

NMOS III-Technologie von Hewlett-Packard

Chips auf der Kühlrippe

Mit einer weiterentwickelten Technologie gelang es Hewlett-Packard, in einer kleinen Box, so groß wie ein Schuhkarton, einen Großrechner zu integrieren.

Das Zauberwort für diese Technologie heißt MOS III. Mit aufeinander abgestimmten Bausteinen aus dieser Familie ist es möglich, auf wenigen Leiterplatten ohne andere Bauelemente einen 32-bit-Prozessor und einen Megabyte-Speicher zu integrieren. Auch für die Platine wurde eine neue Technologie entwickelt. Statt auf Isoliermaterial werden die Chips auf Kupferplatten montiert, die für eine effektive Kühlung sorgen.

Seit 1979 wird in Fort Collins bei Hewlett-Packard an der NMOS III-Technologie gearbeitet, auf der alle Chips des neuen Superrechners basieren. Bei dieser Technologie werden optische Lithographieverfahren bis zu ihrer praktischen Grenze bei der Serienproduktion ausgenutzt. Die Leiterbahnen auf den Chips sind nur noch 1,2 tausendstel Millimeter breit und haben einen Abstand von einem

tausendstel Millimeter. Durch diese Technik wird es möglich, Bausteine herzustellen mit drei- bis achtfacher Dichte gegenüber bislang angewandten Techniken. Die gesamte Elektronik des 32-bit-Prozessors, einschließlich Ein-Ausgabeprozessor und 1-MByte-Hauptspeicher, läßt sich in 98 Bausteinen unterbringen. Mit modernen Bausteinen wären sonst 800 IC nötig, während klassische Rechner dieser Leistungsklasse noch aus bis zu 5000 Chips aufgebaut sind.

Neue Leiterplatte

Neben der Entwicklung der Bauteile wurde gleichzeitig eine völlig neue Leiterplatte entworfen, die auch Integration auf der Platine ermöglicht. Als Grundmaterial wurde, aufgrund seiner guten Wärmeleitfähigkeit, Kupfer gewählt, das mit dünnen Teflonschichten isoliert wird. Direkt auf dem Teflon werden, ohne Gehäuse, die Chips montiert und bondiert, also mit dünnen Drähten an die Leiterbahnen angeschlossen.

Da Platinen, um effektiv gestaltet werden zu können, doppelseitig auf-

gebaut sind, werden mit Hilfe von Laserstrahlen Löcher gebohrt, die zuerst isoliert werden müssen, ehe sie mit elektrisch leitendem Material gefüllt werden können. Dieses Kupfer-sandwich bietet den Vorteil der guten Wärmeleitfähigkeit, so daß die dicht gepackten Bauteile nicht wie bei anderen Technologien mit Flüssigkeiten gekühlt werden müssen. Der Rechner, der drei Schachteln enthält, den Rechnerkomplex, das Schaltnetzteil und die Winchesterplatte, kann leicht erweitert werden. Reichen Speicher oder Rechnerleistung nicht aus, so werden die Prozessorbox einfach herausgenommen und weitere Platinen eingeschoben.

Auf den Bausteinen sind nicht nur die traditionell notwendigen Funktionen integriert, sondern auch sehr viel Mikrocode, der die Bauteile auf Funktionsfähigkeit überwacht und das System generiert.

Dadurch ergeben sich einige Vorteile für den Anwender. Die Baugruppen werden nicht nur beim Systemstart, sondern auch beim Betrieb auf ihre Zuverlässigkeit geprüft, Fehler korrigiert, ohne daß es der Benutzer merkt, und der Servicetechniker kann Informationen abrufen, die vor dem Systemausfall einen Bauteiletausch anraten. Die fünf wichtigsten Chips der HP 9000 sind

- Die Zentraleinheit:

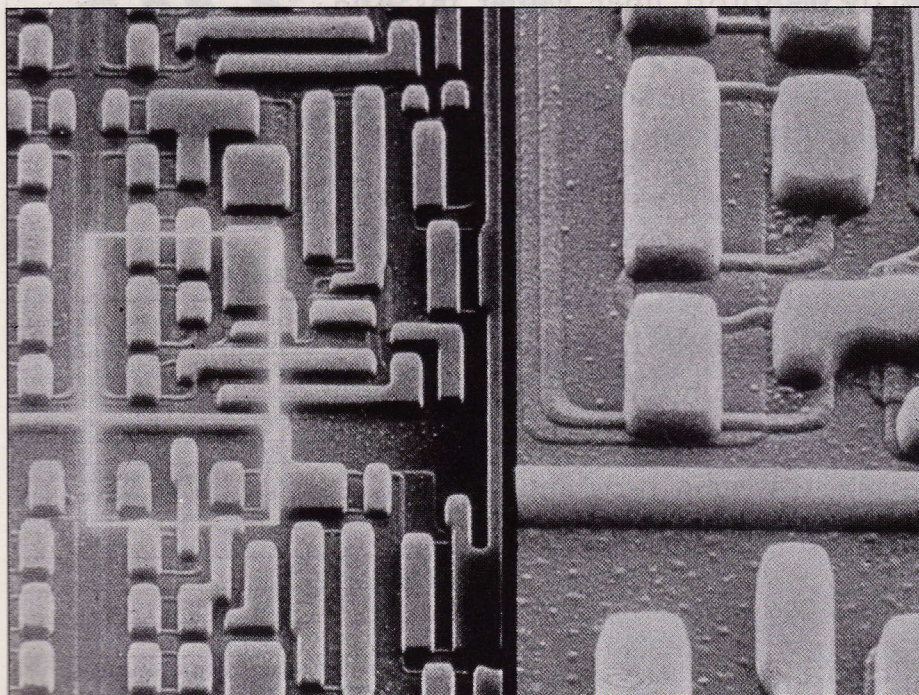
Sie integriert 450 000 Transistoren, hat einen 32 bit breiten Adress-/Datenbus mit einer Übertragungsgeschwindigkeit von 36 MB/s. Sie hat eine Leistung von 1 MIPS (Millionen Instruktionen per Sekunde), eine Zykluszeit von 55 ns und einen Assembler-Befehlsatz mit 230 Instruktionen, dazu kommen 9000 32-bit-Worte Mikrocode auf dem Chip.

- Der Ein-/Ausgabeprozessor:

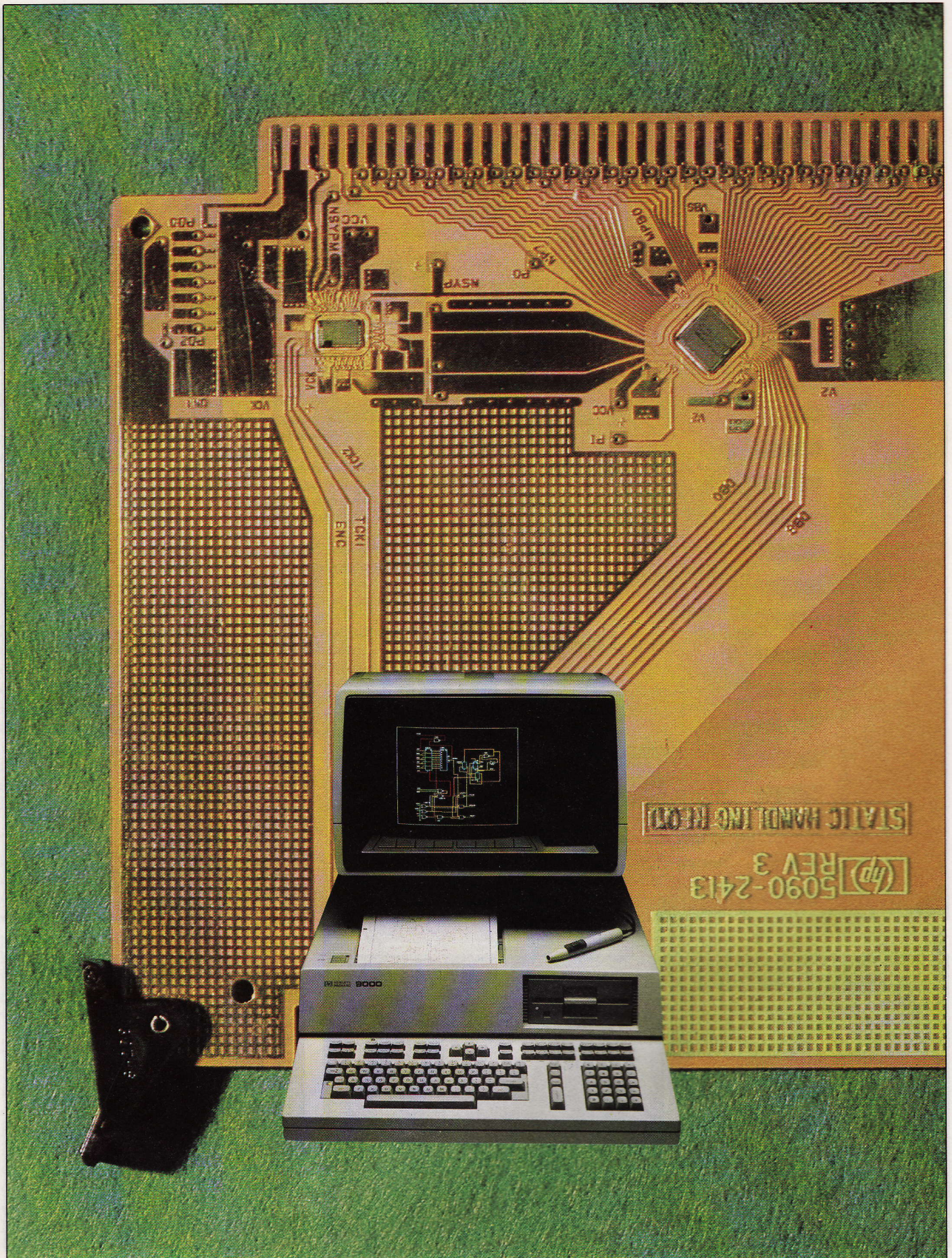
Er vereint 240 000 Transistoren, bedient acht voneinander unabhängige DMA-Kanäle und hat 4500 32-bit-Worte Mikrocode.

- Die Speichersteuerung:

Sie steuert den Zugriff auf den 256-KB-RAM-Speicher, der aus 128-KByte RAM-Bausteinen aufgebaut ist. Sie verfügt über Einzelbit-Fehlerkorrek-

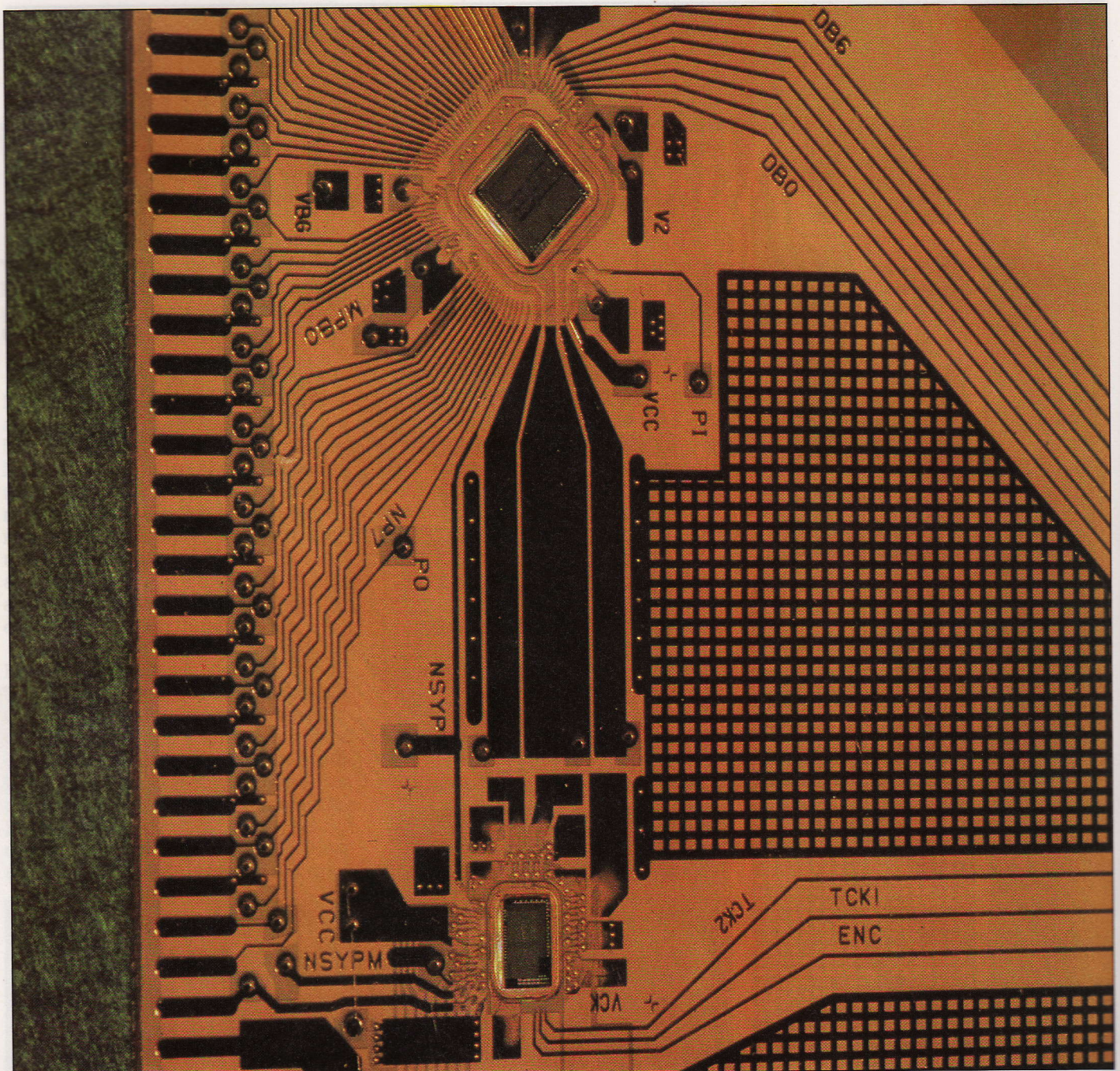


Fast bis zur Grenze der optischen Auflösunggepackt sind Bauteile und Leiterbahnen

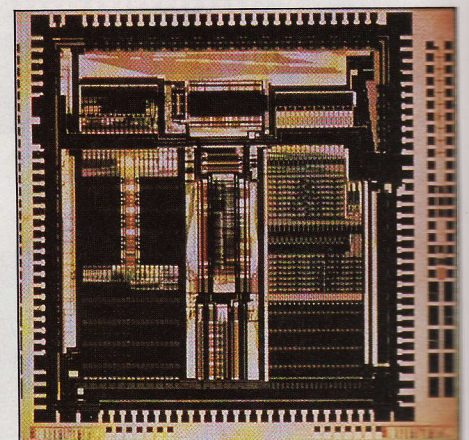
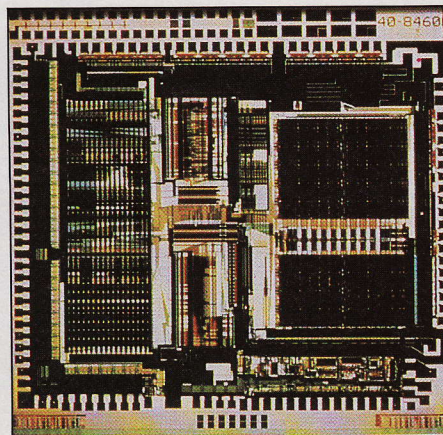
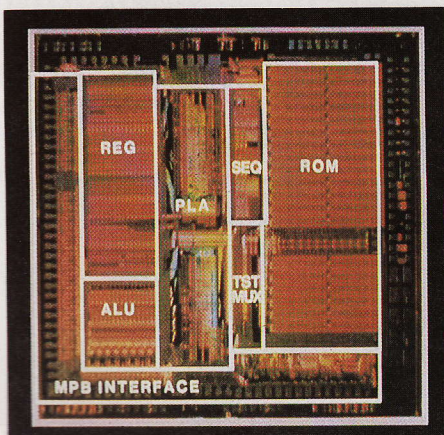


STATIC HANDLING PRECAUTIONS

HP 5090-2413
REV 3



Ein Ausschnitt der Prozessorplatine: oben die 32-bit-CPU, unten der Systemtimer



Ein Blick auf das Design von Prozessor, Speichersteuerungsbaustein und Ausgabeprozessor

tur und Doppelbit-Fehlererkennung, kann bis zu 32 fehlerhafte Speicherstellen per Software reparieren und testet auch beim Betrieb des Systems die Funktionsfähigkeit aller Bauteile.

● Die 128-KByte-RAM-Chips:

Sie sind die höchstintegrierten Bauteile im System und entsprechen 600 000 Transistoren. Durch überlappenden Zugriff ergibt sich eine Zugriffszeit von 165 ns (Nanosekunden) bei 110 ns Zykluszeit.

● Der Taktgeber:

Er ist in der gleichen Technologie ausgeführt und erzeugt zwei sich nicht überlappende Taktsignale mit 18 MHz aus einem 36-MHz-Sinus.

Kühlrippe als Platine

Ein weiterer technologischer Knüller liegt in den Finnstrates, auf denen die Bauteile montiert sind. Während andere Technologien Probleme mit der Hitzeabfuhr haben, ist das Platinen- und Kühlproblem bei der HP 9000 elegant gelöst. Als Platine dient eine Kupferplatte, die die Wärme aufnimmt. Um sie zu isolieren, sind auf ihren Oberflächen dünnste Teflonschichten. Auf diesen Teflonschichten wieder liegen die Verbindungsbahnen zwischen den Chips und den Steckern. Die Chips sind direkt auf dieser Oberfläche montiert und direkt auf die Leiterbahnen gebondet. Dadurch haben sie keine Gehäuse mehr, sondern liegen direkt auf der Platine.

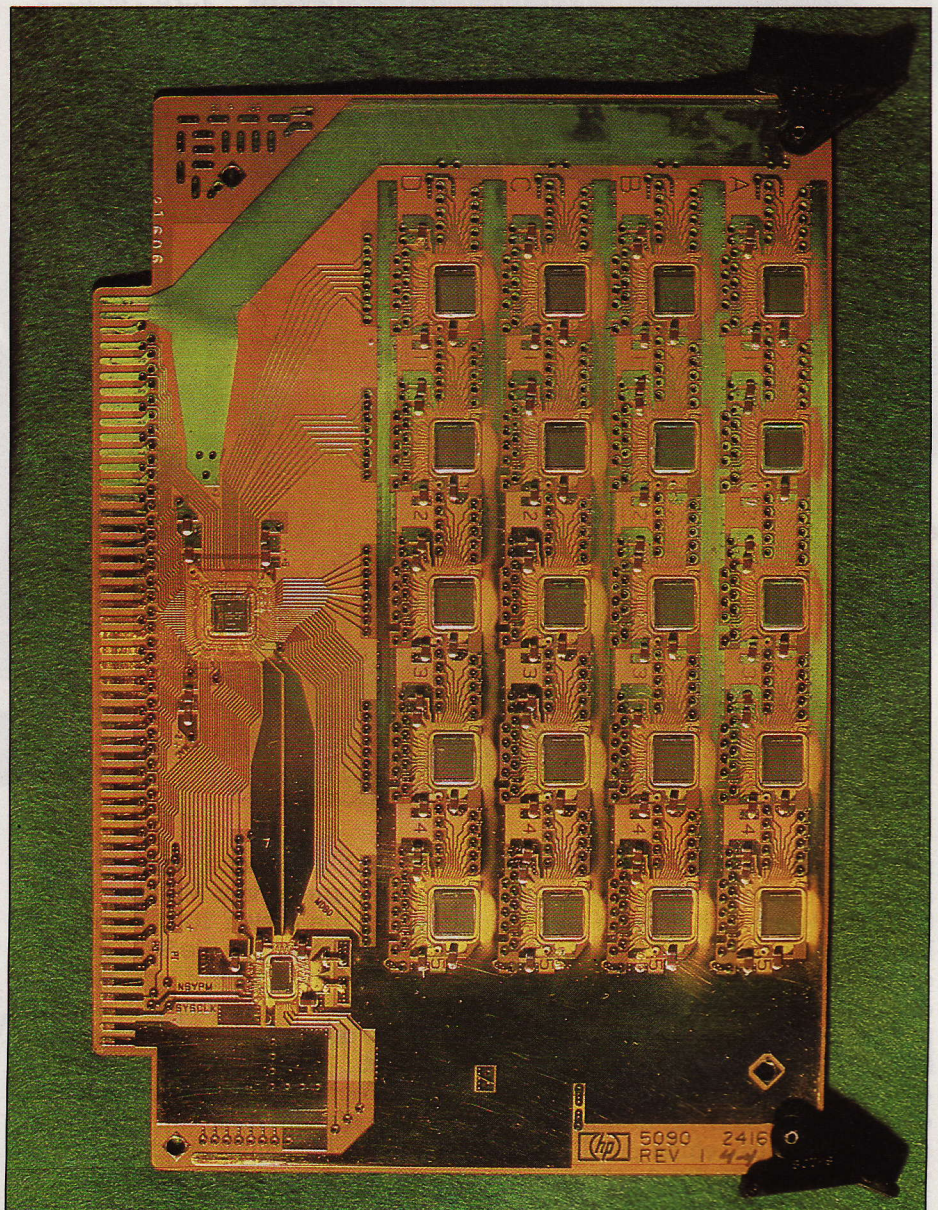
Der Name des Substrats ergibt sich zu Heat Finn und Substrate, also Finnstrate. Damit genügt ein einfacher Lüfter zur Wärmeabfuhr.

Wird das System nach eigenen Wünschen konfiguriert, zum Beispiel Speicherplatinen zugefügt oder bis auf drei Prozessoren erweitert, so wird durch den Mikrocode die Hardware konfiguriert. Dem Anwenderprogramm und dem Betriebssystem braucht nicht mitgeteilt zu werden, wieviele Prozessoren zur Verfügung stehen, es verteilt je nach Hardwarevoraussetzungen die Arbeit.

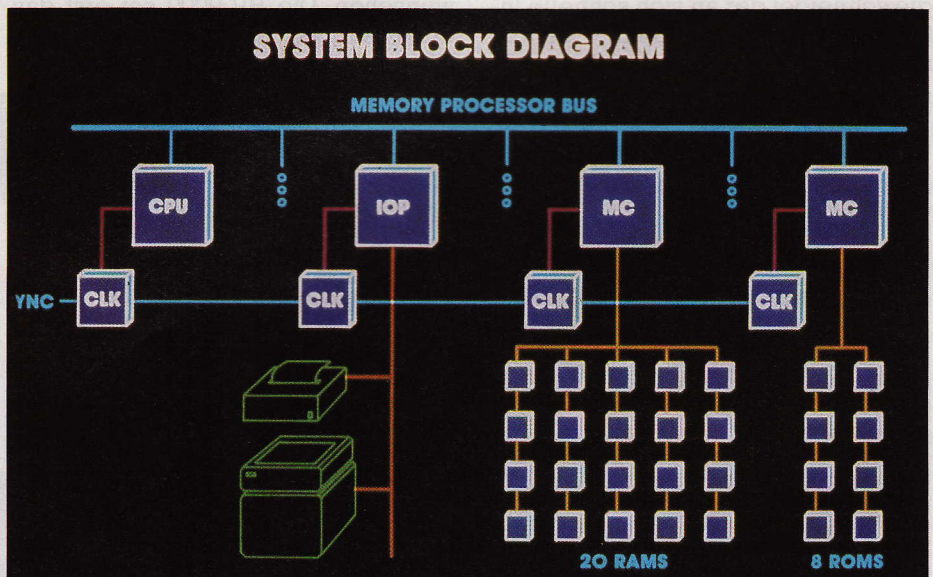
Simultan entwickelt

Neu an diesem Rechner ist nicht nur die Hardware-Architektur, sondern auch die Entwicklungstechnik. Es wurde nicht zuerst die Hardware konfiguriert, sondern gleichzeitig an dem einzelnen Systemkomponenten gearbeitet. Auf der einen Seite stand die Entwicklung der hochintegrierten Bauteile, auf der anderen die Entwicklung der Software.

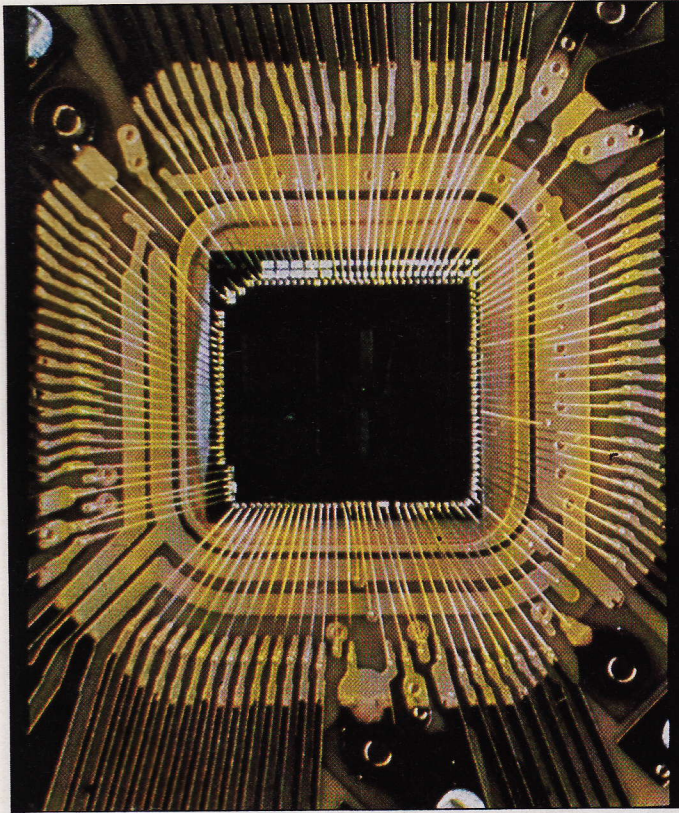
Das BASIC-Betriebssystem setzt ei-



Von der Speichersteuerung werden die 128-KB-Chips verwaltet



Wie die Perlen an der Kette hängen die Platinen am Systembus



Photos: Hewlett-Packard, - der

Auf die Platinen sind die Chips montiert, die direkt auf die Leiterplatten gebondet sind

nen neuen Standard. Es ist ein Superset des BASIC-Interpreters der 9826/9836-Serie mit einigen wesentlichen Erweiterungen zur Lösung grafischer Aufgaben. Dazu kommt, daß das BASIC-Betriebssystem bis zu 60 Tasks verwalten kann und sogar zu Steueraufgaben herangezogen werden kann. Der Grund liegt darin, daß das Betriebssystem für den Programmierer zunächst einen BASIC-Interpreter bereitstellt, der das Programm beim Lauf automatisch kompiliert. Aufgrund dieser Software-Technologie schneidet der an sich schnelle Interpreter/Compiler beim Benchmarktest überdurchschnittlich ab.

Während klassische 8-bit-Prozessoren noch runde vier Minuten benötigen, um die ersten 1000 Primzahlen zu finden, schafft es die 9826 mit dem 68 000-16-bit-Prozessor von Motorola in rund fünf Sekunden, während die HP 9000 die Aufgabe in 0,2 Sekunden erledigt.

Die Technologie, so verkündet das HP-Top-Management bei der Einführung der Maschine, wird in Zukunft nicht nur Anwendern zur Verfügung stehen, die sich kompakte Großrechnerleistung auf dem Schreibtisch wünschen. Die HP 9000 sei erst das erste Mitglied einer Rechnerfamilie. Wenn man unterstelle, daß die Halb-

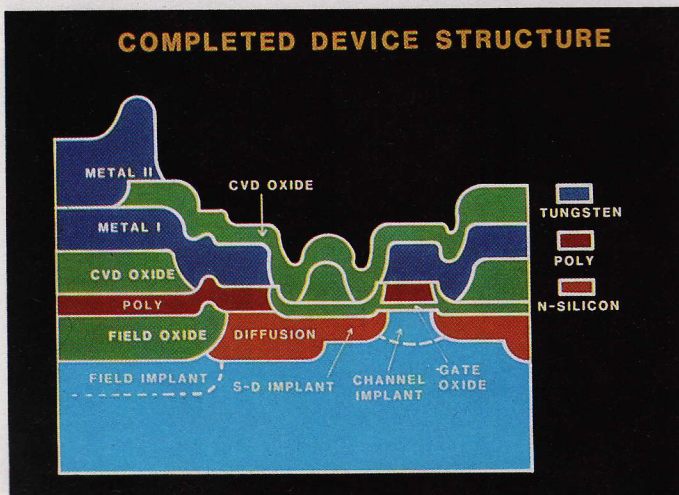
leitertechnologie mit der Großserienfertigung immer billiger werde, sei es durchaus denkbar, daß die Technologie in einigen Jahren auch in einer neuen Generation von Personal Computern eingesetzt werde. Der Rechner besteht aus drei Grundeinheiten: der Prozessorplatine, der I/O-Board und der Speicherplatine. Drei Platinen machen eine Mainframe, deren ganze Intelligenz in vier Bausteinen zusammengefaßt ist. Die CPU mit dem Timer ist auf einer Platine, daneben steht der I/O-Prozessor und ein Memory Controller, die alle über den High-Speed-Prozessor-Bus verbunden sind, der Datenaustausch mit einer Geschwindigkeit von 36 MByte je Sekunde ermöglicht.

Technologie mit Pfiff

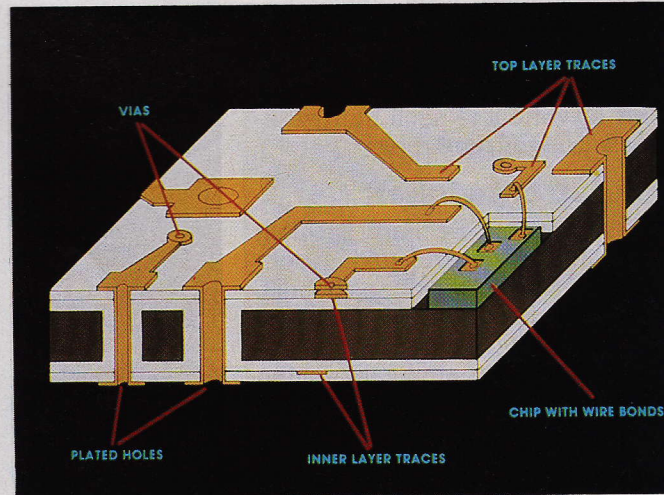
Das eigentlich Aufregende an der HP 9000 ist aber nicht der Vergleich mit Konkurrenzprodukten, sondern das Konzept. Auf den ersten Blick ist es ein Super-Mikrocomputer, der aberwärtskompatibel zur 9800-Familie ist, der aber auch den Weg nach oben kennt, denn mit HP-UX steht die Implementierung von UNIX durch Hewlett-Packard bereit, die voll unterstützt wird. An die kompakte Mainframe, die äußerlich nicht größer als eine HP 9845 ist und trotzdem neben einem Diskettenlaufwerk auch noch Platz für eine 10-MByte-Winchesterplatte hat. An das Grundgerät können bis zu 16 Arbeitsplätze angeschlossen werden.

Wer die Möglichkeiten der Maschine voll ausnutzen will, kann die insgesamt neun Einschubplätze, die in der „Prozessorschachtel“ frei sind – drei sind von den Grundplatinen belegt –, Speicher-, I/O-Erweiterungen oder auch zwei weitere Prozessoren unterbringen.

– d



So sind die Chips in der NMOS III-Technologie aufgebaut



Der Querschnitt zeigt den Aufbau des Finnstrade