

433-MHz- Feldstärke-Meßgerät

*Reichweitentest und
Aufstellungsoptimierung
für 433-MHz-
Funkeinrichtungen*

Für zuverlässige Daten- oder Signalübertragungen über Funkstrecken ist ein ungestörtes Sendersignal ausreichender Stärke erforderlich.

Besonders innerhalb von Gebäuden gibt es häufig Probleme sowohl bedingt durch Störungen als auch durch ungünstige Ausbreitungsbedingungen. Mit dem hier vorgestellten Feldstärke-Meßgerät speziell für 433 MHz-Funkeinrichtungen kann man die HF-Signalarstärke unter Berücksichtigung der baulichen Gegebenheiten vor Ort überprüfen und die günstigsten Standorte für Sender und Empfänger ermitteln.



Eigenschaften:

- Einfacher Aufbau mit wenigen Bauteilen
- Einfache Handhabung
- Quantitative und qualitative Beurteilung der Feldstärke
- Modulationserkennung AM/FM
- Eindeutig und deutlich ablesbare Anzeige
- Kompakte Bauweise mit integrierter Antenne
- Batteriebetrieb mit 9-V-Block

Nach einer Applikation von HEILAND ELECTRONIC

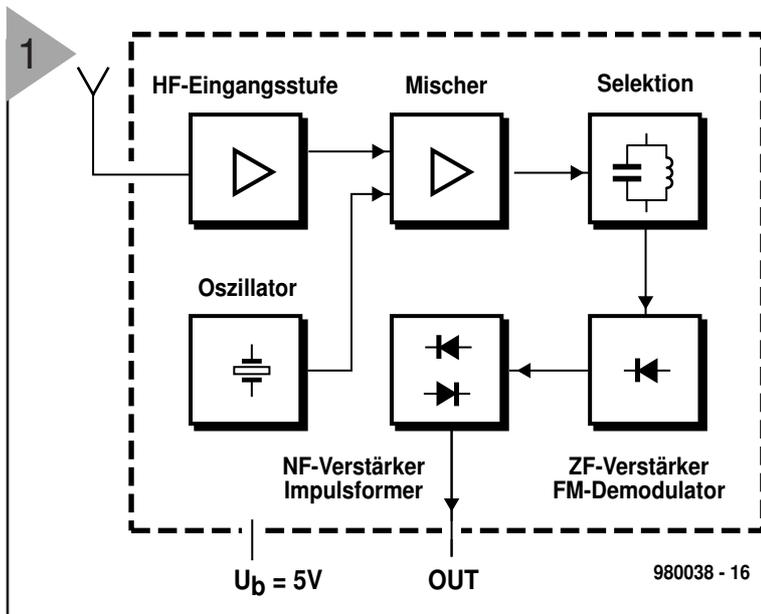


Bild 1. Blockschaltbild des Empfängermoduls. Es handelt sich um einen Superheterempfänger mit 10,7-MHz-Zwischenfrequenz. Der Oszillator ist mit einem Oberflächenwellenresonator für eine Empfangsfrequenz von 433,92 MHz bestückt.

Für das Feldstärkemeßgerät haben wir praktischerweise ein fertig erhältliches Empfängermodul verwendet, das bereits ab Werk

über einen Ausgang verfügt, an dem eine zum HF-Eingangspegel logarithmisch proportionale Gleichspannung von 0,2 V bis 1 V anliegt. Es handelt sich übrigens um das gleiche Modul (HE433/2R), das auch für das in der letzten Ausgabe (9/98) vorgestellte vielseitige 433-MHz-Schaltssystem verwendet wurde.

Die Anschlußbelegung dieses Moduls ist in Bild 2 zu sehen. Der Empfänger kann sowohl amplitudenmodulierte (AM) als auch frequenzmodulierte Signale demodulieren. Für die Verwendung im Feldstärkemesser dient der AM-Ausgang als Feldstärkeausgang, der die genannte logarithmisch zur Signalstärke proportionale Gleichspannung liefert. Praktisch ist auch die vom Empfängermodul an Pin 2 zur Verfügung gestellte Referenzspannung von $2,4\text{ V} \pm 100\text{ mV}$, die mit max. 1 mA belastbar ist. Sie wird in der Schaltung als Referenzspannung für eine LED-Balkenanzeige verwendet.

ANZEIGESCHALTUNG

Wie die Schaltung des Feldstärkemessers in Bild 3 zeigt, besteht die gesamte Elektronik eigentlich nur aus dem Empfängermodul und einer LED-Anzeige mit dem LED-Treiber-IC LM3916 (alternativ: LM3914). Dieses IC setzt mit großer Präzision eine Gleichspannung an seinem Eingang in eine abgestufte LED-Skala um. Die Funktion dieses ICs dürfte vielen Elektor-Lesern bereits vertraut sein, handelt es sich doch um das am häufigsten verwendete IC dieser Art. Zehn

Komparatoren vergleichen die Eingangsspannung mit Vergleichswerten von einem Spannungsteiler, der von einer

genauen Referenzspannungsquelle gespeist wird. Jeder Komparatorausgang steuert direkt die zugeordnete LED. Die Abstufung des Spannungsteilers ist dabei beim LM3914 linear und beim LM3916 logarithmisch in einer für Signalpegelmesser (VU-Meter) gebräuchlichen dB-Abstufung. Wie das Blockschaltbild des LM3916 (Bild 4) zeigt, liegt der interne Spannungsteiler zwischen den Anschlüssen RHI (Pin 6) und RLO (Pin 4). In der Schaltung des Feldstärkemessers sind diese beiden Anschlüsse mit einem externen Spannungsteiler (R1...R3, P1 und P2) verbunden. Dieser Spannungsteiler wird mit der Referenzspannung aus dem Empfängermodul ($2,4\text{ V}$) gespeist, so daß die interne Referenzspannung im Gegensatz zur Standard-Anwendungsschaltung des ICs nicht benötigt wird. Der Ausgang REF-OUT (Pin 7) liegt daher lediglich über R5 an Masse. Dieser Widerstand wird gebraucht, weil mit der Belastung des

REF-OUT-Pins die Helligkeit der LEDs eingestellt wird.

Die Anschlüsse des internen Spannungsteilers (RHI und RLO) sind mit den Schleifern der beiden Trimpotis im externen Spannungsteiler verbunden und erhalten somit einen einstellbaren Spannungswert, der die unterste und die oberste Schaltschwelle und damit den Anzeigebereich der Balkenanzeige definiert. Der Meßeingang SIG (Pin 5) des ICs ist nicht direkt mit dem AM-Ausgang des Empfängers verbunden, sondern über den Spitzengleichrichter D1/C2 und einen Pegelsteller mit P3/R4. Wenn ein frequenzmodulierter Sender empfangen wird, ist der Pegel am verwendeten AM-Ausgang des Empfängermoduls unabhängig von der Modulation, weil ja bei FM die Trägeramplitude konstant bleibt. In diesem Fall haben Diode und Kondensator wenig Wirkung, man könnte die Diode auch durch eine Drahtbrücke ersetzen und den Kondensator weglassen. Anders sieht es bei amplitudenmodulierten Sendungen aus, bei denen am AM-Ausgang das demodulierte Signal erscheint. Hier sorgen Diode und Kondensator dafür, daß der Scheitelwert des demodulierten Signals als Maß für die Feldstärke ausgewertet wird. Mit P3 wird die Signalspannung mehr oder weniger abgeschwächt und damit der Skalenfaktor der LED-Zeile eingestellt. Da Pin 9 (MODE) des Anzeige-ICs nicht beschaltet ist, funktioniert die LED-Zeile als Punkt-Skala.

Die Stromversorgung der Schaltung erfolgt durch eine 9-V-Batterie in Verbindung mit dem 5-V-Spannungsregler 78L05 (IC1). Anstelle eines Einschalters wurde ein Taster vorgesehen, da normalerweise immer nur kurz gemessen wird. Da die Stromaufnahme mit etwa 13 mA außerdem relativ gering ist, ist der Batterie ein langes Leben beschieden. D12 dient als Verpolschutz, LED D14 als Einschaltkontrolle.

BAU HINWEISE

Anhand der in Bild 5 angegebenen, recht übersichtlich bestückten Platine sollte der Aufbau kein Problem dar-

Technische Daten

Empfängertyp:	OFW-stabilisierter Superheterempfänger
Stromversorgung:	9-V-Blockbatterie (IEC 6F22)
Stromaufnahme:	ca. 13 mA
Empfangsfrequenz:	433,92 MHz \pm 140 kHz
Anzeigebereich:	30...90 dB μ V
Zwischenfrequenz:	10,7 MHz
Modulationserkennung:	AM und FM
Temperaturbereich:	0...50 °C
Abmessungen:	142 mm x 57 mm x 24 mm

6

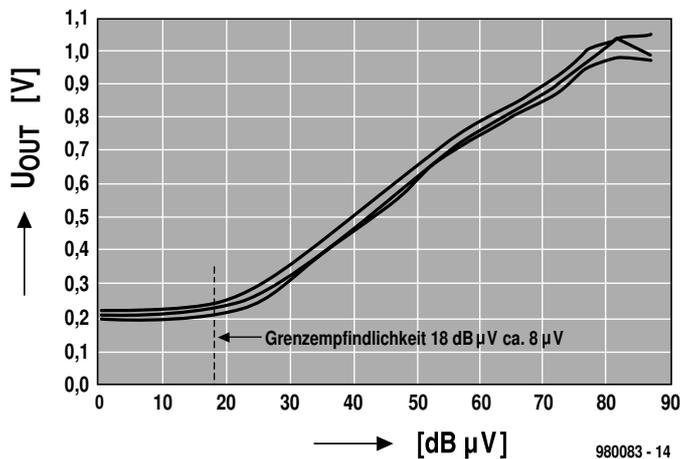


Bild 6. Die logarithmische Charakteristik des Feldstärkeausgangs. Das Diagramm zeigt den Zusammenhang zwischen der Gleichspannung am Pin 2 des Empfängermoduls und der Signalspannung am Antenneneingang, gemessen an drei verschiedenen Empfängermodulen des gleichen Typs.

scheiden, ob es sich um einen AM- oder FM-modulierten Sender handelt. Bei FM leuchtet jeweils nur eine einzige LED auf, während beim Empfang eines AM-Senders mehrere LEDs nebeneinander pulsierend aufleuchten. Wenn die eigene Übertragung fre-

quenzmoduliert ist, stört ein fremder Sender weniger, wenn er amplitudenmoduliert ist. Man kann mit dem Feldstärkemesser auch beobachten, wie häufig ein störender Fremdsender aktiv ist. Wenn ausreichende Pausen gegeben sind, ist dies zum Beispiel bei einer Außentem-

$dB\mu V$, dB und dBm

Für die Messung von Signalpegeln - egal ob nieder- oder hochfrequent - sind Angaben in dB wesentlich übersichtlicher als Milli- und Mikrovolt oder -watt, weil es sich um (logarithmierte) Verhältniszahlen und nicht um physikalische Einheiten handelt. In dB lassen sich im Prinzip beliebige Verhältnisse zwischen zwei (Meß-)Werten ausdrücken. Für Spannungs- und Stromverhältnisse gelten folgende Rechenregeln für die dB -Zahl (im folgenden mit a bezeichnet):

$$\begin{aligned} \text{Spannungsverhältnis} & a = 20 \log U_1/U_2 \\ \text{Leistungsverhältnis} & a = 10 \log P_1/P_2 \end{aligned}$$

Das praktische dabei ist, daß man viel einfacher mit aufeinanderfolgenden Abschwächungen und Verstärkungen rechnen kann. Während man mit Verstärkungs- und Abschwächungsfaktoren multiplizieren- bzw. dividieren muß, um zur Gesamtverstärkung bzw. Dämpfung zu kommen, kann man sie bei Angabe in dB einfach addieren oder subtrahieren. Eine Angabe in dB drückt immer ein Verhältnis zwischen zwei beliebigen Spannungs- oder Leistungswerten aus. Bei der in der HF-Technik populären Angabe in $dB\mu V$ oder dBm ist nur einer der beiden Werte des Verhältnisses "beliebig", der andere ist nicht beliebig, sondern ein festgelegter Bezugswert (Referenzwert). Der Zusatz μV bzw. "m" bei dB deutet schon an, um welchen Referenzwert es sich handelt: Bei $dB\mu V$ ist der Bezugswert $1 \mu V$, bei dBm $1 mW$. Eine $dB\mu V$ -Zahl gibt daher direkt an, um wieviel dB eine bestimmte Antennensignalspannung über $1 \mu V$ liegt. Damit man $dB\mu V$ -Werte miteinander vergleichen kann, muß der Angabe die gleiche Impedanz zugrunde liegen, an der die Spannung gemessen wird. Normalerweise sind das bei Antennenspannungen 60Ω . Wenn man wissen will, welche Antennenspannung tatsächlich in μV anliegt, kann man das nach der oben angegebenen Formel ausrechnen, indem man für U_2 die Bezugsspannung von $1 \mu V$ einsetzt. Genauso verhält es sich mit Angaben in dBm , nur mit dem Unterschied, daß es sich um ein Leistungsverhältnis bezogen auf die Referenzleistung $1 mW$ handelt. Auch hier lassen sich Werte nur vergleichen, wenn der Angabe die gleiche Impedanz zugrundeliegt. Die Umrechnung von dBm in $dB\mu V$ und umgekehrt ist kein Problem, wenn die Impedanz (Z) bekannt ist. Zwischen diesen drei Größen gilt folgender Zusammenhang:

$$P[dBm] = U[dB\mu V] - 10 \log Z[\Omega]$$

Stückliste

Widerstände:

R1, R5 = 3k3
R2 = 220 Ω
R3 = 390 Ω
R4 = 390 k
R6 = 820 Ω
P1, P2 = 1 k
P3 = 100 k

Kondensatoren:

C1, C3 = 100 n keramisch
C2 = 330 n MKT
C4 = 100 μ /16 V stehend
C5 = 10 μ /10 V stehend

Halbleiter:

D1 = BAT82
D12 = 1N4001
D2...D11 = LED rot high efficiency
D14 = LED grün high efficiency
D13 = 4V7/500 mW
IC1 = LM3916 oder LM3914, siehe Text
IC2 = 78L05

Außerdem:

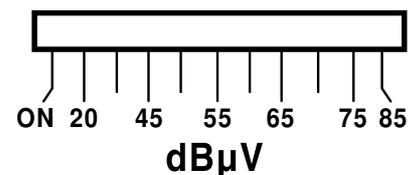
BT1 = 9-V-Blockbatterie mit Anschlußclip
S1 = 1poliger Taster (Schließer)
M1 = Empfängermodul HE433 2/R *)
HEDDIC Profi-Gehäuse 222
Platine 980083-1 (siehe Serviceseiten in der Heftmitte)

*) Hersteller: HE HEILAND ELECTRONIC, 48351 Everswinkel, Tel. 02582-7550, Fax 02582-7887

peraturmessung mit zyklischer Übertragung noch kein Problem, weil es ausreicht, wenn etwa einmal pro Minute ein Wert übertragen werden kann.

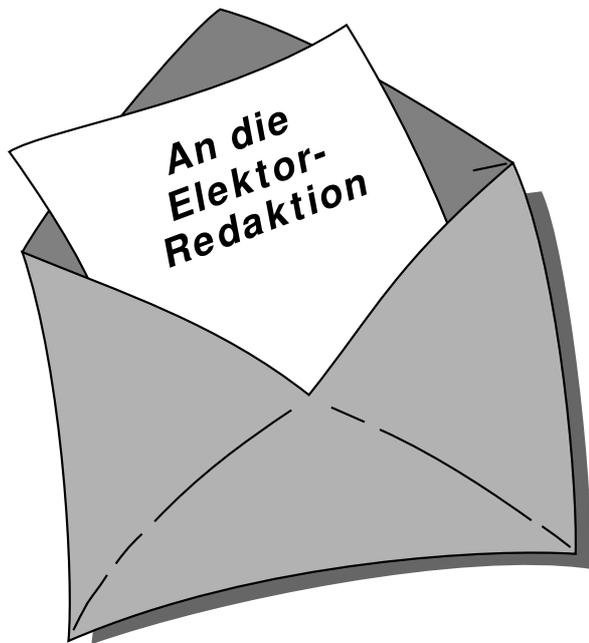
Für eine einwandfreie Funkübertragung sollte am Empfangsort eine Feldstärke von mindestens etwa $50 dB\mu V$ gegeben sein (etwa $360 \mu V$ am Antenneneingang des Empfängers). Häufig reicht schon eine geringfügige Änderung der Standorte für Sender und Empfänger, um aus einem "Empfangsloch" mit zu geringer Feldstärke herauszukommen.

980083



980083 - 15

Bild 7. Kopiervorlage (1:1) für die Skalenbeschriftung bei Verwendung des LM3916 für IC1.



Fehlende DLL

Als Autor des Artikels "Präzise Zeitmessung in VB" möchte ich Sie darauf hinweisen, daß Sie vergessen haben zu erwähnen, daß das Listing nur zusammen mit einer DLL funktioniert, die IN und OUT auf die Hard-

wareports erlaubt. Anbei sende ich Ihnen meine INP/OUT-DLLs: *io32.dll* ist eine 32-bit-Version, die ich selbst in Delphi erstellt habe, *inpout.zip* enthält eine 16-bit-Version. Ich würde mich freuen, wenn Sie sie den Lesern auf der ELEKTOR-

Kritik, Anregungen, Wünsche oder Fragen, die auch für andere Leser interessant sind, veröffentlichen wir an dieser Stelle. Wir beantworten auch Fragen, wenn sie sich auf Elektor-Beiträge beziehen, deren Veröffentlichung möglichst nicht mehr als zwei Jahre zurückliegen sollte. Bedenken Sie dabei aber bitte: Im Laufe eines Monats gehen bei uns derart viele Anfragen ein, daß wir

nicht immer alle Briefe beantworten können. Fragen nach individuellen Erweiterungen, Zusätzen oder Änderungen von Schaltungen können wir leider meist nicht berücksichtigen. Sie erreichen uns unter der Anschrift:

Redaktion ELEKTOR
Süsterfeldstraße 25
52072 Aachen

Homepage zur Verfügung stellen würden. Überhaupt könnte dort ein Austauschforum für Software eingerichtet werden, das würde sicher viele Leser erfreuen.

J.C. Feltes, Luxemburg

Leider ist die Download-Möglichkeit noch nicht gegeben, aber unsere "neue" ELEKTOR-Homepage ist jetzt definitiv in Arbeit (mittlerweile die zweite Auftragsvergabe). Am einfachsten ist es im Moment, die DLLs bei der Redaktion per Email anzufordern (bitte im Betreff die gewünschte DLL-Version angeben):

elektor.redaktion@rmi.de

meine CDs bzgl. Übersteuerungen einmal genauer zu untersuchen.

Detlef Seewald (via Email)

Da fällt es der Redaktion aber wirklich nicht schwer, der Lesermeinung zuzustimmen ...

Was den Clipping-Indikator betrifft, wäre es natürlich auch für uns interessant zu erfahren, welche Resultate sich bei der Überprüfung der CD-Kollektionen unserer Leser ergeben. Vielleicht läßt sich das Phänomen CD-Übersteuerung so auch quantitativ und zeitlich noch genauer eingrenzen (Red.).

Betrifft: Layout-Software

Meine Suche ist zu Ende! Endlich habe ich eine Layout-Software ohne viel Schnickschnack gefunden, die mich durch einfachste Bedienung und gute Resultate überzeugt hat, nämlich Sprint Layout der ABACOM-Ingenieurgesellschaft zum Preis von nur 79,- DM, gesehen und bestellt bei Reichelt Elektronik. Von diesem Programm kann man mit ruhigem Gewissen behaupten: Man startet das Programm, schaut sich die Symbole an und weiß, was zu tun ist. Es bietet mir die Bearbeitung von vier Lagen (welcher Hobbyelektroniker braucht schon 64lagige Multilayer?). Davon sind zwei Löt- und zwei Bestückungslagen. Frei wählbare Platinengröße bis 300 x 300 mm², Leiterbahnbreite und Löttaugenformen (sechs verschiedene) sind in der Größe frei wählbar. Man kann mit verschiedenen Standardrastern arbeiten oder frei Hand mit einer Auflösung bis 1/100 mm. Ebenso enthalten sind Zoom-, Flächenfüll- und Textfunktion. Etwas dürftig ist die Bauteilbibliothek, die aber sehr leicht erweiterbar ist. Dieses Programm ist wohl nur für bedrahtete Bauteile gedacht, weil SMDs in keiner Beschreibung genannt werden. Aber wo ein Wille ist, ist auch ein Weg, und so habe ich mir eine SMD-Bibliothek mit den 35 gängigsten Bauteilen angelegt.

Feedback Oktober

Zunächst möchte Ihnen mitteilen, daß mir das Oktober-Heft sehr gut gefällt. Die Auswahl der Artikel ist in ihrer Gesamtheit eine runde Sache. Zu nennen wären da folgende Artikel: Digitale Fotografie, PLL in der Schaltungssimulation, SPS87 und digitaler Clipping-Indikator.

Die Best-Note gebe ich dabei dem Artikel "Digitaler Clipping-Indikator". Ich habe in letzter Zeit Ihre Artikel zu diesem Thema aufmerksam gelesen. Den Verdacht, daß auch CDs digital übersteuert aufgenommen werden, hatte ich schon seit Jahren, ich habe dies aber nicht weiter verfolgt, da ich der Meinung war, daß niemand so blöd sein kann, ein so gutes Aufnahmemedium durch einen so gravierenden Fehler (Übersteuerung) einfach nicht auszunutzen bzw. sich dadurch sogar üblere Verzerrungen einzuhandeln, als sie bei der Übersteuerung analoger Aufnahmemedien auftreten. Zumal angesichts des großen Dynamikbereiches der CD überhaupt kein Grund besteht, so nahe an die Übersteuerungsgrenze heranzugehen. Zu der Schaltung Digitaler Clipping-Indikator muß ich sagen, daß sie sehr einfach und kompakt ist und daß ich sie sicher nachbauen werden, um

Ich denke, das Ergebnis kann sich in Hobbykreisen sehen lassen. Zum Belichten drucke ich die Vorlagen mit einem Laser- oder Bubble-Jet-Drucker auf Transparentpapier von 80 g/m². Das ist bei gleicher Qualität viel billiger als Klarsichtfolie. Uwe Spies, Grävenswiesbach

Dieser Erfahrungsbericht betrifft eine Problematik, die von Leserseite relativ häufig angesprochen wird. Wer für den privaten Bedarf ein preiswertes Layoutprogramm sucht, der hat zwar viel Auswahl an (eingeschränkten) Demo- und Studentenversionen von professionellen Programmpaketen, muß sich aber mit umfangreichen Handbüchern und einer eigentlich (für den angestrebten Zweck) zu großen Funktionsvielfalt auseinandersetzen und gleichzeitig Beschränkungen der Bauteilzahl, der Platinengröße oder der Speicherfunktion in Kauf nehmen. Aus diesem Grund geben wir den kurzen Erfahrungsbericht gerne weiter, auch wenn er sich nur auf ein einziges Produkt bezieht. So furchtbar groß ist die Auswahl an einfachen, preiswerten und doch ausreichend brauchbaren Layoutprogrammen ohnehin nicht... (Red.)

Nicht mehr "wasserfest"

Zu meinem Erschrecken mußte ich feststellen, daß Elektor seit der September-Ausgabe nicht mehr "wasserfest" versendet wird. Als treuer Abonnent seit 1973 bilde ich mir ein, ein Anrecht auf unverschmutzte, trockene Exemplare zu haben. Winfried Kirsch, Berlin

Auf die Polyäthylen-Hülle um das wertvolle Elektor-Heft wird seit der September-Ausgabe nicht nur aus Kostengründen verzichtet. Viele Leser haben sich nämlich aus Umweltschutzgründen gegen eine Kunststoff-Verpackung ausgesprochen. Eine beschichtete Papierverpackung ist übrigens ökologischen gesehen noch belastender als eine aus PE. Mit der unverpackten Lieferung folgt Elektor auch dem Beispiel der meisten Zeitschriften auf dem deutschen Markt. Selbstverständlich hat Herr Kirsch wie jeder andere Abonnent ein Recht auf ein unversehrtes Elektor-Exemplar. Sollten Sie als Abonnent also einmal ein Heft beschädigt, durchweicht,

verschmutzt oder gar nicht in Ihrem Briefkasten vorfinden, reicht ein kurzer Anruf an unsere Abo-Abteilung (02 41 / 87 93 - 1 00) und schon wenige Tage später halten Sie ein nagelneues Elektor-Exemplar in Ihren Händen, ohne daß Ihnen zusätzliche Kosten entstehen (selbstredend). (Red.)

Nachlese

433-MHz-Feldstärkemesser, Elektor 10/1998, S. 32 und 33, Abgleich

Der Abgleich wird mit einer Hilfsspannung beschrieben, die an die Anode von D1 angelegt wird. Im Text wurde aber nicht explizit erwähnt, daß der Anodenanschluß vor dem Abgleich aus der Platine ausgelötet bzw. erst nach dem Abgleich eingelötet wird. Im weiteren Textverlauf wird zweimal P1 eingestellt, rich-

tig ist aber P3. Das erste Mal (S.33, rechte Spalte oben) muß es heißen: ...und gleicht P3 auf eine Spannung von 530 mV am Anschluß SIG (Pin 5 von IC1) ab. Beim zweiten Mal (10 Zeilen weiter) wird natürlich auch P3 und nicht P1 auf 530 mV an Pin 5 von IC1 abgeglichen (P1 ist ja mit Pin 6 und nicht mit Pin 5 verbunden).

Anzeige