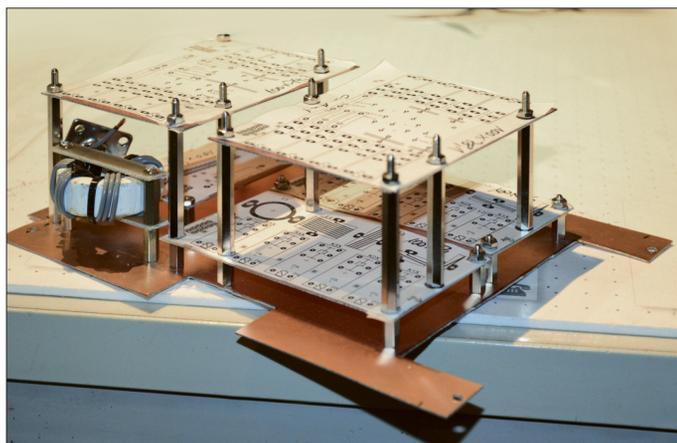


# Ergänzung zum Beitrag in FA 1/22 und 2/22, S. 11 f. und S. 116 f. „Drehbarer KW-Dipol mit ferngesteuertem Anpassgerät“

Leider fanden nicht alle Zeichnungen, Fotos, Bestückungspläne, Materiallisten usw. in der gedruckten Ausgabe Platz. Diese werden hier nachgereicht und liegen zum Teil auch als Dateien im EAGLE-Format im Zusammenhang mit

- Markierung der Bohrlöcher (Spulen) auf der Grundplatte,
- Provisorischer Aufbau aller Platinen unbestückt (Sandwich) mit den Distanzbolzen auf der Grundplatte zur Markierung der restlichen Bohrlöcher,



**Bild A1:**  
Modularer Aufbau der Abstimmeinheit in Sandwich-Bauweise; die elektrische Verbindung zwischen L- und C-Platinen erfolgt mit 40 mm langen Abstandsbolzen.

Fotos: DK3HA

dieser Beitragsergänzung vor. Es sei hier nochmals darauf verwiesen, dass eine kommerzielle Nutzung des gesamten Projekts nicht vorgesehen und untersagt ist. Dies gilt insbesondere für die Schaltpläne und EAGLE-Layouts, die im vorliegenden Dateipaket zur Verfügung gestellt werden.

Alle Platinen sind mit Amateurmitteln erstellt. EAGLE-Version 6.5, Foliendruck mit Tintenstrahldrucker, Belichtung mit selbst gebautem Belichtungsgerät ([www.bun.gard.de](http://www.bun.gard.de)), Entwicklung in Fotoschale, Ätzen mit Eisen(III)-Chlorid in Jenaer Schüssel, Bohrungen mit gehärteten Bohrern, Durchmesser 0,8 mm, 1 mm, 1,3 mm 3,2 mm, Oberflächenveredelung der Platinen mit Anreibesilber.

### ■ Abstimmereinheit

Zunächst folgen die ergänzenden Unterlagen zur Abstimmereinheit.

### Aufbaureihenfolge

Beim Aufbau des Dipols einschließlich Anpassgerät sollte folgende Reihenfolge eingehalten werden:

- Fertigung der Grundplatte nach Vorgabe mit den vier Bohrungen für das Gehäuse,

### Hinweis zur Herstellung einer zweiseitigen Platine

Für die Unterseite (Bottom, Pads, Vias, Dimension) und die Oberseite (Top, Pads, Vias, Dimension) werden zwei getrennte Folien gedruckt, wobei die Oberseite gespiegelt wird. Beide Folien werden deckungsgleich übereinandergelegt und mit Klebeband an den Rändern fixiert. Eine Seite bleibt offen, in die die doppelseitige, fotobeschichtete und zugeschnittene Platine gesteckt und fixiert wird. Die fotobeschichtete Platine reagiert nach Entfernen der Schutzfolie kaum auf normales Tageslicht. Nach dem Belichtungs- und Ätzvorgang wird die Platine gebohrt (1 mm für die Stiflleisten, 0,8 mm für die Durchkontaktierungen). Alle Durchkontaktierungen (Vias) werden unten und oben mit dünnem Schweißdraht verlötet. Danach werden das Poti und die Stiflleisten gemäß Beschreibung von oben und unten verlötet. Alle übrigen Platinen dieses Projekts sind einseitig fotobeschichtet.

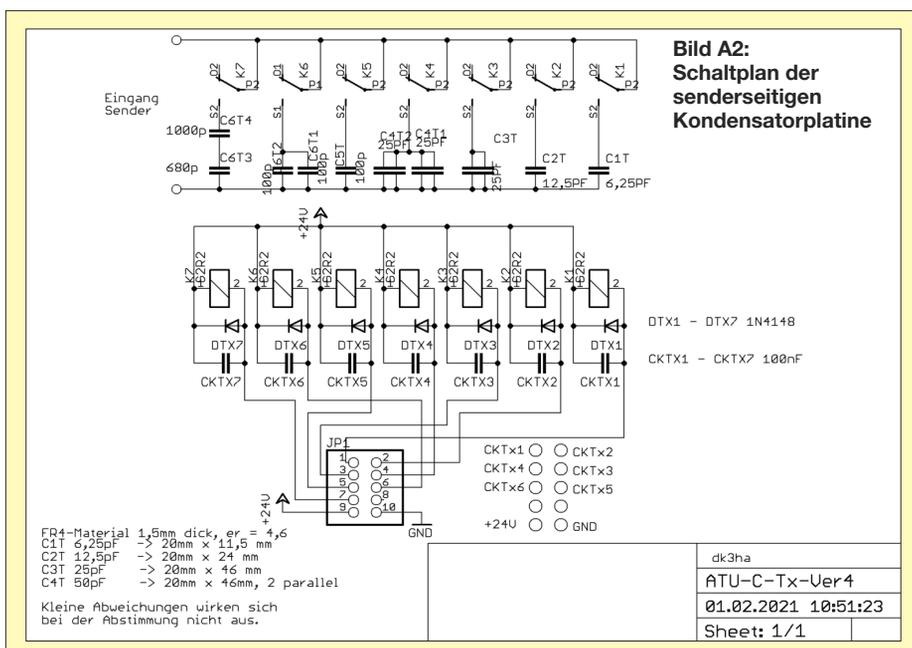
- Bestückung der HF-relevanten Kondensatoren und Spulen,
- Bestückung der Platine Verbindung L-C auf Pinhead 26,

### Stückliste der senderseitigen Kondensatorplatine

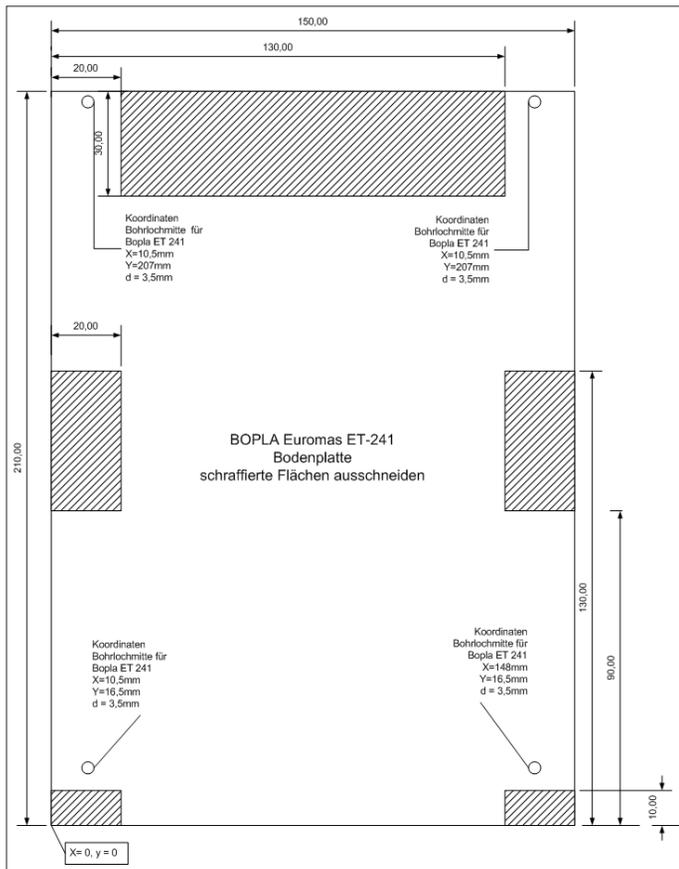
1 Stk.	6,25 pF	Maße 18,7 mm x 13 mm
1 Stk.	12,5 pF	Maße 27,5 mm x 18 mm
3 Stk.	25 pF	Maße 49,4 mm x 18 mm
1 Stk.	8 pF	Maße 16,4 mm x 18 mm
3 Stk.	16 pF	Maße 32,8 mm x 18 mm
3 Stk.	100 pF	FKP-1 2000V C5T, C6T1, C6T2
1 Stk.	680 pF	FKP-1 2000V C6T3
1 Stk.	1000 pF	FKP-1 2000V C6T4
1 Stk.	330 pF	FKP-1 2000V
7 Stk.	100 nF	1206 SMD CKTX1-CKTX7
7 Stk.	1N4148	DIODE SMD DTX1- DTX7
1 Stk.	Stiflleiste	2X5 JP1
7 Stk.	Relais	50.52 24V K1- K7, Finder

\*Die kleineren Kondensatoren bis 50 pF sind aus doppelt kupferkaschiertem Material FR4 hergestellt ( $\epsilon_r = 4,6$ ), siehe [www.bungard.de](http://www.bungard.de)

- Erstellung und Messung der Kondensatoren aus Platinenmaterial nach den Vorgaben,
- Erstellung und Messung der Spulen (auf gleiche Werte achten),
- Bestückung der vier Platinen mit den 100-nF-Kondensatoren und Dioden,
- Bestückung der vier Platinen mit den Relais,

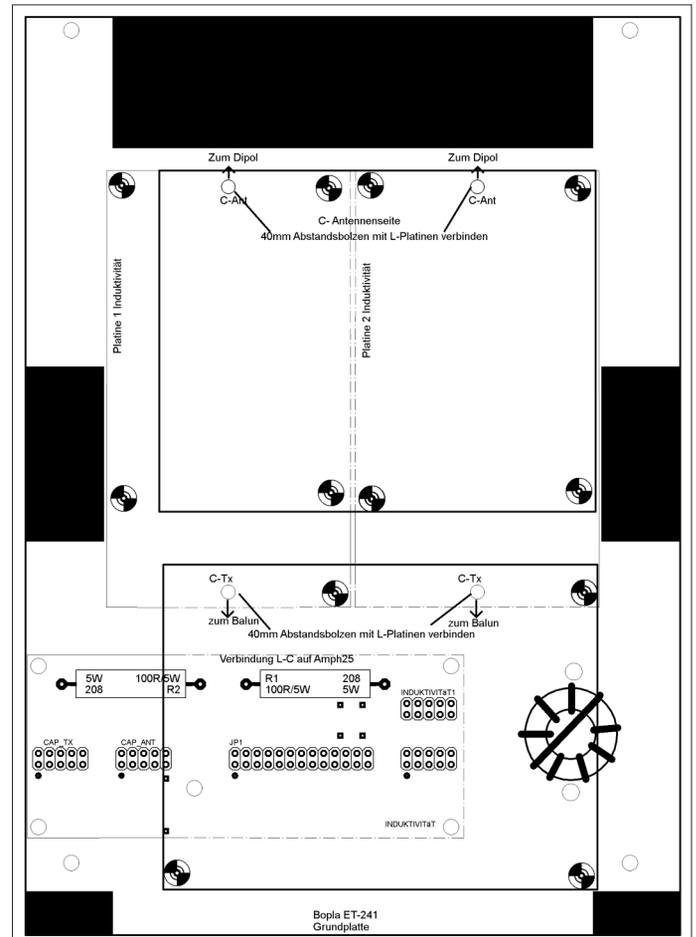






**Bild A8:**  
Grundplatte für  
das Bopla-  
Gehäuse ET-241

- Aufbau aller Module auf der Grundplatte,
- Messung der Grundlast,
- Anfertigung der Bohrungen des Bopla-Gehäuses gemäß Vorgabe,
- Anfertigung der mechanischen und elektrischen Befestigung des Dipols,
- Test der Anlage.



**Bild A9:**  
Anordnung der  
Baugruppen und  
Platinen auf der  
Grundplatte des  
Bopla-Gehäuses  
ET-241

**Material zur Befestigung der Platinen**

15 Stk.	DA	10-mm-Distanzhülsen
8 Stk.	DA	40-mm-Distanzhülsen
2 Stk.	DA	50-mm-Distanzhülsen
50 Stk.		*M3 x 5mm VA-Schrauben
50 Stk.		*M3 VA Muttern
50 Stk.		*M3 Sprengringe

**Anmerkung:**

Für die vier Verbindungen der Platinen für die Induktivitäten mit den korrespondierenden Platinen für Antennen- und Senderseite sollten unbedingt 40mm lange Distanzhülsen (HF-Verbindung) verwendet werden. Alle anderen Distanzhülsen dienen nur der mechanischen Befestigung und können aus dem Bestand gestückelt werden.

**Steereinheit**

Die folgenden Unterlagen betreffen den Bau der Steereinheit. Der Quelltext der Software des Arduino Mega 2560 ist in der INO-Datei hinterlegt, die sich ebenfalls im vorliegenden Dateipaket befindet. **Hinweis:** Im Gegensatz zur Version 1 wird bei der Version 4 der Abstimm-einheit die Heizung mit 24 V betrieben. Somit entfällt hier die zusätzliche 12-V-Versorgung.



**Bild A11:**  
Einzelteile des  
CPC-Steck-  
verbinders



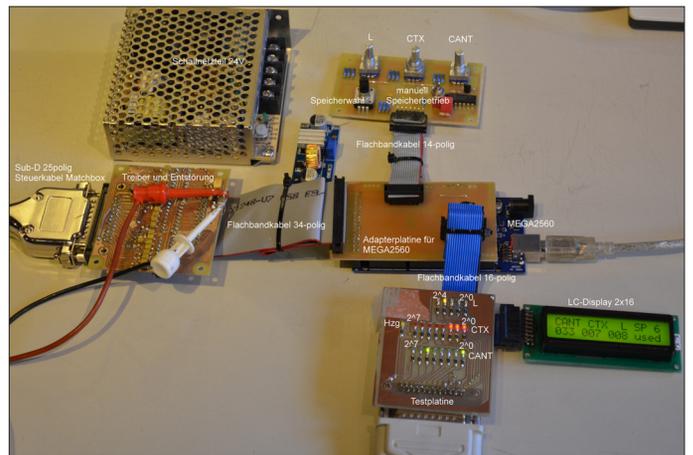
**Bild 17:** Innenansicht des Steuergeräts

**Stückliste der Hilfsplatine für den Arduino Mega 2560**

- 4 Stk. Stiftheiste 1 x 8\*
- 1 Stk. Stiftheiste 2 x 18\*
- 1 Stk. Stiftheiste 2 x 17\*\*
- 1 Stk. Stiftheiste 2 x 8\*\*
- 1 Stk. Stiftheiste 2 x 7\*\*
- 1 Stk. Trimpoti 5 kΩ PT 10

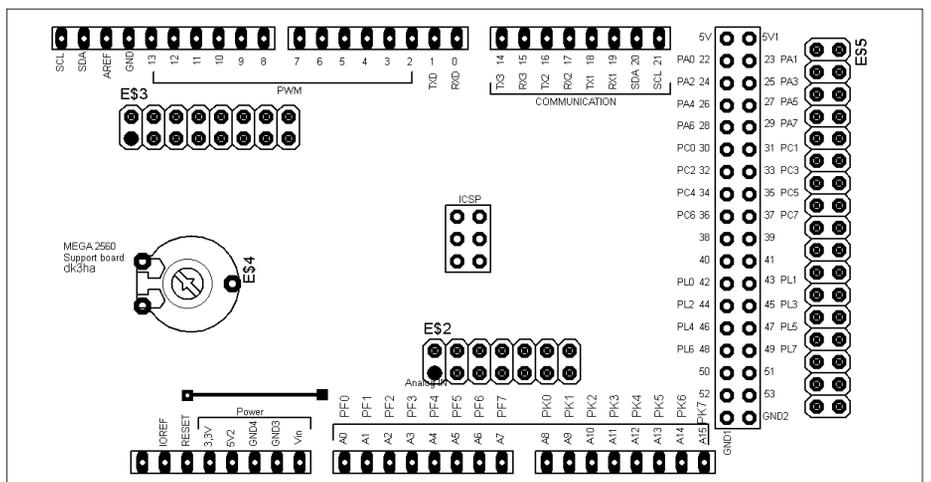
\* gerade Stifte auf Unterseite bestücken, auf Oberseite verlötet  
\*\* gerade Stifte auf Oberseite bestücken, auf Unterseite verlötet

**Bild A10:**  
Die mithilfe von  
Flachbandkabel  
verbundenen  
Baugruppen der  
Steereinheit dienen  
zum Test der  
Arduino-Steuer-  
software und zur  
Funtionsoptimierung;  
siehe auch weiter  
hinten Abschnitt  
**Testmodul**



**Belegung der Pins (Ports) des Arduino Mega 2560**

Pin	Anschluss	Beschreibung	Port	Pin	Anschluss	Beschreibung	Port
13	RS	Display		12	EN	Display	
11	D4	Display		10	D5	Display	
9	D6	Display		8	D7	Display	
22	CAnt1	Kondensator Ant	PA7	23	CAnt 2	Kondensator Ant	PA6
24	CAnt 3	Kondensator Ant	PA5	25	CAnt 4	Kondensator Ant	PA4
26	CAnt 5	Kondensator Ant	PA3	27	CAnt 6	Kondensator Ant	PA2
28	CAnt 7	Kondensator Ant	PA1	29	CAnt 8	Kondensator Ant	PA0
30	CTx1	Kondensator Tx	PC0	31	CTx2	Kondensator Tx	PC1
32	CTx3	Kondensator Tx	PC2	33	CTx4	Kondensator Tx	PC3
34	CTx5	Kondensator Tx	PC4	35	CTx6	Kondensator Tx	PC5
36	CTx7	Kondensator Tx	PC6	37	NC		
38	NC			39	NC		
40	NC			41	NC		
42	L1	Induktivitaten	PL0	43	L2	Induktivitaten	PL1
44	L3	Induktivitaten	PL2	45	L4	Induktivitaten	PL3
46	L5	Induktivitaten	PL4	47	NC		
48	NC			49	NC		
50	NC			51	NC		
52	NC			53	NC		
54	GND				GND		
A0	S1-1	Tx-Encoder 1-1					
A1	S1-3	Tx-Encoder 1-3					
A2	S1 (Schalter)	manuell/Speicherbetrieb					
A3	S2-1	Cant-Encoder 2-1					
A4	S2-3	Cant-Encoder 2-3					
A5	Sw1	Resetimpuls					
A6	S3-1	L-Encoder 3-1					
A7	S3-3	L-Encoder 3-3					
A8	Sw3	NC					
A9	S4-1	Speicherwahl 4-1					
A10	S4-3	Speicherwahl 4-3					
A11	Sw4	Ablage EEPROM					



**Bild A13:** Bestückungsplan der doppelseitigen Hilfs- (Sandwich-)platine für die Kontaktierung des Arduino Mega 2560

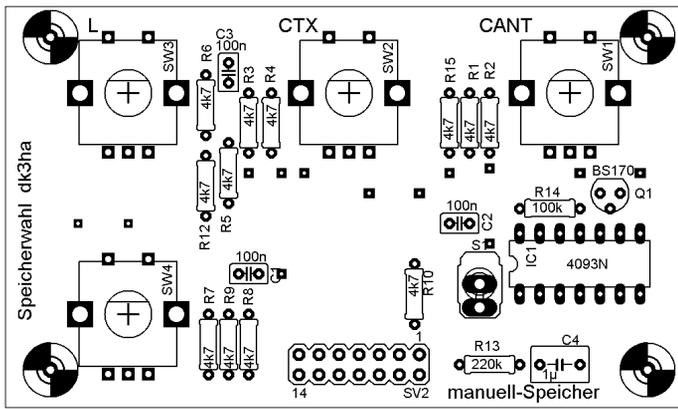


Bild A14:  
Bestückungsplan  
der Encoder-Platine

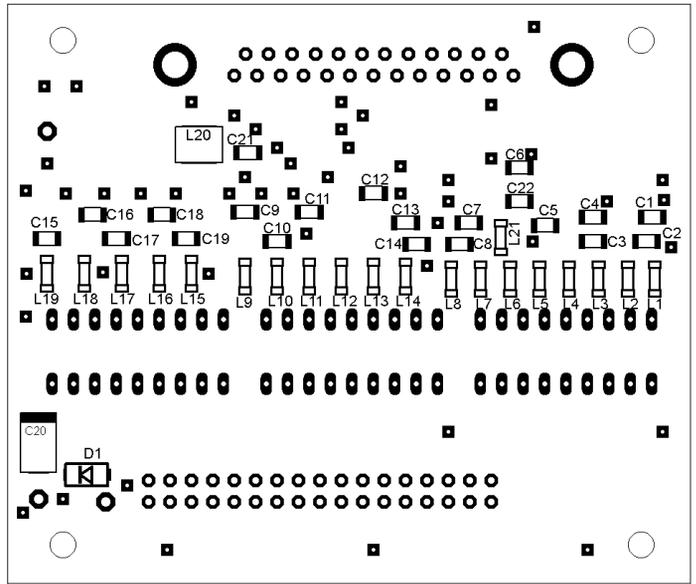


Bild A15:  
Bestückungsplan der  
Platinenunterseite  
Treiber und  
Entstörung

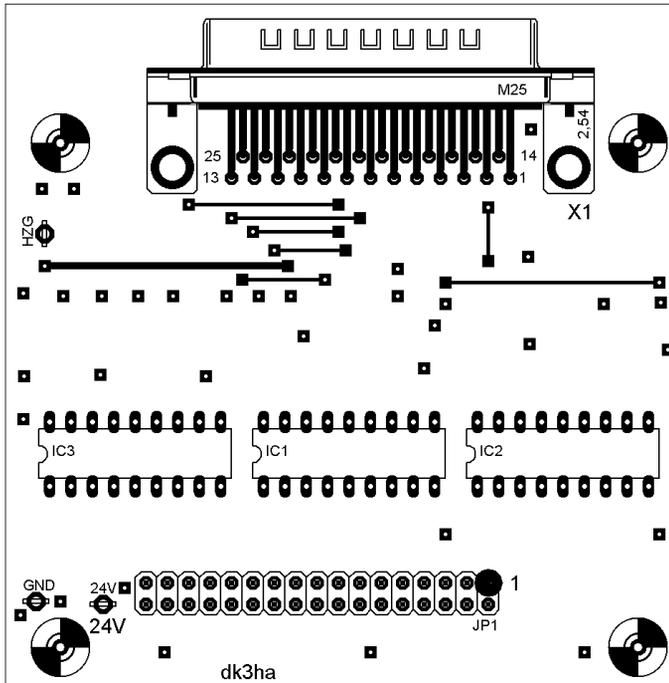


Bild A16:  
Bestückungsplan der  
Platinenoberseite  
Treiber und  
Entstörung

**Stückliste der Baugruppe Treiber und Entstörung**

1 Stk.	Stiftleiste 2 x 17 gerade Stifte auf Oberseite bestücken
1 Stk.	Sub-D 25-polig male gewinkelt, auf Oberseite bestücken
21 Stk.	100nF 1206 C1 – C19, C21, C22
1 Stk.	10µF/35V SMC_E Tantal
1 Stk.	DIODE SMD 1A
20 Stk.	10µH SMD-1206 C1-C19, C20
1 Stk.	100µH 0,9A Bauform 242418FPS L20
3 Stk.	ULN2803A DIL18 IC1, IC2, IC3 incl. Sockel

**Stückliste der Encoder-Platine**

12 Stk. 4k7	0207/7	R1, R2 - R10, R12, R15
1 Stk.	100k	R14
	0207/7	
1 Stk.	220k	R13
	0207/7	
3 Stk. 100n	RM 2,5	C1, C2, C3
1 Stk. 1µ	RM.5	C4
1 Stk. 4093N	DIL14	IC1
1 Stk. Stift-	2 x 7	90° gewinkelt leiste
1 Stk. BS170	Q1	
1 Stk. Mini.	S1	1 x Ein
	Switch	
4 Stk. EC12E_SW	Encoder ALPS SW1 - SW4 mit Taster	

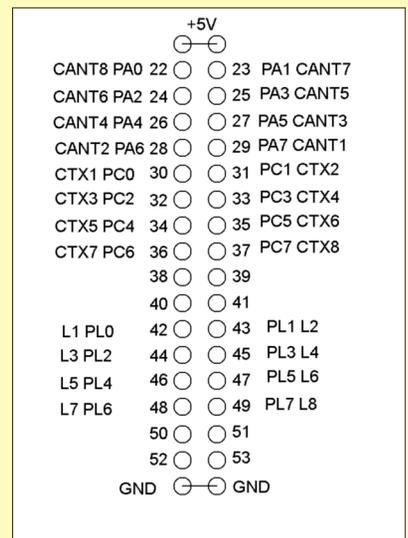


Bild A17: Relaisreiber und Entstörung;  
Steckerbelegung des Arduino Mega  
2560

LCD-Anzeigebeispiele

In Bild A18 ist ein Beispiel für die LCD-Anzeige bei manuellem Abstimmbetrieb zu sehen. Gut zu erkennen sind die drei Einstellwerte für die antennen- und senderseitige Kondensatorbank sowie für die symmetrischen Spulenbanke. Der Speicherplatz 0 ist in diesem Beispiel bereits belegt, erkennbar am Ausgabertext *used*.

Beim Speicherbetrieb (Bild A19) werden in der oberen Displayzeile die dem Speicherplatz zugeordnete Frequenz und die betreffende Speicherplatznummer angezeigt. Die



Bild A18: Beispiel für die Displayanzeige bei manuellem Betrieb ...



Bild A19: ... und beim Speicherbetrieb der Antennenabstimmung

untere Zeile zeigt die drei im Speicher hinterlegten und aktuell eingestellten Schrittwerte der Abstimmelemente an.

Achtung: Das in beiden Bildern dargestellte Display ist wegen des seitlich befindlichen Steckkontaktes zu breit und würde nicht neben die Encoder-Platine auf die Frontplatte passen.

Test und Vergleich

In der nebenstehenden Tabelle sind die Ergebnisse der Tests der aufgebauten Versionen 1 und 4 der Antenne dargestellt. Der Vergleich zeigt, dass sich bei der Einstellung eines möglichst geringen SWV bis auf eine Ausnahme keine größeren Unterschiede ergaben. Dies spricht für Reproduzierbarkeit und Nachbausicherheit. Lediglich beim 30-m-Band ist eine größere Abweichung bemerkbar, die jedoch beabsichtigt war. Hier machte sich die Erweiterung der senderseitigen Kondensatorbank positiv bemerkbar.

Testmodul

In Bild A10 ist die Platine Treiber und Entstörung mit einem Testmodul zur Kontrolle der Funktion der Steuerung verbunden. Die Leuchtdioden simulieren die Ansteuerung der Relais in der Abstimm einheit. Diese Testmöglichkeit ist insbesondere bei der Erstellung eigener Platinen zur Fehlersuche von großem Vorteil.

Auch diese Platine verwendet SMD-LEDs und Widerstände der Größe 1206. Die 25-polige Sub-D-Buchse wie auch alle SMD-Bauteile sind auf der Oberseite zu verlo-

Stückliste des Testmoduls

- 22 Widerstände 2,2 kΩ SMD-1206
- 22 LEDs SMD-1206
- 1 SUB-D-Buchse 25-polig gewinkelt

Die Bestückung der Testplatine ist dem Bild A10 zu entnehmen. Die Farbe der LEDs ist natürlich frei wählbar. Für CANT und CTX sind acht LEDs, für L sind fünf LEDs und für die Heizung ist eine LED vorgesehen.

ten. Auf der Unterseite befinden sich sieben Drahtbrücken, Bild A20.

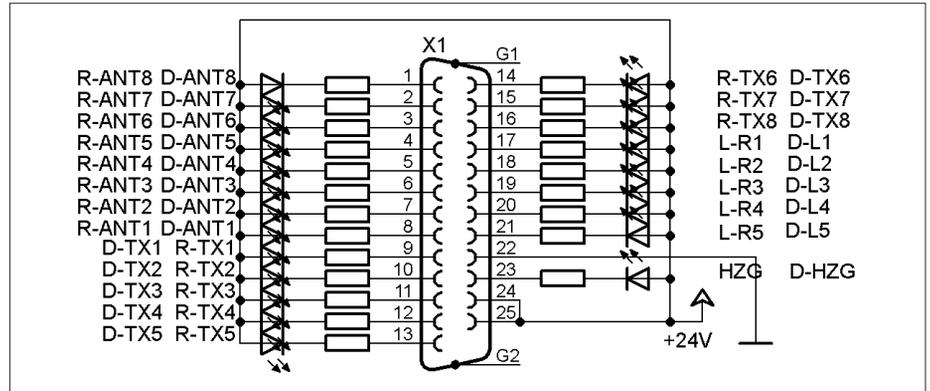


Bild A20: Schaltplan des Testmoduls für die Steuerung

Einstellwerte für ein minimales Stehwellenverhalt nis; Vergleich zwischen Version 1 und Version 4 der aufgebauten Prototypen der Dipolantenne

f [MHz]	C-Ant V.1	C-Ant V.4	C-Tx V.1	C-Tx V.4	L V.1	L V.4	SWV V.1	SWV V.4
10.110	003	001	063	077	022	028	2,0	1,0
14.000	032	043	055	054	007	007	1,1	1,0
14.100	031	041	054	054	007	007	1,1	1,0
14.200	031	036	054	051	007	007	1,0	1,0
14.300	028	035	049	049	007	007	1,0	1,0
14.350	026	035	049	049	007	007	1,1	1,0
18.068	037	037	006	006	001	001	1,0	1,0
18.168	052	037	006	006	001	001	1,0	1,0
21.000	063	063	008	005	004	004	1,0	1,0
21.100	63	063	008	005	004	004	1,0	1,0
21.200	060	061	008	005	004	004	1,0	1,0
21.300	060	061	008	005	004	004	1,0	1,0
21.400	056	057	008	005	004	004	1,0	1,0
21.450	056	057	008	005	004	004	1,0	1,1
24.890	020	023	011	011	006	006	1,0	1,0
24.990	020	023	011	011	006	006	1,0	1,0
28.000	007	011	009	009	006	006	1,0	1,0
28.100	007	011	009	009	006	006	1,0	1,0
28.200	006	011	009	009	006	006	1,0	1,0
28.300	006	011	009	009	006	006	1,0	1,0
28.400	006	011	009	009	006	006	1,0	1,0
28.500	005	010	010	009	006	006	1,0	1,0
28.600	005	010	010	009	006	006	1,0	1,0
28.700	005	010	010	009	006	006	1,0	1,0
28.800	005	009	010	009	006	006	1,0	1,0
28.900	004	009	010	009	006	006	1,0	1,0
29.000	004	008	010	009	006	006	1,0	1,0
50.000	023	016	011	007	000	000	1,0	1,0
50.500	020	016	010	007	000	000	1,0	1,2
51.000	019	16	009	006	000	000	1,0	1,3
51.500	018	013	008	006	000	000	1,0	1,1
52.000	018	012	008	005	000	000	1,4	1,4