

Erhard Scherer

Der EMUF08

Ein starker Einplatinencomputer

Seit 1981, als der erste EMUF, eine Einfach-Euro-Karte mit 6504 CPU, von Herwig Feichtinger vorgestellt wurde, hat das Einplatinen-Computer-Konzept tausendfach Verwendung im privaten, industriellen und universitären Bereich gefunden. Seit der Zeit des 6504-EMUF ist die technische Entwicklung im Bereich der Mikroelektronik mit atemberaubender Geschwindigkeit vorwärts gestürzt. Die Integrationsdichte der Chips stieg um ein Vielfaches, für Speichergrößen, die noch vor einigen Jahren ganze Karten belegten, genügt heute ein einziger Baustein. Parallel zur Steigerung der Integrationsdichte ist ein deutlicher Preisverfall zu beobachten, der einen 68008-EMUF erschwinglich macht.

Heute kostet beispielsweise eine 68000-CPU (16 Bit) etwa genauso viel, wie vor wenigen Jahren ein Z80 (8 Bit). Das Aufkommen der 16-Bit-CPU's brachte Architekturen in den Mikrocomputerbereich, wie sie vorher nur bei sehr teuren Minicomputern, die zudem ganze Schaltschränke füllten, anzutreffen waren. Die 68000er Familie ist dafür ein sehr gutes Beispiel. Kenner der PDP11 entdecken sehr viele Parallelen zwischen beiden Rechnerarten, bezüglich des Registersatzes, der Maschinenbefehle usw.

Der neue EMUF vereinigt nun die Preiswürdigkeit der 8-Bit-EMUFs mit Architekturmerkmalen von Minicomputern. Das Herz des EMUF08 ist ein 68008. Dank des 8 Bit breiten äußeren Datenbusses (intern im Chip selbst sind die Busse 16 Bit breit) ist der 68008 im platzsparenden 48-Pin-Gehäuse untergebracht. Die 680xx-Familie hat sich inzwischen einen festen Platz als Leistungsträger in industriellen Anwendungen erobert; aber auch in Personal Computern wie dem Macintosh, dem Atari 520 oder dem Amiga gibt ein 68000er den Ton an. Die Verbreitung und Bekanntheit des 68000 läßt den Wunsch nach einem preiswerten Einplatinencomputer mit 68000-CPU für Steuer-, Meß- und Regelaufgaben aufkommen. Der EMUF08 erfüllt diesen Wunsch.

Die extreme Registerstruktur sowie der leistungsfähige Maschinenbefehlsatz

des 68000 machen diesen EMUF für Aufgaben fit, bei denen Höchstleistungen gefordert sind. Der 68008 besitzt 8 Datenregister mit 32 Bit Breite (dies führt übrigens zu der Hochstapelei mancher Platinenhersteller, die Systeme mit dem 68000 als 32-Bit-Systeme verkaufen) und 8 Adreßregister (32 Bit breit), wobei A7 der Stackpointer ist. Es gibt zwei Betriebsmodi für die CPU: den User Mode, der mit einigen Einschränkungen verbunden ist, und den Supervisor Mode. Für beide Modi kann ein eigener Stackpointer (A7' bzw. A7) eingerichtet werden. Programme für den EMUF werden vorzugsweise im Supervisor Mode gefahren, da die Benutzung des User Mode nur in Multitasking/Multiuser-Systemen sinnvoll ist und zudem von der Hardware unterstützt werden sollte.

EMUF08 und Software

Die Erstellung von Software, in Assembler oder einer höheren Programmiersprache (z. B. „C“) für den EMUF kann auf den eingangs erwähnten Maschinen von Apple, Atari, Commodore erfolgen – oder natürlich auch auf dem mc-68000-Computer, dem NDR-Klein-Computer, Hermann-20 von MTC Berlin (eine echte 32-Bit-Maschine mit 68020 CPU) oder dem c't-68000. Der Vorteil, sowohl auf dem Entwicklungssystem als auch auf der Zielhardware (in unserem Fall der EMUF) eine CPU vom selben Typ zu haben, liegt darin, daß die Assemblerprogrammierung nur einmal er-

lernt werden und auch während der Arbeit nicht ständig umgedacht werden muß. Ein weiterer Gesichtspunkt ist, daß Compiler, Assembler usw. nur einmal gekauft werden müssen. Wer einmal in der Assemblerprogrammierung den Schritt von den guten alten 8-Bit-CPU's zum 68000 getan hat, ist so verwöhnt, daß ihn ein Z80, 8085 oder 6800 nicht mehr reizen können. Ganzzahlarithmetik, mit 32 Bit breiten Zahlen, gibt's beim EMUF08 serienmäßig eingebaut und ohne Aufpreis. Die 68008-CPU besitzt Addition, Subtraktion, Multiplikation (16 × 16 Bit, 32 Bit Ergebnis) und Division (32/16 Bit, 16 Bit Ergebnis, 16 Bit Rest) bereits als Maschinenbefehle.

Beispiel: DIVS D1,D0

Das ist die vorzeichenbehaftete Division, mit dem Ergebnis in den niederwertigen 16 Bit von D0, dem Rest in den höherwertigen 16 Bit von D0. Diese Fähigkeit zum Jonglieren mit Ganzzahlen eröffnet dem EMUF08 Anwendungen, bei denen 8-Bit-CPU's aus Geschwindigkeitsgründen passen müssen, denn Integerarithmetik in Software ist langsamer als es die gewissermaßen in Hardware gegessenen Mikroprogramme des 68000 sind. Wer von den algorithmischen Höhen nicht ganz bis auf den Grund der Assemblerprogrammierung herabsteigen möchte, kann natürlich auch mit einer höheren Programmiersprache arbeiten. Die im Vergleich zu 8-Bit-CPU's größere Leistungsfähigkeit erlaubt es, mit dem EMUF08 Aufgaben in einer höheren Programmiersprache zu lösen, für die sonst aus Geschwindigkeitsgründen nur Assembler in Frage käme. Programme in höheren Programmiersprachen benötigen nicht nur mehr Platz als gleichwertige Assemblerprogramme, sondern sind in ihrer Ausführung auch langsamer. Höhere Programmiersprachen haben natürlich auch Vorteile: der Quellcode ist kürzer als in Assembler, die Programme sind im allgemeinen lesbarer und somit leichter zu pflegen. Nicht zuletzt sei die leichtere Übertragbarkeit auf eine andere Hardware erwähnt, für die z. B. „C“ bekannt ist.

Die Hardware des EMUF

Der EMUF08 ist auf einer Einfach-Euro-Karte (100 × 160 mm) untergebracht, ein Viertel der Platine ist Lochrasterfeld, drei Viertel belegt die Elektronik. Sie besteht (Bild 1) aus der 68008-CPU, RAM (8 KByte bis 32 KByte), EPROM (8 KByte bis 64 KByte), einigen TTL Bausteinen, sowie wahlweise einer VIA

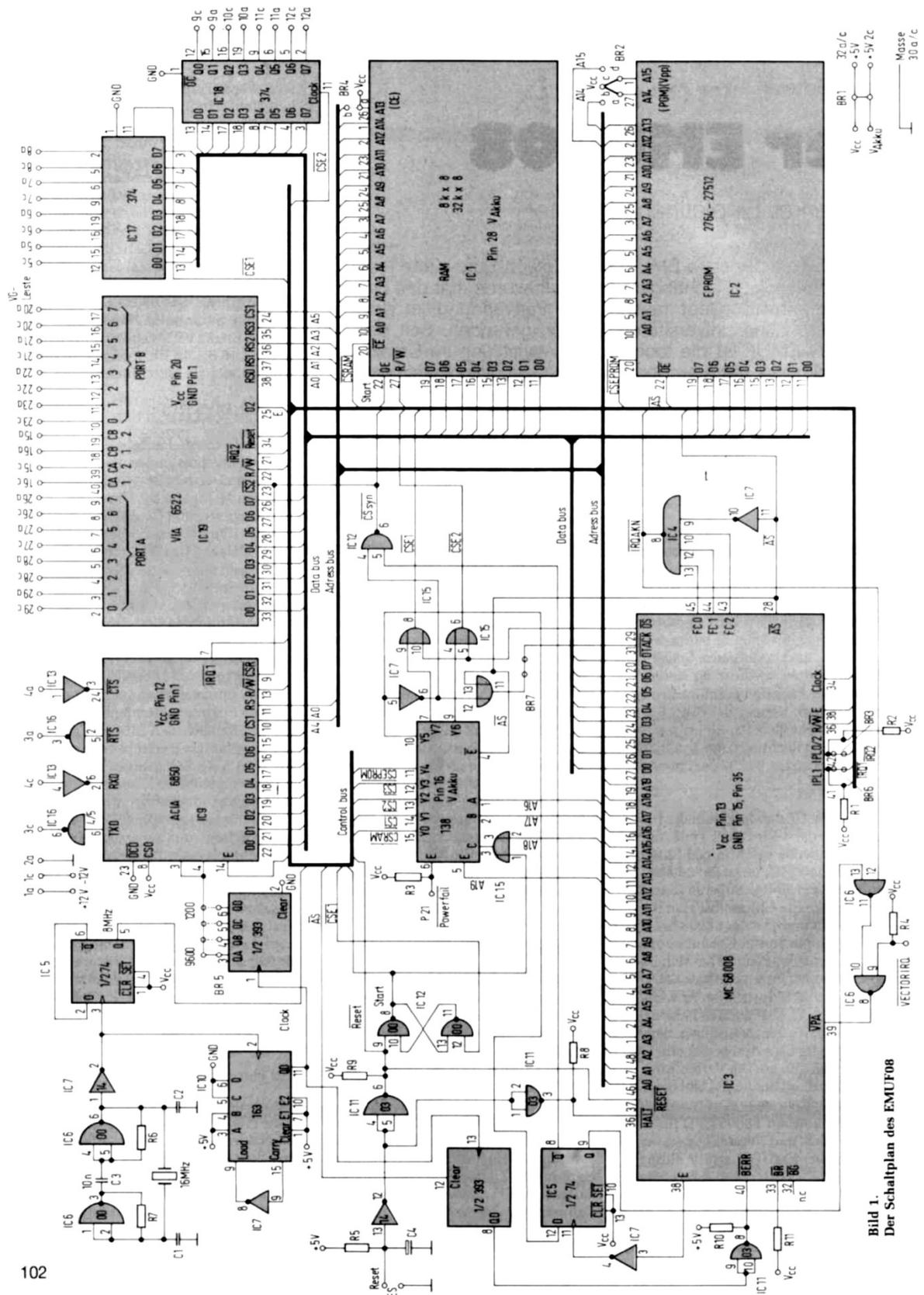


Bild 1.
Der Schaltplan des EMUF08

6522), einer ACIA (6850) und zwei 8-Bit-Latches als Ausgängen. Damit stehen 18 Ein-/Ausgabe-, 2 Eingabe- und 16 Ausgabeleitungen zur Verfügung, insgesamt 36 parallele Leitungen. Die 16 Ausgänge der beiden Latches können, bei Verwendung von 74AS374 Bausteinen, 64 mA (bei 0-Pegel) Last treiben. Relais, LED Anzeigen usw. kann man also direkt anschließen. Die parallelen I/O Leitungen, die serielle Schnittstelle und die Stromversorgung führen auf eine 64polige VG-Leiste. Der „Anbau“ von Zusatzhardware wie Anzeigen, Analog-Digital-Wandler, Relais ... ist über diesen Stecker durchzuführen. Die wichtigsten Anschlüsse der CPU und einige andere Signale führen auf eine Doppelreihe des Lochrasterfeldes (Bild 2 zeigt die Lötseite der Platine, Bild 3 die Bestückungsseite und Bild 4 den Bestückungsplan). Wer mag, kann zum Beispiel über eine Pfostensteckverbindung Hardware aus eigener Entwicklung anschließen. Dafür steht ihm der Adreßraum ab hexadezimal 80000 bis FFFFF zur Verfügung. Dies sind 512 KByte.

Hinweise für den Aufbau

Für das Löten und Bestücken hat sich folgende Vorgehensweise als zweckmäßig erwiesen: Zuerst werden die Bauteile

mit der niedrigsten Bauhöhe eingelötet, dann die mit der nächsthöheren, usw. Da immer Bauteile mit derselben Bauhöhe zu löten sind, können die Bauteile mit einer starken Pappe oder etwas ähnlichem gegen Herausfallen gesichert werden. Dieser Sandwich wird dann um 180 Grad gedreht, und die Bauteileanschlüsse können verlötet werden. Dabei stören die im vorherigen Arbeitsgang eingelöteten Bauteile nicht, da sie ja schon fest mit der Platine verbunden sind und zudem eine geringere Bauhöhe haben. Die „teuren“ Bausteine, wie z. B. den MC68008, lötet man am besten nicht direkt ein, sondern steckt sie auf einen Sockel. Das Sockeln ist auch bei RAM und EPROM zweckmäßig, beim EPROM um das Austauschen bei einer Softwareänderung einfach zu gestalten, beim RAM um den Wechsel von den 8-KByte-RAMs auf die 32-KByte-RAMs ohne LötKolben durchführen zu können. Tabelle 1 zeigt die Stückliste.

Der EMUF08 muß, um funktionsfähig zu sein, nicht unbedingt voll bestückt werden. Folgende Bausteine können erst einmal weggelassen werden: RS232-Treiber (IC13, IC16), ACIA 6850, VIA 6522 und die Latches 74AS374. CPU, EPROM, RAM und Decodierlogik reichen für erste Funktionstests aus.

Der Anschluß der Versorgungsspannung erfolgt über die 64polige VG-Leiste (siehe Tabelle 2, Steckerbelegung). Über diese Leiste können auch anwenderspezifische Schaltungen an den EMUF angesteckt werden, dies werden in der Regel Schaltungen sein, die VIA, ACIA oder die Latches benutzen. Der EMUF08 benötigt 5 V Versorgungsspannung, das Netzteil sollte für 1 A gut sein, um etwas Reserve für Zusatzschaltungen zu haben. Bei Benutzung der ACIA und der RS232-Treiber werden noch +12 V und -12 V benötigt (je ca. 50mA).

Die Anpassung an Bestückungsvarianten

Die Platine des EMUF08 ist mit einer Reihe von Steckbrücken ausgestattet, die eine einfache Anpassung an unterschiedliche Bestückungsvarianten und Betriebsarten ermöglichen. Bevor die Versorgungsspannung angelegt wird, sollte eine allgemeine Sichtkontrolle auf Löt- und Bestückungsfehler sowie auf die richtige Lage der Steckbrücken erfolgen (Tabelle 3).

Ein erster Funktionstest des EMUF kann mit einem einfachen Terminal (auch mit Hostcomputer) mit Hilfe von MONI-E8 (im EPROM) erfolgen. Falls beides nicht zur Verfügung steht, kann das untenste-

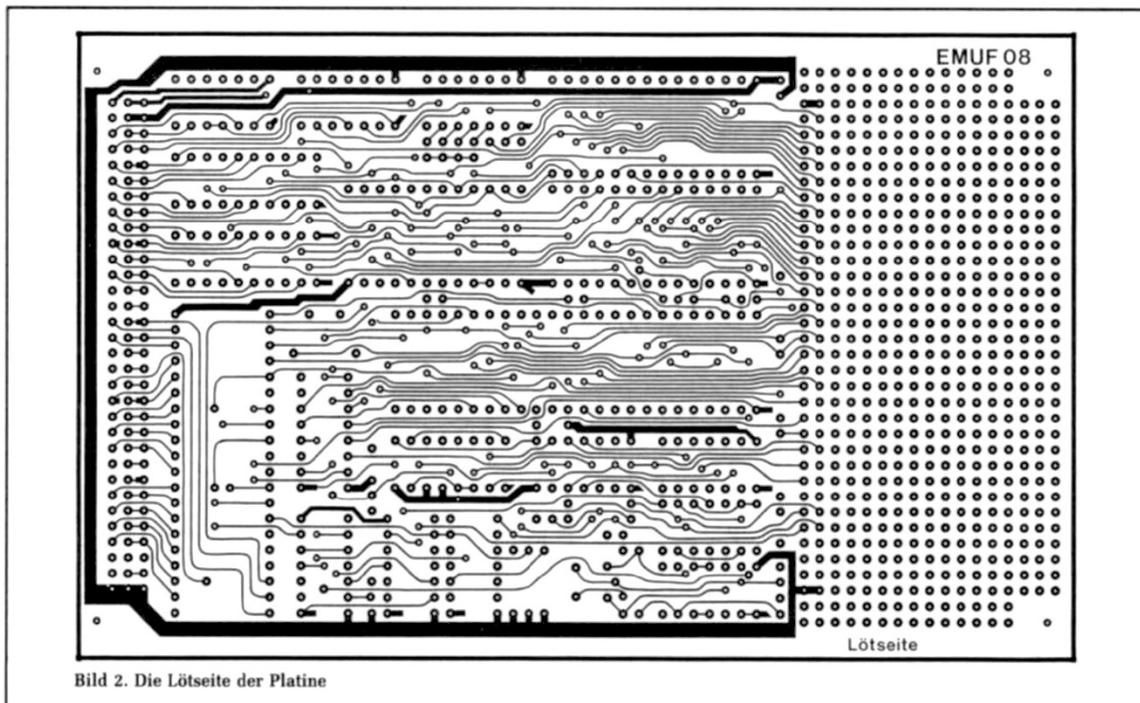


Bild 2. Die Lötseite der Platine

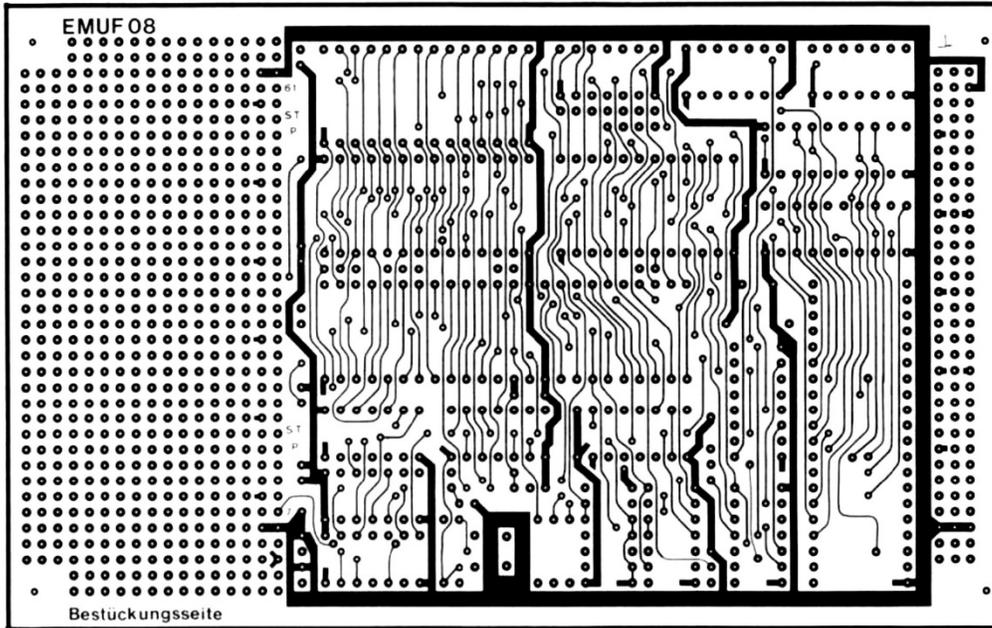


Bild 3. Das ist die Bestückungsseite des EMUF08

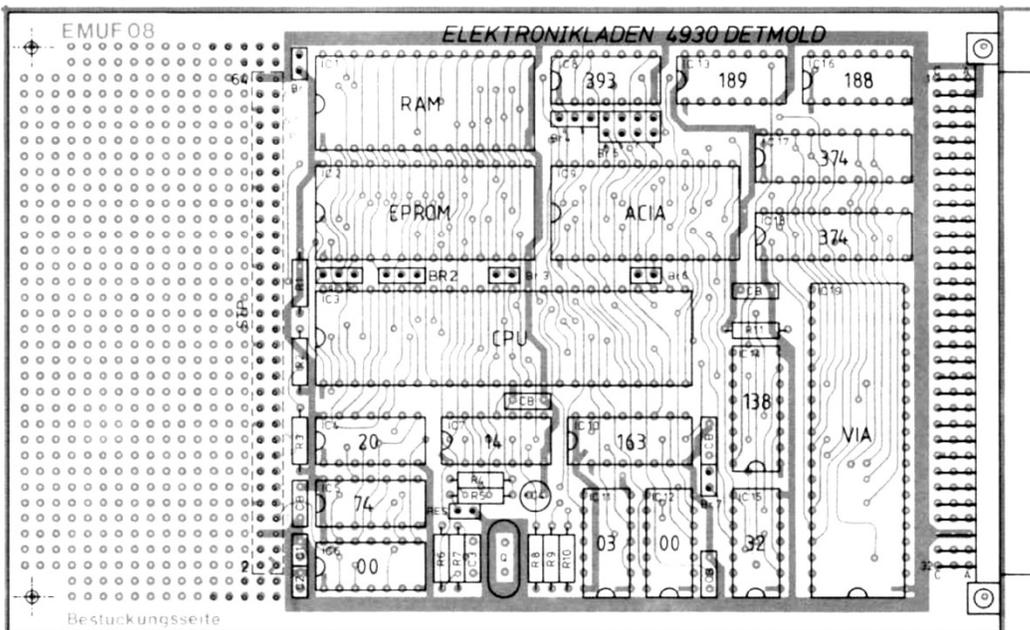


Bild 4. Der Bestückungsplan zeigt eine Mischung aus bewährten und modernsten Bauelementen