



Moderne Zeiten - Kreis-LED-Uhr mit DCF-Zeitsenderempfang

Mal wieder eine Eigenbau-Uhr - aber was für eine! Nach dem großen Erfolg unserer inzwischen legendären LED-Analog-Uhr kommt jetzt das Nachfolgemodell, das aber außer Grundprinzip und Designidee kaum noch etwas gemein hat mit dem 80er-Jahre-Kultobjekt: Stunde, Minute und Sekunde werden auf mehreren LED-Kreisen dargestellt, hinzu kommt eine digitale Datumsanzeige und eine Helligkeitseinstellung. Die Steuerung erfolgt wahlweise über einen Quarz oder das hoch genaue Zeitzeichensignal des DCF-77-Senders in Mainflingen.

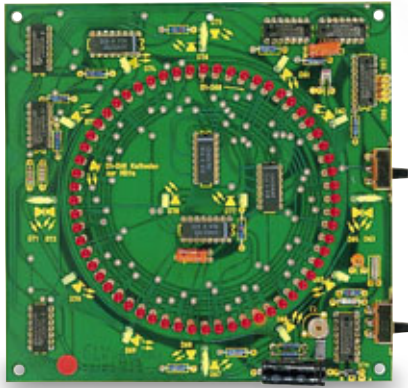
Analog, digital oder was...?

Man muss schon weit in der ELV-Geschichte zurückblättern, um den Ursprung der heute immer noch im ELV-Katalog

gelisteten, technisch-sachlich „Elektronische Analog-/Digital-Uhr“ genannten LED-Design-Uhr zu erforschen. Es war 1983, im „ELVjournal“ Nr. 29 (damals wurde das Heft noch fortlaufend nummeriert), als diese damals revolutionäre Uhr der Öffent-

Technische Daten:

Betriebsspannung:	12 V
Stromaufnahme:	ca. 240 mA
Abmessungen:	194 x 194 x 35 mm



lichkeit präsentiert wurde. Sie hat sich, abgesehen von einem kleinen technischen „Update“ in den 90ern, bis heute auf dem Markt behauptet, sonst wäre sie nicht mehr im Katalog gelistet.

Das Konzept ist genial einfach, trotzdem es damals gar nicht so einfach realisierbar war, wie ein Blick auf das „Schaltkreisgrab“ der Urform (Abbildung 1) beweist. Auf den ersten Blick erscheint der Anblick verwirrend, jedoch hat man sich nach ganz kurzer Zeit an das Ablesen der Uhrzeit nach der Manier einer normalen Zeigeruhr gewöhnt. Außen (Abbildung 2) residieren grüne LEDs und zeigen die Stunde an, innen hingegen wird auf einem roten LED-Kreis die Minute angezeigt. Zentral blinken zwei Leuchtdioden im Sekundenrhythmus. Das Ganze wurde mit zwei Schaltern schnell eingestellt und war hinter einer eleganten, mattschwarzen Frontplatte versteckt.

Die Uhr erlebte in den 90er Jahren, als wir (fast) alle wieder zur Analoguhr zurückfanden, eine Renaissance - sie wurde für viele Elektronik- und Designfreaks zum wahren Kultobjekt, bis heute.

Da lag es nahe, bei der neuen Uhr nicht allzu weit vom Design und Anzeigenprinzip des Vorgängers abzurücken. So wurde auch hier auf die stilisierte, analoge Anzeige mit Leuchtdioden zurückgegriffen, die aber optisch nun mehr fast als richtige Zeiger erscheinen. Ergänzt wird die Funktionalität durch die große, zentrale LED-Ziffernanzeige für das Datum mit Monats- und Tagesdarstellung. Im Grundausbau wird die Uhr quartzgesteuert, jedoch ist ein DCF-Modul für den Empfang des Zeitzeichensenders DCF-77 einfach nachrüstbar.

Doch nicht nur das „Frontend“ der Uhr wurde behutsam modernisiert - hinter der Frontplatte kehrte zeitgemäße Technik ein, in deren Zentrum - wen wundert's? - ein Mikrocontroller steht. Der ermöglicht es, mit sehr wenig Peripherie auszukommen, die man hauptsächlich dazu benötigt, um die mehr als 130 Leuchtdioden und 7-Segment-Anzeigen zu treiben.

Das Ganze ist hinter einer schlicht-eleganten rot-transparenten Kunststoffplatte versteckt - so kann die Neue gut in die Fußstapfen ihrer Vorgängerin treten.

So funktioniert's

Zur Darstellung von Stunde, Minute und Sekunde dienen 2 LED-Kreise mit je 60 Rechteck-LEDs, die als Zeiger fungieren. Die Stunde wird auf dem inneren Kreis mit jeweils 2 LEDs, Minute und Sekunde auf dem äußeren Kreis mit jeweils einer LED angezeigt. Die gewählte Anzeigeform der Stunden erlaubt ein kontinuierliches Wandern des Stunden-„Zeigers“, sodass man schon allein an seiner Stellung, wie bei einer Zeigeruhr, erkennen kann, ob es z. B. 12 Uhr oder 10 nach 12 ist.

Zentral erfolgt, wie erwähnt, die Anzeige des Datums (Tag und Monat) mit 7-Segment-LED-Anzeigen.

Das „Zifferblatt“ wird durch ständig leuchtende Rechteck-LEDs auf dem äußersten Kreis gebildet, die im 5-Minuten-Raster angeordnet sind, und so 4 lange und 8 kurze „Striche“ bilden, die die vertraute Orientierung auf einem analogen Zifferblatt erleichtern.

Die Uhr ist wahlweise als Wand- oder Tischuhr betreibbar.

Bedienung

Soll die Uhr allein quartzgesteuert arbeiten, ist sie selbstverständlich zunächst einzustellen. Nach dem Anlegen der Versorgungsspannung (Steckernetzteil 12 V mit DC-Hohl-Stecker) wird die Uhrzeit 0 Uhr 00 angezeigt. Dies ist bei der jetzt folgenden Einstellung der Uhr zu beachten, wenn man z. B. 13 Uhr 10 einstellen will. Der Stundenzeiger muss dann 13 Stunden vor oder 11 zurückgestellt werden, damit der Wechsel zum nächsten Tag nicht mittags erfolgt. Der Einstellmode wird durch gleichzeitiges Drücken und Festhalten der beiden rückwärtig an der Uhr angeordneten Taster (für ca. 3 s) aufgerufen.

Die Jahresanzeige beginnt zu blinken und kann mit den beiden Tasten eingestellt werden. Betätigt man beide Tasten kurz gleichzeitig, wird zum Monat gewechselt. So fährt man auch bei der Einstellung des Tages und der Stunden- und Minutenzeiger fort. Sind diese eingestellt, wird durch kurzes gleichzeitiges Drücken der beiden Tasten der Stellmode verlassen und der Sekundenzeiger automatisch bei Null gestartet. Nun kann man mit den beiden Tastern die Helligkeit der LED-Anzeige nach Bedarf einstellen.

Ist die Uhr hingegen mit einem DCF-Empfangsmodul bestückt, zeigt sie nach Einschalten der Betriebsspannung auf den 7-Segment-Anzeigen für 5 s „dcF“ an. Um

die anschließende, völlig automatisch ablaufende DCF-Synchronisation nicht zu stören, schaltet der Mikrocontroller die Anzeige der Uhr jetzt ganz aus. Sobald die DCF-Zeit exakt empfangen wurde, kehrt die Anzeige mit korrekten Zeit- und Datumsangaben zurück. Ist die Uhr nach einigen Minuten immer noch nicht synchronisiert, so ist die Antenne des DCF-Moduls wahrscheinlich nicht auf den Zeitzeichensender in der Nähe von Frankfurt am Main ausgerichtet. Die Uhr sollte deshalb um etwa 90° gedreht werden. Ist nach insgesamt 15 Minuten keine Synchronisation erfolgt, geht die Uhr ohne DCF-Zeit in den normalen Betriebsmodus über, sie ist also zunächst mit der Hand zu stellen und mit der Quarzsteuerung zu starten. Sie versucht jetzt, bei eingeschalteter und weiterlaufender Anzeige, weiter zu synchronisieren. Wurde seit mehr als 23 Stunden kein DCF-Signal empfangen, wird nachts von 4 Uhr 10 bis 4 Uhr 25 die Anzeige ausgeschaltet, um besser empfangen und neu synchronisieren zu können.

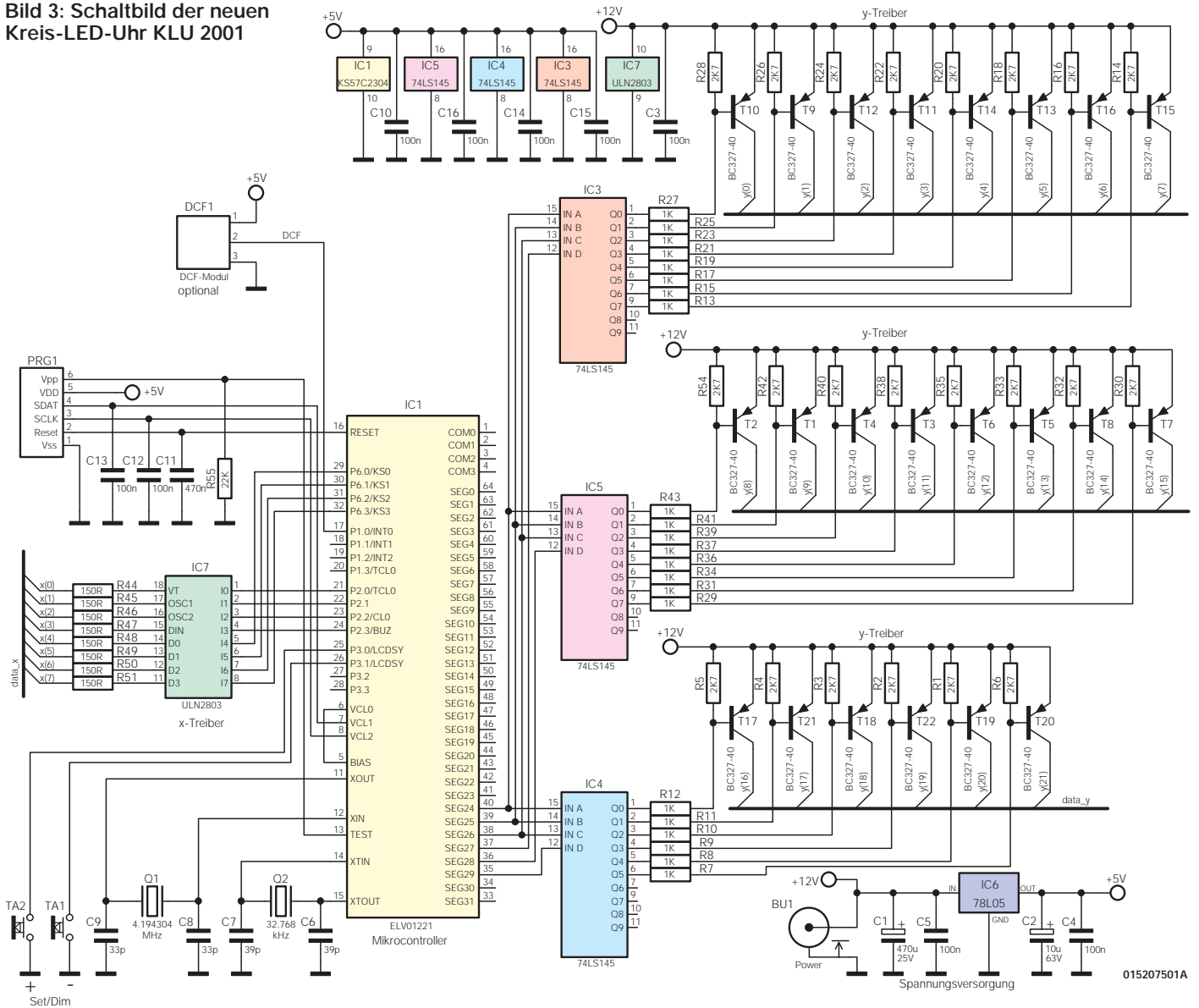
Das ist für DCF-gesteuerte Uhren ein normales Procedere, das dem heutigen elektromagnetischen „Störnebel“, mit dem wir in unserer Umgebung leben, geschuldet ist. Denn jeder Monitor, jedes Fernsehgerät, elektronische Lampen, ja auch die Multiplex-Anzeigensteuerung der Uhr selbst, Fahrzeuge, Bahnen, nah fliegende Flugzeuge mit ihrem Funkverkehr und Radar usw. können den Empfang des Zeitzeichensenders beeinflussen. In der Nacht hingegen ist dieser Störnebel deutlich gesenkt. Deshalb synchronisieren auch die meisten Funkuhren ihre Anzeige mit dem Sender mitten in der Nacht.

Besonders gut kann man dieses Phänomen beobachten, wenn man eine Funkuhr in der Nähe eines Computer-Röhrenmonitors oder eines Fernsehgerätes betreibt. Die Uhr erreicht vermeintlich nach dem



Bild 2: Schlichte, aber wegweisende Eleganz der „alten“ ELV-Analog-Digital-Uhr.

Bild 3: Schaltbild der neuen Kreis-LED-Uhr KLU 2001



Einschalten keine Synchronisation - über Nacht jedoch hat sie es ohne weitere Startversuche „geschafft“.

So ist es auch kein Problem, wenn man die Uhr etwa über dem Fernsehgerät aufhängen will - während der relativ wenigen Stunden, in denen dieses den DCF-Empfang stört, läuft die Uhr mit Quarzgenauigkeit weiter. Ist das Fernsehgerät abgeschaltet, synchronisiert sich die Uhr mindestens einmal in der genannten Nachtzeit - der Nutzer wird dazwischen kaum eine Sekunde Zeitabweichung registrieren können!

Schaltung

Die Schaltung (Abbildung 3 und 4) ist, dank des zentralen Mikrocontrollers IC 1, trotz der umfangreichen Anzeigen, sehr einfach zu übersehen.

In Verbindung mit dem Uhrenquarz Q 2 ist mit IC 1 und der darin implementierten Steuersoftware eine Quarzuhr realisiert. Q 1 sorgt zusammen mit C 8 und C 9 für die

stabile Taktfrequenzerzeugung von IC 1.

Ist das DCF-Empfangsmodul DCF 1 vorhanden, so decodiert der Controller zusätzlich zur Quarzsteuerung das DCF-Signal und stellt die Quarzuhr entsprechend der empfangenen Zeit ein. Aufgrund der mehr als 130 Anzeigenelemente erfolgt die Ausgabe von Datum und Zeit im Multiplexverfahren. Dazu sind alle Leuchtdioden in einer Matrix mit 8 „x“-Reihen und 22 „y“-Spalten verschaltet. Der Controller wählt über IC 3 bis IC 5 mit jeweils einer nachgeschalteten Transistorstufe als Leistungstreiber eine der „y“-Spalten aus und bringt über den Treiber-Baustein IC 7 mit den „x“-Daten die jeweils ausgewählten LEDs zum Leuchten. Der Wechsel zwischen den einzelnen Spalten erfolgt dabei so schnell, dass das träge menschliche Auge diese vielen Einzelbilder der Reihen als ein Gesamtbild ohne Flimmererscheinungen sieht.

Die beiden Taster TA 1 und TA 2 sind ohne Zusatzbeschaltung direkt an den Con-

troller angeschlossen, da dieser über interne Pullup-Widerstände verfügt und eine Entprellung durch die Software sichergestellt ist. Die Helligkeitseinstellung erfolgt als Tastverhältnisänderung der Multiplexsteuerung.

Die Spannungsversorgung der Schaltung übernimmt ein 12-V-Steckernetzteil. Die 12 V selbst dienen dabei zunächst als direkte Betriebsspannung für die Anzeigenschaltung. Für den Controller werden stabilisierte 5 V benötigt, die der Spannungsregler IC 6 mit seiner Peripherie bereitstellt.

Nachbau

Der Aufbau der Uhr erfolgt auf einer doppelseitig zu bestückenden Platine in gemischter Bestückung: SMD und konventionell.

Zur Bestückung der SMD-Komponenten sollte man einen sehr feinen (spitzen), temperaturgeregelten Lötcolben, entspre-

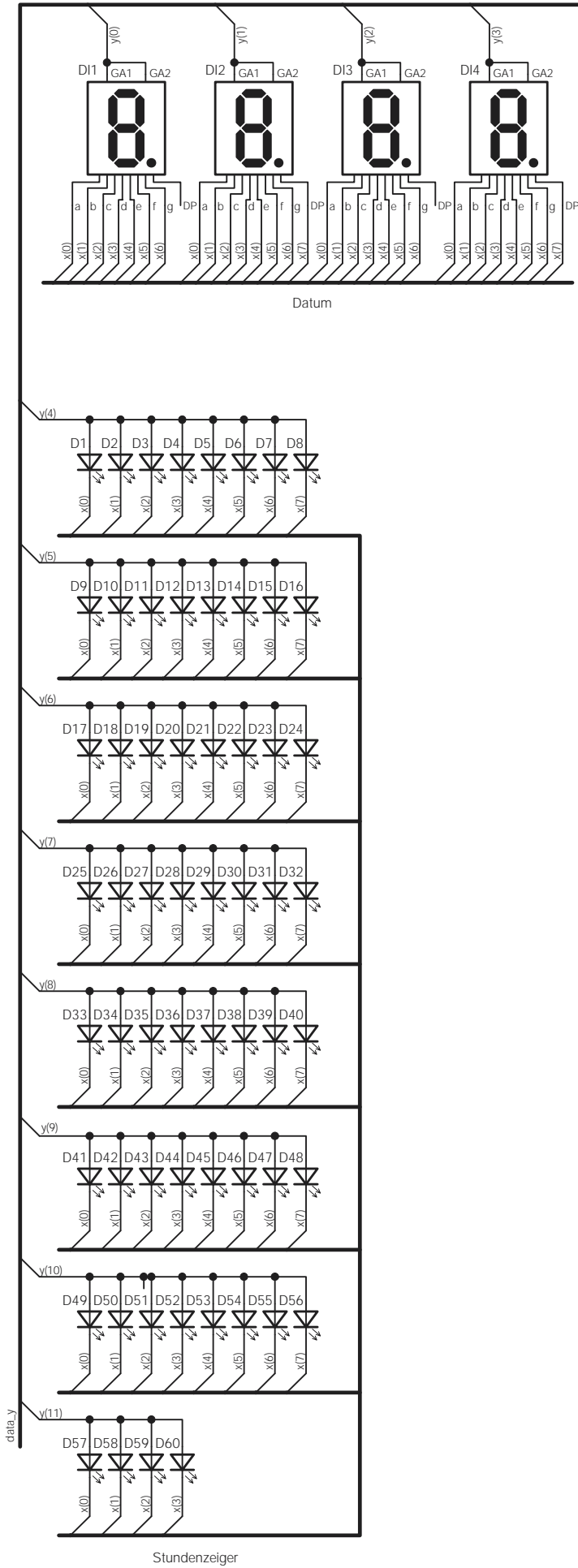
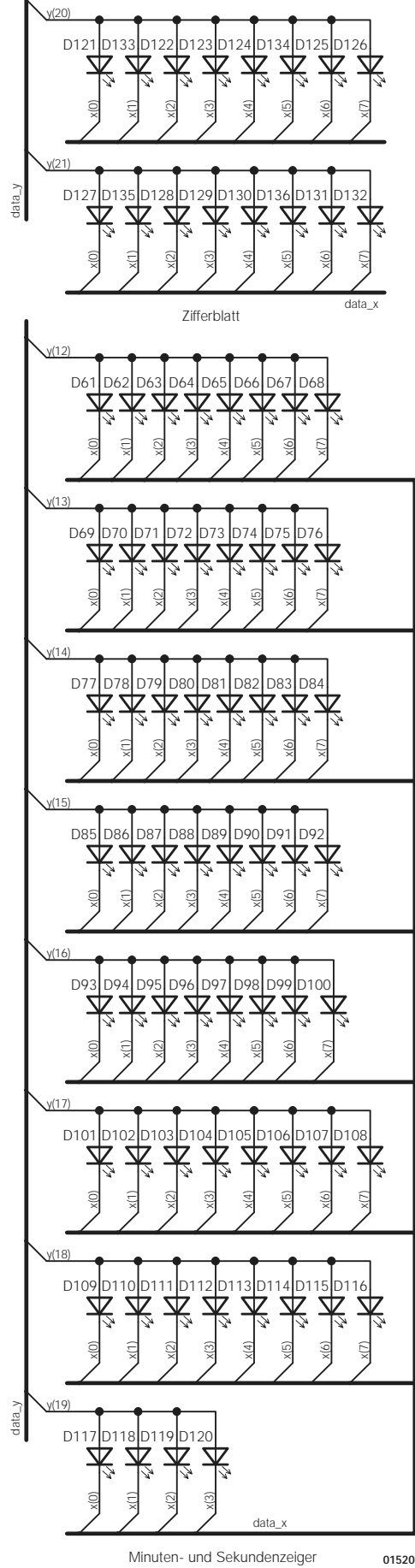
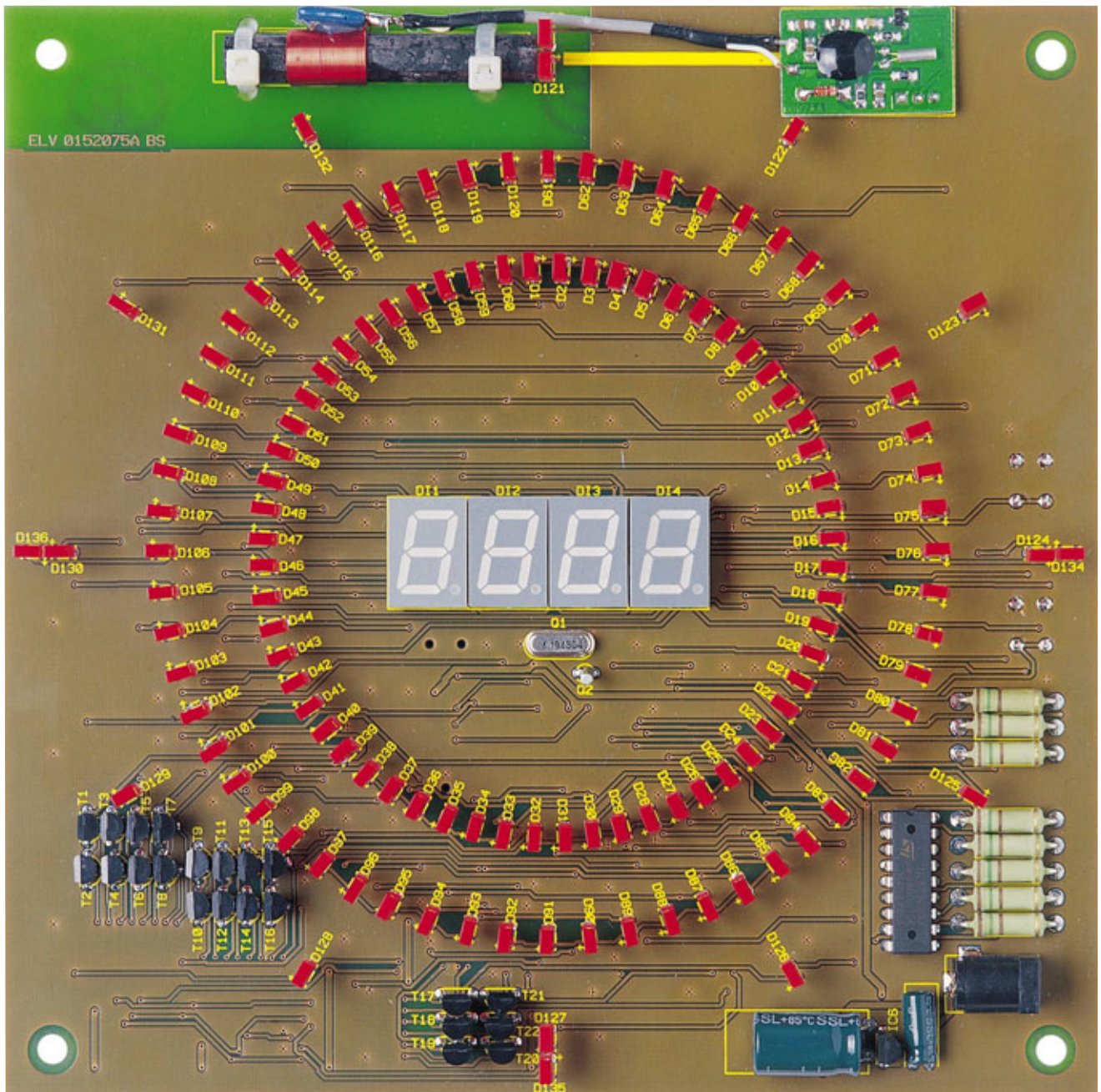


Bild 4: Anzeigenschaltbild der Kreis-LED-Uhr KLU 2001





Ansicht der fertig bestückten Platine der Kreis-LED-Uhr KLU 2001 von der Bestückungsseite

chend feine Haltepinzette, feines SMD-Lötzinn, feine Entlötlitze und zur Kontrolle eine gut vergrößernde Lupe bereithalten. Dazu kommt die Forderung nach äußerster Ordnung und Sauberkeit am Arbeitsplatz.

Die Bestückung erfolgt laut Stückliste, Bestückungsplan, Bestückungsdruck und ggf. Platinenfotos.

Wir beginnen die Bestückung mit der Lötseite der Platine, auf der die SMD-Bauelemente ihren Platz finden, und hier mit dem Mikrocontroller IC 1.

Dieser ist lagerichtig so auf den Bestückungsplatz aufzulegen, dass die runde Markierungsvertiefung, die Pin 1 kennzeichnet, mit der entsprechenden Markie-

rung auf dem Bestückungsdruck übereinstimmt. Jetzt ist wenig Zinn auf das Lötpad für Pin 1 aufzutragen und Pin 1 damit festzulöten. Danach folgt noch einmal eine genaue Kontrolle, ob der Baustein die richtige Lage eingenommen hat. Ist dies der Fall, beginnt das weitere Anlöten mit dem des Pin 1 diagonal gegenüber liegenden Pins, um ein Versetzen des ICs während der Lötarbeit zu verhindern.

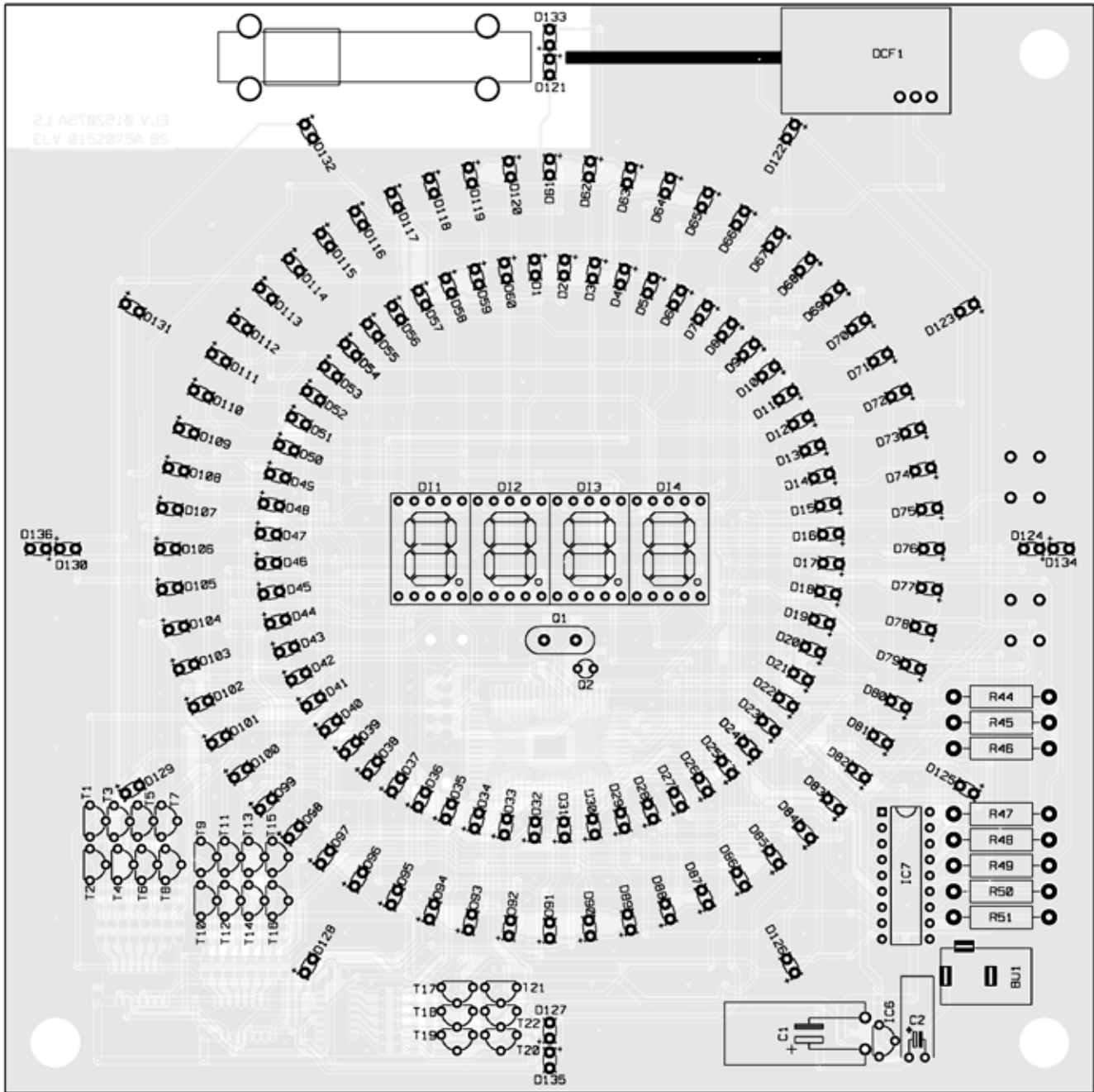
Nun verlötet man mit jeweils wenig Zinn alle anderen Pins von IC 1. Sollte doch einmal zu viel Zinn verarbeitet worden sein und dieses mehrere Pins kurzschließen, kann es recht einfach wieder mit Entlötlitze abgesaugt werden.

In äquivalenter Weise erfolgt jetzt das

Bestücken und Verlöten der ICs 3 bis 5, wobei diese durch eine Abschrägung auf der Seite des Pin 1 gekennzeichnet sind. Diese muss in der Lage mit der Doppellinie auf dem Bestückungsdruck übereinstimmen.

Im nächsten Arbeitsschritt werden die Kondensatoren und Widerstände bestückt. Auch diese Bauelemente sind zunächst an einem Lötpad anzulöten, danach ist die exakte Lage zu kontrollieren und dann erst der zweite Anschluss zu verlöten.

Bitte beachten: Bei den Kondensatoren ist eine Verwechslungsgefahr vorhanden, da sie im Gegensatz zu den Widerständen keine Beschriftung aufweisen. Deshalb sollte man diese Stück für Stück aus der



Bestückungsplan der Kreis-LED-Uhr KLU 2001 von der Bestückungsseite

Verpackung entnehmen und sofort bestücken.

Sind alle SMD-Bauteile bestückt, werden nach dem Bestücken und Verlöten von TA 1/2 auf der Lötseite (siehe Platinenfoto) die Arbeiten auf der Bestückungsseite der Platine mit den Widerständen, gefolgt von IC 7, IC 6 und den Transistoren T 1 bis T 22 fortgeführt. IC 7 ist an Pin 1 mit einer Gehäusekerbe markiert, die mit dem Bestückungsdruck korrespondieren muss. Die Einbaulage der Transistoren und von IC 6 ergibt sich aus dem Bestückungsdruck und den Bauteilbohrungen. Diese sind so tief einzusetzen, dass zwischen Oberkante Transistorgehäuse und Platine maximal 10 mm gemessen werden können.

Die Bestückung wird fortgeführt mit den beiden Elkos C 1 und C 2, die jeweils liegend und richtig gepolt zu bestücken sind (Elkos sind am Minuspol gekennzeichnet). Dazu sind ihre Anschlüsse ca. 3 mm vom Gehäuse entfernt vorsichtig rechtwinklig abzubiegen, die Kondensatoren zu bestücken, sodass das Bauelement komplett auf der Platine aufliegt, und dann erst die Anschlüsse zu verlöten.

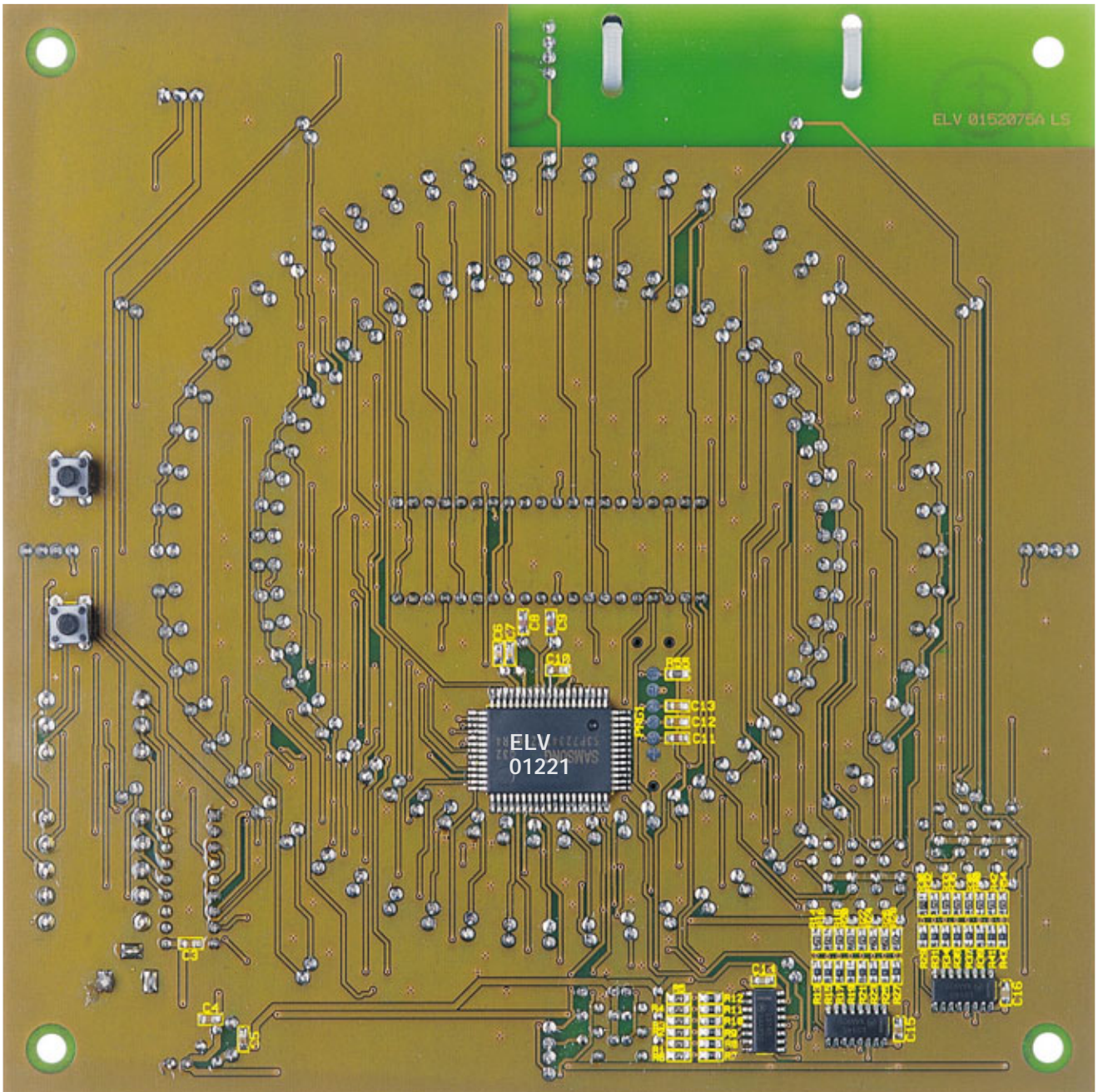
Danach erfolgt das Einlöten der beiden Quarze Q 1/Q 2, wobei Q 2 ebenfalls liegend zu montieren ist, und der 7-Segment-Anzeigen DI 1 bis DI 4. Hier ist gleichfalls auf die richtige Einbaulage anhand des Dezimalpunktes zu achten und darauf, dass die Bauelemente völlig plan

und ringsum gleichmäßig auf der Platine aufliegen, bevor sie verlötet werden. Schließlich folgt noch die Bestückung von BU 1. Auch dessen Körper muss vor dem Verlöten der Anschlüsse plan auf der Platine aufliegen.

Wird die Uhr mit DCF-Steuerung aufgebaut, ist das fertig aufgebaute DCF-Modul mittels drei kurzen Silberdrahtstücken mit der Platine zu verbinden. Die zum Modul gehörende Ferritantenne wird mit zwei Kabelbindern an der im Bestückungsdruck markierten Stelle befestigt.

Jetzt ist die gesamte bisherige Bestückung noch einmal auf Bestückungs- und Lötfehler zu kontrollieren.

Den Abschluss der Bestückung bildet das



Ansicht der fertig bestückten Platine der Kreis-LED-Uhr KLU 2001 von der Lötseite

Stückliste: Kreis-LED-Uhr KLU 2001

Widerstände:

150Ω/2Watt R44-R51
 1kΩ/SMD R7-R13, R15, R17,
 R19, R21, R23, R25, R27,
 R29, R31, R34, R36, R37,
 R39, R41, R43
 2,7kΩ/SMD R1-R6, R14, R16,
 R18, R20, R22, R24, R26,
 R28, R30, R32, R33, R35,
 R38, R40, R42, R54
 22kΩ/SMD R55

Kondensatoren:

33pF/SMD C8, C9
 39pF/SMD C6, C7

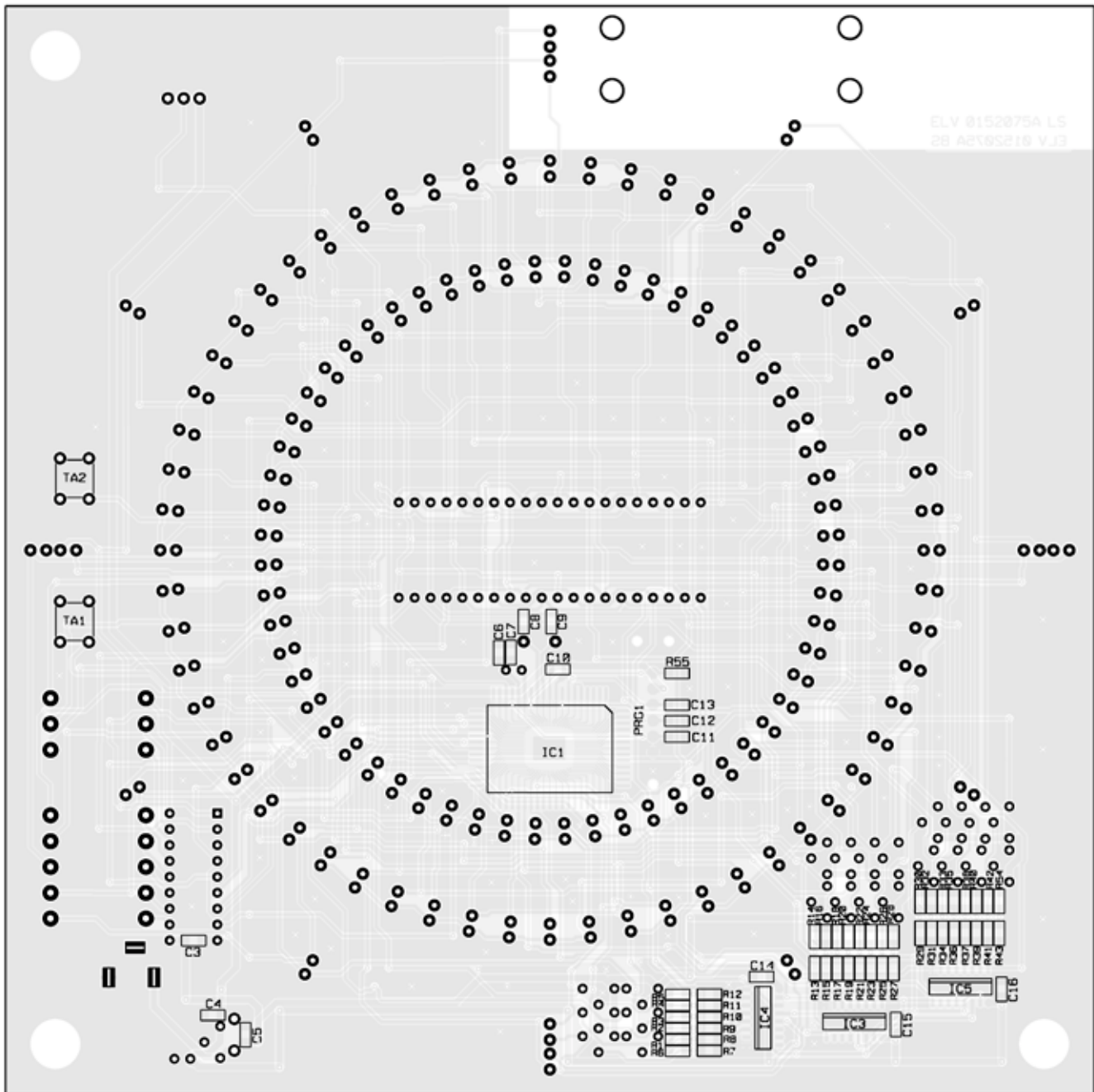
100nF/SMD C3-C5, C10,
 C12-C16
 470nF/SMD C11
 10μF/63V C2
 470μF/25V C1

Halbleiter:

ELV01221 IC1
 74LS145/SMD IC3-IC5
 78L05 IC6
 ULN2803 IC7
 BC327-40 T1-T22
 Rechteck-LED, 2 x 4 mm,
 rot D1-D136
 DJ700A, rot DI1-DI4

Sonstiges:

Quarz, 4.194304MHz Q1
 Quarz, 32.768kHz Q2
 DC-Power-Buchse BU1
 Miniatur-Drucktaster, 1 x ein,
 5,8 mm TA1, TA2
 4 Innensechskantschrauben, M4 x 30 mm
 8 Muttern, M4
 4 Distanzrollen, M4 x 5 mm
 4 Distanzrollen, M4 x 10 mm
 2 Abstandsbolzen, M4 x 60 mm
 2 Kabelbinder, 90 mm
 1 Frontplatte, bearbeitet und bedruckt
 1 Rückplatte, bearbeitet und bedruckt
 5 cm Schaltdraht, blank, versilbert



Bestückungsplan der Kreis-LED-Uhr KLU 2001 von der Lötseite

Einsetzen und Verlöten der Leuchtdioden.

Diese werden, am Innenkreis beginnend, einzeln polrichtig (langer Anschluss ist die Anode) am jeweiligen Bestückungsplatz eingesteckt und verlötet. Dabei sind sie so weit in die Platine einzuführen, bis die Ausprägungen der Anschlüsse auf der Platine aufsitzen. Dann erreicht man bei allen LEDs die gleiche Einbauhöhe. Nach dem Einlöten muss die LED exakt gerade am Bestückungsplatz stehen.

Eine geringfügige Korrektur nach den Seiten ist später noch durch Biegen möglich. Diese sollte man aber erst ausführen, wenn alle LEDs des Kreises bestückt sind, da man dann auf Anhub sieht, welche LED schief steht. Bei der Bestückung der LEDs

D 133 bis D 136 ist zu beachten, dass ihre Anodenanschlüsse nicht, wie bei allen anderen LEDs, nach außen weisen, sondern nach innen (siehe Bestückungsdruck).

Nach Abschluss der LED-Bestückung sollte man die Uhr jetzt probeweise in Betrieb nehmen, um eventuelle Bestückungsfehler zu entdecken.

Ist die Funktionskontrolle zur Zufriedenheit verlaufen, erfolgt nun die Montage von Frontplatte und Rückwand der Uhr.

Zunächst führt man vier Innensechskantschrauben M4 x 30 mm von vorn durch die Frontplatte hindurch und legt diese kopfüber auf die saubere Arbeitsfläche. Dann wird auf die Schrauben je eine 10-mm-Abstandsrolle aufgeschoben, diese durch

je eine M4-Mutter fixiert und die Platine lagerichtig (Beschriftung der Frontplatte links unten) auf die M4-Muttern aufgelegt.

Nun ist auf jede Schraube eine 5-mm-Abstandsrolle aufzuschieben, dann lagerichtig die Rückwand (Tasterkappen müssen hindurchragen). Die Rückwand ist schließlich mit vier M4-Muttern zu verschrauben.

Will man die Uhr als Tischuhr betreiben, sind statt der unteren abschließenden M4-Muttern Abstandsbolzen M4 x 60 mm aufzuschrauben, die dann als Ständer dienen.

Damit ist die Montage der Uhr abgeschlossen. Nach Anschluss des Netzteils an BU 1 kann sie in Betrieb genommen werden.