

Selbstbau eines symmetrischen Antennenkopplers für 1 kW (3)

NORBERT GRAUBNER – DL1SNG

Nach der Vorstellung des Gerätekonzepts und Erläuterungen zu den wichtigsten Bauelementen des HF-Teils wird die Schaltungsbeschreibung in diesem Teil der Beitragsfolge abgeschlossen.

Kondensator- und Spulendekade

In der Mitte des Schaltplans (Bild 13 in der vorigen Ausgabe) befindet sich die Kondensatordekade (C-Dekade). Sie lässt sich entweder ein- oder ausgangsseitig zuschalten. Wegen der hohen Strom- bzw. Spannungsbelastung genügt kein einfacher Umschalter, stattdessen müssen die Kontakte

verbleiben die Schalt- und Layoutinduktivitäten des Aufbaus sowie der Kontakte in Höhe von etwa 200 nH pro Seite. Für die Antennenanschlüsse X13 und X14 auf der Spulenplatine (Bild 13) und für den Erdanschluss X3 auf der Kondensatorplatine finden 6,3-mm-Faston-Flachsteckverbindungen Verwendung.

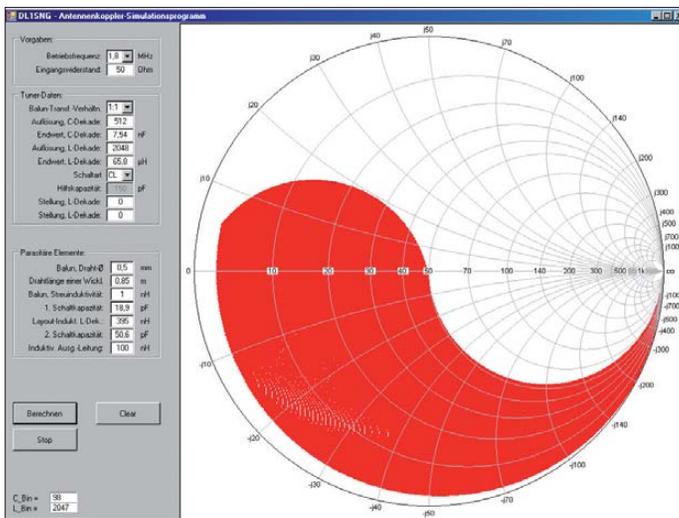


Bild 14: Erreichbarer Impedanzbereich bei 1,8 MHz mit C-L-Konfiguration

mehrerer Relais parallel oder in Reihe geschaltet werden.

Die größeren Teilkapazitäten der C-Dekade entstehen durch Parallelschaltung. Es handelt sich um diejenigen Kapazitäten, die wir im 160-m- und 80-m-Band beim Abwärtstransformieren an kurzen Antennen (*Low Z*) brauchen. Die hohen Ströme müssen auf mehrere Kondensatoren verteilt werden. Am rechten Ende der Dekade (ab 260 pF abwärts) sind jeweils fünf Kondensatoren in Reihe geschaltet. Diese Notwendigkeit ergibt sich auf den höheren Bändern beim Aufwärtstransformieren (*High Z*), da hierbei hohe Spannungen entstehen. Einen Mittelweg stellt die Teilkapazität mit 500 pF dar. Diese wird je nach Antenne eventuell im 80-m- oder 40-m-Band benötigt und muss nicht ganz so spannungsfest sein, daher besteht sie nur aus drei Kondensatoren.

Im oberen und unteren Teil des Schaltplans sind die beiden Spulendekaden (L-Dekaden) zu sehen. Die Zuschaltung der einzelnen Induktivitäten erfolgt durch das Öffnen der parallel liegenden Relaiskontakte. Beim Schließen aller Relaiskontakte

Bild 15: Erreichbarer Impedanzbereich bei 1,8 MHz mit L-C-Konfiguration

Yin und Yang

Wie bereits erwähnt, lassen sich mit einem LC-Glied theoretisch alle denkbaren Impedanzen erreichen. Mithilfe eines Programms habe ich das nachgerechnet.

Wie man in Bild 14 (C-L, *Low Z*) und in Bild 15 (L-C, *High Z*) sieht, kommt man diesem Idealzustand bei 1,8 MHz recht nahe. Die roten Felder erinnern an *Yin und Yang* aus der chinesischen Philosophie – die Verkörperung der vollkommenen Harmonie gegensätzlicher Prinzipien. Leider gilt diese Harmonie nur bei niedrigen Frequenzen.

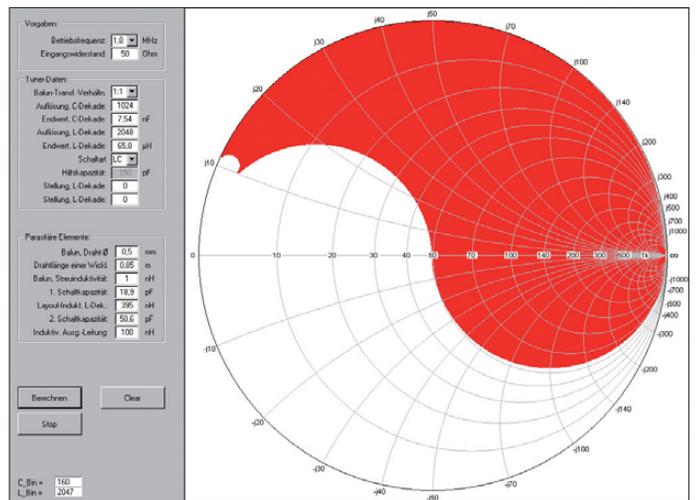
Die Bilder 17 und 18 stellen dieselbe Situation bei 30 MHz dar. Viele Impedanzen können gar nicht mehr erreicht werden. Schuld sind die parasitären Elemente im Koppler, allen voran die Layoutinduktivität der L-Dekade, aber auch die Schaltkapazität des gesamten Aufbaus. Wenn am Eingang ein Spannungsbalun verwendet

worden wäre, käme auch noch dessen Streuinduktivität hinzu.

Zum Glück bewegt sich die Impedanz eines auf Oberwellen erregten Dipols immer im Bereich einiger Hundert Ohm. Es genügt also, eine Verbesserung bei der Aufwärtstransformation (L-C-Grundschaltung, Bild 15) zu erreichen. Dies gelingt mithilfe der eingangsseitig hinter dem Balun installierten 100-pF-Hilfskapazität, die das L-Glied zu einem π -Filter erweitert. Die zusätzliche Kapazität beeinflusst das Geschehen wenigstens insoweit zum Guten, als der erreichbare Impedanzbereich nun für die meisten gängigen Antennenformen ausreicht. Um Relais einzusparen, ist ein Teil dieser Kapazität fest installiert und ein weiterer Teil über ein Relais zuschaltbar. So kann der Anwender auswählen, womit die Abstimmung besser gelingt.

Balun

Zwischen dem unsymmetrischen Eingang des Kopplers und den Abstimmeelementen befindet sich der Symmetrierübertrager T1.



Nach weitgehend unbefriedigendem Experimentieren mit Spannungsbaluns, bei denen vor allem die Streuinduktivität störte, erwies sich ein 1:1-Strombalun als optimale Lösung. Da sich dieser an der realen 50- Ω -Schnittstelle befindet, kann er ohne

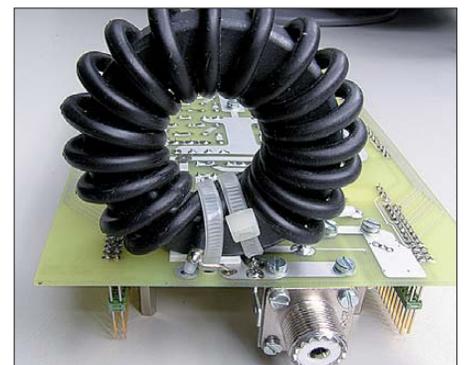
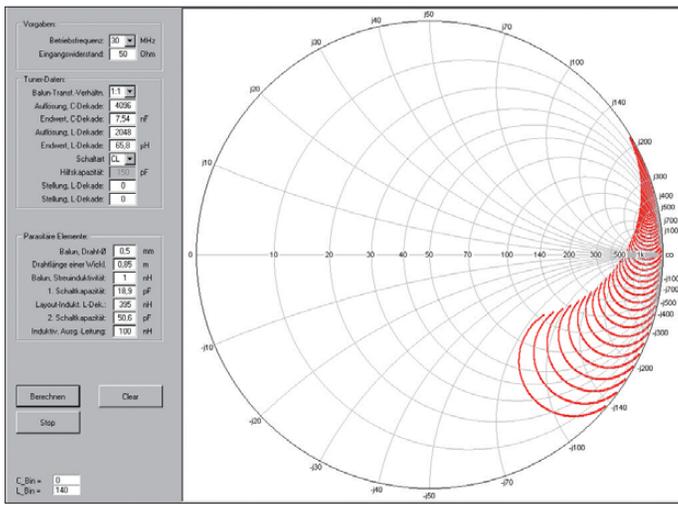


Bild 16: Strombalun, aufgebaut aus einem mit Semi-Rigid-Kabel bewickelten Ringkern FT-240-43 Foto und Screenshots: DL1SNG



Nachteile mit 50-Ω-Koaxialleitung bewickelt werden (Bild 16) und weist dadurch einen völlig linearen Frequenzgang auf. Wegen der hohen Eingangsleistung kam jedoch nur das relativ teure Semi-Rigid-Kabel vom Typ RG402 infrage. Dieses Material benimmt sich fast wie Blei, das Bewickeln gelingt unerwartet leicht. Zur Isolierung dient Schrumpfschlauch mit einem Durchmesser von 4,8 mm. Mit 19 Windungen RG402 auf einem Amidon-Kern vom Typ FT240-43 entwickelt die Drossel einen sehr respektablen Scheinwiderstand, der im gesamten Bereich von 1,8 MHz bis 30 MHz nicht geringer als 4,5 kΩ ist. Mit 17 Windungen auf dem deutlich preisgünstigeren und dabei noch stärker belastbaren Typ *RK4* wird es auch funktionieren.

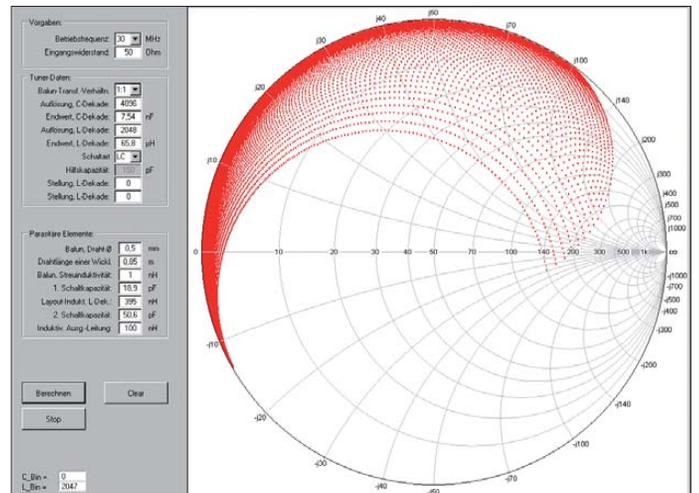
Steuerplatine

Die elektrische Verdrahtung zu den Spulen der einzelnen Relais ist trivial, wir ersparen uns hier die zugehörige Schaltplanseite. Auf dem Schaltplan zur Steuerplatine (Bild 20) erkennt man ganz rechts die Ausgänge zu den Relaiswicklungen. Die Leitungen von den Ausgängen der Relaisstreiber-ICs D1 bis D7 sind verdrosselt. Ein weiterer Treiber (D12) führt zu Anschlussklemmen, an die extern vier weitere bistabile Relais

Bild 18:
Erreichbarer
Impedanzbereich
bei 30 MHz mit
L-C-Konfiguration

Bild 17:
Erreichbarer
Impedanzbereich
bei 30 MHz mit
C-L-Konfiguration

Dauer seiner Antwort die Datenrichtung auf Senden um. Die Stromversorgung erfolgt über Pin 3 bis Pin 8 des Netzkabels. Die stromkom-



angeschlossen werden können. Deren Kontakte stehen zur freien Verfügung. Das Muster der gewünschten Relaisstellungen wird seriell in die Treiber-ICs geschrieben. So erreicht man mit nur drei Steuerleitungen (DATA, SCLK, STRB) insgesamt 64 Treiberausgänge. Die Aufteilung auf acht einzelne /OE-Leitungen dient der Stromersparnis, denn es müssen ja nicht jedes Mal alle Relais-Schaltzustände aktualisiert werden. Rechts unten befindet sich die achtpolige Anschlussbuchse X5 des RS485-Netzwerkabels. An Pin 1 und Pin 2 liegen die Daten an, sie führen zum Treiber-IC D11. R33 ist der Abschlusswiderstand. Die Pull-Up-/Pull-Down-Widerstände R31 und R32 verbessern die Störfestigkeit. Drei Optokoppler sorgen für eine galvanische Trennung und erweitern den Gleichtakt-Spannungsbereich. Über U1 wird die Datenrichtung festgelegt, im Ruhezustand ist sie auf Empfang geschaltet. Der Controller antwortet nur nach Aufforderung und schaltet für die

pensierte Funkentstördrossel L76 verhindert das Eindringen von Hochfrequenz in das Kabel. Die Elektrolytkondensatoren C87 bis C112 puffern die Stromimpulse der Relaispulen. Dadurch bleibt der Spannungsabfall während des Abstimmens auch an einer sehr langen Netzwerkleitung kleiner als 1 V. Rechts vom Controller sitzt der I²C-Speicherchip für die Frequenzautomatik (D15). In diesem werden alle an einer einzelnen Antenne erforderlichen Einstellungen gespeichert. Das Ein- und Auslesen erfolgt seriell über die beiden Leitungen SDA und SCL. Links unten im Bild befindet sich die Frequenzmeseinrichtung. Der Zähler D9 dient als Vorteiler, die Berechnung erfolgt im Controller. Um Fehlmessungen bei SSB-Signalen zu vermeiden, gilt eine gemessene Frequenz nur dann, wenn der Wert nach drei aufeinanderfolgenden Messvorgängen gleich war, die Messvorgänge erfolgen in einem Abstand von 0,25 s. Links in Bildmitte liegen die Zuleitungen der analogen Signale von der Stehwellen-

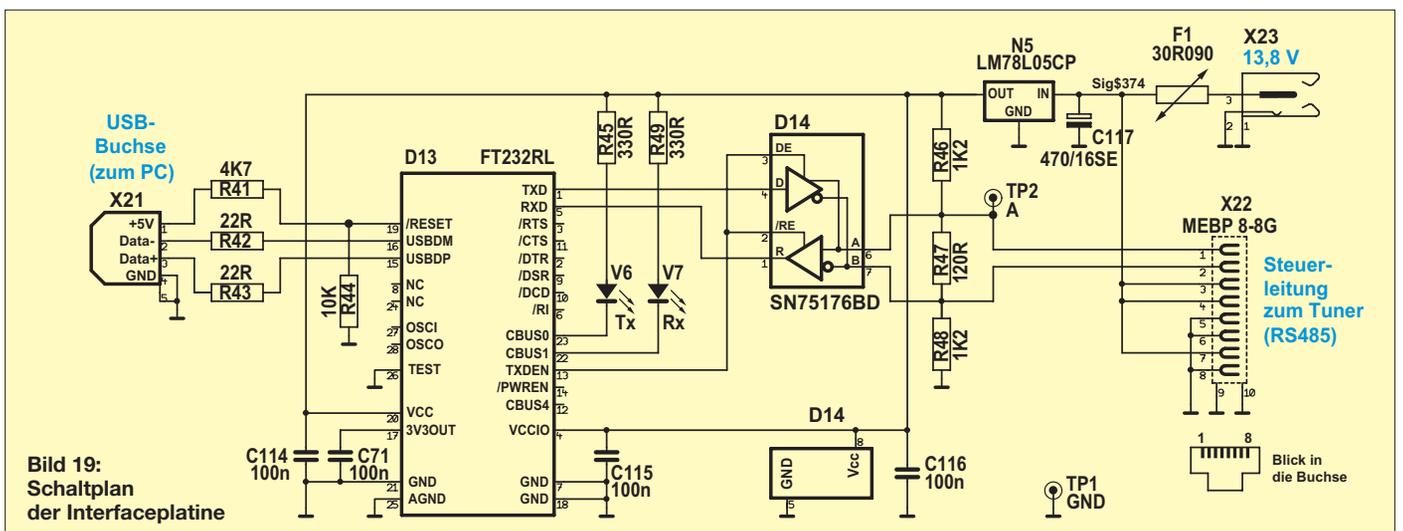


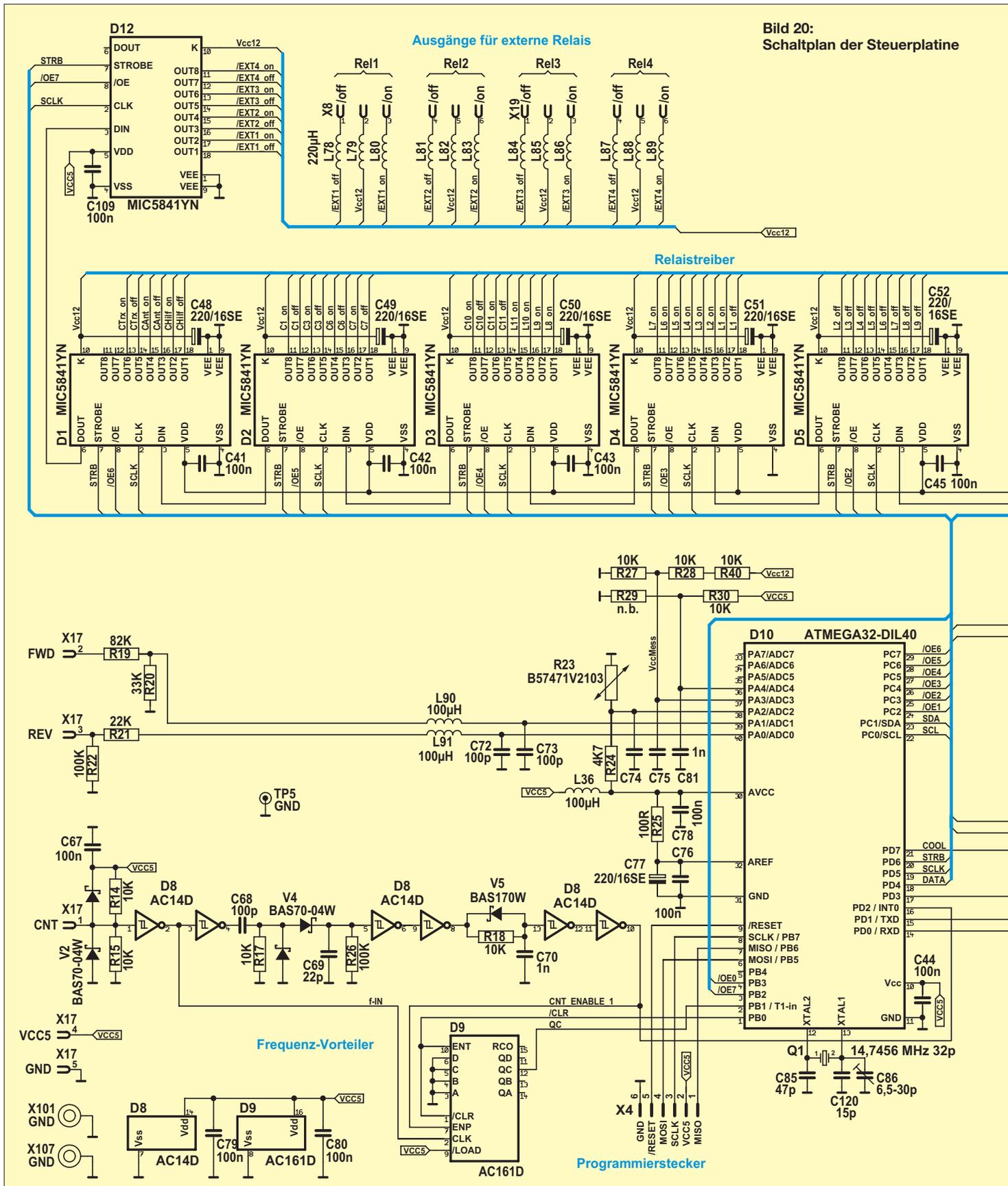
Bild 19:
Schaltplan
der Interfaceplatine

messeinrichtung (FWD, REV). Spannungsteiler sorgen dafür, dass der A/D-Umsetzer im Controller korrekt angesteuert werden kann, Tiefpässe filtern eventuelle HF-Störungen heraus.

Mithilfe des NTC-Widerstands R23 wird die Temperatur im Inneren des Kopplergehäuses und über den Spannungsteiler R27, R28 und R40 die Betriebsspannung gemessen.

Interface zur Datenübertragung

Als Bindeglied zwischen PC und Steuerkabel dient eine Interfaceplatine (Bild 6 im ersten Teil der Beitragsfolge). Ihr Schaltplan ist in Bild 19 zu sehen. Ich habe den



Prototyp in einem KEMO-Kunststoff-Kleingehäuse untergebracht. Das Interface kann im Shack in der Nähe des PC platziert werden. Über die Hohlsteckerbuchse X23 erfolgt die 13,8-V-Stromversorgung. Die Be-

triebsspannung darf eine gemeinsame Masse mit dem Transceiver haben, d. h., die Verwendung des Stationsnetzteils ist unbedenklich möglich. Die ICs D13 und D14 sorgen für die Konvertierung der Daten zwischen

der USB-Schnittstelle des PC und dem RS-485-Bus der Netzwerkleitung. Zwei Leuchtdioden zeigen an, ob Daten gesendet bzw. empfangen werden. (wird fortgesetzt)

norbert.graubner@freenet.de

