggin, einer der Schöpfer der zu verwendenden MOS-Technik, ►

Zwei Computer mit ähnlich gleicher Rechenleistung. ENIAC (1946): Elektronenröhren, 27 Tonnen, 10 x 17 Meter. INTEL 4004 (1971): Halbleiterchip, 10 Gramm Gewicht, 0,5 x 0,5 Zentimeter. (Foto: Jan Braun/HNF).





► arbeitet dann auch Tag und Nacht, um die abgesprochenen Lieferfristen nicht gänzlich illusorisch zu machen. Im Oktober 1970 geht mit dem 4001 der erste der Peripheriebausteine in Produktion. Doch beim Testen des ersten 4004-Mikroprozessor-Chips im Dezember muss Faggin mit Entsetzen feststellen, dass der Schaltkreis tot ist, bei der Fertigung hat man einen Schritt übersprungen. Im Frühjahr 1971 können schließlich die ersten Exemplare der 4000er-Familie an Busicom ausgeliefert werden.

Zu Faggins großem Bedauern besitzt Busicom die alleinigen Rechte am 4004, Intel kann diese dann aber für 40 000 US-Dollar erwerben. Aber Intels Marketing-Leute haben Bedenken, ob dieses neue Bauteil ebenso gut laufen würde wie Intels Speicherchips, und bezweifeln, ob der Markt für Mikroprozessoren überhaupt der Rede wert sein würde, denn 1970 waren auf der ganzen Welt nicht mehr als 20 000 Großrechner gekauft worden. Die Intel-Leute, die an der Entwicklung mitgewirkt haben, haben vor allem die Geräte im Visier, bei denen aus Preisgründen der Einsatz von Computern bisher ausgeschlossen ist: Registrierkassen, Münzwechsler, Verkehrsampeln, Waagen, Blutanalysegeräte, Getränkeautomaten, Mikrowellenherde, Autos und und und.

Ed Gelbach als neuer Marketing-Vizepräsident im Sommer von Texas Instruments abgeworben, hat da weniger Bedenken und am 15. November 1971 kündigt Intel an, den 4004 unter der Bezeichnung MCS-4 auszuliefern, und initiiert damit eine neue Ära im Computerbau.

Die 4004-Kunden sind aber nicht diejenigen, denen Intel bisher die Speicherbausteine verkauft (das „Who's Who“ der Computerindustrie), sondern kleine, ehrgeizige Firmen, was den Marketing-Leuten zu schaffen macht (für diese die „Who's That?“). Die Einführung des 8008 heizt das Interesse an der Verwendung von Intel-Mikroprozessoren in professionellen Rechnern und Industrieprodukten weiter an. Leider sind beide Prozessoren anfangs wenig benutzerfreundlich zu programmieren, so dass nur zwei Gruppen sich dieser Mühe unterziehen: Techniker, denen das einen echten kommerziellen Vorteil bringt und jugendliche „Hacker“, die das Herumbasteln an eigenen Rechnern total cool finden. So auch zwei Burschen von einer High School im Norden Seattles, die ihr Taschengeld zusammenlegen um bei einem Elektronikhändler einen 8008-Chip zu kaufen: Bill Gates und Paul Allen.

Ob ihnen damals bewusst war, dass sie Geschichte schrieben, wurde Marcian (Ted) Hoff 1995 in einem Interview gefragt. „Nun, wahrscheinlich nicht, dass wir Geschichte machen, aber wir fühlten, dass es wichtig sei“, antwortete er. „Uns war es klar, dass es sehr vieles vereinfachen würde, wenn solche Chips verfügbar sind.“

**Bibliografie:** Fagin, Frederico, Hoff Marcian, Mazor Stanley, Shima, Masatoshi: The History of the 4004 in IEE Micro 1996; Jackson, Tim: Inside Intel, Hoffmann und Campe 1998; Lischka, Konrad: Fast wäre es nur eine Rechenmaschine geworden, in Spiegel-Online vom 15.11.11.; www.4004.com; www.computerhistory.org, http://www.sul.stanford.edu/depts/hasrg/histsci/silicongenesis/hoff-ntb.html

<sup>1</sup> Der Computer – sein Lebenswerk in Die Warte vom 17. Juni 2010.

## ♦ D'AILLEURS

# Erreur et ignorance

Sirius

On ne compte plus les philosophes qui ont traité de la vérité. Il en est peu, en revanche, qui se soient penchés sur l'erreur. Pourtant, l'erreur occupe une place importante dans notre vie. «*Errare humanum est; perseverare, diabolicum*», dit un proverbe latin. Se tromper est humain. L'erreur s'explique par la constitution de notre nature. Ce n'est pas la vérité qui est la règle, mais bien l'erreur. Sans cesse, en effet, nous sommes guettés par l'erreur. Bien qu'elle soit d'une affligeante banalité, l'erreur mérite néanmoins qu'on s'y attarde, d'autant plus qu'elle est à l'origine de bien des maux, mais, ce qui est plus paradoxal, de bien des effets salutaires. Alors, tâchons de voir en quoi consiste l'erreur, comment elle se produit, et quels moyens nous avons de nous prémunir contre elle?

On entend par erreur l'acte de l'esprit qui affirme vrai, c.-à-d. réel, ce qui est faux, c.-à-d. contraire à la réalité, ou, inversement, l'acte de l'esprit qui affirme faux ce qui est vrai. «Le contraire de la vérité est la fausseté; quand elle est tenue pour vérité, elle se nomme erreur» (Kant). L'erreur diffère donc de la simple ignorance, qui se réduit à ne pas savoir: elle consiste dans une ignorance réelle doublée de l'illusion du savoir. «L'erreur n'est pas une pure négation, simple défaut ou manquement de quelque perfection qui ne m'est point due» (Descartes), mais une «privation de connaissance» (Spinoza).

Il n'y a d'erreur que pour un être pensant; l'erreur n'est pas dans les choses, mais dans le jugement que je peux porter sur elles. Les choses sont ce qu'elles sont; dans ce sens, elles sont toujours vraies. Ceci dit, il y a des choses qui s'imposent à l'esprit avec une telle évidence qu'il ne saurait y avoir erreur. Par exemple, 10 est divisible par 2 et par 5. D'autres objets induisent en erreur, tel le bâton partiellement immergé et que l'on voit brisé. On parle dans ce cas-là d'illusion d'optique. Mais les illusions ne se produisent pas dans le seul domaine sensoriel. Il en est aussi dans le domaine de la pensée pure, comme le montrent le sophisme ou le paralogisme, raisonnements qu'une certaine apparence de correction fait à tort juger corrects. Comme dit le proverbe, «les apparences sont trompeuses»; elles se font tout naturellement prendre pour ce qu'elles ne sont pas. L'erreur consiste à dire ce qui n'est pas.



Christophe Colomb débarquant au Nouveau Monde: Cette gravure, extraite d'un livre publié à Francfort en 1594 (102 ans plus tard!) montre d'une manière assez fantaisiste Christophe Colomb accueilli par les Indiens des Antilles.

La connaissance n'est pas l'enregistrement passif des impressions venues du dehors. La représentation résulte de la conjonction de l'objet connu et du sujet connaissant. «*Quidquid recipitur ad modum recipientis recipitur*», disaient les scolastiques. Tout ce que l'esprit reçoit, il le reçoit à sa manière. C'est pourquoi des individus différents n'auront pas du même objet une représentation identique, et chez le même individu la représentation variera en fonction de son état subjectif. Nous sommes donc souvent induits en erreur par notre état organique. Par ailleurs, un grand nombre de nos erreurs tiennent à nos préjugés, qu'ils soient collectifs ou individuels. Alors, comment nous préserver de l'erreur? En suspendant notre jugement, en se défendant de toute affirmation, l'épochè préconisée par les sceptiques de l'antiquité? Position intenable. D'ailleurs, le sceptique lui-même ne l'abandonne-t-il pas par le seul fait qu'il énonce sa thèse? En affirmant qu'il ne faut rien affirmer, ne pose-t-il pas une affirmation comme certaine?

Chose étonnante, enfin: la vérité passe souvent par la case «erreur». «L'erreur, affirme Alain, est le premier état de toute connaissance». «Pas de démarche objective sans la conscience d'une erreur intime et première», écrit Gaston Bachelard. C'est le choc de l'erreur qui déclenche, plus souvent que l'on ne croit, l'étincelle de la vérité. Aussi le travail essentiel du chercheur

consiste-t-il dans l'élimination progressive de l'erreur. Le savant ne donne pas ses hypothèses pour des propositions évidentes ou démontrées. Il se maintient à leur égard dans l'attitude du doute. C'est le doute méthodique, cher à Descartes. C'est par une sorte de saut dans l'incertain que se conquiert la vérité. Le savant qui émet une hypothèse s'expose à l'erreur. L'histoire des idées – notamment scientifiques – abonde en exemples d'erreurs qui, loin d'arrêter le mouvement de la pensée, se sont révélées d'une fécondité sans pareille. La théorie de la relativité est en partie issue d'une expérience qui a échoué (celle de Michelson-Morlay). Les antibiotiques, l'une des découvertes majeures du XX<sup>e</sup> siècle, sont issus d'une erreur de manipulation d'un laborantin. Christophe Colomb était persuadé – il est même mort dans cette illusion – qu'il avait abordé aux rivages du Cipangu (le Japon), alors qu'en réalité il avait accosté aux Antilles.

Ayons le culte de la vérité. Mais que ce culte ne nous trompe pas sur le rôle de l'erreur dans notre vie. Faisons de l'erreur un moyen d'accéder à la vérité. Ce qui est néfaste, c'est de rester dans l'erreur: persévérer est diabolique. Or, ce qui nous permet d'éviter l'erreur, ce sont surtout des vertus morales telles que la modestie, la tolérance, la maîtrise de soi, de ses paroles et même de ses pensées, de sorte que les affirmations ne dépassent jamais le degré de certitude réellement atteint. ■

## Eriwwer ass eriwwer, oder?

Mil

Ee schmuele Pad um Bord vum Bësch. Wäit a breet kee Mënsch, mä ech héieren e schwätzen. Ech wäert dach net zu mengen alen Deeg ...?

Da gesinn ech en. Hie sëtzt e wéineg vum Pad of am Rampli, de Réck widdert ee Bam gestäipt an en huet – wéi kënnt et aneschtens sinn? – den Handy beim Ouer. Niewent him steet eng vollgepaakte Sacoche.

„Nee, mäi Kand!“, seet hie ganz décidéiert, wann ech grad laansch ginn. „Mir geet et duer!“

Hien hëlt sech Zäit, fir mir – emol net onfrëndlech – „moien“ ze soen. Dann ass en erëm amgang ze dee-gegen:

„A sou! Et ass dir net esou gemengt! Du bass nun eemol esou! Wéi einfach! ... Da läit et deemno nëmmen u mir! ... Kuck hei! Ech muss dech huelen, wéi s de bass! ... Géff der keng

Méi! Ech sinn deeër Zeenen esou sat ewéi deeër kaler Ierzen. Et geet elo duer! ... Eriwwer ass eriwwer!“

Ech héieren hien nach wéi laang rieden – wann ech weiderginn. Eng Véirelstonn drop, wann ech bei der Kapell stinn, gesinn ech hien – d'Sacoche op der Schëller – hane laansch de Kierfecht an d'Duerf dorower goen. Et géif mech nawell interesséieren, wou deen do den Owend campéiert. Soll en net awer erëm ...? ■