



Teil 4

2,4-GHz-Universalzähler mit TCXO – Frequenzzähler FC 8000

Infos zum Bausatz

im ELV-Web-Shop

#1415

Der FC 8000 ist ein moderner Universal-Frequenzzähler im bewährten 8000er-Gehäuse. Durch den Einsatz eines hochwertigen temperaturkompensierten Oszillators wird eine hohe Genauigkeit des Frequenzzählers gewährleistet. Der FC 8000 verfügt über drei Zählereingänge, die alle Messaufgaben bis in den GHz-Bereich abdecken. Zum Funktionsumfang des FC 8000 gehören die Frequenz-, Perioden- und Pulsbreitenmessung sowie eine Ereigniszählung, die Ausstattung wird durch eine USB-Schnittstelle vervollständigt. Im vierten und letzten Teil kommen wir zum Aufbau des Geräts.

Nachbau

Der Aufbau des FC 8000 erfolgt auf insgesamt vier Platinen, die ihren Platz im ELV-Gehäuse der Serie 8000 finden. Alle SMD-Bauteile sind bereits bestückt, sodass diese Bauteile nur noch auf exakte Bestückung und eventuelle Lötfehler zu kontrollieren sind. Die Arbeiten beschränken sich also auf bedrahtete Bauelemente und die mechanische Montage. Die jeweiligen Platinenfotos, Bestückungspläne, der Bestückungsdruck und die Stücklisten geben dabei Unterstützung.

Um die Übersicht zu erleichtern, teilt sich diese Beschreibung in vier Abschnitte auf, in denen die einzelnen Platinen beschrieben werden. Wir beginnen mit der Netzanschlussplatine.

Netzanschlussplatine

Auf der Netzanschlussplatine sind zwar nur wenige Bauteile zu bestücken, da aber hier später die 230-V-Netzwechselspannung anliegt, ist eine besonders hohe Sorgfalt erforderlich. Zuerst wird die Netz-

anschlussbuchse BU1000 eingebaut. Dazu sind 2 Schrauben M3 x 8 mm von unten durch die Platine zu stecken und von der Platinenoberseite aus die Netzbuchse aufzusetzen. Danach folgen 2 Fächerscheiben und die beiden M3-Muttern, die fest zu verschrauben sind. Erst nach dem Verschrauben sind die Anschlusspins sorgfältig und mit reichlich Lötzinn zu verlöten. Der Sicherungshalter für die Netzsicherung SI1000, der Netzschalter S1000 und die Schraubklemme KL1000 müssen vor dem

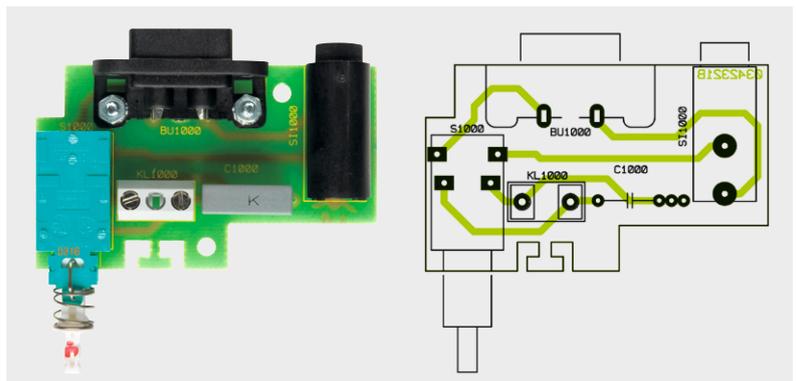


Bild 16: Ansicht der fertig bestückten Netzanschlussplatine mit zugehörigem Bestückungsplan

Verlöten ebenfalls plan aufliegen. Das Gleiche gilt auch für den X2-Kondensator C1000, an dem später die Netzwechselfspannung direkt anliegt. Die fertig bestückte Platine ist in Bild 16 zu sehen.

Basisplatine

Kommen wir zur Basisplatine, auch hier bieten das Platinenfoto (Bild 17a) sowie der Bestückungsplan (Bild 17b) den Überblick über die Bestückung. Als Erstes sollten die Spannungsregler IC401 bis IC403 bestückt werden. Hierzu müssen diese zuvor vorbereitet werden, indem die Anschlüsse um 90° gebogen werden. In Bild 18 ist ein solch bearbeiteter Spannungsregler mit der zugehörigen Bemaßung abgebildet. Nach dieser Vorbereitung können die drei Spannungsregler, wie in Bild 19 dargestellt, an die für sie vorgesehene Position auf der Bestückungsseite aufgelegt und mit den beiliegenden M3-Schrauben, Fächerscheiben

und Muttern befestigt werden. Pro Spannungsregler liegen zwei Fächerscheiben bei, jeweils eine für die Löt- und die Bestückungsseite. Dabei ist zu beachten, dass der Spannungsregler IC403 vom Typ 7905 nicht mit den anderen Reglern vom Typ 7805 vertauscht wird. Den Typ des Reglers erkennt man an seinem Aufdruck auf dem Bauteilkörper. Erst nach dem Befestigen der Bauteile werden die Anschlüsse auf der Lötseite angelötet.

Im Anschluss an die Spannungsregler folgen der Kondensator C414, der Wannenstecker BU100 für den Anschluss des USB-Moduls und die Wannenstecker ST101 bis ST104 für den Anschluss der Frontplatine. Auch hier werden alle Bauteile von der Be-

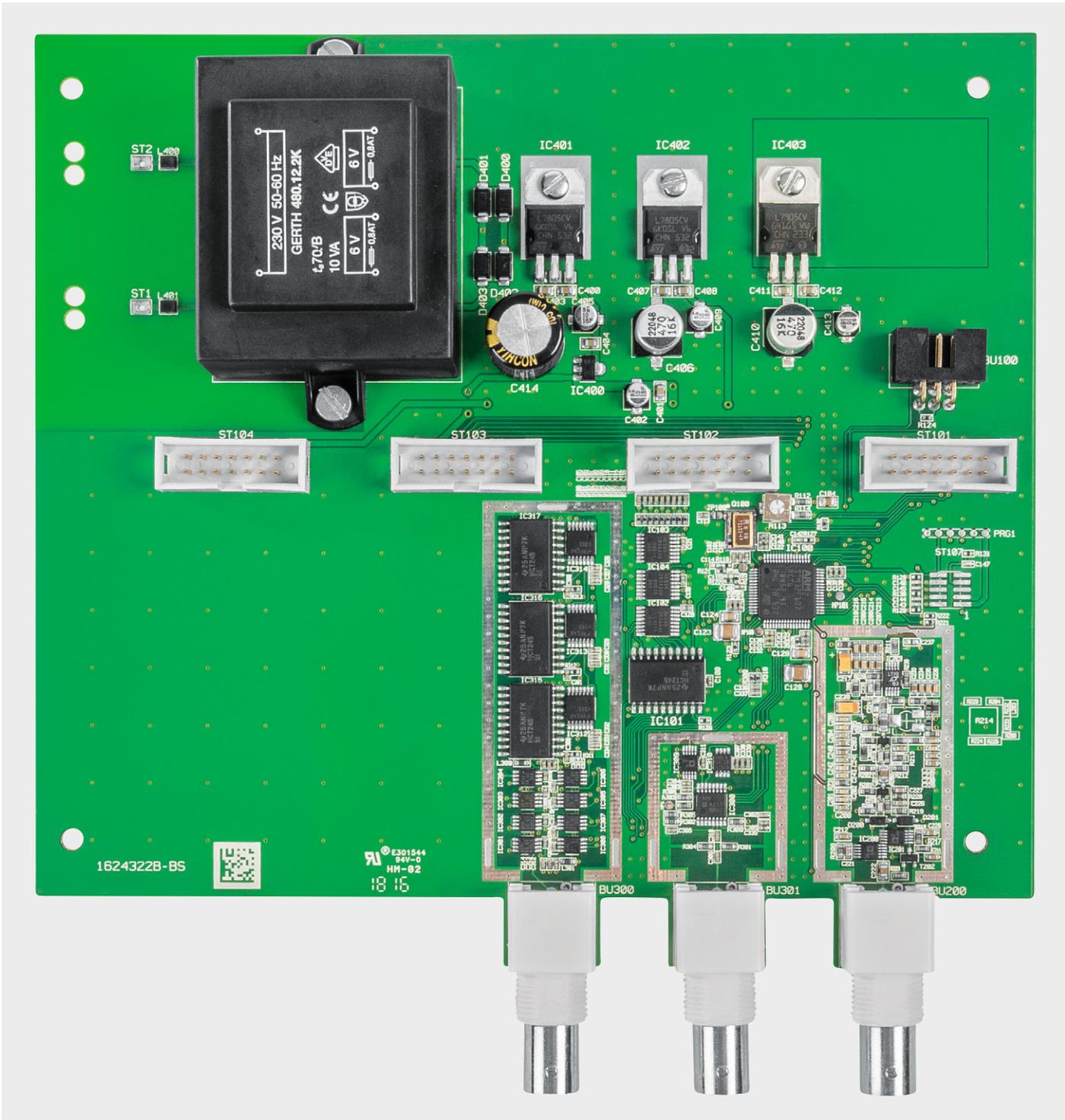


Bild 17a: Das Platinenfoto der komplett bestückten Basisplatine, hier noch ohne die Abdeckhauben für die signalverarbeitenden Baugruppen



stückungsseite her montiert und auf der Lötseite angelötet. Bei den Wannensteckern ST101 bis ST104 ist auf die Ausrichtung der bei diesem Bauteil vorhandenen Öffnung im Kunststoffkragen zu achten. Diese muss bei allen vier Wannensteckern in Richtung der Front zeigen, siehe Platinenfoto.

Es folgen die BNC-Buchsen BU200, BU300 und BU301, welche einfach an die entsprechende Position durchgesteckt und angelötet werden. Die auf dem Kunststoffgewinde der Buchsen verschraubte Mutter mit Zahnring wird nicht benötigt und kann entfernt werden. Bei den Buchsen ist explizit darauf zu achten, dass diese nach dem Anlöten plan auf der Platine und gerade zur Front liegen. Eine eventuell schief angelötete Buchse könnte zu Problemen bei der später folgenden Endmontage führen.

Nun werden die drei Abschirmbleche, mit denen die signalverarbeitenden Bereiche abgedeckt sind, in die vorgesehenen Schlitze gesteckt

und mit einigen Punktlötungen an die Platine fixiert. In Bild 20 sind die montierten Bleche zu sehen.

Darauf folgt der Einbau des Netztransformators TR400. Dessen Anschlüsse sind zunächst durch die entsprechenden Lötläugen zu stecken. Nun können die beiliegenden Schrauben (M4 x 8 mm) von der Bestückungsseite her durch die Öffnungen der Befestigungslaschen des Netztransformators und der Platine gesteckt werden. Mithilfe der M4-Fächer-scheibe und der M4-Mutter sind die Schrauben nun fest anzuziehen.

Erst nach dieser Befestigung (siehe auch Bild 19) sind die auf der Lötseite befindlichen Anschlüsse des Netztransformators anzulöten.

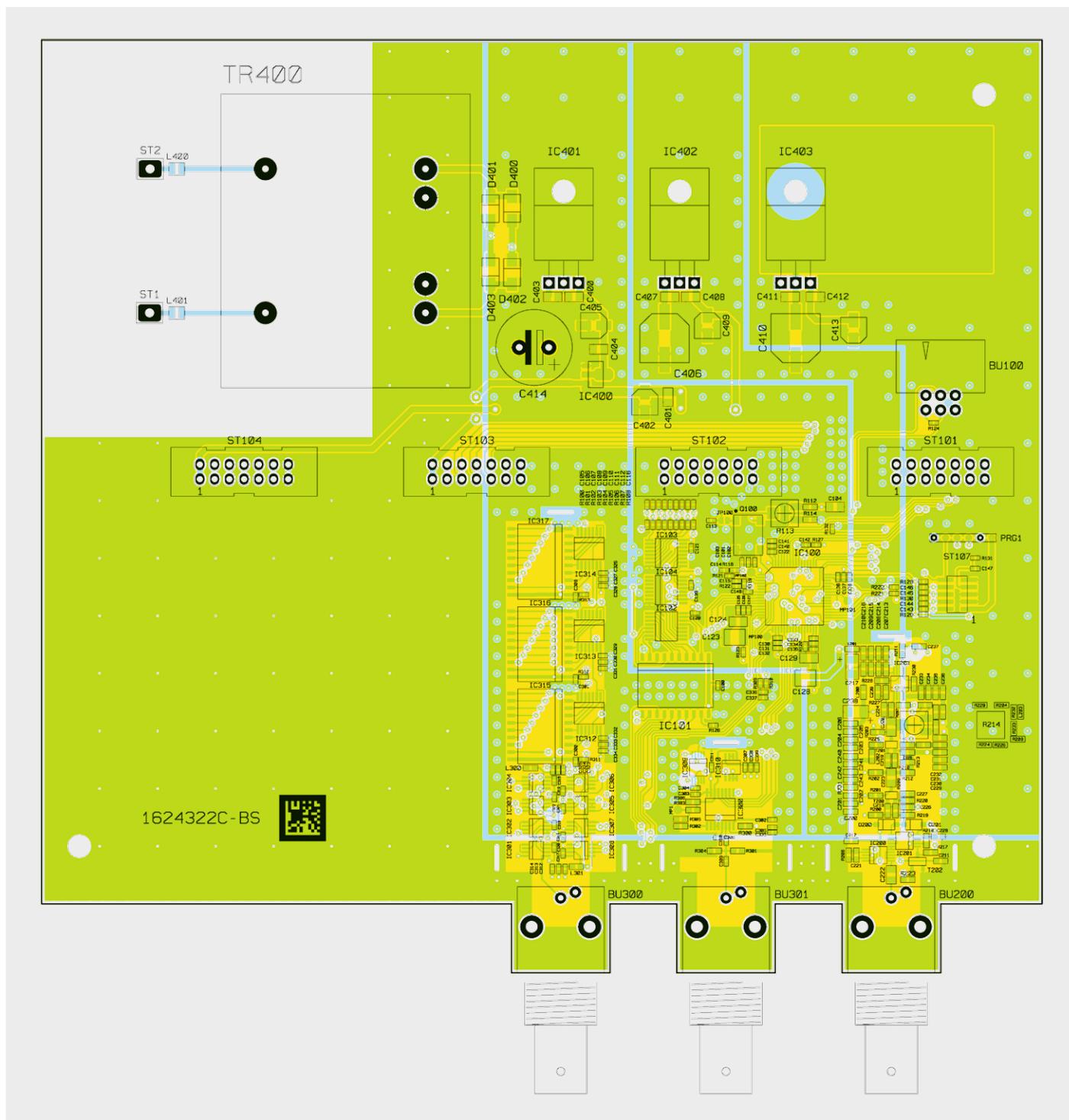


Bild 17b: Der Bestückungsplan der Basisplatine

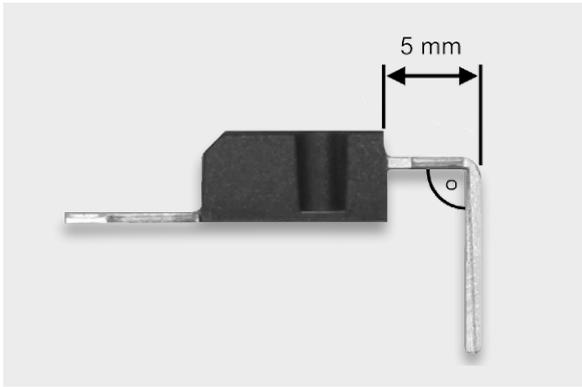


Bild 18: Vorbereiteter Spannungsregler mit Bemaßungsangaben



Bild 19: Fertig montierte Spannungsregler mit Befestigungsmaterial



Bild 20: Die drei montierten Abschirmbleche



Bild 21: Primäranschlussleitungen mit dem Ferrit-Kern nah am Transformatoranschluss

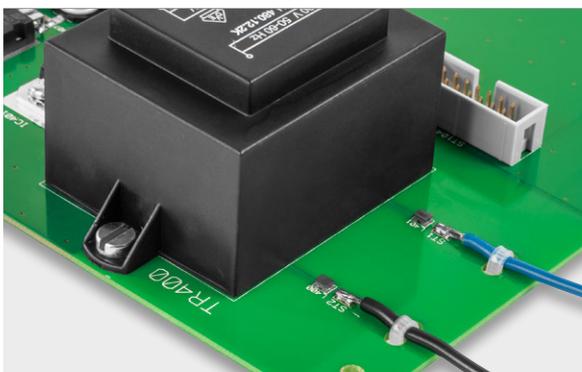


Bild 22: Detailbild zum Einbau der primärseitigen Zuleitungen des Netztransformators

Zum Anschließen der Basisplatine an die Netzteilplatine, sind die beiden Primärleitungen mit den Anschluss pads des Netztrafos (ST1, ST2) zu verbinden. Besonders wichtig ist dabei, das eine Ende der Primärleitungen mit Aderendhülsen zu bestücken. Dazu wird das eine Kabelende auf 7 mm Länge abisoliert und eine Endhülse aufgequetscht. Das andere Leitungsende wird zweimal durch den kleinen Ferrit-Ring gefädelt, sodass zum Ende hin etwa 4 cm überstehen (Bild 21). Im Anschluss sind die Enden auf 4 mm abzuisolieren, zu verdrehen und an die vorgesehenen Löt pads der Leiterplatte anzulöten. Zusätzlich werden die Anschlussleitungen jeweils mit einem Kabelbinder gesichert. Bild 22 zeigt die montierten und gesicherten Anschlussleitungen.

Frontplatine

Nachdem die Basisplatine fertig aufgebaut ist, erfolgt die Bestückung der Frontplatine (Bild 23 zeigt die Platinenfotos und die Bestückungspläne der Vorder- und Rückseite). Auch hier sind nur noch wenige Komponenten von Hand aufzulöten.

Beginnen wir mit dem Bestücken der bedrahteten Bauelemente. Zunächst werden die acht Printtaster TA1 bis TA8, die zur Bedienung des Geräts verwendet werden, nacheinander eingesetzt und auf der Platinenrückseite verlötet. Gleich im Anschluss sind die zugehörigen Tastkappen aufzupressen.

Dem folgt der Drehimpulsgeber (Inkrementalgeber), bei dem vor dem Einbau die kleine Führungsnase (siehe Bild 24) mit einem scharfen Seitenschneider abzutrennen und noch vorhandene Erhebungen plan geschliffen werden müssen. Zudem ist die Steckachse um eine Länge von 8 mm zu kürzen. Danach wird das Bauteil plan auf die Bestückungsseite der Platine gesetzt und sorgfältig verlötet. Insbesondere die beiden Gehäusehalterungen sind mit reichlich Lötzinn zu verlöten.



Wichtiger Hinweis:

Aufgrund der im Gerät frei geführten Netzspannung dürfen Aufbau und Inbetriebnahme ausschließlich von Fachkräften durchgeführt werden, die aufgrund ihrer Ausbildung dazu befugt sind. Die einschlägigen Sicherheits- und VDE-Bestimmungen sind unbedingt zu beachten. Außerdem ist bei allen Arbeiten am geöffneten Gerät, z. B. bei der Reparatur, ein Netztrenntransformator zu verwenden.



Wichtiger Hinweis zum ESD-Schutz:

Bei den verwendeten Bauteilen des Frequenzzählers FC 8000 handelt es sich um elektrostatisch gefährdete Bauteile. Das bedeutet, dass sie bereits durch bloßes Anfassen, z. B. beim Einbau oder im späteren Betrieb, zerstört werden können, sofern man vorher elektrisch geladen war, was beispielsweise durch Laufen über Teppiche passieren kann. Vor dem Handhaben bzw. dem Berühren dieser Bauteile ist es ratsam, Maßnahmen anzuwenden, die einen entsprechenden Schutz vor elektrostatischen Entladungen an diesen Bauteilen ermöglichen. Hierzu kann man sich z. B. mit einem Erdungsband erden oder zumindest ein Metallgehäuse eines Geräts oder die Heizung anfassen.

**Widerstände:**

0 Ω/SMD/0402	R309
0 Ω/SMD/0603	R232, R233
10 Ω/1 %/SMD/0603	R211, R231, R300
22 Ω/SMD/0402	R123
27 Ω/1 %/SMD/0603	R213, R218
47 Ω/1 %/SMD/0603	R220
100 Ω/SMD/0402	R100–R108
100 Ω/1 %/SMD/0603	R207, R301, R303, R304
300 Ω/1 %/SMD/0603	R112, R114
330 Ω/1 %/SMD/0603	R203
680Ω/1%/SMD/0603	R201
1 kΩ/1 %/SMD/0603	R210, R217, R223, R230, R305, R306
3,3 kΩ/1 %/SMD/0603	R209, R225
4,7 kΩ/1 %/SMD/0603	R212, R219, R302
5,6 kΩ/SMD/0402	R118, R119
10 kΩ/SMD/0402	R120–R122, R124, R126, R131, R132, R221, R222, R311–R313
10 kΩ/1 %/SMD/0603	R224, R226, R228, R229
15 kΩ/1 %/SMD/0603	R200, R204, R208
18 kΩ/1 %/SMD/0603	R202
22 kΩ/1 %/SMD/0603	R206
100 kΩ/SMD/0402	R127–R130
100 kΩ/1 %/SMD/0603	R227
Trimmer/1 kΩ/SMD	R113

Kondensatoren:

1 pF/SMD/0603	C239
6.8 pF/SMD/0603	C218, C219
10 pF/SMD/0603	C227
22 pF/SMD/0603	C221
82 pF/SMD/0603	C226
100 pF/50 V/SMD/0402	C142–C147
1 nF/50 V/SMD/0402	C103, C127, C132, C135, C138, C141, C302, C303, C305, C306, C309, C310, C314, C325, C328, C331, C334, C339
1 nF/100 V/SMD/0603	C202, C206, C210, C216, C232, C236, C243
10 nF/50 V/SMD/0402	C102, C105–C112, C116, C126, C131, C134, C137, C140, C313, C324, C327, C330, C333, C338
10 nF/SMD/0603	C201, C205, C209, C215, C231, C235, C242
100 nF/16 V/SMD/0402	C100, C101, C120–C122, C125, C130, C133, C136, C139, C148, C300, C301, C304, C307, C308, C311, C312, C315–C323, C326, C329, C332, C335
100 nF/50 V/SMD/0603	C200, C204, C208, C211, C212, C214, C225, C230, C234, C241
100 nF/SMD/0805	C400, C401, C403, C404, C407, C408, C411, C412
470 nF/50 V/SMD/0603	C228
1 μF/16 V/SMD/0402	C113
1 μF/50 V/SMD/0603	C203, C207, C213, C229, C233, C240
4,7 μF/16 V/SMD/0805	C124, C129
10 μF/10 V	C217, C238
10 μF/16 V/SMD/0805	C104, C220, C222, C223
10 μF/16 V	C402, C405, C409, C413
47 μF/SMD/1210	C123, C128
470 μF/16 V	C406, C410
2200 μF/25 V/105 °C	C414

Halbleiter:

ELV151468/SMD	IC100
74HCT245/SMD	IC101, IC315–IC317
M74HC595TTR/TSSOP16	IC102–IC104
ADG736BRMZ/SMD	IC200, IC201, IC309
Komparator/150 MHz/SMD	IC203
ADF4112/SMD	IC300
SN74LVC2G00/SMD	IC301–IC303, IC305
SN74LVC2G32/SMD	IC304, IC306
SN74LVC2G74/SMD	IC307, IC308, IC310
SN74LV393A, SMD	IC312–IC314
S1206B33U3T1/SOT89-3	IC400
7805	IC401, IC402
7905	IC403
PRF947 NXP / BFR182W Infineon	T200, T201
BC847C/SMD	T202
1N4148W/SMD	D200, D201
BYG20J/SMD	D400–D403

Sonstiges:

Chip-Ferrite, 300 Ω bei 100 MHz, 0603	L200–L203, L300, L301
Speicherdrosseln, SMD, 10 μH/550 mA	L400, L401
Quarzoszillator, 10 MHz, 3,3 V	Q100
BNC-Einbaubuchsen mit Kunststoffsockel, print	BU200, BU300, BU301
Transformator, 2x 6 V/0,833 A, print	TR400
Wannen-Steckleisten, 2x 7-polig, gerade	ST101–ST104
Wannen-Steckleiste, winkelprint, 2x 3-polig	BU100
Abschirmgehäuse 1, bearbeitet	ABS1
Abschirmgehäuse 2, bearbeitet	ABS2
Abschirmgehäuse 3, bearbeitet	ABS3
Pfostenverbinder, 2x 7-polig	
Flachbandleitung, AWG28, 14-polig	
Zylinder-Ferrit-Ringkerne, 17,5 (9,5) x 28,5 mm	
Flexible Leitung, ST1 x 0,75 mm ² , blau	
Flexible Leitung, ST1 x 0,75 mm ² , schwarz	
Aderendhülsen, isoliert, 0,75 mm ² , 10 mm, grau	
Ferrit-Ringkern, 14/8 x 5 mm	
Kabelbinder, 90 mm	
Zylinderkopfschrauben, M4 x 8 mm	
Zahnscheiben, M4	
Sechskantmuttern, M4	
Distanzrollen, M3 x 15 mm	
TORX-Kunststoffschrauben, 3,0 x 25 mm	
Zylinderkopfschraube, M3 x 8 mm	
Fächerscheibe, M3	
Mutter, M3	
Unterlegscheiben, M3	
Isolierplatte, bearbeitet	

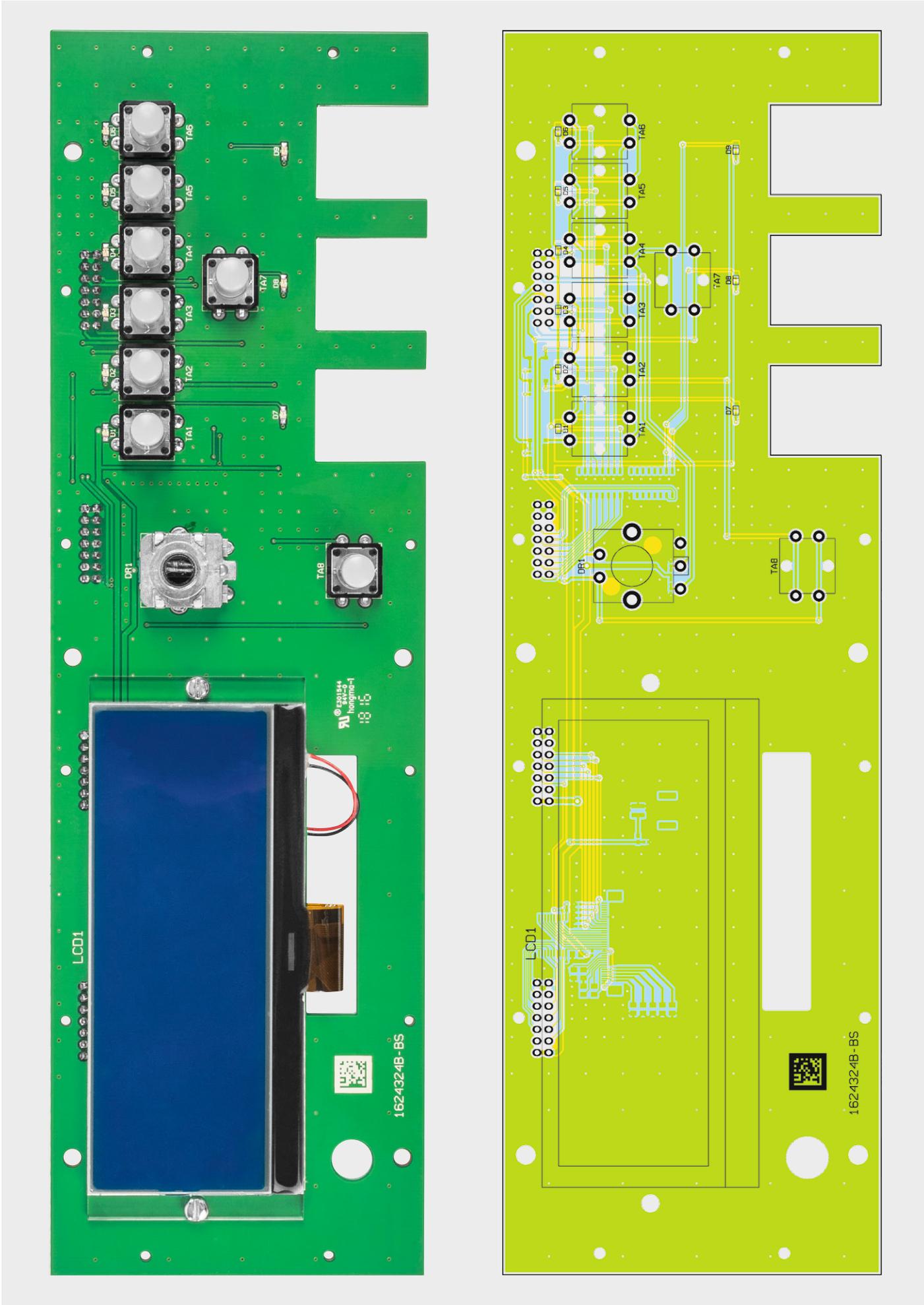


Bild 23a: Platinenfoto und zugehöriger Bestückungsplan der Vorderseite der Frontplatine (Darstellung verkleinert auf 92 % der Originalgröße)

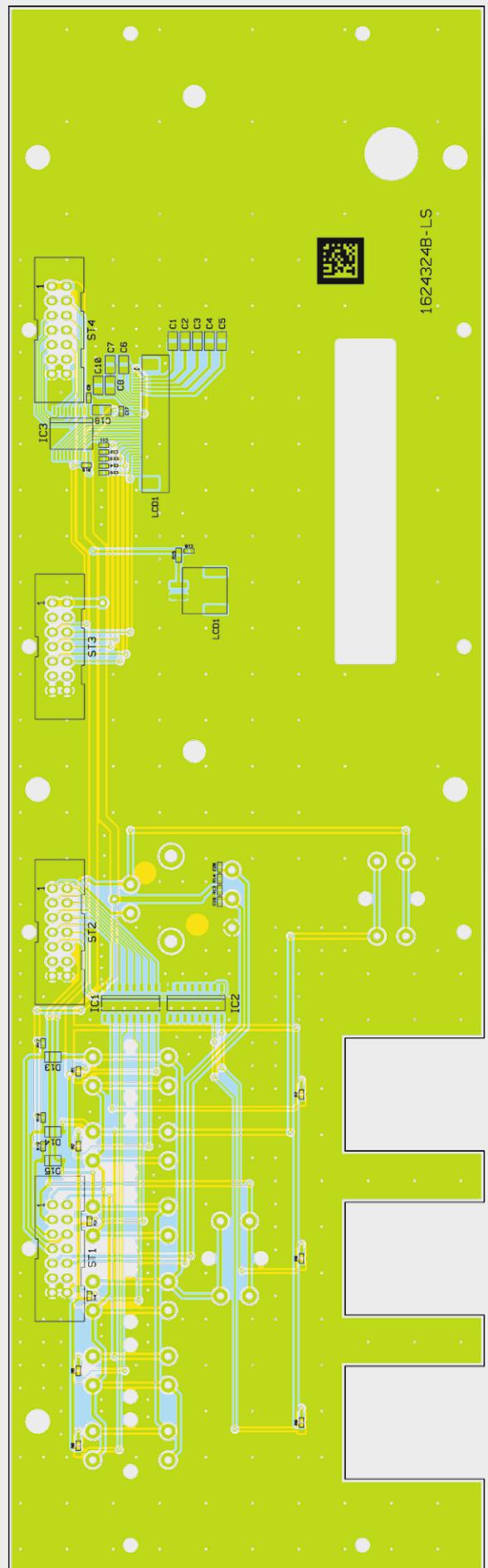
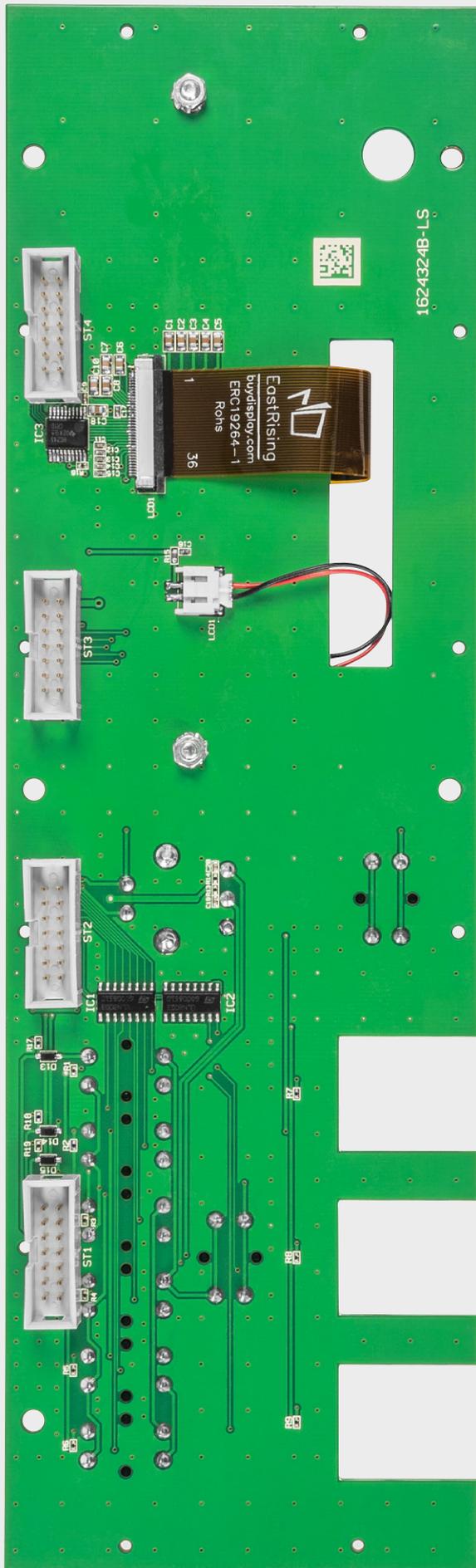


Bild 23b: Platinenfoto und zugehöriger Bestückungsplan der Rückseite der Frontplatine (Darstellung verkleinert auf 92 % der Originalgröße)

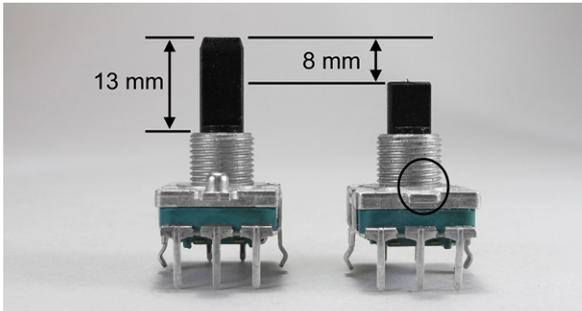


Bild 24: Die Führungsnase (links) des Inkrementalgebers wird abgeschnitten (rechts). Zudem ist die Achse von der Spitze aus um 8 mm zu kürzen.

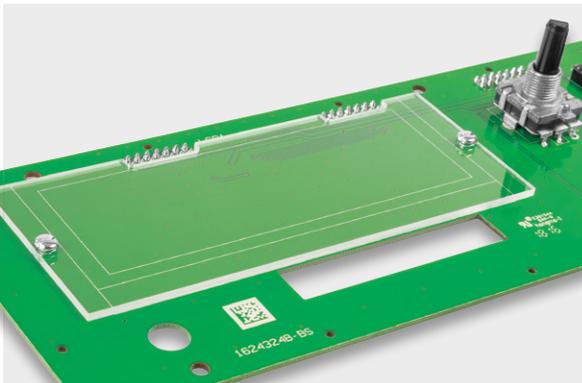


Bild 25: Der montierte Abstandshalter

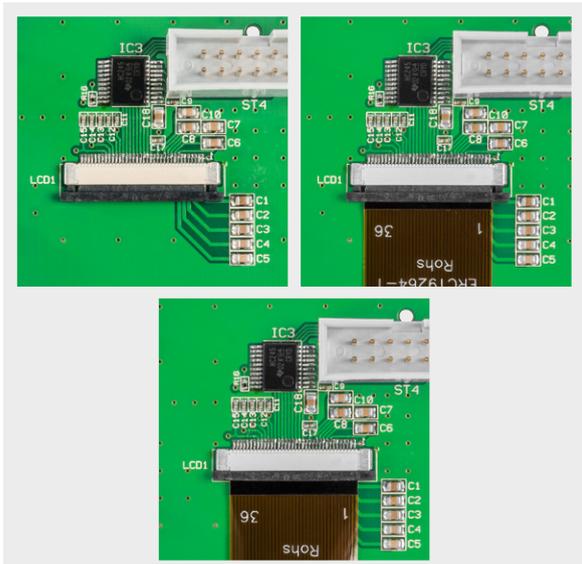


Bild 26: Die Montage der Display-Anschlussleitung: Oben links: FPC-Connector geöffnet, oben rechts: Anschlussleitung eingeführt, unten: FPC-Connector geschlossen



Bild 27: Die bereits fertig konfektionierten Flachbandkabel

Es folgen die vier Wannenstecker ST1 bis ST4, die auf der Platinenrückseite zu bestücken sind. Die korrekte Einbaurichtung der Wannenstecker ist aus dem Bestückungsdruck bzw. dem zugehörigen Platinenfoto zu erkennen.

Jetzt geht es an die Montage des Displaymoduls. Um das Display mit der Frontplatine zu verbinden, wird zunächst der beiliegende Abstandshalter auf die Bestückungsseite gelegt und mittels M3-Schrauben, Fächerscheiben und Muttern montiert. Dazu befinden sich in der Frontplatine zwei Bohrungen, in denen dann, von der Bestückungsseite her, die Schrauben durch den Abstandshalter und die Platine gesteckt und von der Rückseite mit den Fächerscheiben und den Muttern befestigt werden. Bild 25 zeigt den montierten Abstandshalter.

Auf diesem Abstandshalter wird nun das Display geklebt. Dafür sind die beiden Schutzfolien auf der Displayrückseite zu entfernen und mit den nun freigelegten Klebestreifen kann das Modul aufgeklebt werden. In diesem Schritt ist unbedingt auf eine exakte Ausrichtung des Displays zu achten, da eine schräge Montage sonst später sofort zu erkennen ist.

Durch den Abstandshalter werden die Lötanschlüsse der Wannensteifileisten ST3 und ST4 vom Display ferngehalten und das Display kommt näher an die Frontscheibe heran.

Nachdem das Displaymodul nun befestigt ist, können die 36-polige FPC-Anschlussleitung und die 2-polige Versorgungsleitung für die Hintergrundbeleuchtung, durch die in der Platine vorhandene Öffnung geschoben und auf der Rückseite in die vorgesehenen Steckverbinder gesteckt werden. Für die richtige Montage der FPC-Anschlussleitung ist in Bild 26 der FPC-Connector im Detail mit den drei Befestigungsstufen dargestellt.

Die Verbindung der Basisplatine mit der Frontplatine erfolgt über vier 14-polige Flachbandkabel (Bild 27). Diese Kabel werden fertig kon-

Widerstände:

47 Ω/1 %/SMD/0603	R15
1 kΩ/SMD/0402	R1-R9
10 kΩ/SMD/0402	R13, R14, R16-R19

Kondensatoren:

1 nF/50 V/SMD/0402	C11-C15
10 nF/50 V/SMD/0402	C19, C20
100 nF/16 V/SMD/0402	C17, C9
1 µF/16 V/SMD/0402	C16
4,7 µF/16 V/SMD/0805	C1-C8, C10
10 µF/16 V/SMD/0805	C18

Halbleiter:

ULN2003/SMD	IC1, IC2
74HC245/SMD	IC3
1N4148W/SMD	D13-D15
LED/blau/SMD	D1-D9

Sonstiges:

LC-Display-Modul, 194 x 64 Pixel, Vollgrafik, weiß / blau	LCD1
FFC/FPC-Verbinder, 36-polig, 0,5 mm, liegend, SMD	LCD1
Steckverbinder, 2-polig, abgewinkelt	LCD1
Mini-Drucktaster, B3F-4050, 1 x ein	TA1-TA8
Tastkappen, 10 mm, grau	TA1-TA8
Wannen-Steckleisten, 2 x 7-polig, gerade	ST1-ST4
Inkrementalgeber mit Taster, 12 Impulse/360 °	DR1
Alu-Drehknopf mit Steckeinsatz, 28 mm	
Gewindeformende Schrauben, 3,0 x 8 mm, Torx T10	
Zylinderkopfschrauben, M3 x 8 mm	
Muttern, M3	
Fächerscheiben, M3	

Stückliste Fronteinheit

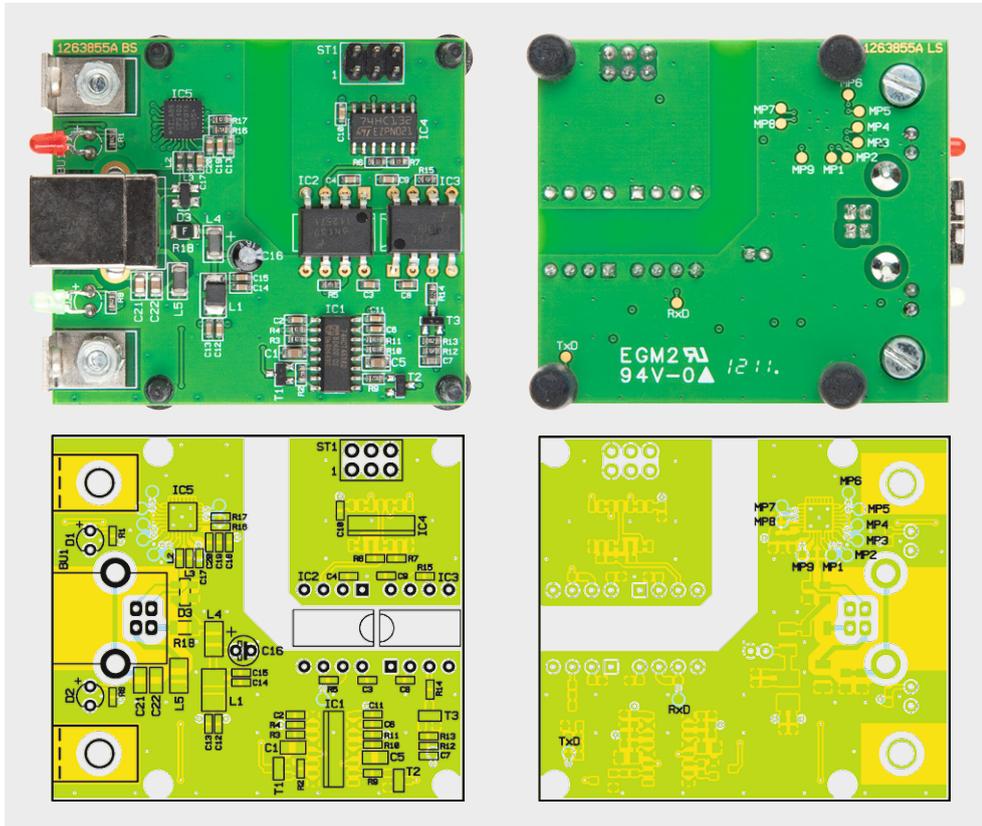


Bild 28: Die komplett bestückte Platine des U02102 mit dem zugehörigen Bestückungsplan. Hier ist das Modul sowohl mit den Befestigungswinkeln als auch mit den Gummifüßen bestückt.

Montagevideo



#1460

QR-Code scannen oder
Web-Code im Web-Shop
eingeben

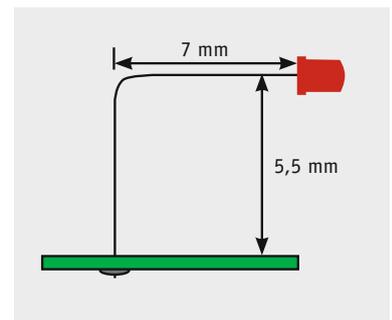


Bild 29: Die Anschlüsse der LEDs sind, wie hier gezeigt, abzuwinkeln.

fektioniert geliefert und sind bereits werkseitig mit zwei 14-poligen Flachbandkabel-Steckverbindern ausgestattet.

USB-Modul

Die gesamte Schaltung des USB-Moduls U02102 findet auf einer 48,2 x 55 mm großen Platine Platz. Das U02102 wird ebenfalls bereits mit SMD-Bauteilen bestückt geliefert, sodass nur noch die bedrahteten Bauteile bestückt werden müssen. Um unnötige Probleme zu vermeiden, sollten auch hier die SMD-Bauteile vorweg auf exakte Bestückung und eventuelle Lötfehler kontrolliert werden. Die Bestückung der bedrahteten Bauteile erfolgt in gewohnter Weise anhand der Stückliste und des Bestückungsplans, aber auch die dargestellten Platinenfotos (Bild 28) liefern hilfreiche Zusatzinformationen.

Die Bestückung der bedrahteten Komponenten wird mit der Stiftleiste ST1 und den beiden Optokoppler-ICs begonnen. Beim anschließenden Einbau der Leuchtdioden D1 und D2 und des Elektrolyt-Kondensators C16 ist die richtige Polung zu gewährleisten. Dafür sind die Leuchtdioden vor dem Einbau entsprechend vorzubereiten: Die LED-Anschlüsse sind so abzuwinkeln, dass die LEDs in die vorhandenen Bohrungen der Rückwand passen. Für die Montage an die Rückwand des FC 8000 sind die Anschlüsse der LEDs wie in der in Bild 29 dargestellten Zeichnung zunächst in 7 mm Abstand vom Diodenkörper um 90° abzuwinkeln. Anschließend erfolgt der Einbau unter Beachtung der Polung in einem Abstand von 5,5 mm (zwischen Platinenoberseite und Diodenkörpermitte gemessen).

Nun ist noch die USB-Buchse BU1 zu bestücken und anzulöten. Bitte bei der Montage dieses Bauteils besonders darauf achten, dass das Gehäuse plan auf der Platine aufliegt, bevor die Anschlüsse verlötet werden. Zur Befestigung des Moduls an die Gehäuserückwand liegen zwei Metallwinkel bei, die wie folgt zu montieren sind: Die Winkel werden auf der Bestückungsseite positioniert und mit 2 Schrauben M3 x 6 mm, die von der Platinenunterseite durch Platine und Winkel zu führen sind, und den zugehörigen Fächerscheiben und Muttern fixiert. Vor dem Festzie-

hen der Schrauben sind die Winkel so auszurichten, dass diese bündig mit dem Platinenrand abschließen. Nach dem Abschluss der Bestückungsarbeiten sollte die Platine vor der ersten Inbetriebnahme nochmals auf Lötzinnbrücken untersucht werden. In Bild 30 ist das an der großen Rückwand montierte USB-Modul zu sehen.

Montage und Einbau

Mit der Bestückung aller Leiterplatten ist bereits ein Großteil der Arbeiten zum Aufbau des FC 8000 erledigt. Bevor die Komponenten in das Gehäuse eingebaut werden, sollten nochmals die korrekte Bestückung kontrolliert und eventuell vorhandene Lötbrücken entfernt werden.



Bild 30: Die Rückwand mit dem USB-Modul

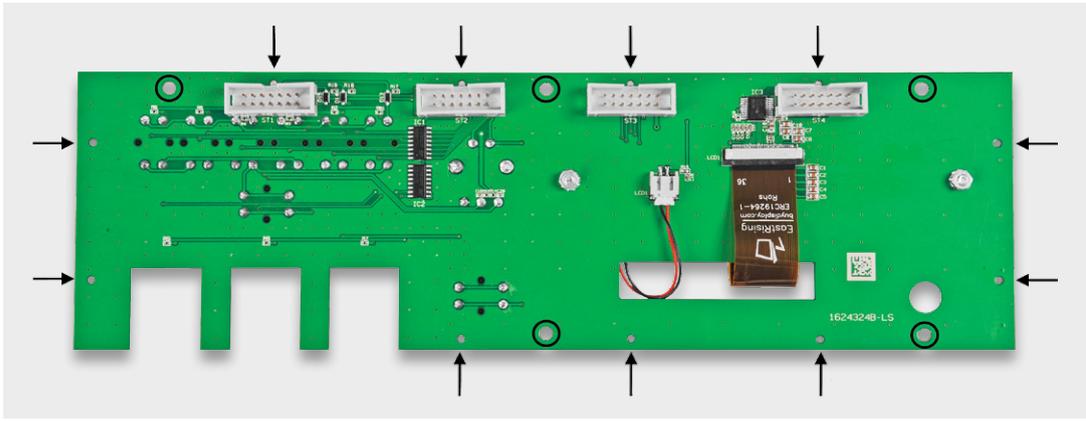


Bild 31: Die Lage der Befestigungsbohrungen (Kreise) und der Bohrungen für die Führungsstifte (Pfeile) des Frontrahmens auf der Frontplatine

Danach wird die bedruckte Frontplatte mit vier TORX-Schrauben (3,0 x 8 mm, TORX-Schraubendreher Größe 10) am Frontrahmen befestigt. Dabei ergibt sich dessen Lage durch die vier kleinen Führungsstifte, die in die entsprechenden Löcher der Frontplatte eingreifen müssen, bevor man die Frontplatte verschraubt. Es folgt die Befestigung der Frontplatine mit 5 TORX-Schrauben 3,0 x 8 mm an den Positionen, wie es in Bild 31 zu sehen ist. Hier gibt es 11 Führungsstifte im Frontrahmen, die exakt in die entsprechenden Platinenlöcher eingreifen müssen, bevor die Schrauben festgezogen werden.

Abschließend ist der Bedienknopf des Drehimpulsgebers (Inkrementgeber) bis zum Anschlag auf die zugehörige Achse zu pressen.

Im nächsten Arbeitsschritt wird nach Aufpressen zweier kurzer, dem Gehäuse beiliegender Distanzhülsen auf die Gehäusedome 2 und 3 zusammen mit der schmalen Sektion der Rückwand die Netzplatine einge-

Stückliste Gehäuse

Gehäuseoberteil, anthrazit	
Gehäuseunterteil mit Gewindeinsatz	
Frontrahmen	
Profilfüße, schwarz	
Profilkappen, schwarz	
Aluprofile	
Distanzhülsen, 3,5 mm	
Gehäuseschrauben, M4 x 40 mm	
Gewindeformende Schrauben, 3,0 x 8 mm, Torx T10	
TORX-Kunststoffschrauben, 3,0 x 12 mm	
Kleingeräte-Netzbuchse, 2-polig, winkelp rint	BU1000
Netzanschlussklemme, 2-polig	KL1000
VDE-Sicherungshalter PTF50, liegend, print	SI1000
Schadow-Netzschalter, print	S1000
Netzschalter-Schubstange	S1000
Tastknopf, 18 mm	S1000
Distanzhülsen, 3,5 mm	
Zylinderkopfschrauben, M3 x 8 mm	
TORX-Kunststoffschrauben, 3,0 x 12 mm	
Fächerscheiben, M3	
Muttern, M3	
Kabelbinder, 90 mm	
Netzkabel mit Euro- und Kleingerätestecker, schwarz	
100 nF/300 Vac/X2	C1000
Sicherung, 100 mA, träge	SI1000
Frontplatte mit Display-/LED-Scheiben, bearbeitet und bedruckt	
Display-Abstandshalter	
Rückplatte mit Löchern, kleines Teilstück, bedruckt	
Rückplatte bearbeitet, großes Teilstück	

Stückliste USB-Modul

Widerstände:	
220 Ω/SMD/0603	R14
390 Ω/1 %/SMD/0603	R6, R7
1 kΩ/SMD/0603	R1, R2, R8, R9, R13, R16
3,3 kΩ/1 %/SMD/0603	R5, R12, R15
10 kΩ/SMD/0603	R3, R4, R10, R11, R17
Polyswitch/6 V/0,5 A/SMD/1206	R18
Kondensatoren:	
2,2 pF/SMD/0603	C7
1 nF/SMD/0603	C13, C14
10 nF/SMD/0603	C18
10 nF/SMD/0805	C21
100 nF/SMD/0603	C2-C4, C6, C8-C12, C15, C17, C19
100 nF/100 V/SMD/0805	C22
1 µF/SMD/0603	C20
10 µF/SMD/0805	C1, C5
10 µF/16 V	C16
Halbleiter:	
74HCT4538/SMD/NXP (Philips)	IC1
6N137/DIP-8	IC2, IC3
74HC132/SMD/SGS	IC4
ELV151465/SMD/USB-Controller	IC5
BC848C/SMD	T1-T3
LED/3 mm/rot	D1
LED/3 mm/grün	D2
Zener-Diode-Array/SP0503BAHTG/SMD	D3
Sonstiges:	
SMD-Induktivität, 22 µH, 250 mA	L1
Chip-Ferrite, 420 Ω bei 100 MHz, 0603	L2, L3, L6, L7
Chip-Ferrite, 120 Ω bei 100 MHz, 1206	L4, L5
USB-B-Buchse, winkelp rint	BU1
Zylinderkopfschrauben, M3 x 6 mm	
Muttern, M3	
Fächerscheiben, M3	
Befestigungswinkel, vernickelt	
Produkt-Aufkleber U02102-FC 8000	
Flachbandleitung, AWG28, 6-polig	
Pfostenverbinder, 6-polig	
USB-Kabel (Typ A auf Typ B) für USB 2.0, 1,5 m, schwarz	



setzt und mit einer TORX-Schraube 3,0 x 12 mm (zwischen SI1000 und Netzbuchse) fest verschraubt. Die zweite Schraubenöffnung bleibt vorerst frei.

Im Anschluss erfolgt der Einbau der Basisplatine in das Gehäuseunterteil. Dazu sind zunächst die Schraubdomme 4, 13, 16 und 19 ebenfalls mit den dem Gehäuse beiliegenden kurzen Abstandshülsen zu bestücken. Die Basisplatine wird dann zunächst mit drei TORX-Schrauben 3,0 x 12 mm verschraubt, die Schraubenöffnung in der Nähe des Netztransformators bleibt vorerst frei.

Es folgt das Einsetzen der großen Sektion der Rückwand in die zugehörigen Führungsnuten des Gehäuseunterteils und der schmalen Rückwand-Sektion. Nun wird auch die Datenverbindung zwischen dem USB-Modul und der Basisplatine hergestellt. Dazu sind die zwei Flachbandkabel-Steckverbinder auf das beiliegende 6-polige Flachbandkabel aufzupressen. Als Hilfe für die korrekte Montage dient hierbei der auf dem Steckverbinder vorhandene Pfeil, welcher auf die einzelne rote Leitung (Pin 1) am Kabel zeigt. Nach dem Aufpressen können die Steckverbinder dann auf den Wannenstecker BU100 und die Stiftleiste ST1 gesteckt werden.

Danach werden die Primärleitungen des Netztrafos in die Schraubklemme der Netzplatine geführt und sorgfältig verschraubt. Zur doppelten Sicherung dient ein Kabelbinder, der in Bild 32 zu erkennen ist. Die Schubstange des Netzschalters wird dann mit dem zugehörigen Druckknopf bestückt, auf den Schalter aufgepresst und in die Führungsnut der Gehäuse-Unterhalbschale gelegt.

Nun folgt die Montage der glasklaren Isolierscheibe, die als Berührungsschutz bei geöffnetem Gerät dient. Diese ist, wie in Bild 32 zu sehen, aufgesetzt auf zwei 15-mm-Distanzhülsen und mit zwei TORX-Schrauben 3,0 x 25 mm und Unterlegscheiben auf die Netzteil- und Basisplatine zu montieren.

Bevor abschließend die vormontierte Frontplatteineinheit eingesetzt wird, sollten zum einfacheren Einbau die beiden vorderen Schrauben der Basisplatine wieder etwas gelockert werden, sodass die Platine vorn leicht angehoben werden kann. Dies erleichtert den jetzt folgenden Einbau der Frontplatte.

Dazu wird diese leicht nach vorn angekippt, in die vordere Führungsnut der Gehäuse-Unterschale eingesetzt, dann hochgekippt, wobei Netzschalter-Abdeckkappe und BNC-Buchsen durch die zugehörigen Bohrungen zu führen sind.

Nach dem senkrechten Aufrichten der Frontplatte sind die beiden gelösten Schrauben der Basisplatine wieder anzuziehen.

Jetzt hat die Frontplatte für die folgenden Schritte zunächst genug Halt im Gehäuse. Das Verbinden der vier Wannenstecker auf Basis- und Frontplatine schließt den Aufbau vorläufig ab und wir kommen zur Kalibrierung des Geräts.

Inbetriebnahme und Kalibrierung

Trotz der im FC 8000 eingesetzten qualitativ hochwertigen Bauteile haben bestimmte Parameter Abweichungen, die systembedingt und durch Alterung hervorgerufen werden. Hierzu zählt in erster Linie

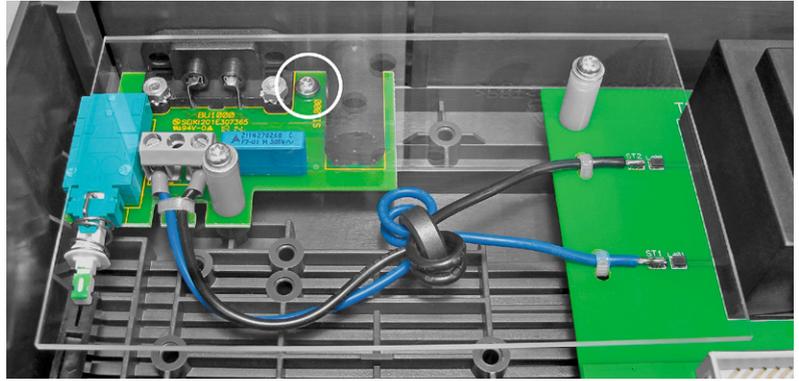


Bild 32: Die Details zur Montage der Netzplatine: Hier sind sowohl die Lage der Platinenbefestigungsschraube (weißer Kreis) als auch der Anschluss des Netztrafo-Primärkabels inklusive Arretierung und die Montage der durchsichtigen Abdeckplatte zu sehen.

die Genauigkeit des eingesetzten Taktgebers Q100. Um die Abweichungen der Referenzfrequenz zu kompensieren, können diese mittels einer Kalibrierung korrigiert werden. Dazu befindet sich im Gerätemenü des FC 8000 unter dem Punkt *Calibration* die Kalibrierfunktion. Damit die Kalibrierung auch korrekt funktioniert, sollte sich der FC 8000 dabei im betriebswarmen Zustand befinden, der nach zirka 10 Minuten erreicht wird.

Durch den Aufruf des Unterpunkts *Frequency Calibration* bereitet der FC 8000 eine Frequenzmessung am dritten Messeingang (10 Hz – 100 MHz/AC) mit einer fest eingestellten Torzeit von 20 Sekunden vor. Geben Sie nun ein Ihnen bekanntes Referenzsignal auf den Eingang und lassen Sie die Frequenz vom FC 8000 ermitteln. Die Messung wird mit einem kurzen Druck auf den Inkrementalgeber gestartet. Nachdem die ermittelte Frequenz auf dem Display mit insgesamt 8 Stellen angezeigt wird, können sie nun mit einem weiteren Druck auf dem Inkrementalgeber diesen Wert so anpassen, dass dieser der von Ihnen eingespeisten Frequenz des Referenzsignals entspricht.

Hierzu wird die gemessene Frequenz weiterhin angezeigt und unterhalb der letzten Ziffer erscheint nun ein kleiner Strich. Dieser Strich gibt an, welche Stelle mit dem Inkrementalgeber nun angepasst werden kann. Ein kurzer Tastendruck des Inkrementalgebers lässt den Strich zur nächsten änderbaren Ziffer springen, ein langer Tastendruck (mehr als 5 Sekunden) bestätigt die Eingabe. Sie können den Kalibriervorgang jederzeit durch einen langen Tastendruck der Taste Menu abbrechen.

Anhand der von FC 8000 gemessenen und der von Ihnen eingegebenen Frequenz kann nun ein Korrekturfaktor berechnet werden, und die Kalibrierung ist damit abgeschlossen.

Zurücksetzen der Geräteeinstellungen

Um die Kalibriereinstellungen des Geräts wieder auf die ab Werk vorgegebenen Werte zurückzusetzen, befindet sich ebenfalls im Gerätemenü des FC 8000 der Punkt *Factory Reset*. Wird dieser Punkt angewählt, kommt eine zweite Nachfrage, ob das Zurücksetzen der Werte tatsächlich gewünscht ist. Diese kann dann mittels Drehimpulsgeber mit *YES* oder *NO* quittiert werden.

Endmontage

Nach der erfolgreichen Inbetriebnahme und einer abschließenden Kontrolle aller Gerätefunktionen folgt noch der Gerätezusammenbau. Dazu werden die vier Alu-Gehäuseprofile auf die vier Eckpfosten des Gehäuseunterteils aufgeschoben. Damit dabei nicht die Frontplatte beschädigt wird, drückt man diese etwas nach hinten, bis das Alu-Profil vollständig eingeschoben ist. Jetzt erfolgen das Aufsetzen des Gehäuseoberteils (mit den vier durchgehenden Querstreben nach vorn) sowie das Verschrauben beider Gehäuseteile mit den 4 zugehörigen Inbusschrauben M4 x 40 mm. Nach Aufpressen der Gehäusefüße und der Abdeckkappen ist der Aufbau des FC 8000 abgeschlossen.