



**Reifezeugnis**

Wenn im Lebenszyklus eines Produktes das Reifestadium erreicht ist, laufen Fertigung und Vertrieb problemlos, die Preise geraten unter Druck — und an dem Erzeugnis ist für Hersteller und Händler nichts mehr aufregend. Für den Benutzer wird das Produkt in diesem Stadium zum Teil erst richtig interessant, denn Kinderkrankheiten sind behoben, die Tücken des Objekts bekannt — und bei Computern wird das Softwareangebot attraktiv.

Für den C 64 gibt es neben Basic (samt den verschiedenen Erweiterungen) und Pascal jetzt — wir berichten darüber in dieser Ausgabe — beispielsweise auch sehr gute Versionen der Programmiersprachen C und Forth. Man kann damit ernsthaft lernen und arbeiten — im Gegensatz zu mancher »Probierversion« früherer Zeiten, die den Programmierer eher wieder zu Basic zurück als auf den Geschmack neuer Programmiersprachen brachte. Deutlicher Fortschritt ist auch auf einem anderen Gebiet zu beobachten: Textprogramme werden zugleich billiger und professioneller. Mit Star Texter kann man Standardaufgaben wie das Briefeschreiben nun wirklich schnell und komfortabel erledigen — bei bescheidenen 64 Mark Investitionskosten (für die Software).

Das Gefühl, den allerneuesten Computer zu haben, ist ja ganz schön — aber zu wissen, daß man für seinen Computer gute Software bekommt, ist besser.

Michael Pauly,  
Redaktions-Direktor



**Der neue Supercomputer**

**Schon lange geistert ein Begriff durch die gesamte Computerwelt: Amiga. Computerfreaks träumen von diesem Commodore-Supercomputer, renommierte Fachzeitschriften veröffentlichten Gerüchte und Spekulationen über diese Maschine. Fantastische Fähigkeiten wurden dem Amiga angedichtet.**

**A**m 23. Juli wurde der Amiga in New York endlich der Öffentlichkeit vorgestellt. Das 64'er-Magazin war für Sie dabei — und bringt Fakten statt Fiktionen. Doch diese Fakten belegen es eindeutig: Der Commodore-Amiga ist eine Traum-Ma-

schine, ein neuer Schritt in der Evolution der persönlichen Computer.

Mit 4096 (!) Farben, einer Grafik-Auflösung von bis zu 400 x 640 Einzelpunkten, acht Sprites, hardwaregesteuerten Shapes und zwei getrennten, überlagerbaren

Grafikbereichen werden völlig neue Maßstäbe hinsichtlich der grafischen Fähigkeiten von Computern gesetzt. Ein vierstimmiger Synthesizer produziert echten Stereo-Sound. Sprachausgabe und Digitalisierung analoger Eingaben (etwa vom an-

geschlossenen Plattenspieler oder Mikrofon) ist ebenfalls vorgesehen. Bei der Bearbeitung von Texten und bei der Programmierung kann der Anwender zwischen 40, 64 und 80 Zeichen Text pro Zeile wählen. Text und Grafik können beliebig gemischt werden. Eine ausgefeilte Window-Technik unterstützt die Benutzerführung und erleichtert die Programmierung.

Durch Multitasking können mehrere verschiedene Prozesse (vereinfacht gesagt: mehrere Programme) praktisch gleichzeitig aktiv sein. Beispielsweise kann man mit dem Amiga einen Brief schreiben, während zur selben Zeit »im Hintergrund« eine Datenbank neu sortiert und aktualisiert wird und zusätzlich die Einkommensteuererklärung ausgedruckt wird.

Der Commodore Amiga basiert auf dem 16-Bit-Mikroprozessor 68000 von Motorola, der mit einer Taktfrequenz von exakt 7,15909 MHz betrieben wird. In der Grundausbaustufe sind 256 KByte RAM vorhanden, die innerhalb des Gerätes auf 512 KByte aufgestockt werden können. Das Betriebssystem

Ist die reine Aufzählung dieser Fähigkeiten und technischen Details allein schon beeindruckend, so hört sich die Beschreibung der damit wirklich möglichen Anwendungen wie die Realisierung eines Traums an. Insbesondere hinsichtlich Grafik und Animation wird eine völlig neue Leistungsklasse erreicht.

## Neue Grafik-Dimensionen

Der Commodore Amiga verfügt über eine beeindruckende Palette von 4096 verschiedenen Farben, die allerdings nur in einem speziellen Modus gleichzeitig gezeigt werden können. Grundsätzlich wird der Bildschirminhalt auf der Basis einer Bit-Map (Bits im Speicher erscheinen als Grafikpunkte) angezeigt, ähnlich wie die hochauflösende Grafik des C 64. Ein spezieller Textmodus ist nicht vorhanden, alle Texte werden praktisch in die Bit-Map »gezeichnet«. Dadurch ergibt sich natürlich eine sehr große Flexibilität. Aussehen und Größe aller Zeichen lassen sich mit geringem Software-Aufwand

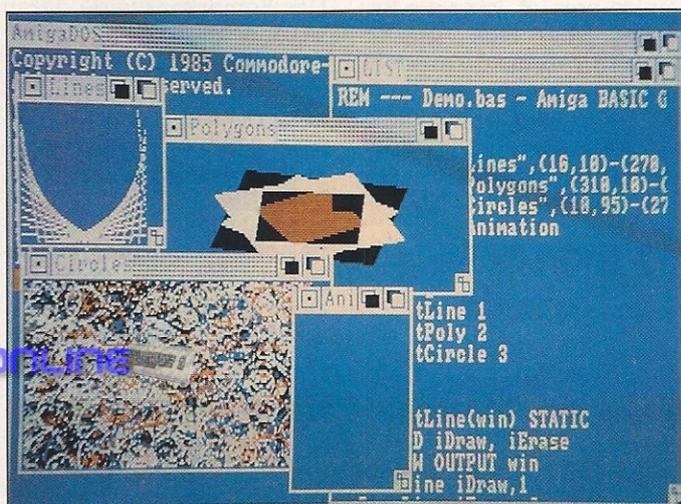
wähltem Modus werden dafür 8 beziehungsweise 16 KByte Speicher benötigt. Durch eine solche Bit-Map ist bereits einfarbige hochauflösende Grafik zu realisieren. Jedes gesetzte Bit entspricht dabei einem gesetzten Grafikpunkt.

## Bis zu 32 Farben pro Grafikpunkt

Der Amiga kann nun aber bis zu fünf solcher Bit-Maps oder -Planes überlagern. Nach wie vor wird die gleiche Anzahl an Grafikpunk-

Kombination aus zwei Bits, also können vier verschiedene Farbbregister angesprochen werden. Das geht so weiter bis zu fünf Bit-Planes, mit denen dann alle 32 Farbbregister angesprochen werden können. Das bedeutet, daß auch in hochauflösenden Modus (200 x 640) bis zu 32 Farben möglich sind. Allerdings bezahlt man diese Farbenpracht mit Speicherplatz: fünf Bit-Planes benötigen je nach gewählter Auflösung 40 oder 80 KByte RAM.

Doch damit sind die grafischen Fähigkeiten des Amiga noch lange nicht erschöpft, im Gegenteil, jetzt



Ein typisches Beispiel für die Window-Fähigkeiten des Amiga



Ein völlig neues Grafik-Gefühl: Computergrafik mit den Amiga

system ist in 192 KByte ROM untergebracht und auf Flexibilität und Erweiterbarkeit durch zusätzliche Software ausgelegt. Der Hauptspeicher des Amiga ist extern auf bis zu 8,5 Megabyte (wahlweise RAM oder ROM) ausbaubar.

ändern, selbst Proportional-schrift ist grundsätzlich möglich.

Für die Bit-Map, die beim Amiga als »Bit-Plane« bezeichnet wird, stehen zwei grundsätzliche Auflösungen zur Verfügung: 200 x 320 oder 200 x 640. Je nach ge-

ten angesprochen, aber die korrespondierenden Bits in den überlagernden Bit-Planes kodieren jetzt eine Farbe für den entsprechenden Grafikpunkt. Dies geschieht auf dem Umweg über die Farbbregister.

Es existieren 32 Farbbregister, von denen jedes den Zahlencode für eine der 4096 Farben aufnehmen kann. Bei einer einzigen verwendeten Bit-Plane werden nur zwei Farbbregister angesprochen: Register 0, wenn ein Bit gelöscht ist, und Register 1, wenn ein Bit gesetzt ist. Der in Register 0 gespeicherte Farbcode entspricht in diesem Fall der Hintergrundfarbe, während die Zeichenfarbe durch Register 1 bestimmt wird.

Werden zwei Bit-Planes verwendet, dann entspricht jedem Grafikpunkt eine

geht's erst richtig los.

Im sogenannten »Interlaced-Modus« kann sehr schnell zwischen zwei verschiedenen Bit-Planes hin- und hergeschaltet werden, wobei die Rasterpunkte der einen Bit-Plane geringfügig vertikal verschoben sind. Da dieser Wechsel 30mal in der Sekunde erfolgt, wird die Grafikauflösung durch diesen Trick rein optisch verdoppelt, nämlich auf 400 x 320 beziehungsweise 400 x 640 Punkte. Die Handhabung ist allerdings etwas komplizierter, denn jede durch Interlaced erzeugte Grafik besteht in Wirklichkeit ja aus zwei Halbbildern, die in getrennten Speicherbereichen aufbewahrt werden.

Wer es noch bunter mag, der kann mit dem »Hold-and-modify«-Modus wirklich alle 4096 Farben auf dem Bild-

schirm sichtbar machen. Allerdings ist dieser Modus nur mit Einschränkungen zu genießen: Sechs Bit-Planes sind dafür notwendig, von denen vier entweder ein Farbgregister adressieren oder eine Modifikationsvorschrift für die Farbe des vorhergehenden Grafikpunktes darstellen. Gesteuert wird die Bedeutung dieser vier Bits durch die verbleibenden zwei. Die Farbe von Punkten ist also in diesem Modus nicht wirklich wahlfrei, sondern hängt in einem gewissen Rahmen von der Farbe des jeweils vorhergehenden Punktes ab.

Obwohl die maximale Bildschirmauflösung 400 x 640 Punkte beträgt, kann die Bit-Plane wesentlich größer sein. Der Bildschirm stellt dann nur einen Ausschnitt des gesamten »Playfields« dar. Spezielle Register im Video-Chip wählen den gewünschten Bildausschnitt an.

## 3 D-Grafik leicht gemacht

Außerdem ist es möglich, bis zu sechs Bitplanes in zwei Bildgruppen zu unterteilen,

## Sprites und Hardware-Shapes

Der Amiga kann ähnlich wie der C 64 hardwaremäßig acht Sprites erzeugen und steuern. Drei Farben plus Transparenz können für jeden Punkt des Sprites gewählt werden. Das allein bringt noch nicht viel Neues gegenüber dem C 64. Der Amiga verfügt aber neben diesen acht Sprites noch über eine bemerkenswerte Eigenschaft: Beliebige rechteckige Ausschnitte aus der Grafik-Bit-Map lassen sich als Shapes definieren und analog zu den Sprites über den Bildschirm bewegen. Das Bemerkenswerte daran ist, daß diese Shape-Animation nicht per Software (also letztendlich vom 68000-Prozessor) ausgeführt wird, sondern daß dafür eine spezielle Hardware-Einheit innerhalb des Video-Chips zuständig ist. Dadurch wird eine hohe Geschwindigkeit erreicht, ohne den Prozessor zu belasten.

Zur komfortablen Steuerung von Sprites und Shapes stehen spezielle Betriebssystem-Routinen zur Verfü-

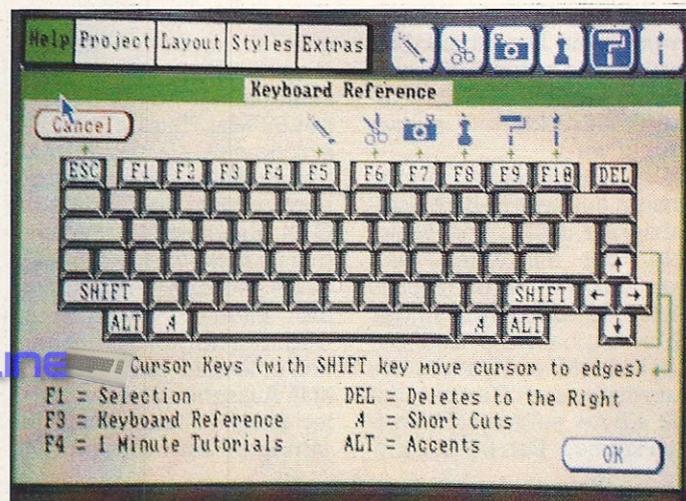
kümmern. Nachdem er dem System mitgeteilt hat, wo die Bildfolgen im Speicher liegen und Reihenfolge und Bewegungsablauf festgelegt wurde, geschieht alles weitere automatisch, ohne Programmsteuerung.

## Stereo-Synthesizer

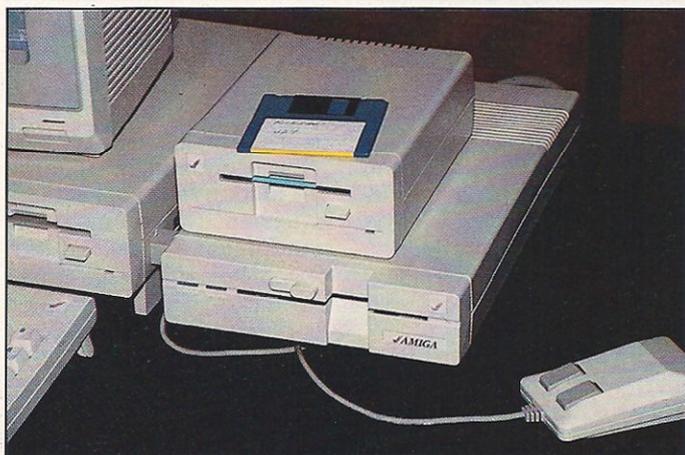
Ein eingebauter vierstimmiger Synthesizer macht aus dem Amiga ein fast perfektes Musik-Gerät. Damit man den Sound auch in optimaler Qualität genießen kann, sind Anschlüsse für die Stereo-Anlage vorhanden.

Fest in den Amiga integriert ist ein 3 1/2-Zoll-Disketten-Laufwerk mit einer Speicherkapazität von 880 KByte (formatiert). Weitere drei Diskettenlaufwerke (wahlweise 3 1/2 oder 5 1/4 Zoll) können angeschlossen werden.

Zur Verbindung mit der Außenwelt dient ein programmierbarer paralleler Port, der von der Software normalerweise als Centronics-Schnittstelle angesprochen wird, ferner eine RS232C-Schnittstelle mit einer maximalen Übertragungsrate von 500000 bps (Bits pro Sekunde). Daneben sind vorhanden ein TV-An-



Der Amiga-Tutor von Minscape erleichtert die Programmierung des Amiga



Floppy-Laufwerke für 3 1/2-Zoll- und 5 1/4-Zoll-Disketten. Rechts vorne die Amiga-Maus

die verschiedene Bilder beinhalten. Die Bilder können gleichzeitig angezeigt werden, haben aber wählbare Prioritäten. So können komplexe 3D-Grafiken erzeugt werden, bei denen der Hintergrund durch den Vordergrund überdeckt wird.

gung, die die Animation dieser Objekte übernehmen. Positionen und das Aussehen von Sprites und Shapes können so kontinuierlich geändert werden, wodurch sich Trickfilm-Effekte ergeben. Der Anwender braucht sich um Einzelheiten nicht zu

Interessant ist auch die Möglichkeit, Töne über die Audio-in-Buchsen in den Computer zu bringen, dort zu digitalisieren und als Tonfile abzulegen. Der Originalton kann jetzt beliebig manipuliert und verändert werden.

## Floppy-Laufwerk eingebaut

Interessant ist auch ein eingebundener vollwertiger Sprachsynthesizer, dessen Verständlichkeit weit über die bisher bekannten Systeme reicht. Der Wortschatz ist unbegrenzt. Es ist einfach nur der auszugebende Text einzutippen, und schon legt der Amiga mit einer nach Wahl männlichen oder weiblichen, lebendig klingenden Stimme los.

schluß, ein Video-Composite-Anschluß und ein RGB-Anschluß (sowohl digital wie beim IBM-PC als auch analog), zwei Stereo-Audio-Ausgänge, ein Expansions-Port, an dem der komplette Adreß- und Datenbus des 68000 herausgeführt ist, ein Anschluß für die Tastatur und schließlich noch zwei programmierbare Control-Ports für Maus, Joystick, Lichtgriffel oder Grafiktablett.

Der Amiga kostete in den USA 1295 Dollar (Grundausstattung mit 256 KByte RAM und einem Disketten-Laufwerk, aber ohne Monitor). Der Amiga-Monitor kostet nochmals zirka 500 Dollar.

Ganz auf der Commodore-Linie, beruht die Leistungsfähigkeit des Amiga im wesentlichen auf dem Zusammenwirken modernster

## Hardware-Komponenten:

Der 68000-Prozessor wird in seiner Arbeit wesentlich von drei speziellen »Custom Chips« unterstützt. Der eine ist für die gesamte Grafik verantwortlich, der zweite für die Animation, der dritte für den Sound, I/O-Operationen und Diskettenunterstützung.

Eine wesentliche Steigerung des Datendurchsatzes und damit der Effizienz des Systems wurde erreicht durch konsequente Arbeitsteilung zwischen dem Prozessor und den Hilfsbausteinen, die man besser schon fast als Coprozessoren bezeichnen sollte.

## Geschwindigkeit durch DMA

Die Peripheriebausteine greifen selbständig per DMA (Direct Memory Access, direkter Speicherzugriff) auf den Arbeitsspeicher zu und holen sich so die benötigten Parameter oder Daten, ohne daß der Prozessor wertvolle Rechenzeit damit vergeuden müßte, diese Parameter selbst zu holen und dann in irgendwelche Register zu schreiben.

daraus lesen. Wenn insgesamt vier Chips (einschließlich Prozessor) direkt auf den Speicher zugreifen können, dann erfordert das natürlich ein exaktes Timing, denn es ist ja nur je ein Adressen- und Datenbus vorhanden. Während bestimmter Taktzyklen ist daher der Bus für den Prozessor gesperrt, was dem aber nicht viel ausmacht, da diese Zyklen so gewählt wurden, daß der 68000 dann gerade einen internen Maschinenzyklus bearbeitet und nicht auf den Speicher zugreifen muß.

Kritisch wird es allenfalls dann, wenn viele Shapes und Sprites bewegt werden müssen. Der dafür zuständige Prozessor »stiehlt« dem 68000 dann einfach einige (oder auch viele) Taktzyklen: Der Prozessor wird langsamer, obwohl er gar nichts Zusätzliches zu tun hat.

Im übrigen läuft die gesamte notwendige Kommunikation zwischen dem Prozessor und anderen Chips ausschließlich über Interrupt. Der 68000 muß also vereinfacht gesagt nicht regelmäßig überall herumfragen, ob irgendwas passiert ist, sondern nur dann, wenn etwas

der Grafik bemerkbar macht. Aber auch seine Multitasking-Fähigkeit beruht auf einer ausgefeilten Interrupt-Steuerung. Multitasking bedeutet nichts anderes, als daß die Ausführung mehrerer Programme zur gleichen Zeit möglich ist. Ein Beispiel: Sie lassen einen langen Text ausdrucken, führen währenddessen Neukalkulationen in Ihrem Tabellenkalkulationsprogramm aus und hören eigene Kompositionen aus dem Amiga-Synthesizer. Und all das können Sie sich auch noch auf dem Bildschirm in verschiedenen Fenstern (Windows) ansehen.

Bereits mitgeliefert wird an Software AmigaDOS, Voice Synthesis Library, ABasic (von Microsoft), Tutorial (von Mindscape) und Kaleidoscope (von ECA).

Im ROM ist das Betriebssystem und die »Benutzeroberfläche« Intuition eingebettet. Intuition ähnelt mit der grafischen Darstellung aller Funktionen und den »Pull Down«-Menüs (Textfenster, die sich öffnen, wenn sie mit der Maus »angeklickt« werden) dem vom Atari 520 her bekannten GEM und der Benutzeroberfläche von Apple's Macintosh, ist allerdings wesentlich komfortabler und multitasking-fähig. In verschiedenen Textfenstern können so unterschiedliche Programme ablaufen und bearbeitet werden — und alles gleichzeitig.

## Video-Bilder direkt bearbeiten

Die externe Einspeisung von verschiedenen Video-Quellen (Kamera, Recorder, CD-Player etc.) sowie die Digitalisierung und Weiterverarbeitung im Computer sind mittels Framegrabber und Genlock-Interface einfach möglich.

Für den Amiga soll es bereits zum Zeitpunkt seines Verkaufs im September in den USA ein 20-MByte-Festplattenlaufwerk, ein 20-MByte-Tape-Backup und ein 2400-bps-Modem von Tecmar geben. An Sprachen wird dann auch C, Turbo Pascal, Basic, Logo, Lisp und Assembler verfügbar sein.

Zur Zeit sind viele Firmen dabei, altbekannte Computerspiele für den Amiga umzuschreiben oder neue Software dafür zu entwickeln. So ist der Amiga auf dem besten Wege, eine neue Generation von Computerspielen mit bisher unbekannter Komplexität, Grafik und Geschwindigkeit ins Leben zu rufen.

## Amiga als IBM-PC

Die größte Überraschung während der Präsentation des Amiga in New York war allerdings die problemlose Abarbeitung von Programmen, die unter MS-DOS für den IBM-PC und kompatible geschrieben wurden. Per Software wird der 68000-Prozessor im Amiga in die Lage versetzt, beispielsweise Lotus 1-2-3, dBase III oder Wordstar unter MS-DOS (sowohl mit den 5¼- und 3½-Zoll-Disketten) zu verarbeiten. Dazu emuliert (simuliert) der 68000 einen 8088-Prozessor in MS-DOS-Umgebung, wobei keine Geschwindigkeitseinbußen gegenüber dem Original-IBM bemerkt wurden. Damit entpuppt sich der Amiga nicht nur als Grafik- und Spielewunder, sondern zeigt auch seine Stärken im kommerziellen Bereich.

## Fazit

Im Amiga sind derartig viele außergewöhnliche Eigenschaften integriert, daß eine abschließende Bewertung sicherlich nicht endgültig sein kann. Marshall F. Smith, President und Chief Executive Officer, sieht das Einsatzgebiet des Amiga sowohl im »Home-, Office- und School«-Bereich.

Es läßt sich wirklich sagen, daß der Amiga in nahezu allen Bereichen seinen Mann (Frau) stehen wird. Seine ganz besonderen Stärken sind sicher Grafik und Animation. Ihn deshalb als reine »Spielmaschine« zu bezeichnen, wäre dennoch verfehlt, denn eigentlich gehören grafische Darstellungen in fast jedes kommerzielle Programm. Alles in allem eine universelle Maschine für jedermann, der bereit ist, um die 5000 Mark für den Spaß und mit dem am Computer auszugeben. (aa/ev)



**Radar-Raiders von Sublogic — ein schneller Flugsimulator für den Amiga**

Daten werden so auch von einem Baustein direkt in einen anderen übertragen, ohne daß der Umweg über den Prozessor notwendig wäre. Auch Peripherie-Geräte können mittels DMA direkt in den Hauptspeicher des Amiga schreiben oder Daten

passiert ist, wird er einfach unterbrochen, um sofort darauf zu reagieren.

Zusammen mit der DMA-Fähigkeit der »Custom Chips« verleiht dies dem Amiga seine schon fast unheimliche Geschwindigkeit, die sich insbesondere bei



**Ob der Traumcomputer Amiga ein Verkaufserfolg wird, bleibt noch abzuwarten. Daß es aber auf jeden Fall lohnenswert ist, sich mit diesem Computer zu beschäftigen, zeigt unser erster Erfahrungsbericht.**

**K**aum ein anderer Computer wurde, lange bevor er überhaupt auf dem Markt erhältlich war, so intensiv mit sowohl positiven als auch negativen Kritiken bombardiert, wie der Amiga von Commodore. Man sprach von einer neuen Ära in der Computerszene. Gerade die extrem schnelle Farbgrafik (4096 Farben stehen zur Auswahl), der Stereo-Sound, die Sprachausgabe und das Multitasking zeichnen den Amiga aus. Wir haben unseren Test mit dem amerikanischen Original-Amiga (110 Volt, 256 KByte RAM) durchgeführt.

Der Amiga gibt sich äußerlich eher schlicht, und fügt sich so fast nahtlos in die Reihe der Personal Computer ein: Eine Zentraleinheit mit abgesetzter Tastatur und eingebautem Laufwerk, einem RGB-Farbmonitor und den »Cursortasten der Zukunft«, der Maus.

Die Tastatur besitzt einen Zehnerblock, zwei spezielle »Amiga-Tasten«, zehn Funktions- und vier Cur-

sor-Tasten. Die Aufteilung kann als gelungen bezeichnet werden. Auffallend ist der relativ harte Anschlag der Tasten. Ob dies Auswirkungen auf die Haltbarkeit hat, muß sich erst noch zeigen.

Die ganze Tastatur läßt sich mittels zweier ausklappbarer Beine schrägstellen und vollständig unter das Gehäuse schieben. Über ein Spiralkabel wird die Verbindung zum Computer hergestellt. Dieses Kabel verläuft geradlinig unter das Amiga-Gehäuse und stört deshalb nicht beim Arbeiten.

### 880 KByte pro Disk

In die Zentraleinheit integriert ist ein 3½-Zoll-Diskettenlaufwerk mit einer Speicherkapazität von 880 KByte pro Disk (1541-Besitzer dürfen ins Schwärmen geraten)!

Rund um das Gehäuse verteilt sind alle nur erdenklichen Anschlüsse, um den Amiga mit dem Rest der Welt zu verbinden.

Auf der Vorderseite, hinter einer Klappe verborgen, befindet sich ein Expansion-Port zum Anschluß von Speichererweiterungen (von der Funktion her vergleichbar mit dem des C 64). In der deutschen Version soll sich hier schon eine RAM-Erweiterung befinden, die die etwas mageren eingebauten 256 KByte auf insgesamt 512 KByte RAM aufstockt (siehe auch Bild 1). Die Erweiterung verschwindet völlig hinter der Klappe und stört deshalb nicht das gute Design des Amiga.

Auf der rechten Gehäusesseite, ebenfalls hinter einer Abdeckung, ist der Prozessorbus herausgeführt (Bild 2). Er ermöglicht Hardware-Erweiterungen durch seine DMA-Fähigkeit (DMA = Direct Memory Access) extrem einfachen Zugriff auf alle Bausteine des Amiga. Doch zu dieser außergewöhnlichen Funktion etwas später. Weiterhin finden wir hier zwei Joystick-Ports, von denen einer zum Anschluß der (mitgelieferten) Maus dient.

Auf der Rückseite des Computers befinden sich ein voll programmierbarer paralleler und ein serieller Bus. Beide lassen sich per Programm in ihrer Funktion beeinflus-

## Universelle Schnittstellen

sen, so daß sie mit den meisten bekannten Schnittstellen (Centronics parallel, RS232 etc.) kompatibel sind (Bild 3). Weiterhin ist »am Hinterteil« des Amiga noch eine Buchse zum Anschluß von drei weiteren 3½- oder 5¼-Zoll-Laufwerken vorhanden. Der Computer kann jedoch nur ein weiteres Laufwerk mit Strom versorgen, so daß die zweite und dritte Floppy ihre eigenen Netzteile mitbringen müssen. Zwei getrennte Ausgänge für den Stereo-Sound (linker/rechter Kanal) und verschiedene Monitorbuchsen (RGB analog/ RGBI/Composite-Video/Anschluß für handelsübliche Fernseher) vervollständigen das Bild. Leider ist es nicht möglich, den Stereo-Klang über den mitgelieferten Monitor hörbar zu machen.

Doch nun zum eigentlich Faszinierenden dieses »Super-Computers«, dem Innenleben (Bild 4) des Amiga:

vierfachen (32 Bit = 4 Byte) Folge von »LDA«, »STA«- und »INC«-Kommandos entsprechen. Auch Befehle zur 32-Bit-Multiplikation und -Division gehören zum Standardbefehlsatz des 68000.

Alles in allem kann man sagen, daß der Amiga, in Assembler programmiert, zirka 20- bis 30mal schneller ist als der C 64, ebenfalls in Assembler programmiert.

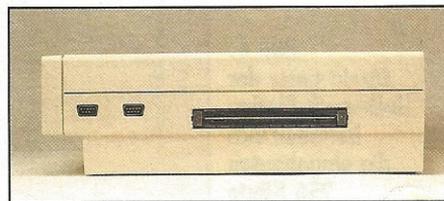
Auf der Platine gleich neben der CPU befinden sich die eingebauten 256 KByte Arbeitsspeicher. Nach den ROM-Bausteinen, die eventuell das bei diesem Computer doch recht umfangreiche Betriebssystem beinhalten könnten, muß der Betrachter jedoch lange suchen. Um das gesamte Amiga-System mög-

reich hardwaremäßig »schreibgeschützt« und so ein ROM-Baustein simuliert! Dies hat zwar den Nachteil, daß nach jedem Einschalten des Computers das komplette Betriebssystem von Diskette nachgeladen werden muß, aber die Vorteile, zum Beispiel auf diese Weise immer die neueste Version desselben zur Verfügung zu haben, ohne die ROMs auswechseln zu müssen, überwiegen. Wer sein Betriebssystem ändern will, muß jetzt nicht mehr Besitzer eines EPROM-Brenners sein. Auch bei anderen Herstellern ist dieser Trend zum »offenen System« zu beobachten. Zwei vollkommen neu entworfene Ein-/Ausgabe-Bausteine des Typs 8250 übernehmen die Steuerung der Schnittstellen. Die Bausteine werden dabei ganz ausgelastet und sind nicht für weitere Steuerungszwecke zu nutzen.

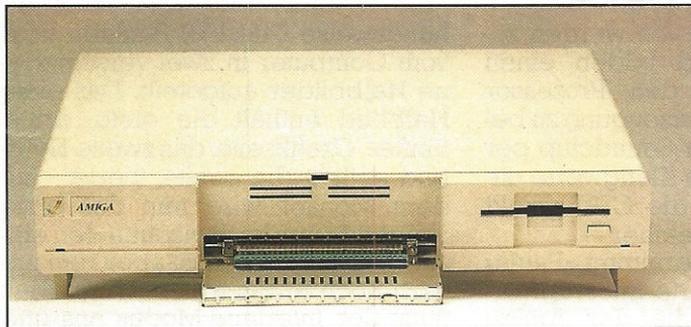
## Computer mit Huckepack-Platine

Drei neue, außergewöhnliche Chips wurden speziell für den Amiga entwickelt, um den Prozessor von verschiedenen zeitraubenden Arbeiten zu befreien und die Arbeits-

**Bild 2. Auf der rechten Gehäusesseite: Anschlüsse für zwei Joysticks/Maus und der herausgeführte Prozessorbus.**

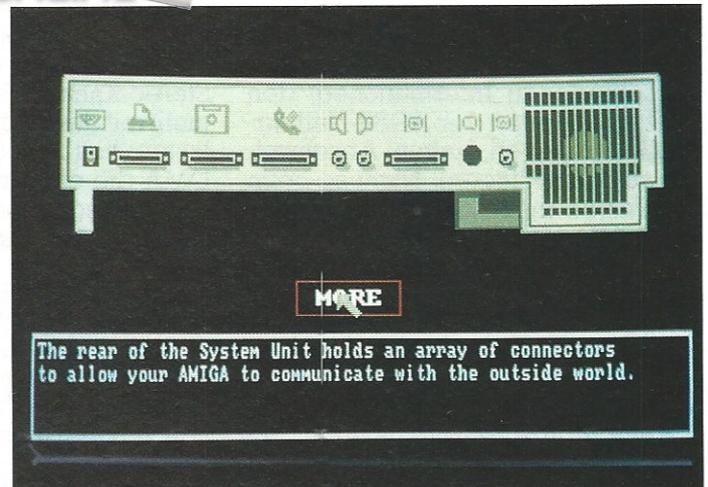


64ER ONLINE



**Bild 1. Hinter einer Klappe ist Platz für die 256 KByte RAM-Erweiterung (das silberne Kästchen im Vordergrund).**

**Bild 3. Das mitgelieferte Programm »AmigaTutor« erklärt die Hardware des Amiga.**



Die allgemein überragende Geschwindigkeit des jüngsten Kindes von Commodore verdankt es hauptsächlich dem Mikroprozessor 68000 von Motorola, einem 16-Bit-Prozessor mit einer Taktfrequenz von 7,16 Megahertz (zum Vergleich: der C 64 hat »nur« einen 8-Bit-Prozessor mit 1 Megahertz Taktfrequenz). Auch die Befehle des Prozessors lassen einen feuchte Augen bekommen. Da gibt es zum Beispiel den MOVE-Befehl, der in einem Arbeitsgang eine bis zu 32 Bit lange Information von einer Speicherzelle in eine andere überträgt. Dies würde auf dem C 64 einer

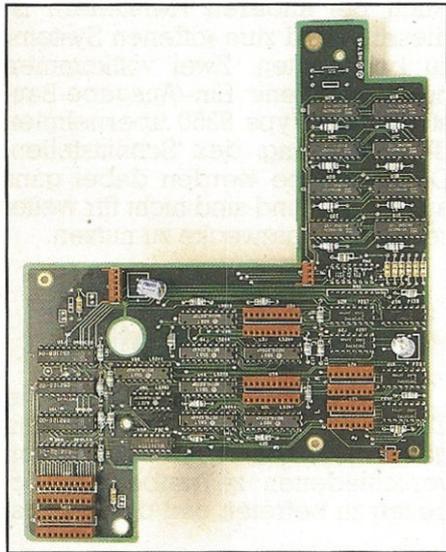
licht flexibel zu halten, wurde nämlich ein anderer Weg gewählt: Ein einziger kleiner ROM-Baustein, der beim Einschalten des Computers automatisch angesprochen wird, enthält ein Programm zum Laden des Betriebssystems von Diskette. Damit dieses aber nicht Teile des kostbaren Arbeitsspeichers verbraucht, ist im Computer eine abnehmbare »Huckepack-Platine« eingebaut (Bilder 5 und 6), die weitere 256 KByte RAM zur Aufnahme des Betriebssystems zur Verfügung stellt. Nachdem der Ladevorgang beendet ist, wird dieser RAM-Bereich

geschwindigkeit des Computers in die Höhe zu schrauben:

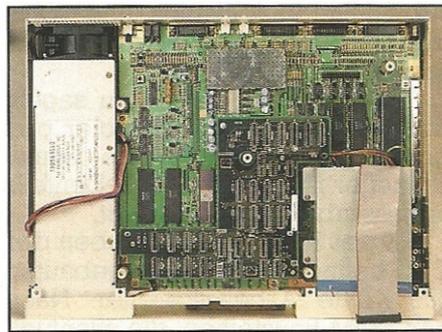
Der erste in dieser Gruppe hört auf den Spitznamen »Paula« (Peripheral/Audio), und ist unter anderem für DMA (Direct Memory Access = direkter Speicherzugriff) zuständig. DMA bedeutet einfach, daß alle entsprechend ausgerüsteten Bausteine des Amiga direkt, also ohne Prozessorhilfe und ohne zeitraubende »LDA«- und »STA«-Sequenzen auf den Arbeitsspeicher zugreifen können. Paula erkennt automatisch, wann der 68000 interne Berechnungen durchführt oder Befehle deco-

diert, also sowieso nicht auf das RAM zugreifen muß, und erlaubt während dieser Zeit den anderen Bausteinen Zugriff auf den Arbeitsspeicher. Auch die Grafikprozessoren machen von dieser Möglichkeit Gebrauch. Linien werden also nicht von der CPU, sondern von den Grafikchips gezeichnet.

Der Sound des Amiga wird ebenfalls durch den Paula-Chip gesteuert; er wird jedoch auf eine etwas andere als vom C 64 gewohnte Wei-

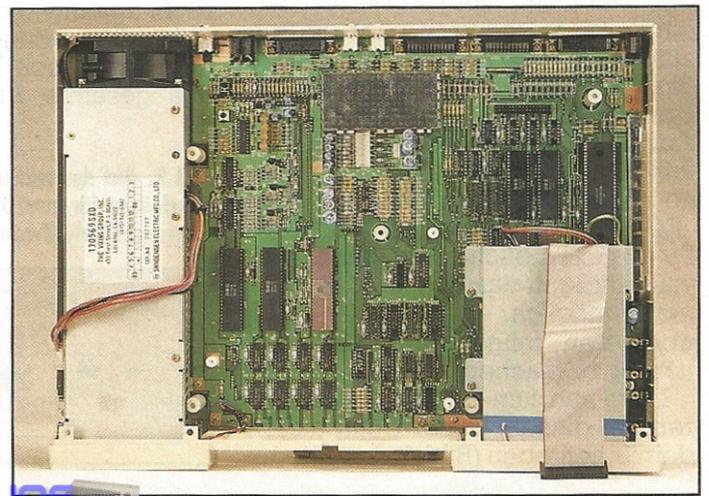


**Bild 4. Das Innenleben des Amiga präsentiert sich sauber aufgebaut.**



**Bild 5. Die Hucpack-Platine enthält zusätzliche 256 KByte RAM zur Aufnahme des Betriebssystems.**

**Bild 6. Direkt unter der Hucpack-Platine befinden sich die eingebauten 256 KByte Arbeitsspeicher.**



se erzeugt: Beim C 64 besteht der Klang eines Tons im Prinzip aus vier verschiedenen Informationen, den einzelnen Teilen der ADSR-Hüllkurve (Anschwellen, Halten, Abschwellen und Ausklingen). Nicht so beim Amiga: So muß die Hüllkurve erst einmal aus einer beliebig langen Kette von Bytewerten definiert werden (siehe dazu auch Bild 7). Ein Byte stellt für den Verlauf der Hüllkurve einen Wert zwischen -128 und +127 dar. Was bringt das alles? Nun, es können so alle nur erdenklichen Töne, Geräusche und Sounds von der Heavy-Metal-Gitarre bis zum Vogelgezwitscher perfekt nachgeahmt werden. Aber: Das Einlesen der Werte solcher »Natur-Sounds«

## Heavy-Metal-Gitarre und Vogelgezwitscher

ist nur mit einem besonderen Interface möglich. Diese Verfahrensweise wird übrigens digitalisieren genannt. Man könnte so zum Beispiel Nachbars Hund »Hänschen klein« bellen lassen. Der Fantasie sind keine Grenzen gesetzt.

Insgesamt vier Ton-Kanäle stehen dem Amiga zur Verfügung, um sich bei seinen Fans Gehör zu verschaf-

fen. Jeweils zwei davon werden zusammengefaßt und bilden einen Stereo-Kanal. Um den Prozessor nicht mit der Klangerzeugung zu belasten, holt sich der Soundchip per DMA die einzelnen Klangwerte ohne Umwege über die CPU direkt aus dem Arbeitsspeicher.

Des weiteren übernimmt »Paula« noch die komplizierte Interruptverarbeitung, durch die der Amiga »multitaskingfähig« wird. Das bedeutet, daß mehrere Programme scheinbar gleichzeitig ablaufen können. So kann man theoretisch gleichzeitig einen Text drucken, eine Datei sortieren, einen Brief schreiben und einem Musikstück zuhören.

Der zweite Spezialchip wird »Denise« (Display Encoder) genannt und ist für die Verwaltung der Grafik zuständig. Die Farbpalette des Amiga umfaßt 4096 (!) Farben. Diese Vielfalt kommt wie folgt zustande: Jede Farbe besteht aus einem Rot-, einem Grün- und einem Blau-Anteil (RGB-Monitor...). Die einzelnen Anteile (Intensität) dieser Farben lassen sich in 16 Stufen regeln, wodurch sich die genannte Farbenpracht (16\*16\*16 = 4096) erzielen läßt. Wie man nun einem Grafikpunkt eine bestimmte Farbe zuordnet zeigt Bild 8.

Der Amiga bietet grundsätzlich eine Grafikauflösung von 320x200 Punkten in 32 Farben beziehungsweise 640x200 Punkte in 16 Farben. Ein spezieller Modus (»Hold & Modify«) erlaubt 320x200 Punkte in 4096 Farben, allerdings mit Einschränkungen: Ein Punkt kann nur eine um maximal vier Farbstufen geänderte (modifizierte) Farbe bekommen, wie der vorhergehende Punkt.

Darüber hinaus gibt es einen Trick, um die senkrechte Auflösung zu verdoppeln: den Interlace-Modus. Eine Grafik mit 320x400 (bezie-

ungsweise 640x400) Punkten wird vom Computer in zwei verschiedene Halbbilder aufgeteilt. Das erste Halbbild enthält die erste, dritte, fünfte... Grafikzeile, das zweite Halbbild enthält die zweite, vierte... Auf dem Monitor wird nun das erste Halbbild gezeigt. Zwischen den einzelnen Grafikzeilen ist aber rein optisch noch etwas freier Raum. Dies nutzt der Interlace-Modus aus und bringt das zweite Halbbild der Grafik nun etwas nach unten verschoben über das erste Halbbild. Dabei ist lediglich ein leichtes Flimmern ist zu erkennen, da der Monitor zum Aufbau eines kompletten Bildes jetzt doppelt so lange braucht wie im Normalmodus. Er zeigt also nicht mehr 50 Bilder pro Sekunde, sondern nur noch 25.

## 640x400 Punkte mit 16 Farben

Insgesamt verdoppelt sich die Auflösung auf 320x400 Punkte mit 32 Farben beziehungsweise auf 640x400 Punkte mit 16 Farben (damit dürfte auch ein für allemal das Gerücht aus der Welt geschaffen sein, daß der Amiga 640x400 Punkte in 4096 Farben darstellen könne).

Zudem bietet der Denise-Chip die Möglichkeit, sogenannte »Playfields« (Spielfelder) zu definieren. Playfields sind mehrfarbige Grafiken, die eine fast beliebige Größe haben, und von denen nur ein Teil auf dem Bildschirm gezeigt wird. Dieser Ausschnitt kann mit einfachen Befehlen hochauflösend auf der Gesamtgrafik verschoben werden (vergleichbar etwa mit einer Landkarte, über die man mit einer Lupe fährt). Es besteht sogar die Möglichkeit, zwei solche Playfields übereinander zu lagern, also HiRes-Scrolling in zwei Ebenen zu realisieren. Allerdings verringert sich dabei die Farbwahl für ein Playfield auf acht Farben. Der jeweilige Ausschnitt, der gerade gezeigt wird, kann außerdem noch in der Größe variiert werden. Er kann zum Beispiel so groß wie der Monitor oder so klein wie ein Buchstabe sein.

Zusätzlich zu den Playfields kennt der Amiga noch die schon vom C 64 bekannten Sprites. Insgesamt acht Stück in je vier verschiedenen Farben, jedes 16 Punkte breit und beliebig viele Punkte hoch. Wem die Anzahl der Farben nicht ausreicht, der kann zwei Sprites zu einem zusammenfassen und dieses dann in 16 Farben darstellen. Jedes dieser Sprites kann mehrmals auf dem Bildschirm dargestellt werden, sofern mindestens ein Rasterstrahl Abstand zwischen diesen ist. Natürlich kann der Amiga wie der C 64 Berüh-

### Agnus und der Copper

rungen zwischen zwei Sprites feststellen und Prioritäten ändern, falls sich zwei Sprites überschneiden.

Auch der dritte Chip im Bunde dient der Unterstützung der Grafik. Er hört auf den Spitznamen »Agnus« (Adress Generator). Er enthält als wichtigsten Bestandteil einen Coprozessor (»Copper«), der durch den Rasterstrahl des Monitors ge-

steuert wird. Der Copper läßt sich zwar nur mittels dreier Befehle programmieren, mit denen man aber eine Menge anfangen kann. WAIT X,Y wartet bis der Rasterstrahl die Position x und y erreicht. MOVE D,R schreibt die Zahl D in das Register R. SKIP X,Y überspringt den nächsten Befehl, wenn der Rasterstrahl die Position x und y passiert hat.

Wie man sieht, kann der Copper nur Register verändern und nicht auf das RAM zugreifen, was aber großen Einfluß auf die Grafik des Amiga haben kann. So können zum Beispiel durch gezielte Registermanipulationen verschiedene Grafikauflösungen auf einmal dargestellt werden. Zudem ist der Copper für die Bildschirmaufbereitung zuständig und kann als besondere Spezialität die Sprites des Amiga mehrmals nutzen, also mehr als acht Sprites auf einmal darstellen.

### 1 Million Punkte pro Sekunde

Agnus enthält neben dem Copper noch einen sogenannten »Blitter«. Dieser dient ausschließlich zum Verschieben großer Datenmengen in Grafikseiten. Mit seiner Hilfe kann man zum Beispiel mit hoher Geschwindigkeit Objekte verschieben, die größer sind als Sprites. Dies macht der Blitter ohne Prozessorhilfe, beeinträchtigt diesen also kaum in seiner Arbeitsgeschwindigkeit. Es wird hier von »kaum« gesprochen, da der Blitter die Einheit ist, die den Prozessor am meisten Zeit kostet. Dies ist aber nicht als Nachteil zu sehen, da der Blitter bestimmte Arbeiten um ein Vielfaches schneller ausführt, als es der Prozessor alleine könnte. Flächen füllt der Blitter mit einer Geschwindigkeit von 1 Million Punkte pro Sekunde (!) — Linien werden übrigens

ebenso schnell gezeichnet. Man denke nur an Malprogramme auf dem C 64: Möchte man ein Viereck mittels einer Fill-Funktion ausfüllen, so kann man ganz deutlich erkennen, wie Punkt für Punkt gesetzt wird. Auf dem Amiga »wird« eine Fläche nicht ausgefüllt, sie ist einfach ausgefüllt.

Die Hauptanwendung des Blitters besteht allerdings in der Animation (Bewegung) von Objekten. Der Blitter kann bis zu drei verschiedene Objekte logisch miteinander verknüpfen und zur Weiterverarbeitung ins RAM schreiben. Dabei kann man aus 256 verschiedenen logischen Verknüpfungen auswählen. Weiterhin ist der Blitter für das Erkennen von Kollisionen zwischen zwei bewegten Objekten zuständig. Die Objekte werden zudem von den Koordinaten her so aufbereitet, daß sie direkt in ein Playfield eingesetzt werden können.

Man sieht, der Amiga ist von der Hardware-Seite mit allen möglichen Raffinessen ausgestattet. Man hat aber schon beim C 64 gesehen, daß der Benutzer nicht immer die Möglichkeit hat, die Fähigkeiten des

### Amiga — Eine »POKE-Maschine«?

Computers voll auszunutzen. So wurde der C 64 zu einer »POKE-Maschine«. Um dies beim Amiga zu vermeiden, wurde das Betriebssystem mit vielen Routinen versehen, die das Arbeiten mit den Fähigkeiten der Spezial-Chips erleichtern.

Das Betriebssystem besteht aus zwei Teilen: »AmigaDOS« und »Intuition«. AmigaDOS ist das eigentliche Betriebssystem, Intuition hingegen übernimmt die Verbindung dieses Systems mit dem Programmierer. Um die Kommunikation zwischen den beiden so einfach wie möglich zu gestalten, wurde Intuition als eine Art »Schnittstelle« gestaltet. Diese

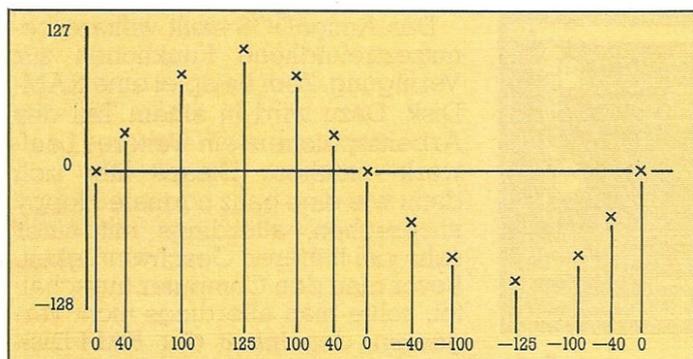


Bild 7. Eine Hüllkurve wird beim Amiga über eine beliebig lange Folge von Bytewerten definiert. Hier eine Sinuskurve.

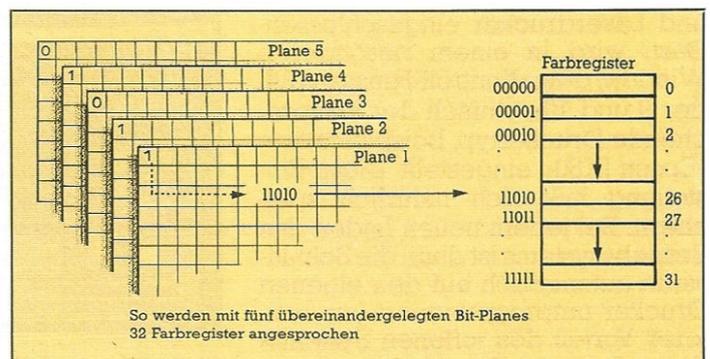


Bild 8. Mittels fünf übereinanderliegender Grafikseiten wird einem Grafikpunkt eine von 32 Farben zugeordnet.