

# Funkuhren-Schaltsystem DCF 7000



*Im dritten und damit letzten Teil dieser Artikelserie stellen wir Ihnen den Aufbau der Basisstation sowie die Inbetriebnahme des kompletten Systems vor.*

Teil 3

## Aufbau der Basisstation

Sehen wir von den beiden Schnittstellen, deren Nachbau im vorangegangenen Kapitel beschrieben wurde, einmal ab, so wird das komplette Basisgerät des Funkuhren-Schaltsystems DCF 7000 auf lediglich 2 übersichtlich gestalteten Leiterplatten aufgebaut.

Beginnen wir mit der Anzeigenplatine.

Aufgrund der für die Anzeigensteuerung erforderlichen Leiterbahnvielfalt kommt hier eine doppelseitige, durchkontaktierte Leiterplatte zum Einsatz, die u. a. den Vorteil bietet, daß keinerlei Brücken erforderlich sind.

Zunächst werden die niedrigen Bauelemente, d. h. Widerstände und Dioden, auf die Platine gesetzt und wie gewohnt auf der Platinenrückseite verlötet. Es folgen die höheren Bauelemente. Hierbei beginnen wir mit den Transistoren, die mit möglichst kurzen Abschlußbeinchen einzulöten sind. Die Oberkante des Transistorgehäuses darf maximal 8 mm von der Platinenoberseite entfernt sein, damit später Frontplatine und Frontplatte entsprechend dicht zusammenliegen können. Gleiches gilt für den Einbau der 12 3mm-Leuchtdioden sowie für den Helligkeitssensor LDR 33.

Zum Abschluß der Anzeigenplatinenbestückung werden die 16 Sieben-Segment-Anzeigen sowie die 8 Taster auf die Platine gesetzt und verlötet.

Nun kommen wir zur Bestückung der Basisplatine, die in gewohnter einseitiger Leiterplattentechnik ausgelegt ist und daher, falls gewünscht, auch leicht selbst hergestellt werden kann. Bei der Anzeigenplatine sollte man auf das Selbstanfertigen verzichten, da die zahlreichen Durchkontaktierungen, d. h. die Verbindungen von oberer Leiterbahnführung zur unteren Leiterbahnführung über die Bohrungen im all-

gemeinen nur industriell herzustellen sind. Das ersatzweise Löten auf beiden Seiten dieser Platine ist hier kaum möglich, da sowohl die Taster als auch die Sieben-Segment-Anzeigen die Bohrungen auf der Bestückungsseite weitgehend verdecken. Bei industriell gefertigten, durchkontaktierten Leiterplatten braucht nur auf der Leiterplattenunterseite gelötet zu werden.

Die Bestückung der Basisplatine wird in gewohnter Weise anhand des Bestückungsplanes vorgenommen. Zuerst werden die niedrigen und anschließend die höheren Bauelemente auf die Platine gesetzt und verlötet.

Sofern eine oder beide Schnittstellen eingesetzt werden sollen, werden diese senkrecht auf die Basisplatine gesetzt und verlötet.

Folgende Verbindungen über flexible isolierte Leitungen sind jetzt noch vorzunehmen:

1. Punkt „j“ auf der Basisplatine mit Punkt „j“ auf der Anzeigenplatine
2. Punkt „k“ auf der Basisplatine mit Punkt „k“ auf der Anzeigenplatine
3. Punkt „w“ auf der Basisplatine mit Punkt „w“ auf der Basisplatine
4. Punkt „z“ auf der Basisplatine mit Punkt „z“ auf der Basisplatine
5. Punkt „e“ auf der Basisplatine mit Punkt „e“ auf der Seriellschnittstellenplatine
6. Punkt „f“ auf der Basisplatine mit Punkt „f“ auf der Seriellschnittstellenplatine
7. Punkt „S 3“ auf der Basisplatine mit Punkt „S 3“ auf der Seriellschnittstellenplatine
8. Punkt „S 4“ auf der Basisplatine mit Punkt „S 4“ auf der Seriellschnittstellenplatine
9. Zuletzt wird noch eine Brücke links neben den beiden Leistungsrelais Re 401, 402 eingefügt. Da hierüber der gesamte Strom der beiden angeschlosse-

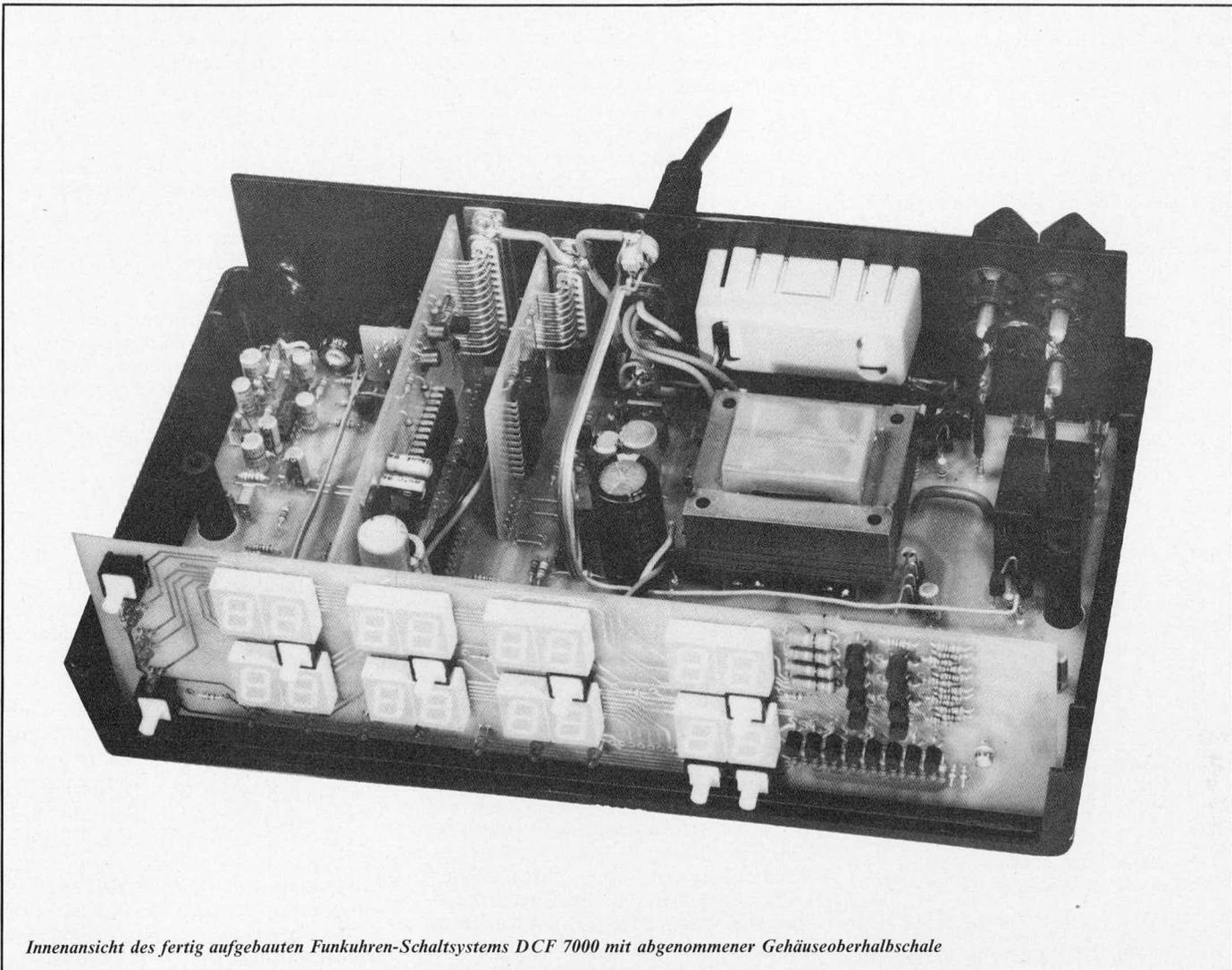
nen 220-V-Wechselstromverbraucher fließt, muß hierfür eine isolierte Leitung mit einem Querschnitt von 1,5 mm<sup>2</sup> eingesetzt werden, die in einem halbkreisförmigen Bogen die beiden Lötunkte miteinander verbindet (Drahtlänge ca. 35 mm).

Der leistungsfähige und daher auch verhältnismäßig schwere Netztransformator wird zweckmäßigerweise als letztes Bauteil auf die Basisplatine gesetzt und verlötet.

Nachdem beide Platinen anhand der Bestückungspläne bestückt und die Bauelemente auf den Platinenunterseiten verlötet wurden, kann die Anzeigenplatine im rechten Winkel an die Basisplatine gelötet werden. Die Unterkante der Anzeigenplatine steht hierbei ca. 1,5 mm unterhalb der Platinenunterseite der Basisplatine hervor. Mit einem feinen LötKolben werden die einzelnen Leiterbahnen von Basis- und Anzeigenplatine miteinander verlötet. Zu beachten ist hierbei, daß sich keine Lötzinnbrücken zwischen den einzelnen Leiterbahnen bilden.

Jetzt kann die Frontplatte vor die Anzeigenplatine gesetzt werden, indem die Tasterhülse durch die entsprechenden Bohrungen geführt werden. Gleichzeitig mit der Gehäuserückwand wird die Basisstation in die Gehäuseunterhalbschale des Gehäuses aus der ELV-Serie 7000 gesetzt, wobei Gehäusefront- und -rückwand in die entsprechenden Nuten einzustecken sind.

Sofern das Schaltuhrensystem über den DCF 77-Empfänger synchronisiert werden soll, ist die Antennenzuleitung durch die entsprechende Bohrung in der Gehäuserückwand zu führen und an die Platinenanschlußpunkte „a“, „b“ sowie „c 1“ (Masse-Abschirmung der Zuleitung) zu löten. Zur Zugentlastung dieser Signalleitung reicht ein Knoten im Gehäuseinneren direkt vor der Bohrung in der Rückwand.



Innenansicht des fertig aufgebauten Funkuhren-Schaltsystems DCF 7000 mit abgenommener Gehäuseoberhalbschale

Die 3adrige Netz-zuleitung wird durch die entsprechende Netzkabeldurchführung mit Zugentlastung und Knickschutzülle geführt, die sich in der Gehäuserückwand befindet und mit den beiden spannungsführenden Adern an die Platinenanschlußpunkte „c 2“ und „d“ gelötet. Der Schutzleiter der Netzzuleitung wird über Lötösen mit allen von außen berührbaren Metallteilen (Buchsen) verbunden.

Die beiden Euro-Einbaubuchsen werden von der Gehäuserückseite durch die entsprechenden Bohrungen mit einem Durchmesser von jeweils 8,5 mm gesteckt. Von der Gehäuseinnenseite werden jetzt auf jeden der beiden Anschlüsse der Euro-Buchsen ein Befestigungsring aufgesetzt und fest bis an die Gehäuserückwand herangepreßt, und zwar so weit, daß die Euro-Einbaubuchsen unverrückbar fixiert sind.

Der untere Anschluß jeder der beiden Euro-Buchsen wird jetzt mit dem Platinenanschlußpunkt „c 2“ verbunden. Der obere Anschluß der Euro-Buchsen für Ausgang 1 ist mit Platinenanschlußpunkt „l“ und der obere Anschluß der Euro-Buchse für Ausgang 2 mit Platinenanschlußpunkt „m“ zu verbinden. Hierzu dienen flexible isolierte Leitungen mit einem Querschnitt von mindestens 0,75 mm<sup>2</sup>.

Eine Klinkenbuchse, die für den Anschluß des Helligkeitsaufnehmers zur Verknüpfung des Schaltausgangs 1 mit der Umge-

bungshelligkeit dient, wird in die Gehäuserückwand gesetzt und mit den Platinenanschlußpunkten „p“ (+5 V-Zuführung), „q“ (Signalführung) und „r“ (Schaltungsmasse) verbunden.

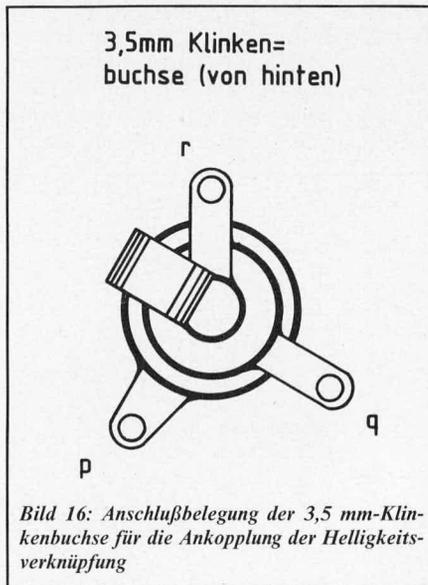


Bild 16: Anschlußbelegung der 3,5 mm-Klinkenbuchse für die Ankopplung der Helligkeitsverknüpfung

Die genaue Anschlußfolge ist Bild 16 zu entnehmen. Da hier 3 Leitungen anzuschließen sind, ist hierfür eine Stereo-Klinkenbuchse erforderlich, während die Schaltausgänge 3 bis 6 über Mono-Buchsen abgeschlossen werden.

Der ebenfalls in die Rückwand einzubauende Kippschalter S 301 zur Abschaltung der Notstromversorgung (Stützbatterie) wird mit einem Pol an den Platinenanschlußpunkt „g“ und mit dem zweiten Pol an den Plusanschluß des 9 V-Akkus gelegt. Der Minusanschluß des Akkus (oder Batterie) ist an Platinenanschlußpunkt „h“ zu legen.

Damit sind alle Arbeiten an der Basisstation abgeschlossen.

Nachdem auch die Gehäuseoberhalbschale aufgesetzt und verschraubt wurde, ist der Aufbau dieses komfortablen Funkuhren-Schaltsystems bereits beendet. Zuvor soll jedoch die Inbetriebnahme beschrieben werden.

### Zur Inbetriebnahme

Bei einer so komplexen Schaltung empfiehlt es sich, vor der allgemeinen Inbetriebnahme zunächst einige markante Meßpunkte zu überprüfen. Hierzu wird das Gerät mit abgenommener Gehäuseoberhalbschale an einem Trenntrafo in Betrieb genommen, d. h. zwischen der Netzseite und der Schaltung wird ein Trenntrafo zwischengeschaltet (z. B. ELV WSN 7000). Zur Funktion des Gerätes ist dies selbstverständlich nicht erforderlich. Aus Sicherheitsgründen (im Fall einer unbeabsichtigten Berührung) schreiben die VDE-Bestimmungen dies jedoch vor. Wir weisen an

dieser Stelle daher nochmals besonders auf die Einhaltung der entsprechenden VDE-Bestimmungen hin.

Doch kommen wir nun zu den allgemeinen Messungen.

Ein hochohmiges Spannungsmeßgerät ( $R_i \cong 1 \text{ M}\Omega$ ) wird mit seinem Minus-Eingang (Masseanschluß) mit der Schaltungsmasse des ELV-Funkuhrenschaltsystems DCF 7000 verbunden (z. B. Metallgehäuse des Festspannungsreglers IC 301). Mit der positiven Meßspannungsspitze werden die nachfolgend beschriebenen Messungen durchgeführt:

- Unmittelbar nach dem Einschalten der Versorgungsspannung wird als erstes die unstabilisierte positive Versorgungsspannung an der Katode der Diode D 301 oder D 303 (Verbindungspunkt dieser beiden Dioden) gemessen. Je nach Belastung durch die Digitalanzeige, d. h. nach Anzahl der aktivierten Segmente, kann diese Spannung zwischen +7,5 und +14 V schwanken. Bei Spannungen unterhalb 7,5 V ist das Gerät sofort wieder auszuschalten, da in diesem Fall mit einem unzulässig hohen Stromverbrauch durch defekte bzw. falsch eingesetzte Bauelemente oder Kurzschlüsse zu rechnen ist. Die Bestückung ist nochmals sorgfältig zu überprüfen.
- Als nächstes wird die Spannung an Pin 1 des IC 301 gemessen. Sie muß ca. 0,5 bis 1 V unterhalb der zuvor gemessenen Spannung liegen.
- Spannung an Pin 3 des IC 301: 4,75 V bis 5,25 V.
- Spannung am Verbindungspunkt zwischen D 307/R 304, d. h. am Pluspol des Kondensators C 304: +15 V bis +20 V.
- Spannung an Pin 4 des Gatters N 304: +4,5 V bis +5,25 V.
- Spannung am Verbindungspunkt R 303/R 307 bzw. Pin 37 des IC 401: 0 V bis +0,4 V.
- Spannung an Pin 26 sowie Pin 40 des IC 401: +4,75 V bis 5,25 V.
- Spannung an Pin 7 und Pin 20 des IC 401: 0 V bis +0,05 V.
- Spannung an Pin 24 des IC 405: +4,75 V bis +5,25 V.

Die Messungen sollten in einem möglichst kurzen Zeitraum zügig nacheinander durchgeführt werden, damit bei einem evtl. Abweichen von den vorgegebenen Werten die Station sofort wieder abgeschaltet werden kann. Ein Unterschreiten der Minimalwerte deutet auf eine Überlastung bzw. auf einen Kurzschluß hin, so daß bei ausgeschaltetem Gerät, wie bereits unter dem erstgenannten Meßpunkt beschrieben, zunächst der Fehler gesucht und beseitigt werden kann durch Überprüfung der Leiterbahnführung und Einbaulage der entsprechenden Bauelemente.

Liegen die vorstehend beschriebenen Meßwerte im vorgegebenen Rahmen, kann mit der Überprüfung des Basisgerätes fortgefahren werden, indem die Versorgungsspannungen sämtlicher ICs überprüft werden. Die positive Versorgungsspannung muß im Bereich zwischen 4,75 V und 5,25 V liegen, während am Masseanschluß eine maximale Spannung von 0,1 V anstehen darf (0 V bis 100 mV).

Der Trimmer R 406 zur Helligkeitsvoreinstellung der Sieben-Segment-Anzeigen wird zunächst auf Rechtsanschlag (im Uhrzeigersinn gedreht) entsprechend maximaler Helligkeit eingestellt. Später kann eine Veränderung vorgenommen werden.

Der C-Trimmer C 402 wird ungefähr in Mittelstellung gebracht, d. h. daß sich die drehbaren Kondensatorplatten etwa zur Hälfte mit den feststehenden Kondensatorplatten decken. Bei einem Betrieb des Schaltuhrensystems mit DCF-Empfang spielt diese Einstellung ohnehin eine untergeordnete Rolle, während beim Betrieb als eigenständiges System hier die Genauigkeit der Quarzuhr einzustellen ist.

Steht ein hochauflösender, entsprechend genauer Frequenzzähler zur Verfügung, kann die Frequenz an Pin 11 des IC 401 gemessen werden, die intern durch den Faktor 15 der Quarzfrequenz geteilt wurde. An Pin 11 ist somit eine Frequenz von 614,400 kHz zu messen. Bei einer Abweichung von 1 Hz weicht die Uhrzeit pro Woche um ca. 1 Sekunde ab. Bei verhältnismäßig gleichmäßigen Raumtemperaturbedingungen ist dies eine durchaus rea-

listische Genauigkeit, die, eine Nachkalibrierung nach einigen Monaten vorausgesetzt, langfristig eingehalten werden kann.

Beim Einsatz des DCF 77-Empfängers wird das Funkuhren-Schaltssystem fortlaufend neu synchronisiert, so daß bei einwandfreiem DCF 77-Empfang stets eine supergenaue Zeitanzeige zur Verfügung steht, die der amtlichen Uhrzeit in der Bundesrepublik Deutschland entspricht. Die maximale Abweichung beträgt 1 Sekunde in 300 000 Jahren (!).

Steht kein genauer Frequenzzähler zur Verfügung, kann durch vorsichtiges, geringfügiges Verdrehen des Trimmers C 402 und Beobachten der Zeitabweichung über einige Wochen (z. B. Vergleich mit dem Tagesgang) ebenfalls eine genaue Einstellung vorgenommen werden. Das Verdrehen des Trimmers muß jedoch in sehr kleinen Stufen erfolgen.

Nachdem alle Überprüfungen und Einstellungen zur Zufriedenheit abgeschlossen wurden, kann das Gehäuseoberteil wieder aufgesetzt und verschraubt werden, und dem Einsatz dieses interessanten Funkuhrenschaltsystems steht nichts mehr im Wege.

Abschließend wollen wir noch auf die Schaltmöglichkeiten der Kanäle 3 bis 8 eingehen.

Hier kann ein nach Masse zu schaltender Verbraucher mit einer Stromaufnahme von maximal 100 mA bei einem Spannungsbedarf von 9 bis 12 V angeschlossen werden. Die Gesamtstromentnahme aller 6 Kanäle sollte jedoch 200 mA nicht überschreiten, um das eingebaute Netzteil nicht zu überlasten. Werden hiermit z. B. 12 V-Kartenrelais angesteuert, bleibt die Stromentnahme in dem angegebenen Rahmen. Ein entsprechender Schaltzusatz, der in einem Schutzkontakt-Stecker-Steckdosengehäuse Platz findet, wurde bereits für die ELV-Funkuhr DCF 86 („ELV journal“ 45 bis 47) entwickelt und vorgestellt und kann direkt an die Ausgänge 3 bis 8 der DCF 7000 angeschlossen werden. Es können jedoch auch andere Gleichspannungsverbraucher, deren Spannungs-Strombedarf in den angegebenen Grenzen liegt, von diesen Ausgängen gesteuert werden.

## Nachtrag

Aus Gründen der Störsicherheit bei Netzspannungsschwankungen wurde die Ansteuerung über die ICs 406 und 407 der LED-Anzeigen (Digit-Steuerung) gegenüber dem in „ELV journal“ Nr. 51 veröffentlichten Schaltplan geändert. Für die ICs 406 und 407 werden nicht mehr, wie ursprünglich angegeben, die Typen CD 4051, sondern die Typen 74 LS 145 mit offenen Kollektorausgängen eingesetzt. Hierdurch verbessert sich der mögliche Versorgungsspannungsbereich erheblich.

Durch die Änderung dieser beiden ICs wurde auch eine geänderte Helligkeitsregelschaltung erforderlich. Den entsprechenden Schaltungsauszug haben wir nachstehend abgedruckt (Bild 17).

Im Platinenlayout sind diese Änderungen selbstverständlich berücksichtigt.

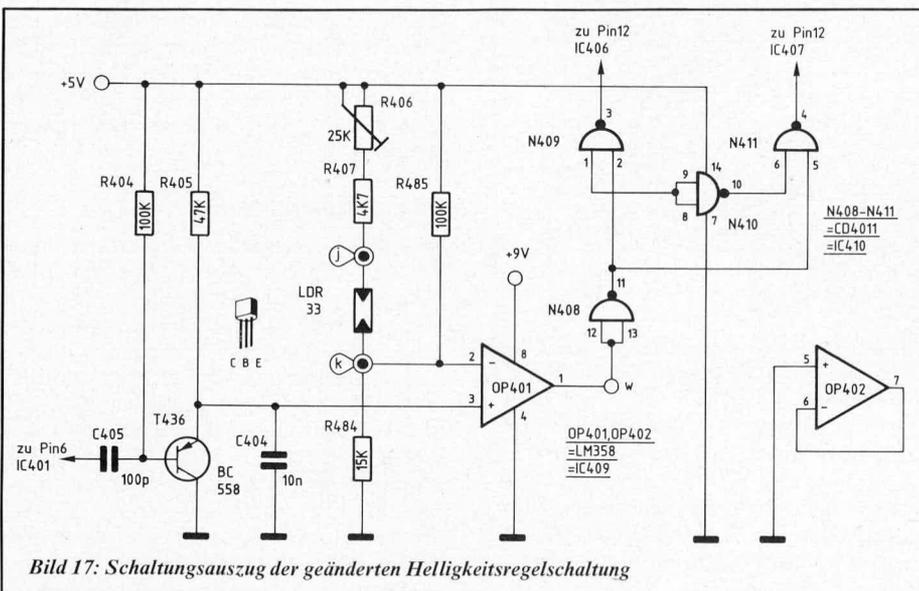
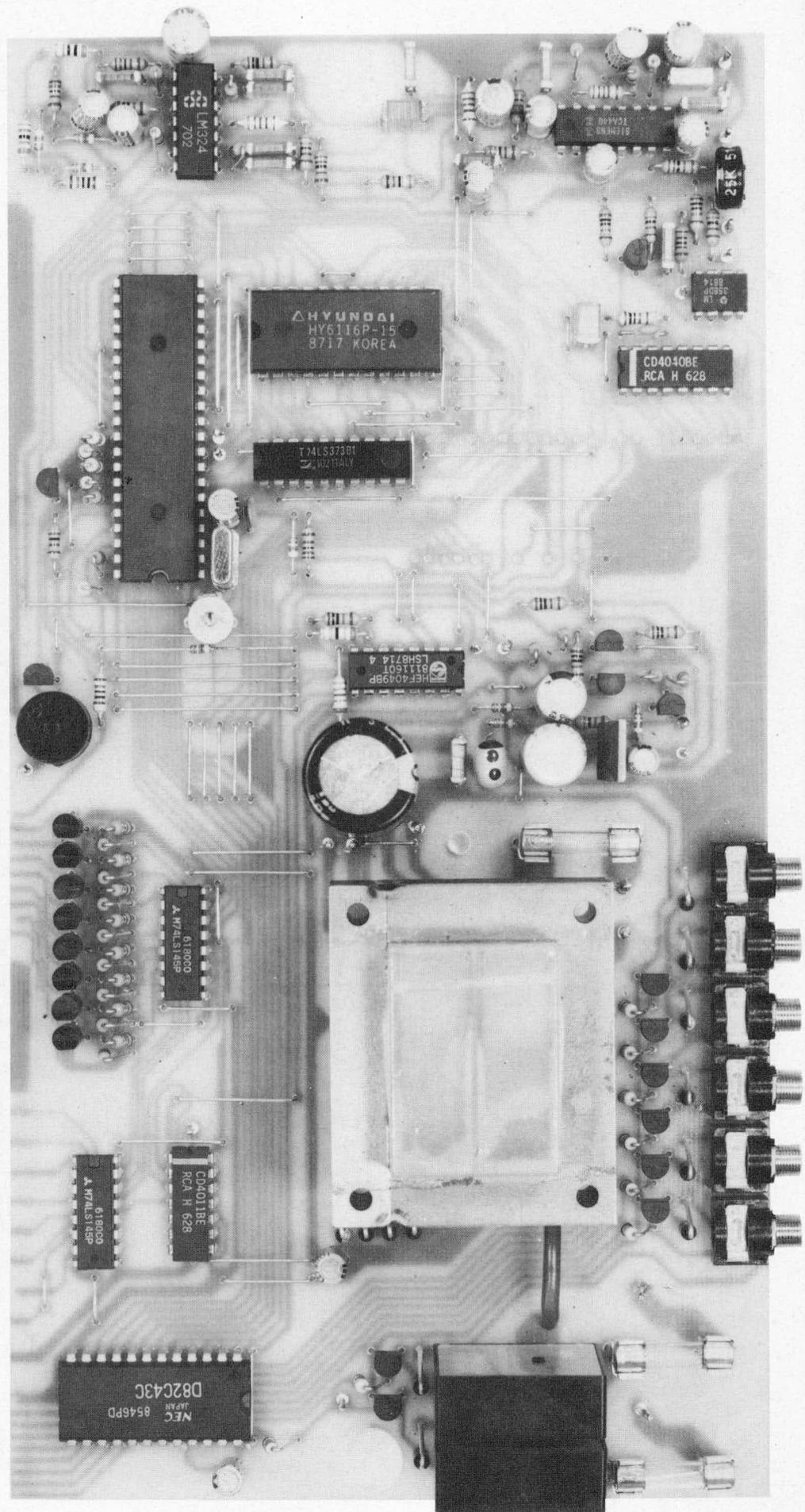
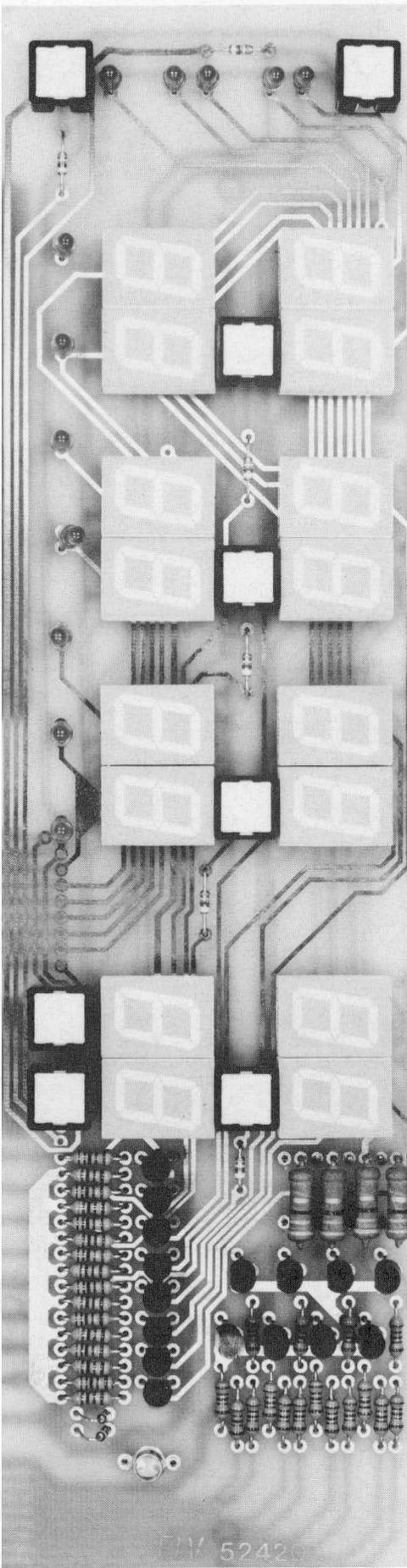
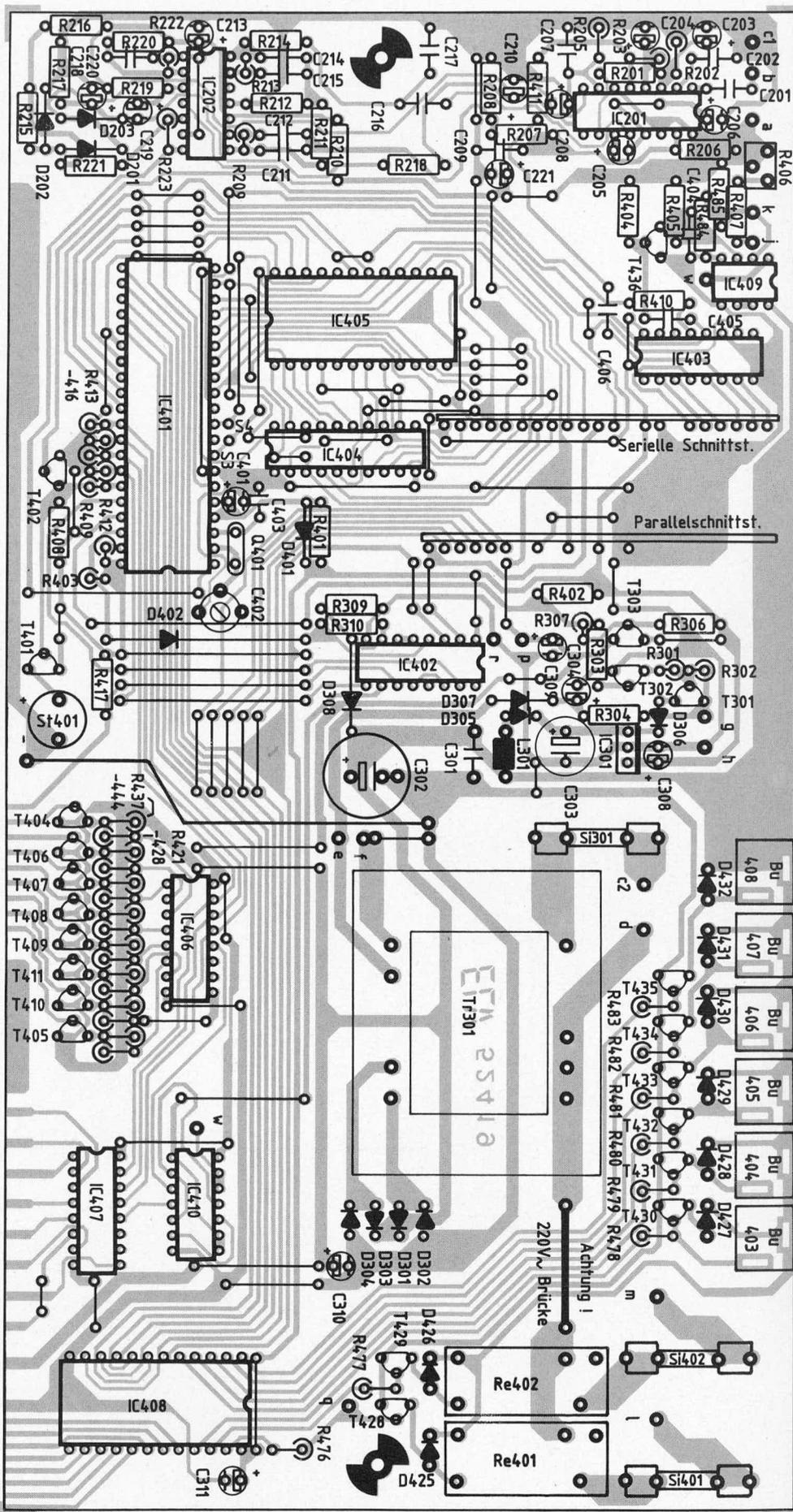
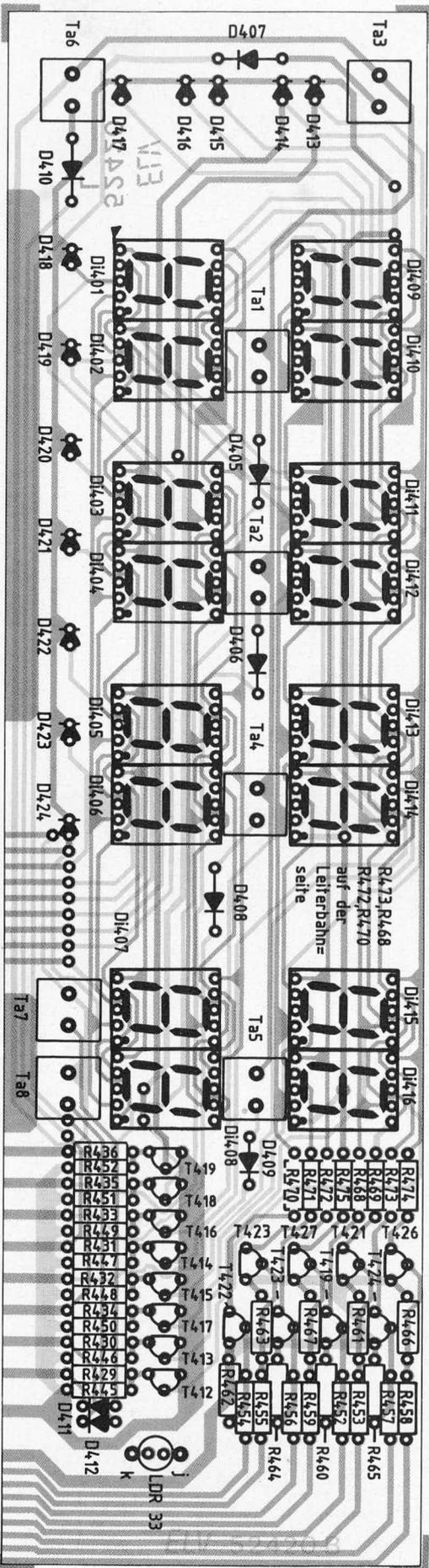


Bild 17: Schaltungsauszug der geänderten Helligkeitsregelschaltung



*Ansicht der fertig aufgebauten Anzeigenplatte des Funkuhren-Schaltsystems DCF 7000*

*Ansicht der fertig aufgebauten Basisplatte des Funkuhren-Schaltsystems DCF 7000*



Bestückungsseite der Anzeigenplatine des Funkuhren-Schaltsystems DCF 7000 (Leiterbahnbild: Lötseite ≙ dunkelgrau, Bestückungsseite ≙ hellgrau)

Bestückungsseite der Basisplatine des Funkuhren-Schaltsystems DCF 7000

## Stückliste: Funkuhren-Schaltssystem DCF 7000

### Widerstände

33 Ω/1 Watt	R 468-R 475
1,5 kΩ	R 152-R 159, R 460-R 467
2,2 kΩ	R 409, R 421-R 436
3,3 kΩ	R 411
4,7 kΩ	R 304, R 307, R 407, R 408, R 437-R 452
10 kΩ	R 476-R 483, R 410, R 413-R 417, R 402, R 403
15 kΩ	R 484
22 kΩ	R 401
47 kΩ	R 301, R 405
82 kΩ	R 308
100 kΩ	R 302, R 303, R 306, R 309, R 404, R 412, R 485
330 kΩ	R 310
25 kΩ, Trimmer, stehend	R 406

### Kondensatoren

22 pF	C 403
100 pF	C 405
10 nF	C 404
47 nF	C 301
100 nF	C 406
10 µF/16 V	C 304, C 308, C 309, C 401
470 µF/16 V	C 303
4700 µF/16 V	C 302
2-40 pF, Trimmer	C 402

### Halbleiter

LM 358	IC 409
CD 4011	IC 410
CD 4040	IC 403
CD 4069	IC 402, IC 409
6116-LP 3	IC 405
78L05	IC 301
82C43	IC 408
74LS145	IC 406, IC 407
74HC373	IC 404
ELV 8708	IC 401
1N4148	D 305-D 307, D 401, D 402, D 405-412
1N4001	D 301-D 304, D 425-D 432
BC 337	T 420-T 427
BC 548	T 302, T 428-T 435
BC 558	T 301, T 303, T 401, T 402, T 436
BC 876	T 404-T 419
LED 3 mm, rot	D 413-D 424

### Sonstiges

Klinkenbuchse, 3,5 mm	Bu 403-Bu 408
Sicherung 100 mA	Si 301
Sicherung 4 A	Si 401, Si 402
Kartenrelais, stehend	Re 401, Re 402
Sound-Transducer	ST 401
Quarz 9,21 MHz	Q 401
Trafo:	Tr 301
prim: 220 V/8,6 VA	
sek: 8 V/1 A, 12 V/50 mA	
3 Platinsicherungshalter	
2 Euro-Einbaubuchsen	
1 9 V-Batterieclip	

17 Lötstifte	
1 Spule 51 µH	
1 LDR 33	
10 cm flexible Leitung 1,5 mm <sup>2</sup>	
120 cm isolierter Schaltdraht	
1 Schalter 1 x um	
8 Lötflächen 6,2 mm	

### Aktiv-Antenne und Empfänger

#### Widerstände

470 Ω	R 203
820 Ω	R 216
1 kΩ	R 214
1,5 kΩ	R 215
1,8 kΩ	R 201
2,2 kΩ	R 105, R 106, R 205, R 206, R 210
2,55 kΩ	R 208, R 212
3,3 kΩ	R 204
3,9 kΩ	R 104
5,6 kΩ	R 103
8,2 kΩ	R 202
10 kΩ	R 221
22 kΩ	R 217, R 220
33 kΩ	R 207, R 211
39 kΩ	R 218
100 kΩ	R 101, R 102, R 219
220 kΩ	R 209, R 213, R 221
1 MΩ	R 223

#### Kondensatoren

6,8 nF	C 101, C 220
10 nF	C 201, C 209, C 211-C 214, C 217
47 nF	C 102, C 103, C 105, C 202
100 nF	C 207, C 216
1 µF/16 V	C 204-C 206, C 208, C 218
10 µF/16 V	C 104, C 219
22 µF/16 V	C 215
47 µF/16 V	C 203, C 210

#### Halbleiter

LM 324	IC 202
TCA 440	IC 201
BC 548	T 101, T 102
1N4148	D 201-D 203

#### Sonstiges

Ferritantenne	L 101, L 102
3adrige, abgeschirmte Leitung	
3 Lötstifte	
1 PG9-Rohr	

### Externe Helligkeitssteuerung

#### Widerstände

1 kΩ	R 707
10 kΩ	R 701, R 703, R 704, R 709, R 710
100 kΩ	R 705

1 MΩ	R 708
10 kΩ, Trimmer, liegend	R 706
LDR 05	R 702

### Kondensatoren

10 µF/16 V	C 701, C 702
------------	--------------

### Halbleiter

TLC 271	IC 701
---------	--------

### Sonstiges

3adrige, abgeschirmte Leitung	
1 PG9-Rohr	
1 Klinkenbuchse 3,5 mm	

### Parallelschnittstelle

#### Widerstände

10 kΩ	R 501, R 502
-------	--------------

#### Halbleiter

82C43	IC 501
74LS244	IC 502

#### Sonstiges

15polige Buchse	Bu 501
2 Schrauben M 3 x 8 mm	
2 Muttern M 3	
1 Lötfläche 3,2 mm	

### Seriellschnittstelle

#### Widerstände

470 Ω	R 603, R 606
2,2 kΩ	R 602, R 605
4,7 kΩ	R 604, R 607
10 kΩ	R 608, R 610
47 kΩ	R 601
100 kΩ	R 609

#### Kondensatoren

10 µF/16 V	C 603, C 604
220 µF/35 V	C 601, C 602

#### Halbleiter

82C51	IC 601
7912	IC 603
7812	IC 602
BC 558	T 601, T 602
BC 548	T 603
1N4148	D 605
1N4001	D 601, D 602
ZPD8V2	D 603, D 604

#### Sonstiges

1 25polige Buchse	Bu 601
1 Drehschalter 6.2 S	S 601
30 cm Silberdraht	
2 Schrauben M 3 x 8 mm	
2 Muttern M 3	
1 Lötfläche 3,2 mm	
20 cm flexible Leitung 2 x 0,4 mm <sup>2</sup>	
1 14-Spannangen-Drehknopf	