

Labornetzgerät:

Kräftig und stabil

Einstellbar von 0 bis 30 V ist die Ausgangsspannung, und die Strombegrenzung kann praktisch von Null bis 5 A gewählt werden. Beim Überschreiten der Stromschwelle kann, je nach Betriebsart, die Spannung abgeschaltet werden, oder es wird bei konstantem Ausgangsstrom die Spannung zurückgeregelt.

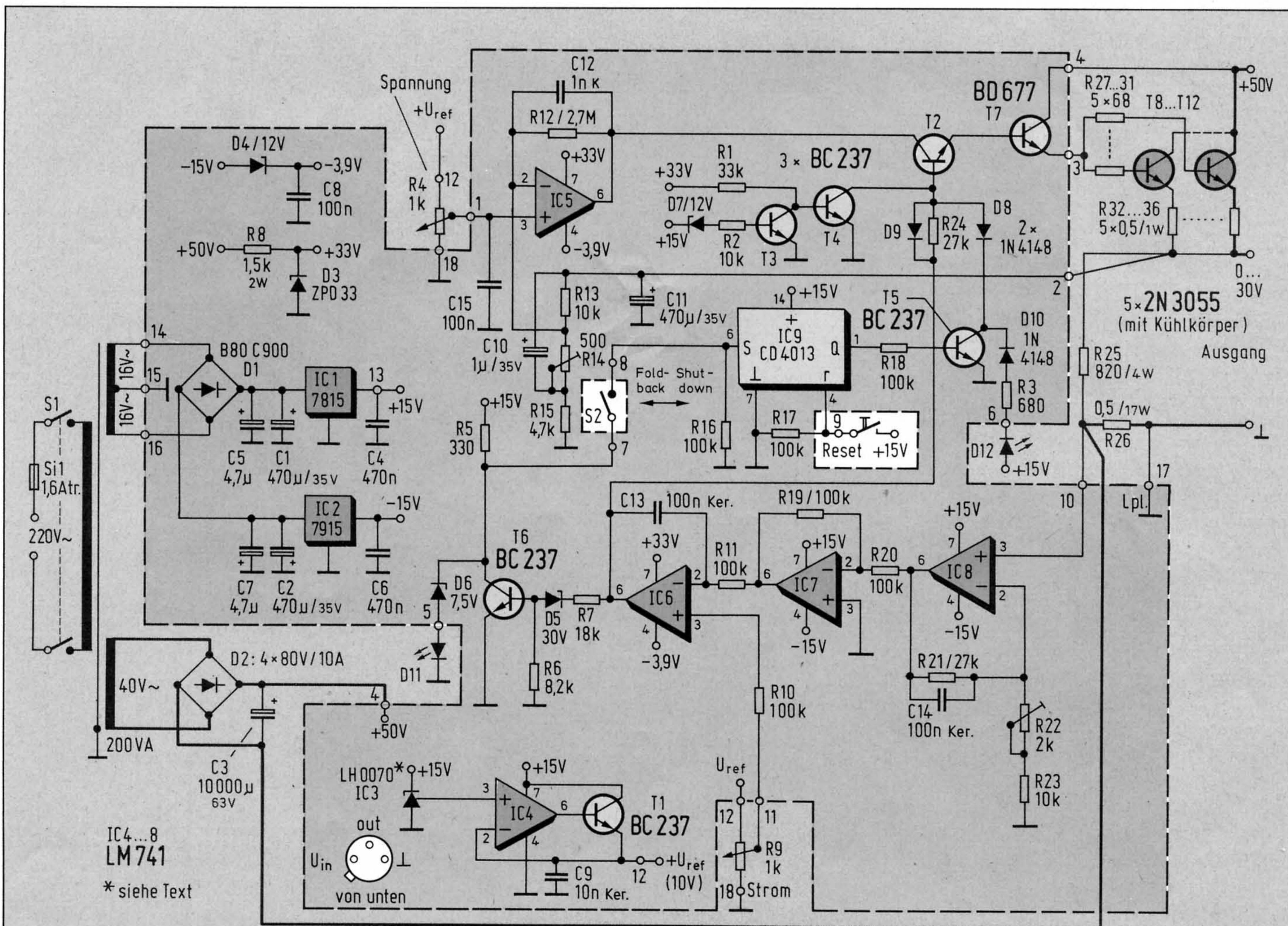
Ein Netzgerät gehört zur Grundausstattung jedes Elektroniklers. Die in vielen Jahren vorgestellten Netzteile werden hier um eine weitere Version er-

gänzt, die viele Vorteile in sich vereinigt: Wahlweise kann die Betriebsart „Fold-back“ oder „Shut-down“ eingestellt werden. Bei „Fold-back“ wird

beim Überschreiten der eingestellten Strombegrenzung der Strom konstant gehalten und die Ausgangsspannung zurückgeregelt. Bei „Shut-down“ wird beim Überschreiten der Begrenzung die Ausgangsspannung abgeschaltet; nach Unterschreiten der gewählten Strombegrenzung kann mit der Taste „Reset“ die Spannung wieder eingeschaltet werden.

Präzise Referenz-Spannungsquelle

Bei der Schaltungsentwicklung wurde eine hohe Spannungs- bzw. Stromkonstanz gefordert. Wer die Ausgabe nicht scheut, ist mit dem Baustein AD 2702 sehr gut bedient. Für eine einstellbare Spannungsquelle wurde der LH 0070 (National Semiconductor) als völlig ausreichend erachtet (Tabelle 1). Er ist



① Netzteil mit einstellbarer Spannung von 0...30 V und variabler Strombegrenzung – ideal für jedes Elektronik-Labor

auch in der Schaltung in *Bild 1* verwendet. (Zur Not tut's auch ein 10-V-Spannungsregler.)

Der Referenzspannungsquelle IC3 ist ein Operationsverstärker als Impedanzwandler nachgeschaltet, der für T1 den Basisstrom liefert. An dessen Emitter steht die Referenzspannung U_{ref} von 10 V niederohmig zur Verfügung.

Mit dem Potentiometer R4 wird die Sollspannung eingestellt, die am Ausgang anstehen soll. Diese gelangt an den nichtinvertierenden Eingang von IC5. Die Istspannung wird direkt mit einer separaten Fühlerleitung von der Ausgangsspannungsbuchse abgenommen und über einen Spannungsteiler an den invertierenden Eingang von IC5 geführt.

Differenzverstärker als Regler

Der Ausgang von IC5 wird über T2 auf die Basis des Treibertransistors T7 gegeben; dessen Emitter ist mit den Basisan-

Tabelle 1. Daten der Präzisions-Spannungsreferenz LH0070

| | |
|-----------------------------|-------------------|
| Ausgangsspannung | 10 V \pm 0,02 % |
| Versorgungsspannungsbereich | 11,4...40 V |
| Ausgangswiderstand | 0,2 Ω |
| Stromaufnahme (standby) | 3 mA |
| max. Ausgangsstrom | 20 mA |

schlüssen der Ausgangstransistoren T8...T12 verbunden. Die Emitter der Ausgangstransistoren sind über 0,5- Ω -Widerstände zur Stromverteilung mit der Plus-Ausgangsbuchse verbunden

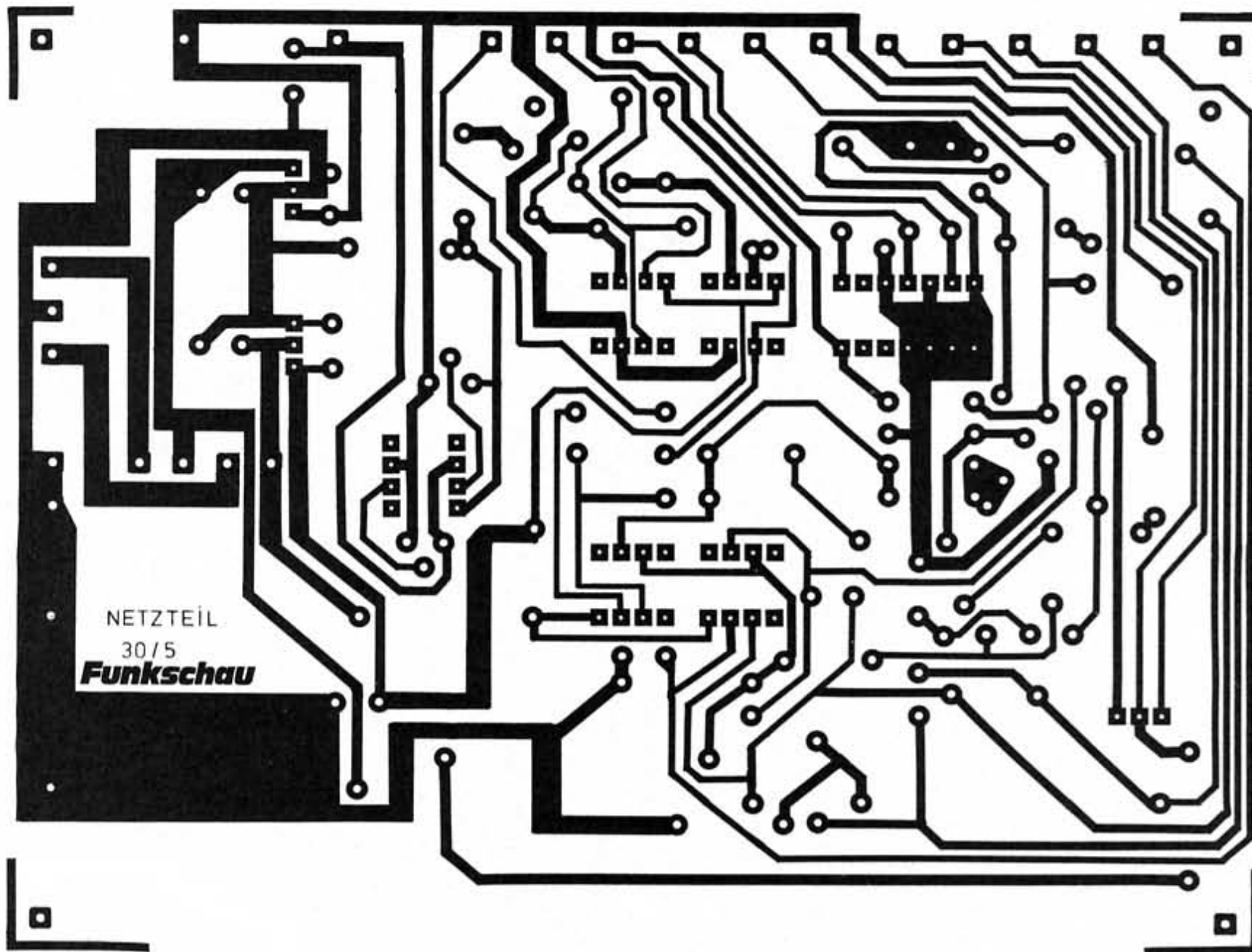
Wird nun der Ausgang belastet, so tritt – bedingt durch den Innenwiderstand der Endstufe – ein Spannungsabfall auf. Dieser Spannungsabfall führt zu einer Differenzspannung an den Eingängen von IC5. Der Operationsverstärker regelt nun so lange nach, bis die Differenzspannung zu Null geworden ist, und somit ist der Spannungsabfall ausgeregelt. Damit man die Spannung bis herunter auf 0 V stellen kann, liegt IC5 mit Pin 4 an -3,9 V. Da die Ausregelung des Span-

nungsabfalls jedoch in ca. 200 μ s erfolgt, bleibt für den Anwender die Ausgangsspannung quasi konstant.

Strommessung über Spannungsabfall an einem Widerstand

Die Stromeinstellung erfolgt mit dem Potentiometer R9, das wie R4 an der 10-V-Referenz angeschlossen ist. Die am Schleifer abgegriffene Spannung gelangt über R10, der zur Minimierung der Offsetspannungsdrift für IC6 dient, an den nichtinvertierenden Eingang dieses Operationsverstärkers.

Der Ausgangsstrom des Netzteils wird über R26 (0,5 Ω , 17 W, 0,5 % Toleranz) gemessen, d. h. der durch den Strom auftretende Spannungsabfall wird von IC 8, der als Differenzverstärker geschaltet ist, verstärkt. Die so verstärkte Spannung wird durch IC7 invertiert und anschließend auf den invertierenden Eingang von IC6 gegeben.

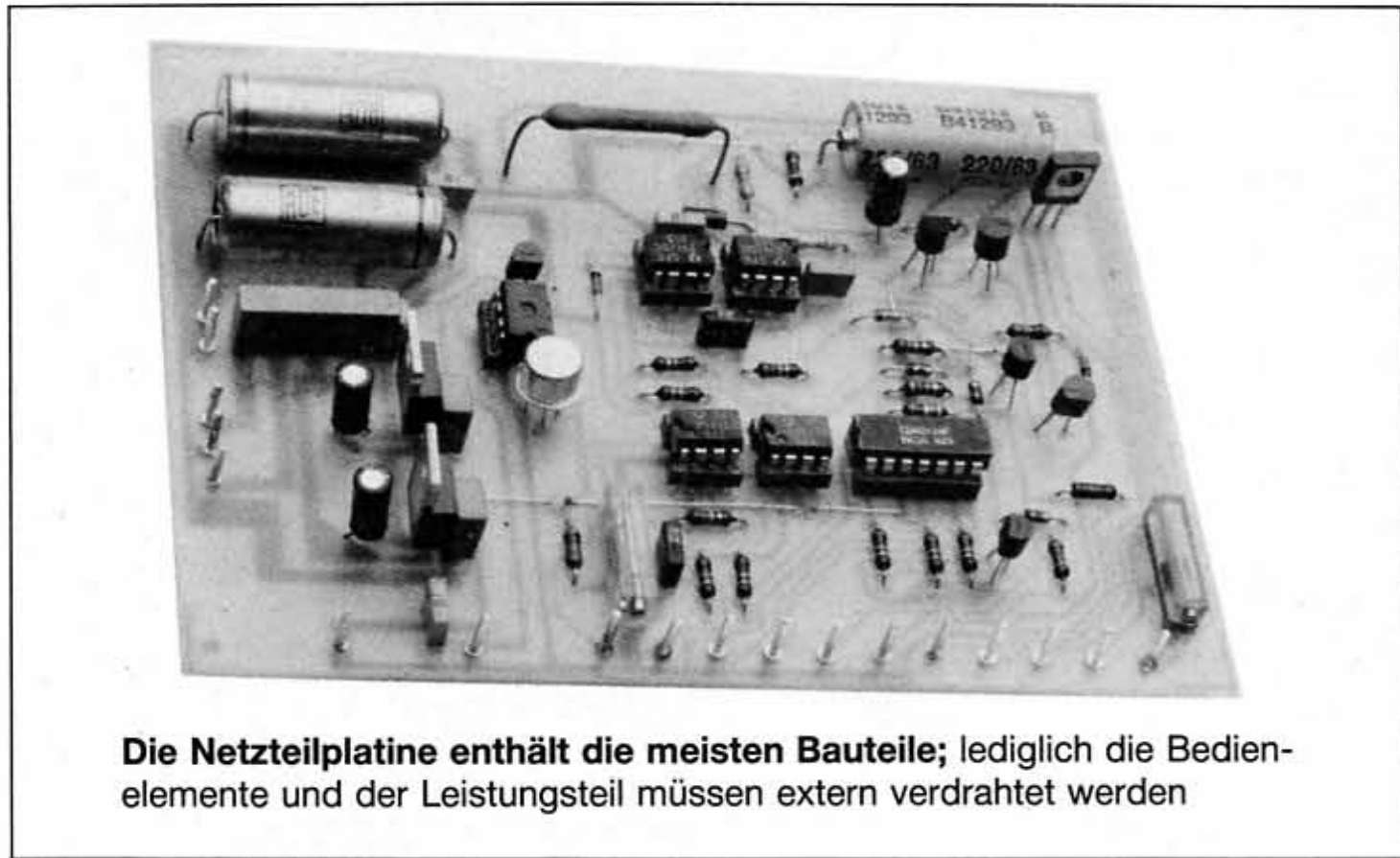


② Platinen-Layout für die Spannungs- und Stromregelung

So lange nun die Sollspannung, eingestellt durch R9, kleiner ist als die an Pin 2 von IC6 anstehende Spannung, so lange steht am Ausgang des Operationsverstärkers, der hier als Komperator geschaltet ist, eine Spannung von ca. 38 V an. Diese Spannung steuert den Transistor T2 völlig durch; somit gelangt die Steuerspannung von IC5 ungehindert an die Basis von T7.

Zwei Betriebsarten für die Strombegrenzung

Zunächst die Funktion der Fold-back-Strombegrenzung: Wird nun der an R9 eingestellte Maximalwert des Ausgangsstromes überschritten, so sinkt die Ausgangsspannung von IC6 ab, und der Transistor T7 bleibt nicht mehr voll durchgeschaltet. Das führt so lange zu einer Absenkung der Ausgangsspannung, bis der Strom gleich dem eingestellten Maximalwert ist. Gleichzeitig

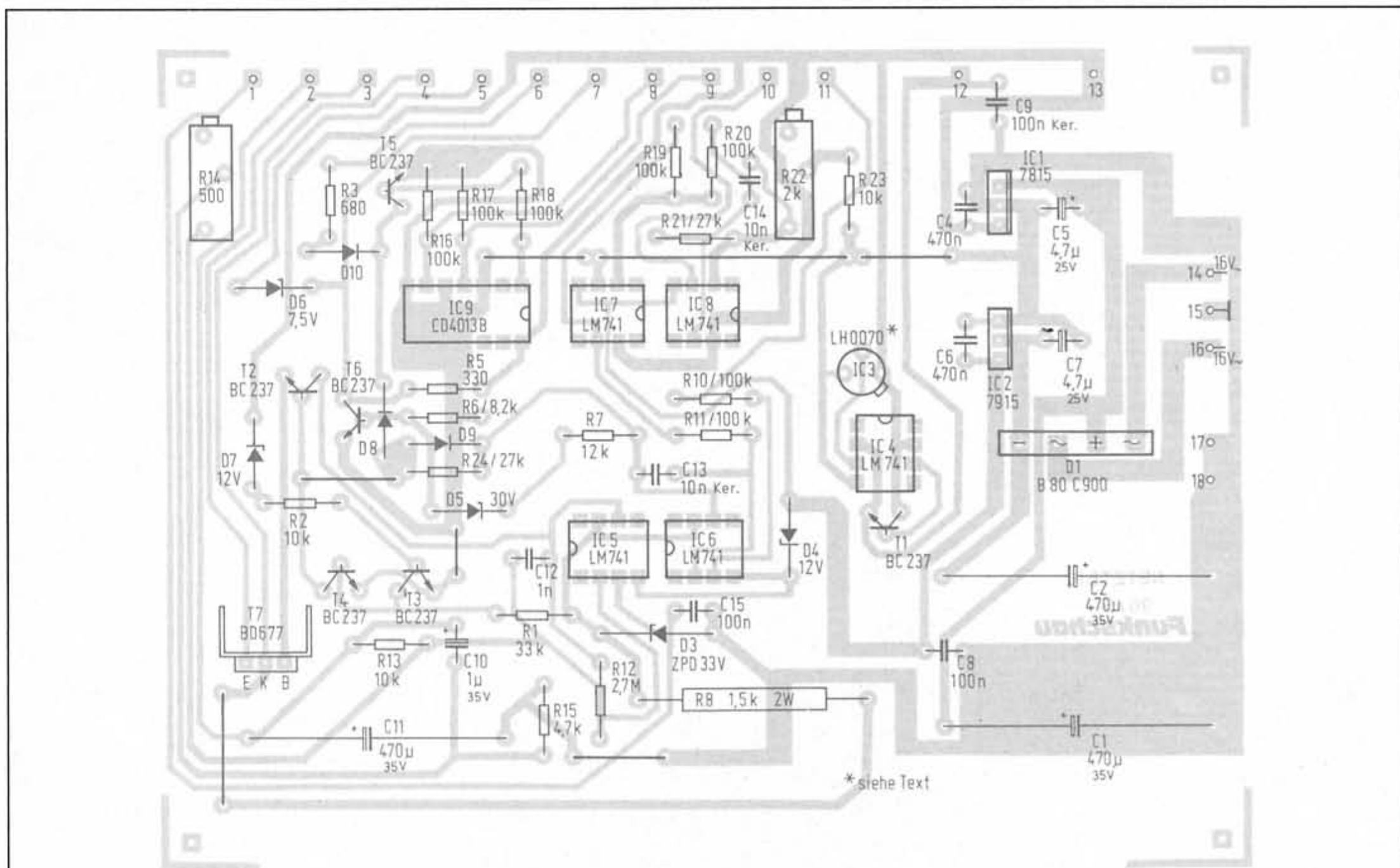


Die Netzteilplatine enthält die meisten Bauteile; lediglich die Bedienelemente und der Leistungsteil müssen extern verdrahtet werden

wird der Transistor T6 gesperrt, und die Leuchtdiode D11 „Fold-back“ leuchtet auf.

Nun zur Funktion der Shut-down-Strombegrenzung: Wird S2 geschlossen,

so ist die Betriebsart Shut-down eingeschaltet. Wenn in dieser Betriebsart der eingestellte Maximalwert des Stromes überschritten wird, gelangt das am Kollektor von T6 entstandene „H“-Signal an



③ Der Bestückungsplan zeigt, daß außer den Bedien- und Anzeigeelementen nur die Leistungsbau- teile extern zu verdrahten sind

den Set-Eingang von IC9, das als RS-Flipflop geschaltet ist. Der Q-Ausgang von IC9 (Pin 1) geht auf „H“, der Transistor T5 wird durchgeschaltet und zieht die Spannung an der Basis von T2 gegen Null Volt. T2 sperrt, und damit ist die Ausgangsspannung ebenfalls Null Volt. Gleichzeitig wird von T5 die Leuchtdiode D12 „Shut-down“ angesteuert. Durch Drücken der Reset-Taste T kann nach Unterschreiten der eingestellten Strombegrenzung (z. B. durch Beseitigen eines Kurzschlusses) die Ausgangsspannung wieder eingeschaltet werden, wobei die Leuchtdiode „Shut-down“ verlischt.

Kurze Verbindungen zu Bauteilen außerhalb der Platine

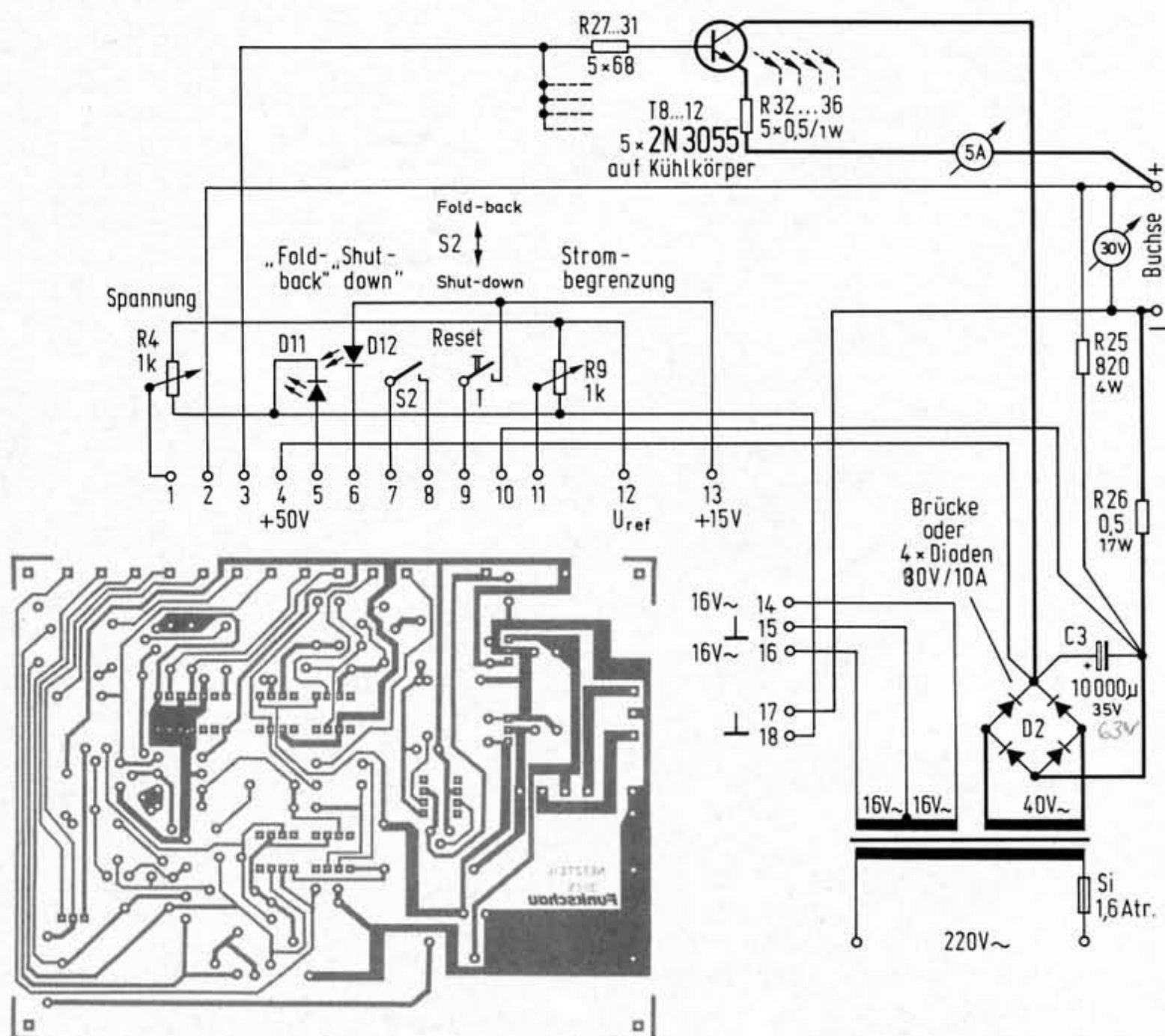
Zum leichteren Nachbau ist in Bild 2 ein Platinen-LAYOUT gezeigt. Alle Bauteile, die in Bild 1 innerhalb der gestrichelten Linie gezeichnet sind, finden auf der

Tabelle 2. Stückliste für das Netzteil

| | | | |
|---------------------|-------------------|-----------------------|-----------------------------|
| Halbleiter: | | R4, 9 | Poti 1 k Ω |
| IC1 | 7815 | R5 | 330 Ω |
| IC2 | 7915 | R6 | 8,2 k Ω |
| IC3 | LH0070 / AD5817H | R7 | 12 k Ω |
| IC4...8 | LM741 | R8 | 1,5 k Ω , 2 W |
| IC9 | CD4013 | R10, 11, 16...20 | 100 k Ω |
| T1...6 | BC237B | R12 | 2,7 M Ω |
| T7 | BD677 | R14 | 500 Ω Spindeltrimmer |
| T8...12 | 2N3055 | R15 | 4,7 k Ω |
| D1 | B40C900 | R21, 24 | 27 k Ω |
| D2 | 4x80-V/10-A-Typen | R22 | 2 k Ω Spindeltrimmer |
| D3 | ZPD33 | R25 | 820 Ω |
| D4, 7 | BZX87, 12 V | R27...31 | 68 Ω , 0,5 W |
| D5 | BZX87, 33 V | R32...36 | 0,5 Ω , 1 W |
| D6 | BZX87, 7,5 V | Kondensatoren: | |
| D8...10 | 1N4148 | C1, 2, 11 | 470 μ F, 35 V |
| D11, 12 | LED rot | C3 | 10 000 μ F, 63 V |
| Widerstände: | | C4, 6 | 470 nF |
| R1 | 33 k Ω | C5, 7 | 4,7 μ F, 25 V |
| R2, 13, 23 | 10 k Ω | C8, 15 | 100 nF |
| R3 | 680 Ω | C9, 13, 14 | 10 nF |
| | | C10 | 1 μ F, 35 V |
| | | C12 | 1 nF |

④ Der Verdrahtungsaufwand hält sich in Grenzen:

Die Ausgangstransistoren mit den Basis- und Emitterwiderständen werden auf einem Kühlkörper untergebracht. Der Transformator mit seinen Wicklungen für den Leistungsteil und die Spannungsversorgung der Regelung wird wegen seines Gewichtes direkt am Metallgehäuse verschraubt. Die Bedien- und Anzeigeelemente mit den Meßinstrumenten werden auf der Frontplatte nach eigenem Geschmack angeordnet



Platine Platz. Den Bestückungsplan zeigt *Bild 3*. Die anderen Bauteile müssen mit möglichst kurzen Leitungen, bei Bauteilen mit höherer Verlustleistung mit ausreichendem Querschnitt, mit der Platine verbunden werden. *Bild 4* zeigt den Verdrahtungsplan.

Die fünf Endtransistoren, die zur Betriebssicherheit bewußt überdimensioniert wurden, werden isoliert auf einem Kühlkörper montiert. Im ungünstigsten Fall müssen sie etwa 250 W Verlustleistung „verbraten“; das entspricht schon einem mittleren Heizofen. Die Kühlrippen sollten so montiert werden, daß die Luft ungehindert aufsteigen kann.

Die Fühlerleitungen für Strom und Spannung an den Punkten 2 und 10 der Platine sind direkt an der positiven Ausgangsbuchse bzw. direkt am Stromfühlerwiderstand R26 anzuschließen. Treten Schwingungen der Ausgangsspannung bei bestimmten Lastverhältnissen auf, so können sie durch Ändern von C10 und C12 beseitigt werden. Oft hilft auch ein Überprüfen der Masseleitungen auf saubere Verbindungen.

Schrittweise Inbetriebnahme

Um eine einfache Prüfung der einzelnen Baugruppen zu erreichen, wird empfohlen wie folgt vorzugehen:

Als erstes wird die Spannungsversorgung in Betrieb genommen und die Betriebsspannungen ± 15 V, + 33 V und die + 50 V für die Endstufe gemessen. Anschließend wird das Referenzelement eingelötet sowie der Operationsverstärker IC4 in die Fassung auf der Platine eingesetzt und die 10-V-Referenzspannung kontrolliert. Nun werden IC5...8 eingesetzt, das Netz eingeschaltet, die Potentiometer R4 und R9 auf Maximum gestellt und die Ausgangsspannung mit dem Trimmer R14 auf 30 V abgeglichen.

Jetzt wird die Ausgangsspannung belastet, damit ein Strom von 5 A bei 30 V Ausgangsspannung fließt. Mit dem Trimmer R22 wird der Einsatzpunkt der Strombegrenzung auf 5 A eingestellt.

Anschließend wird bei ausgeschaltetem Netz der Baustein IC 9 eingebaut und S2 geschlossen (Shut-down). Wird nun die eingestellte Strombegrenzung überschritten, so wird die Ausgangsspannung abgeschaltet. Mit der Taste Reset kann nach Unterschreiten des Stroms die Spannung wieder eingeschaltet werden. Wolfgang Rothhaupt