

# Digitale Signal-Prozessoren

## DSP Teil 3

### Grundlagen und praktische Anwendungen von DSPs

*Nachbau und Inbetriebnahme der Digital-Signal-Prozessor-Karte von ELV beschreibt der vorliegende Artikel, gefolgt von der Vorstellung verschiedener Zusatzbaugruppen, die vielfältige Einsatzmöglichkeiten in Verbindung mit dem DSP-Board ermöglichen.*

#### 5. Nachbau der PC-Einsteckkarte (DSP-Board)

Dank einer ausgereiften, doppelseitig durchkontaktierten Leiterplatte ist der Nachbau des DSP-Boards vergleichsweise einfach. Der DSP des Typs TMS320C50 mit seinen 132 Pins und dementsprechend geringem Pin-Abstand (0,64 mm) ist von Hand nur schwer zu bestücken und daher bereits werksseitig auf die Leiterplatte montiert.

Wir beginnen die Leiterplattenbestückung mit den SMD-Abblockkondensatoren. Entsprechend des Bestückungsplanes sind diese mit einer feinen Lötspitze an den beiden Seiten der Leiterplatte aufzulöten.

Danach folgen auf der Bestückungsseite je zwei SMD-Bausteine des Typs 75HC541 (IC 5, IC 6) und 74HC245 (IC 7, IC 8), die mit einer feinen SMD-Lötspitze aufzulöten sind.

Die beiden Dual-Port-RAMs DPR 1 und DPR2 sowie das 128k-Worte externe RAM (IC 20, IC 21) sind nur im Bedarfsfall zu bestücken.

Nun ist zur Aufnahme des Boot-ROM ein Präzisions-IC-Sockel einzulöten.

Danach werden acht keramische Abblockkondensatoren in bedrahteter Ausführung und vier Metallfilmwiderstände bestückt.

Beim Einlöten der fünf Elektrolyt-Kondensatoren ist unbedingt die korrekte Polarität zu beachten.

Nach dem Einlöten des 40MHz-Quarz-

oszillators sind die integrierten Schaltkreise in konventioneller Bauform an der Reihe.

Die fünf danach zu bestückenden Widerstandsarrays sind jeweils an Pin 1 durch eine Punktmarkierung gekennzeichnet.

Zuletzt bleiben nur noch die beiden 9poligen SUB-D-Buchsen, die Stiftleisten und die 64polige, abgewinkelte Buchsenleiste zum Anschluß der externen Komponenten, die entsprechend dem Platinfoto zu bestücken sind.

## 6. Inbetriebnahme

Die Inbetriebnahme der DSP-Karte ist etwas umfangreicher, dennoch recht einfach, hält man sich genau an die in Schritten aufgebaute Anleitung. Für die Arbeiten werden benötigt:

- ein Voltmeter
- acht Leuchtdioden, die am LED-Port anzuschließen sind
- eine 5V/300mA-DC-Spannungsversorgung
- ein serielles Schnittstellenkabel
- einen PC mit dem Debugger und den Testprogrammen.

Nützlich, jedoch nicht unbedingt erforderlich, ist ein Oszilloskop mit einer Y-Bandbreite >50 MHz.

**Schritt 1:** Zuerst sind auf dem DSP-Board alle Jumper entsprechend Tabelle 3 zu stecken, um anschließend die Karte extern (nicht über den PC) mit 5V-Gleichspannung zu versorgen. Die Stromaufnahme sollte sich dabei im Bereich von 200 mA bis 300 mA bewegen.

In diesem Zustand muß der Debugger über die serielle Schnittstelle in der Lage sein, mit dem Digital-Signal-Prozessor (DSP) Kontakt aufzunehmen.

Zunächst werden nur der Prozessor, die Takterzeugung, das Boot-ROM und der Treiber für das serielle Interface benötigt. Der Adreß- und Datenbus ist in dieser Phase weitgehend unbenutzt.

Arbeitet die Kommunikation zwischen PC (Debugger) und DSP-Karte einwandfrei, wenden wir uns dem nächsten Schritt zu.

**Schritt 2:** Mittels der Testprogramme der Assembler-Disketten und dem Debugger sind schrittweise die Funktionen der Peripheriebaugruppen (Speicher, E/A-Kanäle) zu überprüfen.

**Schritt 3:** Nach Überprüfung der Peripheriebaugruppen ist auf dem DSP-Board eine PC-Adresse einzustellen und die Karte in einem freien Slot des PC zu installieren. Der belegte Speicherbereich ist im Setup

des PCs auf dem „Shadow“ herauszunehmen und der Adreßbereich auf *extern* zu schalten (wichtig bei modernen PC-Boards mit integrierter Peripherie oder PCI). Das serielle Interface ist ebenfalls wieder anzu-

schließen, da es für den Debugger benötigt wird.

Jetzt ist die Arbeit der DPR-Schnittstelle, sofern bestückt, mit Testprogrammen zum Datenaustausch oder durch ein Download zu überprüfen.

Nach diesen drei Schritten der Inbetriebnahme ist das DSP-Board einsatzbereit. Über die Behebung eventuell auftretender Fehler liegt dem Bausatz eine entsprechende Hilfe bei.

Der Debugger (von TI), Assembler und die Tools zur Inbetriebnahme befinden sich auf der Assemblerdiskette.

## 7. Zusatzbaugruppen zum DSP-Board

Um mit dem System sinnvoll arbeiten

und experimentieren zu können, steht eine Anzahl von Ergänzungsbaugruppen zur Verfügung. Diese Baugruppen sind jeweils mit einer entsprechenden Software ausgestattet, welche spezielle Algorithmen

für die zugehörigen Anwendungen umfaßt.

Nachfolgend soll auf die derzeit zur Verfügung stehenden

Erweiterungsbaugruppen kurz eingegangen werden.

### 7.1 Digitale und optische Ein-/Ausgabe

Die Baugruppe für digitale und optische Ein-Ausgabe enthält 8 opto-isolierte Eingänge und 8 Ausgangsstufen mit offenem Drain. Zusätzlich befindet sich darauf ein Anschluß für drei Lichtleitkabelsender und einen -empfänger. Über diese ist der isolierte Anschluß von E/A-Modulen möglich - im konkreten Fall das optisch gekoppelte Analog-Eingabemodul.

### 7.2. Analog-Eingabemodul

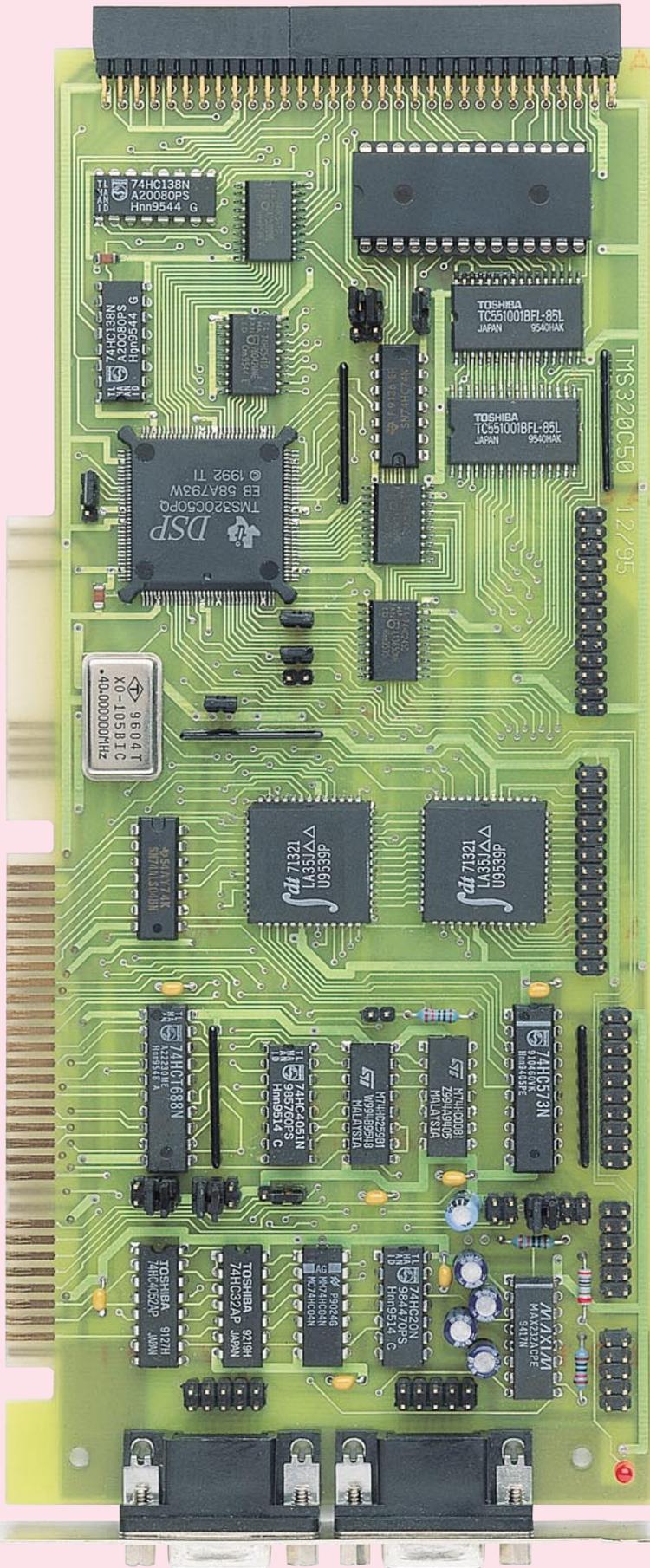
Das Analog-Eingabemodul (optischer Anschluß) enthält einen CMOS-AD-Wandler mit 8 Kanälen und 12Bit-Auflö-

*Durch die interne Struktur des DSPs können große Datenmengen mit hoher Geschwindigkeit verarbeitet werden*

**Tabelle 3 : Jumperfunktionen DSP50**

Jumper-Nummer	Verbindung 1-2 / off	Verbindung 2-3 / on
X 1	DPR-Adr. PC A13 = 1	<b>DPR-Adr. PC A13 = 0</b>
X 2	DPR-Adr. PC A12 = 1	<b>DPR-Adr. PC A12 = 0</b>
X 3	<b>DPR-Adr. PC A14 = 1</b>	DPR-Adr. PC A14 = 0
X 4	<b>DPR-Adr. PC A15 = 1</b>	DPR-Adr. PC A15 = 0
X 5	DPR-Adr. PC A16 = 1	<b>DPR-Adr. PC A16 = 0</b>
X 6	DPR-Adr. PC A17 = 1	<b>DPR-Adr. PC A17 = 0</b>
X 7	<b>27512 : Boot-ROM A15 = 0</b>	27512 : Boot-ROM A15 = 1 27256 : Vcc Boot-ROM
X 8	Boot-ROM-Adr. A13 vom PC	<b>Boot-ROM-Adr. A13 vom DSP</b>
X 9	PC-Int enable	<b>PC-Int disable</b>
X 10	Boot-ROM-Adr. A14 vom PC	<b>Boot-ROM-Adr. A14 vom DSP</b>
MD 1	<b>CLKMD 1 des DSP = high</b>	CLKMD 1 des DSP = low
MD 2	CLKMD 2 des DSP = high	<b>CLKMD 2 des DSP = low</b>
MD 3	MP-Mode DSP	<b>MC-Mode DSP</b>
OSZ 1	<b>Takt an CLKIN1</b>	Takt an CLKIN2
R 12	IO-Select bei /IE	<b>IO-Select bei /IE &amp; (RD v WR)</b>
RES_EX 1	<b>(Taster)</b>	externes Reset
V24_1	off	<b>RXD (RS232) an BIO</b>
V24_2	off	<b>RXD (RS232) an INT2</b>
V24_3	<b>off</b>	Reset über RS232 (DTR)
LK 1	<b>off</b>	TDX = TDR
LK 2	<b>off</b>	TCLKX = TCLKR

Fettdruck entspricht der Grundeinstellung mit der PC-Adresse CC00:0000H.



Ansicht der fertig bestückten Leiterplatte

## Stückliste: Digitaler Signal-Prozessor DSP 50

### Widerstände:

270Ω .....	R_RES
10kΩ .....	R1, R2, R3
Array, 270Ω .....	PL1
Array, 1kΩ .....	PU_ADR
Array, 10kΩ .....	PD_HIGH, R10, R11

### Kondensatoren:

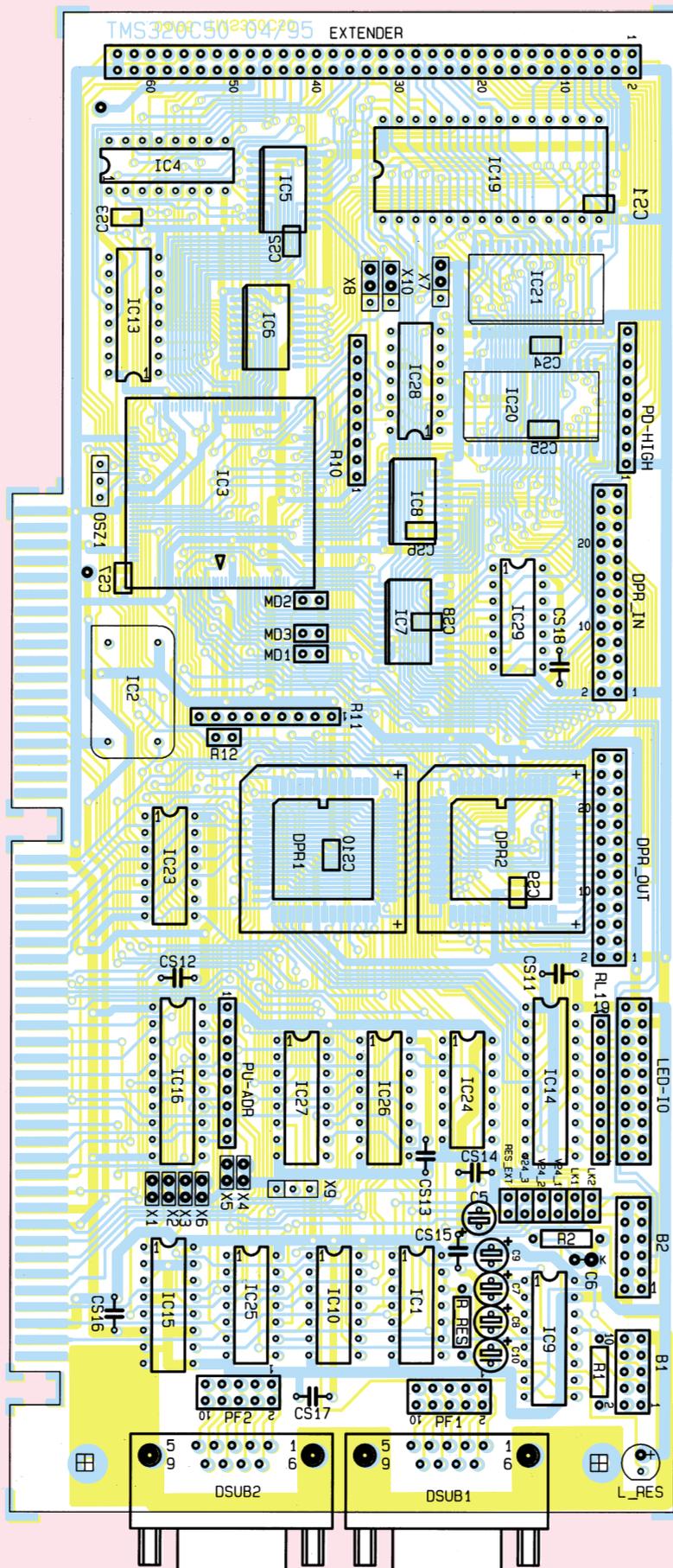
100nF/ker .....	CS11-CS18
100nF/ker/SMD .....	CS1-CS10
1µF/100V .....	C7-C10
4,7µF/63V .....	C5

### Halbleiter:

IDT71321 (Optional) . DPR1, DPR2	
74ALS20 .....	IC1
TMS320C50 .....	IC3
74HC138 .....	IC4, IC13
74HC541/SMD .....	IC5, IC6
74HC245/SMD .....	IC7, IC8
MAX232 .....	IC9
74HC04 .....	IC10
74HC573 .....	IC14
74HC4052 .....	IC15
74HC688 .....	IC16
ELV9625 .....	IC19
551001/SMD (Optional) .....	IC20, IC21
74ALS04 .....	IC23
74HC00 .....	IC24
74HC32 .....	IC25, IC29
74HC259 .....	IC26
74HC4051 .....	IC27
74HC74 .....	IC28
LED, 3mm, rot .....	L_RES
1N4148 .....	D6

### Sonstiges:

Quarz-Oszillator, 40MHz .....	IC2
SUB-D-Buchsenleiste, 9polig, print .....	DSUB1, DSUB2
Buchsenleiste, 2 x	
32polig, abgewinkelt	EXTENDER
Stiftleiste, 2 x 13polig .....	DPR_IN, DPR_OUT
Stiftleiste, 2 x 10polig .....	LED_IO
Stiftleiste, 2 x 6polig .....	B2
(LK1, LK2, RES_EXT, V24_1, V24_2, V24_3)	
Stiftleiste, 2 x 5polig .....	B1, PF1, PF2
Stiftleiste, 2 x 4polig .....	X1-X3, X6
Stiftleiste, 2 x 2polig .....	X4, X5
Stiftleiste, 1 x 3polig	OSZ1, X7-X10
Stiftleiste, 1 x 2polig .....	MD1-MD3, RES_EXT, R12, X11
1 IC-Fassung, 28polig	
17 Jumper	
1 Slotblech, bearbeitet	



Bestückungsplan des digitalen Signal-Prozessors

sung. Die Eingänge können als Differenz- oder Single-ended-Eingänge beschaltet werden und verarbeiten auch bipolare Eingangsspannungen. Die Versorgung erfolgt über ein Steckernetzteil oder eine Batterie.

### 7.3. Framegrabber

Die Baugruppe Framegrabber dient der Aufnahme von Videobildern. Er wird vom DSP gesteuert und stellt diesem in einem FIFO das Bild bereit.

### 7.4. Stereomultiplexer

Mit dem Stereomultiplexer, der eine eigene PC-Steckkarte darstellt, können die Signale von bis zu vier Kameras so gemischt werden, daß sie mit einem normalen Videorecorder aufgezeichnet und vom Framegrabber gemeinsam verarbeitet werden können. Durch diese Karte ist dann beispielweise eine räumliche Messung im Bild möglich.

### 7.5 Experimentiermodul für optische Sensoren

Neben der Auswertung von kompletten Videobildern mit Framegrabber und Videokamera lassen sich viele optische Aufgaben bereits mittels Zeilensensoren lösen. Um für diese Anwendungen eine experimentelle Basis zu haben, wurde ein Modul mit digitalen Ausgängen, einem Komparator und einem AD-Wandler entwickelt.

Über ein Kabel ist eine kleine Trägerplatine mit einem CCD-Zeilensensor anzuschließen. Durch die sehr hohe Rechenleistung des DSP ist das gesamte Timing per Software frei manipulierbar. Der zum Modul mitgelieferte Zeilensensor verfügt über 2048 nutzbare Pixel.

### 7.6 Framegrabber-Simulator

Bei der Softwareentwicklung für die digitale Bildverarbeitung ist es in der Praxis oft ungünstig mit „echten“ Videobildern zu arbeiten, da diese nie absolut konstant sind.

Für die Softwareentwicklung wurde eine kleine Simulorkarte mit EPROM entwickelt, wo ein Teilbild abgelegt werden kann. Dadurch steht für die Entwicklung eine stabile Datenbasis mit einem definiertem Bildinhalt zur Verfügung.

Durch die Kompatibilität zum Starter-Kit von Texas-Instruments ist weiterhin die im Netz als PD verfügbare Software nutzbar.

In dem folgenden Teil dieser Artikelseerie befassen wir uns ausführlich mit der Programmierung von DSPs. Danach stellen wir Ihnen die vorstehend aufgelisteten Baugruppen und Module ausführlich vor, mit denen eine Vielzahl interessanter Anwendungsgebiete abgedeckt wird. **ELV**