

# Laser-Scanning-Interface LSI 7000 Teil 3

## Laserstrahl-Ablenkung in Perfektion

**Im dritten und abschließenden Teil dieses Artikels stellen wir Ihnen Nachbau und Inbetriebnahme dieses anspruchsvollen Laser-Steuergerätes vor.**

### Zum Nachbau

Die große Zahl einzelner Bauelemente des LSI 7000 findet auf nur 2 doppelseitigen, durchkontaktierten Leiterplatten Platz, die mit Hilfe von Stückliste und Platinen-Bestückungsaufdruck problemlos aufgebaut werden können. Da die Schaltung keinen einzigen Abgleichpunkt aufweist und mit der ungefährlichen Betriebsspannung von 12 V arbeitet, ist der Nachbau vergleichsweise einfach durchführbar.

Anzeigeplatine und Basisplatine werden separat bestückt und erst nach Fertigstellung miteinander verbunden. Folgendes Vorgehen ist empfehlenswert:

Zunächst werden die Widerstände eingesetzt und verlötet. Hierbei ist, angesichts der erheblichen Anzahl von etwa 250 Stück, große Aufmerksamkeit erforderlich, damit Fehlbestückungen vermieden werden, die später unter Umständen nur schwer zu lokalisieren wären.

Das Verlöten erfolgt mit einem feinen Elektronik-LötKolben, dessen Leistung 25 W nicht übersteigen sollte.

Als nächstes werden die Dioden, danach die Kondensatoren, Elkos, Transistoren und schließlich die ICs und sonstigen verbleibenden Bauelemente eingelötet. Zu beachten ist hierbei, daß T 301 so tief wie möglich in die Basisplatine eingesetzt wird, da er auf derselben Breite liegt wie der später durch die Frontplatine ragende Hauptschalter. Weiter ist wichtig, daß die Taster auf der Frontplatine bis zum Anschlag eingelötet werden müssen und auch die LEDs bis an die Verdickung in ihren Beinchen eingeschoben werden. Sämtliche LEDs sind so einzubauen, daß ihre seitliche Gehäuseabflachung nach links weist.

Die Elkos der Frontplatine müssen liegend montiert werden, da zwischen Frontplatine und Frontplatte nicht Platz genug für eine Standmontage ist.

Das Einbaumikrofon würde in derselben Weise Platzprobleme verursachen und wird daher durch eine entsprechende Bohrung in der Frontplatine gesteckt, während die Anschluß-Lötstifte auf der Plati-

nenrückseite einzulöten sind. Das Mikrofon-Vorderteil soll etwa 8 mm aus der Platinenbohrung herausragen, und die Anschlüsse werden dann auf der Platinen-Rückseite verlötet. Der auf der Mikrofon-Rückseite durch eine kurze Leiterbahn mit dem Mikrofongehäuse verbundene Anschlußdraht gehört hierbei an den mittleren Löt-punkt (ST 3). Der sich im Uhrzeigersinn anschließende Draht ist mit einem winzigen „+“-Symbol gekennzeichnet und wird an ST 1 gelötet (liegt, von der Leiterplattenrückseite her gesehen, rechts neben ST 3). Der verbleibende Anschluß kommt an ST 2 (hier steht das eigentliche Mikrofon-Signal an). Auf Wunsch kann das Mikrofon nach ordnungsgemäßer Montage in seiner Platinenbohrung noch durch ein Tröpfchen Sekundenkleber fixiert werden. Dies ist aber für normale Einsatzbedingungen des LSI 7000 eigentlich nicht erforderlich, da die sehr leichte Mikrofonkapsel durch ihre Anschlußleitungen hinreichend gehalten wird.

Die beiden 3poligen Spannungsregler-ICs der Basisplatine werden, wie auch die Endstufen-ICs, aufrecht stehend eingelötet. Zur besseren Wärmeableitung wird IC 306 zuvor mit einem Alu-Kühlkörper bestückt. Hierbei liegt das IC innerhalb des U-Profiles des Kühlkörpers und wird mit einer Schraube M 3 x 5 sowie passender Mutter durch die Befestigungslöcher von IC-Gehäuse und Kühlkörper verbunden (Zugabe von etwas Wärmeleitpaste zwischen IC-Rückfläche und Kühlkörper verbessert den Wärmeübergang, ist jedoch nicht unbedingt erforderlich). Der Kühlkörper soll so orientiert sein, daß sich sein Langloch oberhalb des ICs befindet, d.h. dessen Gehäuse unten etwa 2 mm übersteht.

Beim Verlöten der Klinkenbuchsen ist zu beachten, daß es sich um unterschiedliche Typen handelt, erkennbar an der voneinander abweichenden Zahl von Anschlußpins. Die Stereo-Klinkenbuchse (BU 5, mit 5 Anschlußpins) dient dem Auskoppeln der Ablenk-Signale, während über die Mono-Klinkenbuchse (BU 301, mit 3 Anschlußpins) die Versorgungsspannung zugeführt wird.

Die Löt-pins von BU 2 und BU 5 sollen nach dem Einlöten so kurz wie möglich ab-

gekuffen werden, da beim späteren Gehäuseeinbau 2 dieser Pins mit Führungsstegen der Rückplatte in Berührung kommen. Diese Sockel müssen dann nur um ca. 1 mm gekürzt werden (vgl. Einbaubeschreibung!).

Wenn Front- und Basisplatine des LSI 7000 vollständig bestückt sind, sollte noch einmal eine eingehende Überprüfung der Arbeit auf etwaige Löt-zinnbrücken, Bestückungsfehler, IC-Fehlorientierungen, korrekte Polung der Dioden usw. erfolgen. Auch langjährigen Schaltungsprofis unterläuft bei der Verarbeitung einer derart bauteilintensiven Gesamtschaltung (über 500 Einzelteile!) bisweilen der eine oder andere Irrtum oder Flüchtigkeitsfehler, und die Bedeutung einer in aller Ruhe durchgeführten optischen Platinenkontrolle, die im vorliegenden Fall leicht eine Stunde Zeit beanspruchen kann, ist außerordentlich groß.

Nachdem die Platinen die Sichtprüfung bestanden haben, werden sie im rechten Winkel miteinander verlötet. Die Frontplatine liegt hierzu mit der Bauteilseite nach unten auf der Arbeitsfläche, und die Basisplatine wird nun auf Stoß gegen deren Lötseite gehalten, welche genau 3,5 mm überstehen soll. Die korrespondierenden Leiterbahnen am vorderen Rand der Platinenunterseiten müssen genau fluchten, und es wird nun zunächst eine Anheft-Lötung an den beiden äußersten Lötflächenpaaren vorgenommen. Diese Lötstellen können zu Justierzwecken wechselseitig gelöst werden, bis man die genaue Soll-Lage der Frontplatine hergestellt hat: auf ganzer Breite gleichmäßig 3,5 mm Überstand gegenüber der Basisplatine, genau rechtwinklige Lage der Platinen und kein erkennbarer Luftspalt an der Stoßkante. (Zur Kontrolle: Der gedachte Symmetriepunkt zwischen den beiden Lötungen von D 211 soll genau 4 mm Abstand zur Oberseite der Basisplatine haben.) Ist dies erreicht, werden auch die weiteren 30 Verbindungen unter Zugabe von reichlich Löt-zinn hergestellt und zum Abschluß die beiden äußeren Heftlötungen perfektioniert. Auch die im entstandenen Innenknick auf der anderen Chassis-Seite vorhandenen Lötflächenpaare sind nun vorsichtig zu verbinden.

Zum Abschluß muß nur noch der Hauptschalter verdrahtet werden. Das zugehörige Doppellitzenstück wird an der einen Seite mit ST 301 und ST 302, auf der anderen Seite mit dem mittleren und unteren Pol des Schalters verlötet. Der Schalter muß hierbei von vorne durch die entsprechende, rechteckige Aussparung der Frontplatine gesteckt werden.

Damit ist der elektrische Aufbau des LSI 7000 abgeschlossen.

### Die Inbetriebnahme

Zur Inbetriebnahme wird das LSI 7000

über einen Strommesser an der zugehörigen Buchse mit einer Spannung von 12 V versorgt. Sofern das Amperemeter nach dem Einschalten einen nennenswert über 300 mA liegenden Strom zeigt, ist das Gerät sofort abzuschalten und nochmals sorgfältig auf Lötbrücken und Bestückungsfehler zu überprüfen.

Nach dem Einschalten müssen auf der Frontplatte folgende LEDs leuchten: D 308, D 303, D 304, D 107, D 207, D 113, D 213, D 112, D 212, D 118, D 218. Durch jeweils einmaliges Drücken von TA 101 und TA 201 müssen zusätzlich auch D 105 bzw. D 205 aufleuchten. Druck auf TA 301 muß Verlöschen von D 303, D 304 bewirken, dafür müssen D 305, und D 306 aufleuchten. Druck auf TA 102 bewirkt Weiterspringen des Lichtsignals von D 107 auf D 108, dann auf D 109; entsprechend bewirkt Betätigung von TA 103 ebenfalls ein Weiterspringen auf D 114 bei gleichzeitigem Verlöschen von D 112. Danach springt die Anzeige auf D 110, bei gleichzeitigem Verlöschen von D 118 sowie, falls eingeschaltet, D 105, und ein dritter Tastendruck bringt die Anzeige auf D 111. Analog gelten muß diese Funktion für TA 202 und TA 203 der unteren Funktionszeile.

Treten Abweichungen gegenüber diesen Angaben auf, so muß die Schaltung im Bereich der zugehörigen Baugruppen und ICs sorgfältig auf Fehler kontrolliert werden.

Ist bis hier alles planmäßig verlaufen, kann das LSI 7000 über eine 3polige Verbindungsleitung (2adrigte Leitung mit Abschirmung) an die Linear-Ablenkeinheit angeschlossen werden. Zur Konfektionierung dieser Leitung ist zu sagen, daß die 3poligen Klinkenstecker auf beiden Seiten gleichartig angelötet werden sollen, wobei die Abschirmung unbedingt an den Außenpol der Stecker gehört (gemeinsame Rückführmasse für beide Systeme).

Das LSI 7000 soll hierbei über provisorisch eingesteckte Poti-Drehachsen zunächst mit sämtlichen Potis auf Minimum stehen, worauf gemäß der Funktionsbeschreibung in ELV journal 2/90 die einzelnen Funktionen getestet werden können.

Arbeitet das Gerät einwandfrei, so kann der Endeinbau erfolgen.

## Der Endaufbau

Zunächst wird das Chassis mit Front- und Rückplatte versehen, die Rändelmutter der Buchsen sowie des Hauptschalters werden aufgeschraubt und die 6 Poti-Achsen auf jeweils 20 mm Länge gekürzt. Die untere Halbschale wird dann mit den 4 Montageschrauben M 4 x 70 versehen und auf eine etwa 10 mm dicke Unterlage auf der Arbeitsplatte gestellt (z. B. auf ein Taschenbuch), so daß die Schraubenköpfe an dieser Unterlage vorbeireichen und auf der

ELV journal 4/90

Arbeitsplatte aufliegen.

Das Lüftungsgitter der Halbschale soll nach vorn weisen, und die in dieser Stellung hinten mittig und hinten rechts liegenden Heckplatten-Führungsstege sind mit einem feinen Elektronik-Seitenschneider um je etwa 1 mm zu kürzen. Nun werden 4 Futterscheiben  $\varnothing 10 \times 1,5$  mm über die Schrauben gesetzt, die Schraubenenden durch die zugehörigen Bohrungen der LSI-Basisplatte geführt und das gesamte Chassis in die End-Position abgesenkt, wobei Front- und Rückplatte sauber in die zugehörigen Gehäuse-Führungsschlitze greifen müssen. Ist dies bewerkstelligt, können die Potiachsen und Drehknöpfe montiert werden.

Über die nach innen ragenden Montageschrauben werden nun 60 mm lange Abstandsrollchen gesetzt, die, aufgrund der eingangs beschriebenen Arbeitsunterlage, oben auf etwa 15 mm Tiefe offen sein werden. Dies ermöglicht den eleganten Einsatz von Hilfs-Zentrierstiften (z. B. Nägel oder überzählige Schrauben M 4 x 70), welche zunächst von außen durch die Montagebohrungen der oberen Halbschale gesteckt werden. Die Halbschale wird dann, mit dem Lüftungsgitter nach hinten, über die untere Halbschale gehalten, worauf die Zentrierstifte in die zugehörigen Öffnungen der Abstandsrollen geführt werden. Nun kann die Halbschale bis in ihre Endposition abgesenkt werden.

Wenn Front- und Rückplatte ordnungsgemäß in ihren Nuten liegen, wird das Gerät mit einer Ecke über die Kante der Arbeitsplatte hervorgezogen, die zugehörige Montageschraube eingedrückt (Zentrierstift fällt oben heraus), oben eine Mutter eingelegt und durch Betätigen der Schraube mit einem passenden Schraubendreher eingezogen. Ist dies für alle 4 Montageschrauben bewerkstelligt, werden oben die 4 Abdeckmodule eingesetzt (sofern kein weiteres 7000er-Gerät aufgesetzt werden soll) sowie die beiden Abdeckzylinder, welche bündig mit der Gehäuseoberfläche abschließen sollen. Unter Druck und Drehen werden die Fußmodule mit den Gummifüßen bestückt und dann in die vorgesehenen Öffnungen unter dem Gehäuse eingesteckt, womit der Aufbau dieses hervorragenden Lasergrafikgerätes abgeschlossen ist.

## Einsatztips für das LSI 7000

In Verbindung mit einem Laser und der angeflanschten Linear-Ablenkeinheit LA 90 ermöglicht das LSI 7000 Bildgrößen bis maximal 90 cm  $\varnothing$  pro 3 m Projektionsweite. Das Lichtbündel verläßt den Laser hierbei genau rechtwinklig zur Laser-Längsachse und parallel zu dessen Aufstellebene.

Sind Projektionsfläche und Laser-Stand-

ort festgelegt, so ist der Laser einzuschalten und so auszurichten, daß der Strahl bei nicht angesteuerter Linear-Ablenkeinheit genau mittig auf die Projektionsfläche fällt. Ideal ist es hierbei, wenn der Laser so angeordnet ist, daß dieser Justierstrahl, welcher gleichzeitig die Bildsymmetrieachse darstellt, möglichst genau senkrecht auf die Projektionsfläche fällt, da die Projektionen dann praktisch verzerrungsfrei sind.

Als Projektionsweiten können beliebige Entfernungen bis hin zu 10 m gewählt werden; spätestens ab hier wäre aber eine vor die Ablenkspiegel geschaltete Strahlaufweitung zur Divergenzminderung sinnvoll, wodurch Projektionen mit ungewöhnlich scharfen Laserlinien selbst noch in 30 bis 40 m Entfernung realisierbar sind. Die Einstellung auf die Größe der Projektionsfläche erfolgt über die „Level“-Potis des LSI 7000.

Ästhetisch besonders ansprechende Bildmuster ergibt der **AUTO-Modus** (2-, 3- oder 4-Kanal-Betrieb), bei statisch eingestellter oder auch ein-/beidkanalig modularer Bildgröße, sowie die **manuelle Einstellung von Bildmustern**.

Hierzu sollten zunächst nur 2 der insgesamt 4 Kanäle in Betrieb sein (diese Einstellung ergibt sich nach Einschalten des LSI 7000 automatisch), und es wird nun zunächst ein Kanal auf ca. 3/4 der Maximalfrequenz gebracht, dann am Poti des anderen Kanals feinfühlig ein passendes Lissajous-Muster eingestellt. Wichtig ist, daß dieses Muster eine Eigenbewegung von höchstens 1 Hz oder nach Möglichkeit deutlich weniger aufweist, ehe der dritte Kanal zugemischt und eingestellt wird (Abfolge also z. B.: ersten Horizontalkanal fest vorgeben, ersten Vertikalkanal nach obiger Beschreibung zumischen, zweiten Horizontalkanal zuschalten und nun diesen einstellen). Auch hier sollten möglichst zunächst keine Schwebungsfrequenzen oberhalb 1 Hz auftreten; und nun erst wird Kanal 4 zugemischt.

Ein einmal eingestelltes und beruhigtes Muster kann nun versuchsweise an beliebigen Einstellpotis abgewandelt werden. Wichtig dabei ist aber, daß stets nur ein Poti verstellt wird und auf weitere Potis erst dann zurückgegriffen wird, wenn mit diesem einen Poti wieder ein ruhiges Muster eingestellt wurde. Wenn mehrere Kanäle gleichzeitig hochfrequenten Schwebungs-„Chaos“ erzeugen, ist es nämlich sehr schwierig, im Nachhinein eine Musterberuhigung zu erreichen oder vielversprechende Muster auch nur als solche zu erkennen.

Nach kurzer Einübung erfolgt der Umgang mit dem LSI 7000 zielstrebig und sicher, und die Einstellung exzellenter Lasermuster wird zum faszinierenden Spiel mit räumlichen Formen, Farbe und Licht.

Stückliste: Laser-Scanning-Interface LSI 7000

Widerstände:

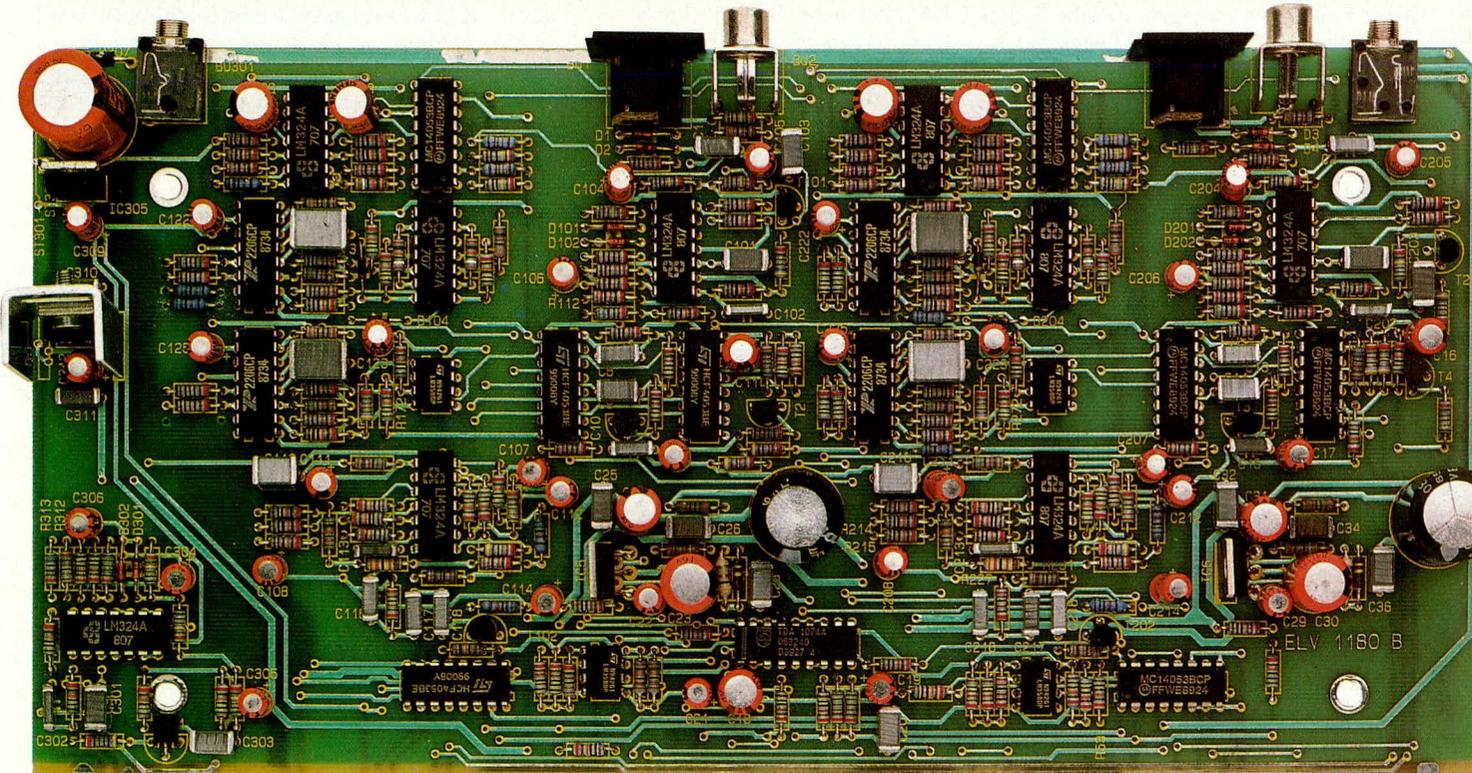
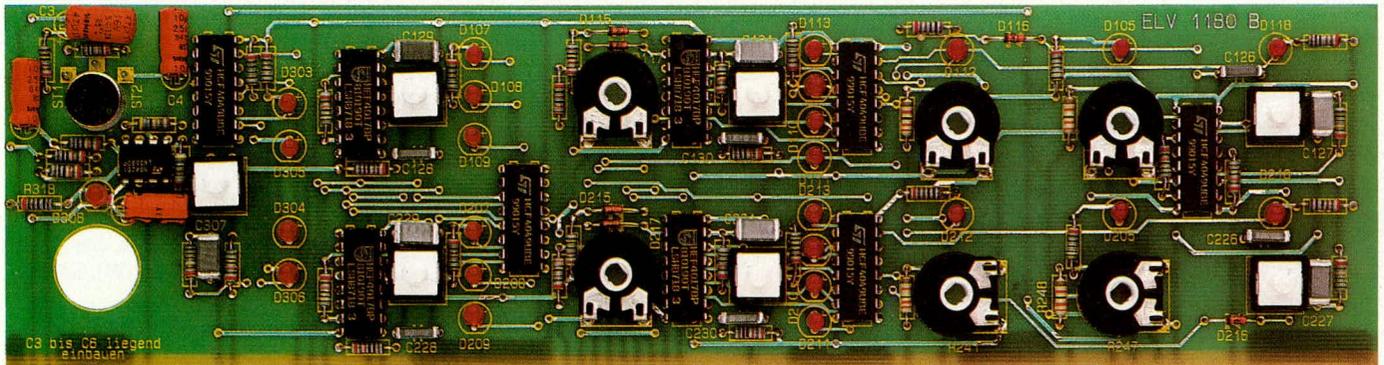
1Ω	.....	R 57, R 61
4,7Ω	.....	R 56, R 60
100Ω	.....	R 161, R 162, R 166, R 167, R 261, R 262, R 266, R 267
220Ω	.....	R 55, R 59
390Ω	.....	R 54, R 58
470Ω	.....	R 102, R 202, R 302
1kΩ	.....	R 20, R 34, R 48, R 49, R 111, R 177, R 180, R 184-R 186, R 211, R 277, R 280, R 284- R 286, R 311, R 316-R 318
2,2kΩ	.....	R 17, R 31, R 135, R 235
3,3k	.....	R 163, R 168, R 263, R 268
4,7kΩ	.....	R 13
5,6kΩ	.....	R 113, R 213, R 313
8,2kΩ	.....	R 131, R 231
10kΩ	.....	R 3, R 6-R 8, R 14-R 16, R 24, R 25, R 28-R 30, R 38, R 39, R 42, R 43, R 46, R 47, R 65, R 67, R 109, R 110, R 159, R 160, R 164, R 165, R 178, R 181, R 183, R 209, R 210, R 259, R 260, R 264, R 265, R 278, R 281, R 283, R 309, R 310

15kΩ	.....	R 62, R 63, R 119, R 173, R 219, R 273
22kΩ	.....	R 23, R 27, R 37, R 41, R 112, R 128, R 130, R 139, R 145, R 212, R 228, R 230, R 239, R 245, R 312
33kΩ	.....	R 2, R 5, R 158, R 258
47kΩ	.....	R 18, R 19, R 32, R 33, R 121, R 174, R 221, R 274
68kΩ	.....	R 22, R 36
100kΩ	.....	R 9-R 11, R 21, R 35, R 50-R 53, R 64, R 66, R 68, R 69, R 101, R 103, R 106, R 107, R 114-R 116, R 120, R 123, R 125, R 126, R 132, R 136-R 138, R 143, R 144, R 154, R 156, R 157, R 169- R 172, R 176, R 179, R 182, R 201, R 203, R 206, R 207, R 214-R 216, R 220, R 223, R 225, R 226, R 232, R 236- R 238, R 243, R 244, R 254, R 256, R 257, R 269-R 272, R 276, R 279, R 282, R 301, R 303, R 306, R 307, R 314

120kΩ	.....	R 124, R 224
150kΩ	.....	R 129, R 229
220kΩ	.....	R 44, R 45, R 133, R 233, R 246
270kΩ	.....	R 134, R 146, R 234
330kΩ	.....	R 127, R 142, R 148, R 227, R 240, R 242, R 248
390kΩ	.....	R 140, R 153, R 155, R 253, R 255
470kΩ	.....	R 12
680kΩ	.....	R 187, R 188, R 287, R 288
820kΩ	.....	R 150, R 152, R 250, R 252
1MΩ	.....	R 1, R 4, R 104, R 105, R 108, R 149, R 151, R 175, R 204, R 205, R 208, R 249, R 251, R 275, R 304, R 305, R 308, R 315
Trimmer, PT15, 10kΩ	.....	R 26, R 40
Trimmer, PT15, 100kΩ	.....	R 141, R 147, R 241, R 247

Kondensatoren

2,2nF	.....	C 102, C 113, C 202, C 213, C 302
10nF	.....	C 126, C 128, C 130, C 226, C 228, C 230, C 313
15nF	.....	C 10, C 15



Ansicht der fertig bestückten Front- und Basisplatte des Laser-Scanning-Interface LSI 7000

47nF ..... C 1, C 2, C 116-C 118,  
C 216-C 218, C 310, C 311  
100nF ..... C 20, C 25, C 26, C 28,  
C 32, C 34, C 36, C 101,  
C 103, C 127, C 129, C 131,  
C 201, C 203, C 227, C 229,  
C 231, C 301, C 303, C 307  
180nF ..... C 8, C 13  
220nF ..... C 9, C 14  
470nF ..... C 110, C 210  
1µF ..... C 121, C 124, C 221, C 224  
1µF/16V ..... C 19, C 21, C 104, C 106,  
C 122, C 125, C 204, C 206,  
C 222, C 225, C 304, C 306  
10µF/16V ..... C 4-C 6, C 12, C 17,  
C 22, C 29, C 105,  
C 107, C 108, C 111, C 112,  
C 114, C 123, C 205, C 207,  
C 208, C 211, C 212, C 214,  
C 223, C 305, C 309, C 312  
47µF/16V ..... C 3, C 11, C 16  
100µF/16V ..... C 18, C 24, C 31,  
C 119, C 120, C 219, C 220  
470µF/16V ..... C 23, C 30  
1000µF/40V ..... C 308  
4700µF/16V ..... C 27, C 35

### Halbleiter

TDA1074A ..... IC 4  
TDA2003 ..... IC 5, IC 6  
XR2206 ..... IC 105, IC 106,  
IC 205, IC 206  
CD4017 IC 109, IC 112, IC 209, IC 212  
CD4049 ..... IC 108, IC 110,  
IC 113, IC 213, IC 302  
CD4053 ..... IC 111, IC 114,  
IC 115, IC 211, IC 214,  
IC 215, IC 303, IC 304  
LM324 ..... IC 101, IC 102, IC 103,  
IC 104, IC 201, IC 202,  
IC 203, IC 204, IC 301  
LM358 ..... IC 1-IC 3, IC 107, IC 207  
7810 ..... IC 305, IC 306  
BF245B ..... T 101, T 201, T 301  
BC548 ..... T 1-T 4, T 102, T 202  
DX400 ..... D 103, D 104, D 203, D 204  
1N4001 ..... D 307  
1N4148 ..... D 1-D 4, D 101, D 102,  
D 115-D 117, D 201, D 202,  
D 215-D 217, D 301, D 302  
LED,3mm,rot ..... D 105, D 107-D 114,  
D 118, D 205, D 207-D 214,  
D 218, D 303-D 306, D 308

### Sonstiges

Taster, stehend, print ..... TA 101-TA 103,  
TA 201-TA 203, TA 301  
Lautsprecherbuchse, print ..... BU 1, BU 3  
Cinchbuchse, print ..... BU 2, BU 4  
Klinkenbuchse, 3,5 mm,  
print, mono ..... BU 301  
Klinkenbuchse, 3,5 mm,  
print, stereo ..... BU 5  
1 Kippschalter, 1 x um  
1 Elektret-Mikrofonkapsel  
1 Kühlkörper, SK 13  
1 Schraube M 3 x 6  
1 Mutter M 3  
5 Lötstifte  
140 mm flexible Leitung 2 x 0,4mm<sup>2</sup>

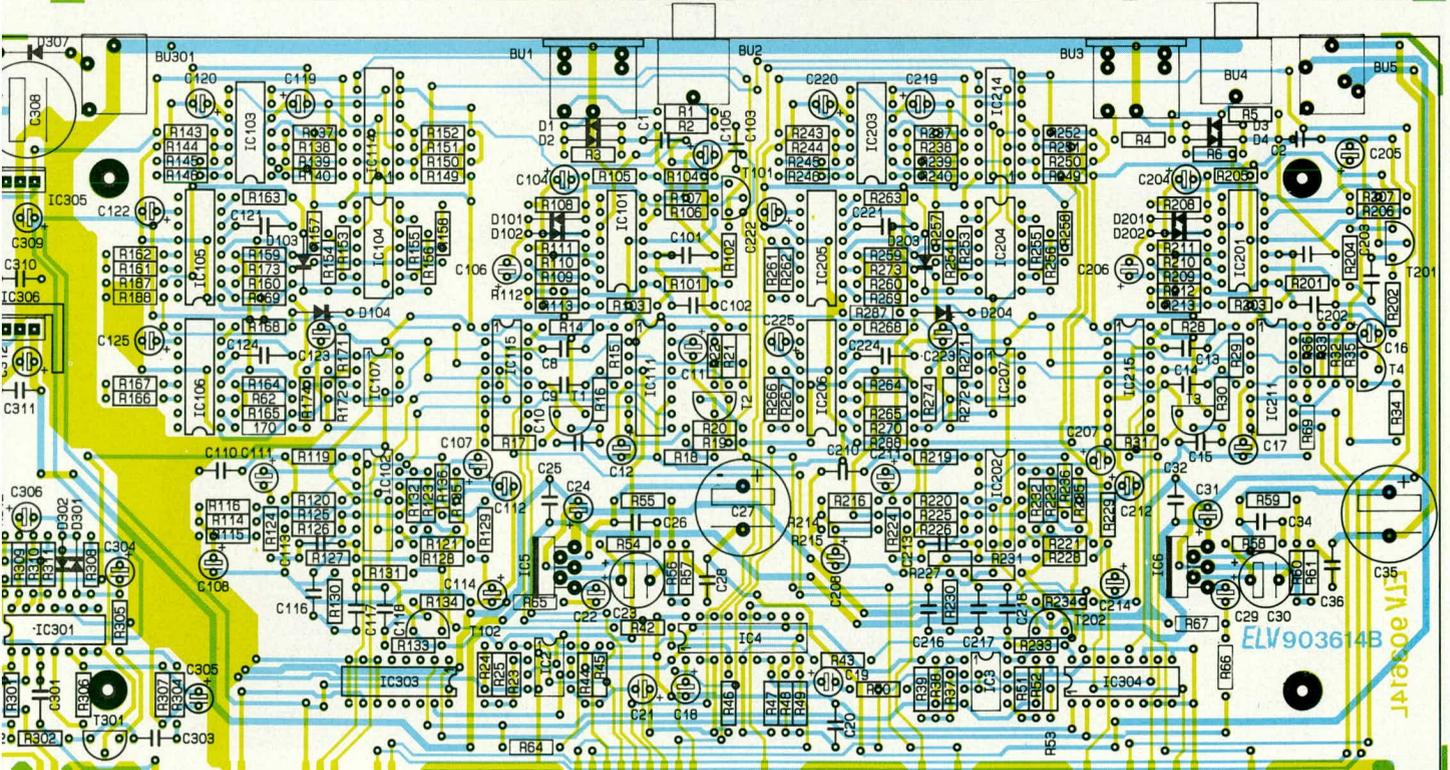
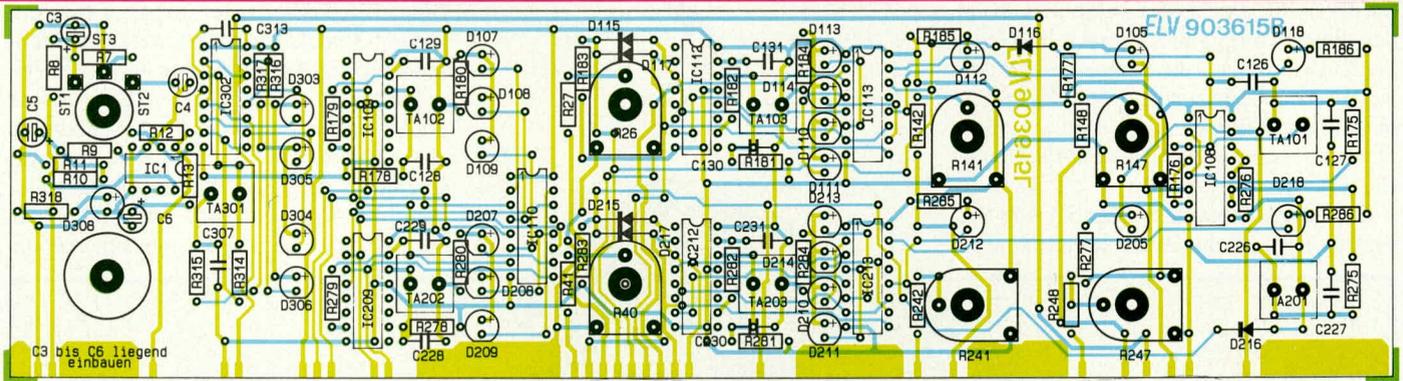
Folgende Bauteile sind gegenüber dem Schaltbild  
geändert:

R 54, R 58, R 140, R 146, R 240  
C 113, C 213, C 307

D 103, D 104, D 203, D 204

Folgende Bauteile sind neu im Schaltbild hinzugekom-  
men und im Layout bereits berücksichtigt:

R 187, R 188, R 287, R 288  
C 313



Bestückungspläne des LSI 7000 (Originalabmessungen: Frontplatte 245 x 65 mm, Basisplatte 261,5 x 130 mm)

