

# Digitale Signal-Prozessoren

## DSP Teil 2

### Grundlagen und praktische Anwendungen von DSPs

*Einhundertfache Leistung und mehr bieten digitale Signalprozessoren gegenüber herkömmlichen Mikroprozessoren. Die innovative Schaltungstechnik eines universell einsetzbaren Entwicklungsboards für die DSP-Anwendungen beschreibt übersichtlich und ausführlich der vorliegende Artikel.*

#### 3. Entwicklungsboard für DSP-Anwendungen

Ein Entwicklungssystem muß im Gegensatz zur Applikation ein hohes Maß an Flexibilität bieten, um es zu Experimenten der unterschiedlichsten Art einsetzen zu können. Da diese Flexibilität jedoch einen hohen technischen Aufwand mit sich bringt, ist ein Kompromiß zu finden.

Die entworfene DSP-Karte ist für den Einsatz im PC vorgesehen, wobei der Rechner über einen Speicherbereich oder die serielle Schnittstelle mit dem DSP kommunizieren kann. Verzichtet man auf die Speicherschnittstelle, ist auch ein externer Betrieb möglich. Das Konzept läßt dabei die Zusammenschaltung mehrerer solcher Karten zu, um auch den Entwurf sehr umfangreicher Applikationen realisieren zu können.

Die ELV-DSP-Karte besitzt folgende Eigenschaften:

#### Prozessorkern

- CPU : TMS320C50 / 40 MHz

- RAM: 11k Worte interner Speicher (für Daten und Programm)
- Boot-ROM: bis 32kByte
- 4 Bootbereiche über Jumper oder PC wählbar
- PC-Dualport-RAM als Boot-ROM schaltbar
- RAM: 128k Worte (4 Bänke zu 32k Worten)
- Als Verbindung zum PC stehen die folgenden Wege zur Verfügung:
  - Interrupt vom PC am DSP
  - Interrupt vom DSP am PC (frei wählbar vom PC)

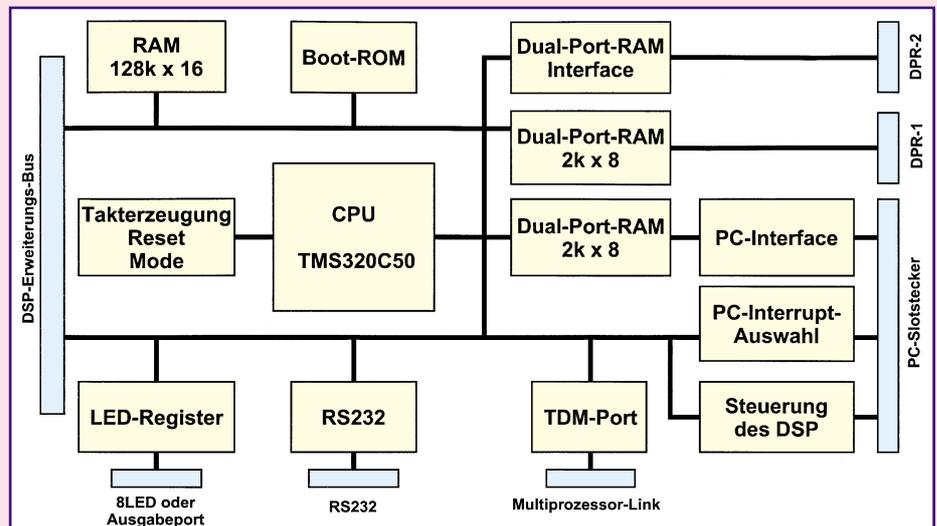


Bild 2: Blockschaltbild der DSP-Entwicklungskarte

- Fenster des Dualport-RAM von 4 kB im Bereich C0000 bis FFFFF
- Reset des DSP durch den PC
- Der Datenaustausch mit der Peripherie und dem Debugger ist über folgende Interfaces möglich:
  - extern
    - 2 x Sub-D9-Buchsen zum Anschluß der E/A-Erweiterung (über Flachbandkabel) an der Rückseite des PCs
  - intern
    - 1 x RS232 für den Debuggeranschluß

- oder zum allgemeinen Datenaustausch (softwaregestützt)
- 1 x 8-Bit-TTL-Ausgang (zwischen gespeichert)
- 1 x aktive 2k-Byte Dualport-RAM-Schnittstelle (zum Nachbar-Rechner)
- 1 x passive 2k-Byte Dualport-RAM-Schnittstelle (vom Nachbar-Rechner)
- serieller Bus zu weiteren DSP (TDM-Port)
- DSP-Bus für Erweiterungsmodule

Die ELV-DSP-Karte ist eine 2/3-lange PC-Steckkarte, die durch optional ansteckbare E/A-Erweiterungseinheiten volle Länge erreicht.

Das in Abbildung 2 dargestellte Blockschaltbild der DSP-Entwicklungskarte verschafft einen ersten Gesamtüberblick.

Die funktionellen Zusammenhänge der einzelnen Baugruppen sind hier am besten erkennbar.

#### 4. Schaltungstechnik

Nach den Vorbemerkungen zur Leistungsfähigkeit des DSP-Boards kommen wir nun zur Beschreibung der einzelnen Funktionsgruppen, ihren Aufgaben und Konfigurationsmöglichkeiten.

Dazu betrachten wir das in Abbildung 3 bis 5 dargestellte Gesamtschaltbild der DSP-Karte.

##### 4.1. Prozessor und Takterzeugung

Der Prozessor wird aus einem Quarzoszillator (IC 2) versorgt, der je nach Taktmodus an unterschiedliche Pins angelegt wird. Man kann so mit der Quarzfrequenz arbeiten oder alternativ mit der stromsparenderen halben Quarzfrequenz takten.

Die Reset-Beschaltung, realisiert mit IC 1 A, B und externer Beschaltung, kombiniert ein Power-on-Reset mit den Resetleitungen vom PC und von der RS232-Schnittstelle.

Während der Datenbus mit IC 8 und IC 9 gepuffert wird, dienen zur Pufferung des Adreßbus die Bus-Leitungstreiber IC 5 und IC 6.

Für den E/A-Adreßbereich wird mit IC 4 eine Decodierung in getrennte Selectsignale vorgenommen, wobei nur das kleine E/A-Modell (16 Adressen) unterstützt wird.

##### 4.2. RS232 und TDM-Port

Die mit IC 9 (MAX232) realisierte RS232-Schnittstelle ist für den Anschluß des Debuggers vorgesehen. Da der DSP nur über synchrone Schnittstellen verfügt, wird diese Schnittstelle über softwaregestützte Pins der CPU betrieben. Die Schnittstelle kann auch für den normalen Datenaustausch genutzt werden, wenn der Debugger nicht verwendet wird.

Der TDM-Port B2 dient der Verbindung

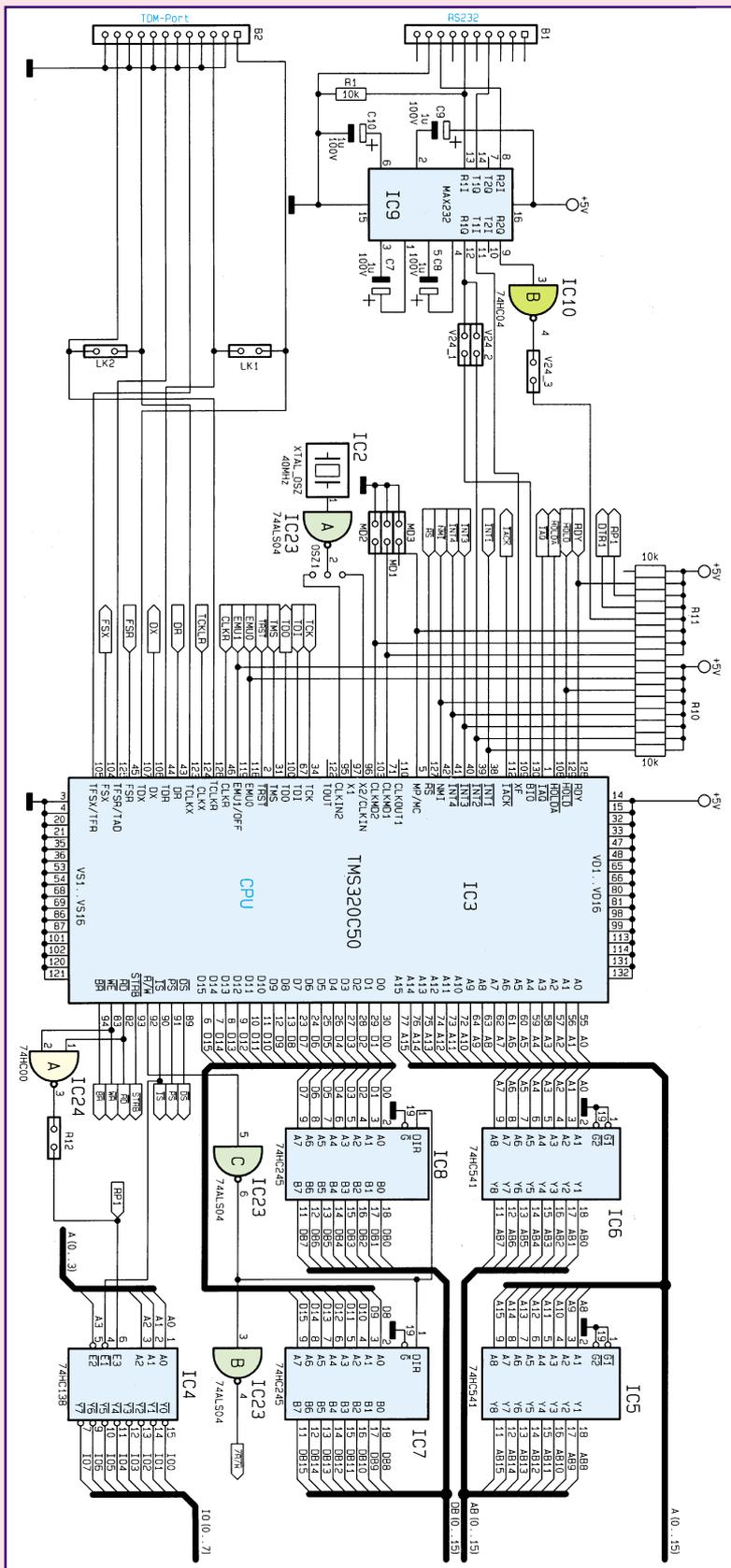
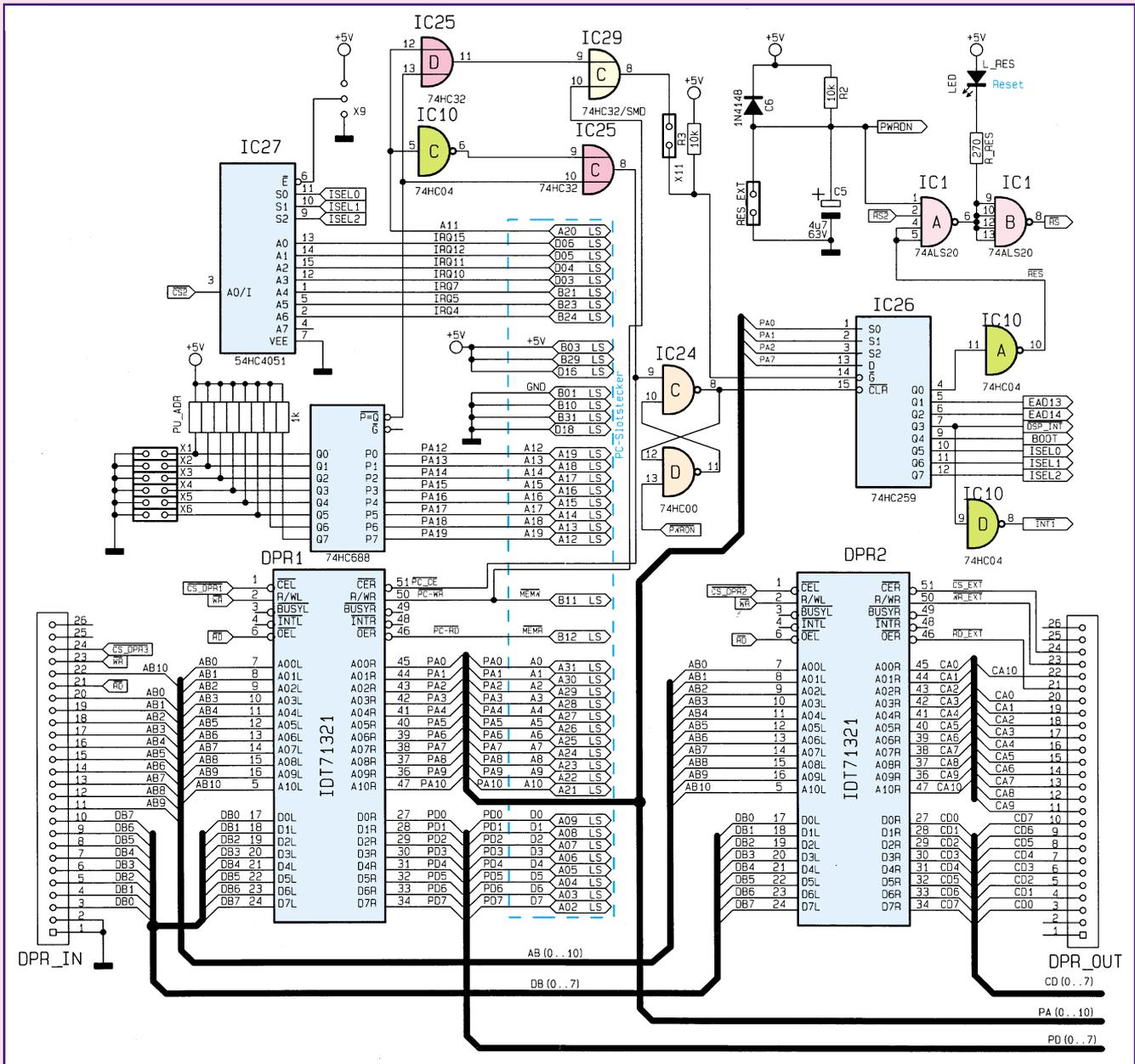


Bild 3: Signal-Prozessor des Typs TMS 320C50 mit Takterzeugung, RS232-Schnittstelle, TDM-Port und Bus-System



**Bild 4: PC-Interface, Dual-Port-RAM-Speicherinterface zur Kopplung von mehreren Systemen und Reset-Schaltung**

von bis zu 8 DSPs untereinander. Er stellt eine Art „Mini-Netz“ zum schnellen Datenaustausch dar.

**4.3. LED-Register**

Dieser einfache mit IC 14 (Abbildung 5) aufgebaute 8-Bit-Puffer ist für die Ansteuerung von LEDs vorgesehen, welche bei der Inbetriebnahme als Statusanzeige dienen können. Dieser Anschluß ist auch als Datenausgang nutzbar.

**4.4. RAM / ROM**

Auf der PC-Steckkarte sind optional 128k-Worte RAM (IC 20, IC 21) integriert. Da der DSP nur einen Adreßraum von 64k besitzt und im unteren Bereich die Dualports und die internen Speicherbereiche liegen, wurde das RAM in vier Bänke geteilt, die in den oberen 32k des Adreßbereiches liegen. Die Auswahl der Bank erfolgt über einen Ausgabebefehl und wird durch Reset auf Bank 0 geschaltet.

Ein externer ROM-Bereich wurde nicht vorgesehen, da eine direkte Arbeit vom ROM die Ausführung eines Programms etwa um den Faktor 8 verlangsamen würde. Wir gehen davon aus, daß ein Programm immer über das BootROM geladen und intern abgearbeitet wird.

**4.5. BootROM**

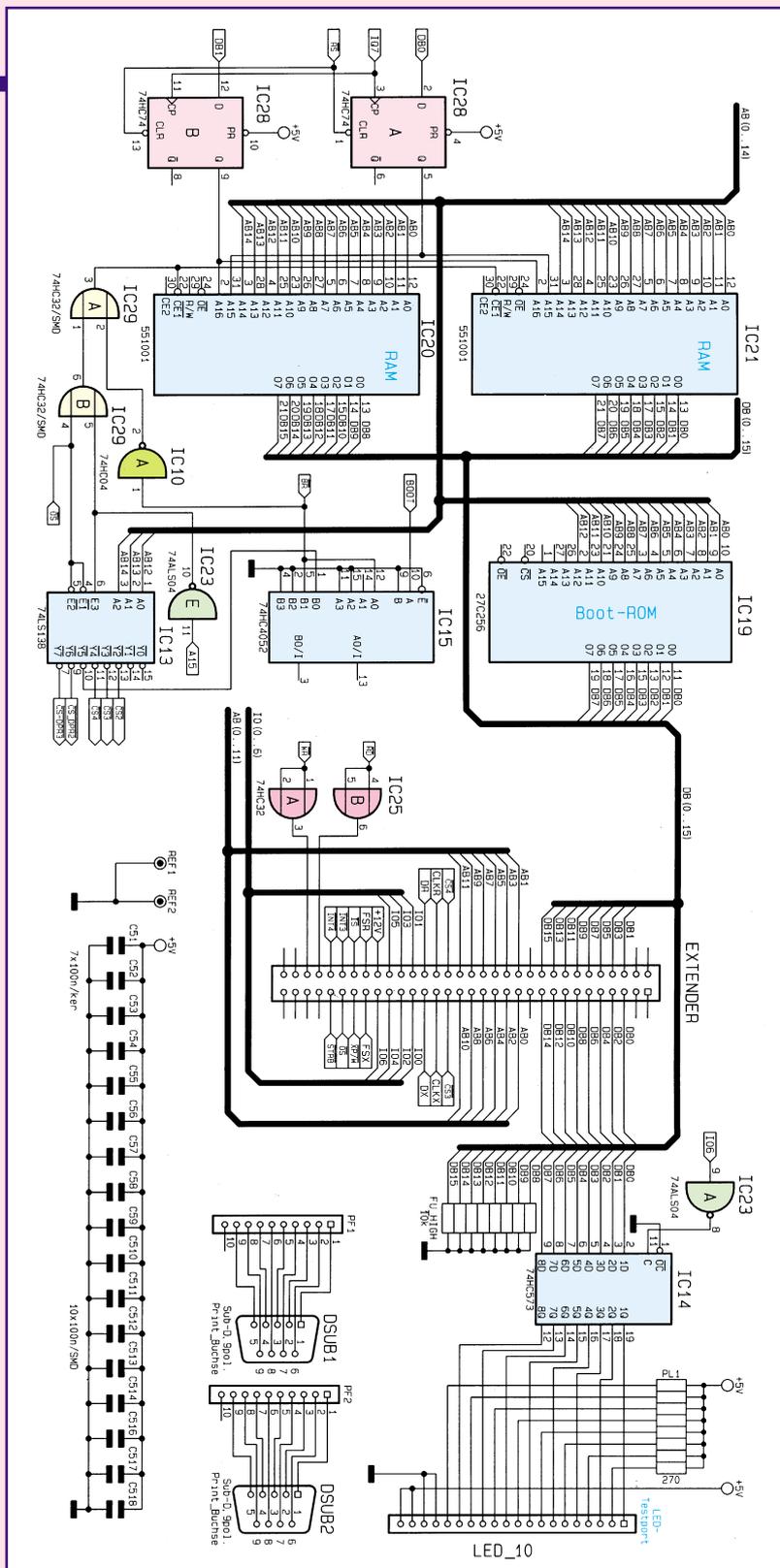
Das BootROM (IC 19) liegt in einem gesonderten Adreßbereich, so daß es nicht vollständig decodiert werden muß. Der ladbare Bereich umfaßt 8kByte und ist mittels Jumper oder einer vom PC vorgegebenen Blocknummer im EPROM auswählbar. Als EPROM sind die Typen 27C256 und 27C512 einsetzbar.

Das BootROM enthält das Kommunikationsprogramm für den Debugger oder ein Applikationsprogramm. Über einen Multiplexer kann das Dualport-RAM des PCs an die Stelle des BootROM geschaltet und so der DSP vom RAM aus gestartet werden. In diesem Fall kann der Sockel des BootROM (EPROM) unbestückt bleiben.

**4.6 Dual-Port-RAM**

Eine Möglichkeit der schnellen Kopplung zweier Rechner ist ein Speicherinterface. Dafür benötigen beide Rechner den Zugriff auf einen gemeinsamen RAM-Bereich, was mittels Dual-Port-RAMs (DPR) realisiert wird. Diese Aufgabe übernehmen auf unserer DSP-Karte die Bausteine des Typs IDT71321. Die DSP-Karte benötigt dazu ein DPR, welches sie bedient und dessen zweite Seite an einem Interface für den Gegenrechner verfügbar ist.

Der „Gegenrechner“ benötigt dafür dann nur einen Stecker, an dem der Adreß- und



**Bild 5: RAM, Boot-ROM (EPROM), LED-Register und Bus-System zur Kommunikation mit der Außenwelt**

Datenbus sowie die Selectsignale anliegen. Um mit den Karten variabel zu sein, wurden beide Varianten vorgesehen, womit sich ein aktiver DPR-Anschluß (DSP-Bus) und ein passiver DPR-Anschluß (2. Seite des DPR) ergibt. Es stehen in dieser Form zwei Bereiche zu je 2 kByte bereit. In Abbildung 6 sind einige Verschaltungsmöglichkeiten dargestellt.

#### 4.7. PC-Interface

Der Datenaustausch mit dem PC erfolgt ebenfalls über einen 2 kByte großen DPR. Über eine einstellbare Adresse im Bereich von C0000h bis FF000h erscheint der Speicherbereich des DPR in der oberen Hälfte eines 4kByte großen Fensters im PC-Hauptspeicher. Die unteren 2k werden für Steuerungszwecke genutzt.

#### 4.8. PC-Interrupt-Auswahl und Steuerung des DSP

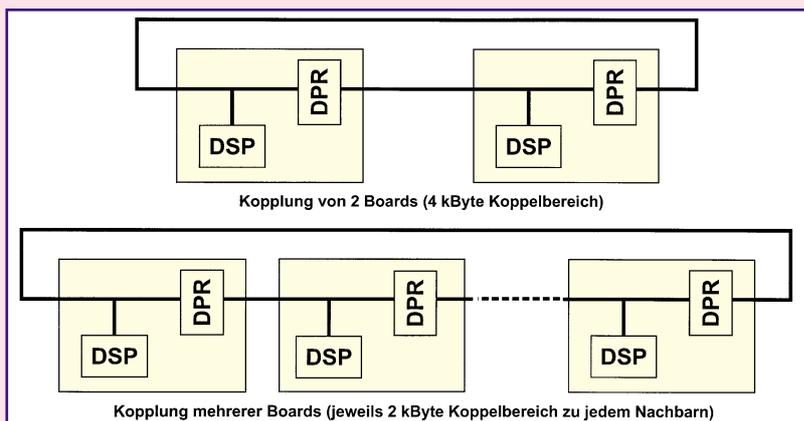
Über das Schreiben auf definierte Adressen im Hauptspeicherfenster des DSP auf dem PC werden Steuerfunktionen gesetzt oder zurückgesetzt. Die fünf damit realisierbaren Funktionen sind:

- Reset des DSP
- Umschaltung des DPR zum BootROM
- Auswahl eines Adreßbereiches im BootROM zur Wahl unterschiedlicher Startprogramme
- Auslösen eines Interrupts am DSP
- Auswahl eines Interruptvectors für Interrupts am PC

Bei der Gestaltung der Hardware wurde darauf geachtet, daß eine strenge Kompatibilität zum Starter-Kit von Texas Instruments gesichert ist. Dadurch ist die dort mitgelieferte und im Netz als PD verfügbare Software weiterhin nutzbar.

Da der zum Kit gehörende Assembler vor allem zur Abarbeitung der Demoprogramme gedacht ist, wurde ein erweiterter Assembler für das System entwickelt. Dieser erzeugt außer dem Code für den Debugger von Texas Instruments zusätzlich Dateien für EPROM-Programmiergeräte (Intel-Hex-Format) und für ein Download über das Dualport-RAM.

Damit ist die Schaltungsbeschreibung soweit abgeschlossen, und wir wenden uns im 3. Teil dieses Artikels dem Nachbau und der Inbetriebnahme des DSP-Boards zu, gefolgt von der Erläuterung weiterer Zusatzbaugruppen, die vielfältige Einsatzmöglichkeiten unterstützen. ELV



**Bild 6: Kopplung der DSP-Boards über Dual-Port RAM**