



# Prozessor-Netzteil PS 9530

## Technischer Kundendienst

Für Fragen und Auskünfte stehen Ihnen unsere qualifizierten technischen Mitarbeiter gerne zur Verfügung. Wir bitten Sie um Verständnis, dass wir technische Auskünfte nicht telefonisch, sondern schriftlich erteilen. Bitte richten Sie Ihr Schreiben an:

**ELV • Herrn Müller • Postfach 1000 • D - 26787 Leer**

## Reparaturservice

Für Geräte, die aus ELV-Bausätzen hergestellt wurden, bieten wir unseren Kunden einen Reparaturservice an. Selbstverständlich wird Ihr Gerät so kostengünstig wie möglich instand gesetzt. Im Sinne einer schnellen Abwicklung führen wir die Reparatur sofort durch, wenn die Reparaturkosten den halben Komplettbausatzpreis nicht überschreiten. Sollte der Defekt größer sein, erhalten Sie zunächst einen unverbindlichen Kostenvoranschlag. Bitte senden Sie Ihr Gerät an:

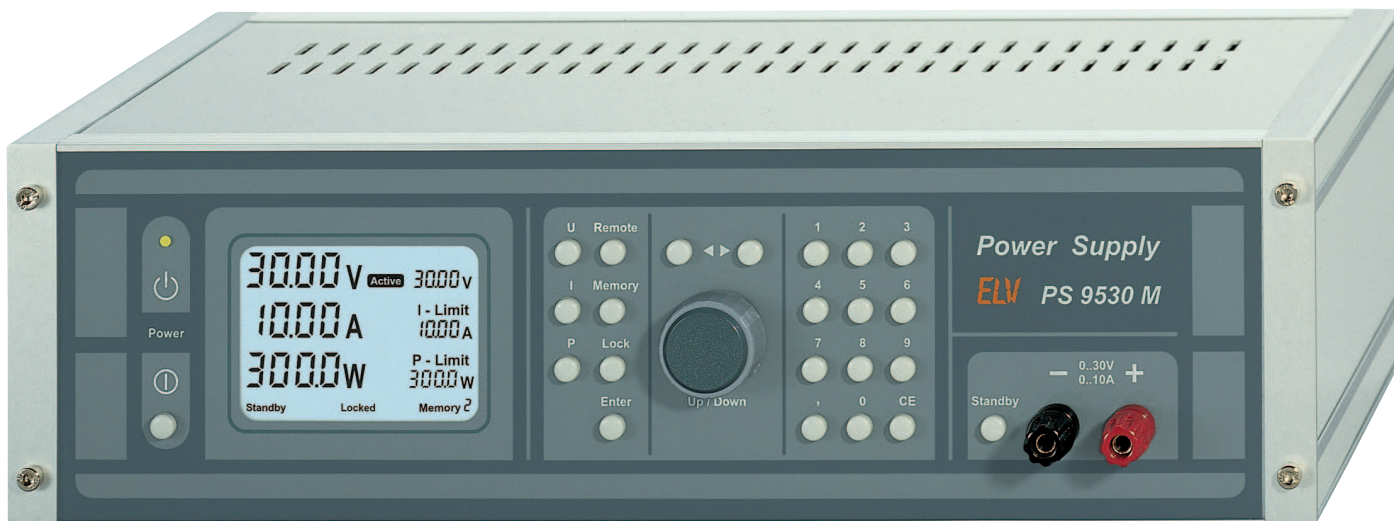
**ELV • Reparaturservice • Postfach 1000 • D - 26787 Leer**

### Entsorgungshinweis

**Gerät nicht im Hausmüll entsorgen!**

Elektronische Geräte sind entsprechend der Richtlinie über Elektro- und Elektronik-Altgeräte über die örtlichen Sammelstellen für Elektronik-Altgeräte zu entsorgen!





# Prozessor-Netzteil PS 9530

**Das neue Prozessor-Netzteil PS 9530 im soliden Metallgehäuse gehört in die Spitzen-Klasse der Stromversorgungsgeräte und bietet Leistungsmerkmale, die kaum bei einem anderen Netzteil zu finden sind. Neben einer fein einstellbaren Ausgangsspannung von 0 bis 30 V und einem Strom von 0 bis 10 A verfügt das mit einem großen, beleuchteten LC-Display ausgestattete Gerät über einen ausgezeichneten Bedienungskomfort.**

## Allgemeines

Mit erlesenen technischen Daten und ausgezeichnetem Bedienungskomfort ist das PS 9530 ein absolutes Spitzengerät im Bereich der Labor-Stromversorgungen. Mikroprozessorgesteuert können beim PS 9530 sämtliche Sollwertvorgaben über eine Tastatur eingegeben werden oder mit Hilfe eines Incrementalgebers (Drehimpulsgebers) erfolgen. Die Auflösung des Incrementalgebers ist dabei einstellbar, sodass auch eine stufenweise Veränderung der gewünschten Parameter (z. B. Spannung in 0,01-V-Schritten) auf- oder abwärts möglich ist.

Wahlweise kann das in einem soliden Metallgehäuse untergebrachte PS 9530 als Spannungs-, Strom- oder Leistungskonstanter arbeiten.

Die Spannungsvorgabe des Gerätes ist in 10-mV-Schritten, die Stromvorgabe mit 10-mA- und die Leistungsbegrenzung mit 0,1-W-Auflösung möglich. Mit einer Ausgangsspannung von 0 bis 30 V und bis zu 10-A-Ausgangsstrom (300 VA) steht da-

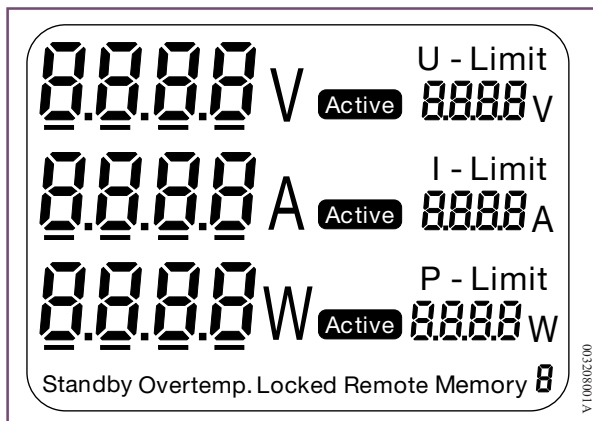
mit für die meisten Laboranwendungen genügend Leistung zur Verfügung.

Das PS 9530 ist mit einem hochwertigen Ringkern-Netztransformator ausgestattet und die Abführung der Verlustwärme er-

folgt mit Hilfe eines innen liegenden Kühlkörper-Lüfteraggregates. Eine elektronisch geregelte Lüftersteuerung passt dabei die Drehzahl des Lüfters stets den Erfordernissen an.

**Tabelle 1: Technische Daten PS 9530**

Ausgangsspannung:	0 - 30 V (Auflösung 10 mV)
Ausgangsstrom:	0 - 10 A (Auflösung 1 mA)
Mikroprozessorsteuerung:	für alle Bedienfunktionen
Anzeige:	großflächiges, hinterleuchtetes LC-Display zur gleichzeitigen Anzeige von Spannung, Strom und Leistung mit den zugehörigen Grenzwerten und Statusinformationen
Einstellungen:	wahlweise per Tastatur oder mit Incrementalgeber möglich
Speicher:	bis zu 9 individuelle Einstellungen speicherbar
PC-Schnittstelle:	RS232, galvanisch getrennt
Besonderheit:	Standby-Funktion zum Deaktivieren des Ausgangs
Brummen und Rauschen	
Spannungskonstanter:	1 mV <sub>eff</sub>
Stromkonstanter:	0,01%
Innenwiderstand	
Spannungskonstanter:	< 0,005 Ω
Stromkonstanter:	ca. 20 kΩ
Metallgehäuse	
Abmessungen:	380 x 225 x 120 mm
Gewicht:	ca. 7,7 kg



**Bild 1: Display des PS 9530 mit allen zur Verfügung stehenden Segmenten (Displaytest)**

Die hervorragenden technischen Daten sind auch auf die Ausführung der Endstufe als Linear-Längsregler zurückzuführen. Als Spannungs-konstanter beträgt das Brummen und Rauschen nur  $1 \text{ mV}_{\text{eff}}$ , und der Innenwiderstand ist mit  $0,005 \Omega$  extrem klein. Arbeitet das Gerät als Konstant-Stromquelle, so sind maximal  $0,01\%$  Brummen und Rauschen vorhanden und der Innenwiderstand beträgt dann ca.  $20 \text{ k}\Omega$ .

Ein großflächiges, hinterleuchtetes LC-Display zeigt alle wichtigen Parameter des PS 9530 gleichzeitig an. Neben den Ist-Werten für Spannung, Strom und Leistung sind auch die Grenzwerte direkt abzulesen. Des Weiteren werden alle wichtigen Statusinformationen und welcher Regler gerade aktiv ist (U, I oder P) direkt angezeigt. Wenn z. B. beim Betrieb als Spannungs-konstanter der Ist- und der Soll-Wert für die Spannung gleich groß sind, können für den Strom und die Leistung die programmierten Grenzwerte (Limits) zusätzlich abgelesen werden. Dank Hinterleuchtung ist das große LC-Display jederzeit gut ablesbar.

Für die Abspeicherung von max. 9 kompletten individuellen Geräteeinstellungen ist ein Speicher integriert, der selbstverständlich auch bei Netzausfall und beim ausgeschalteten Gerät die Daten nicht verliert. Des Weiteren sorgt eine Backup-Funktion dafür, dass das Gerät nach einem Spannungsausfall bzw. nach dem Aus- und Wiedereinschalten mit den zuletzt gewählten Einstellungen aktiviert wird.

Zur Kommunikation mit einem PC ist beim PS 9530 eine serielle Standard-RS-232-Schnittstelle eingebaut. Über diese Schnittstelle sind sämtliche Funktionen des PS 9530 steuerbar. Des Weiteren können mit Hilfe einer komfortablen Windows-Software komplette Spannungs-, Strom- und Leistungsverläufe wertabhängig, zeitabhängig oder uhrzeitabhängig programmiert werden. Die Soll- und Ist-Werte sind im grafischen Verlauf darstellbar und können auch in andere Programme, wie z. B. MS-Excel, exportiert werden.

Erfolgt die Fernsteuerung des Netzgerätes über einen PC, so werden aus Sicherheitsgründen alle Tastenfunktionen am

Gerät, mit Ausnahme der Remote- und der Standby-Taste, gesperrt. Für die Ist- und Sollwert-Verläufe (bis max. 24 h) sind beliebige Dateien anzulegen.

Selbstverständlich ist das PS 9530 dauerkurzschlussfest, und elektronische Temperatur-Schutzschaltungen verhindern z. B. im Fehlerfall eine Überlastung des Gerätes.

Das PS 9530 ist gleichermaßen für den Einsatz in der Präzisions-Labortechnik als auch im Leistungsbereich geeignet. Die wesentlichen technischen Daten des Gerätes sind in Tabelle 1 zu sehen.

## Bedienung

Das PS 9530 mit großem, hinterleuchtetem LC-Display zeichnet sich durch einen besonders hohen Bedienungskomfort aus. Wie die Frontansicht des Gerätes zeigt, sind zur Bedienung insgesamt 22 Taster, ein Drehimpulsgeber mit 24 Raststellungen pro Umdrehung sowie ein Netzschalter zum Ein- und Ausschalten der primärseitigen Netzspannung vorhanden.

Auf dem großflächigen Display werden alle wichtigen Daten (Sollwerte, Istwerte) sowie die Statusinformationen des Gerätes übersichtlich dargestellt. Besonders große Zeichen wurden dabei für die Istwert-Anzeigen, der Spannung, des Stromes und der Leistung auf der linken Displayseite gewählt, während die Grenzwertvorgaben auf der rechten Displayseite kleiner dargestellt werden. Beim jeweils aktiven Regler, angezeigt durch ein Aktiv-Segment, sind grundsätzlich der Sollwert und der Istwert gleich groß.

Die Statusinformationen im unteren Bereich des Displays (Abbildung 1) geben Informationen über die verschiedenen Betriebszustände des Netzgerätes.

Nach dem Einschalten des PS 9530 mit dem links unten angeordneten Netzschalter leuchtet die darüber angeordnete Power-LED. Gleichzeitig führt der Mikrocontroller einen Displaytest durch und steuert für ca. 2 Sek. alle Segmente des Displays an (Abbildung 1). Danach wird die zuletzt genutzte Gerätekonfiguration (vor dem Ausschalten) wieder übernommen.

Das Einstellen der Sollwert-Vorgaben kann sowohl mit Hilfe der Nummertastatur (auf der rechten Frontplattenseite) als auch mit einem Drehimpulsgeber (Incrementalgeber) erfolgen. Grundsätzlich werden alle Werte 4-stellig in der Grundeinheit Volt, Ampere oder Watt vorgegeben. Die Auswahl der zu verändernden Größe erfolgt mit den rechts neben dem Display angeordneten Tasten U, I und P.

## Drehimpulsgeber

Zur Einstellung der Sollwert-Vorgaben mit dem Incrementalgeber (Drehimpulsgeber) ist zuerst mit Hilfe der Tasten U, I oder P die zu verändernde Größe auszuwählen. Die zu verändernde Stelle des Vorgabewertes wird dann mit den beiden Tasten  $\leftarrow$  und  $\rightarrow$  oberhalb des Drehimpulsgebers ausgewählt, wobei die jeweils aktive Stelle durch einen Unterstrich gekennzeichnet wird. Entsprechend der gewählten Schritte erfolgt durch Drehen des Impulsgebers in die gewünschte Richtung das Verändern der Sollwert-Vorgabe. Die Übernahme der neuen Einstellung als Grenzwert wird mit der Enter-Taste vorgenommen oder erfolgt automatisch, wenn länger als 5 Sek. keine Taste mehr betätigt wird.

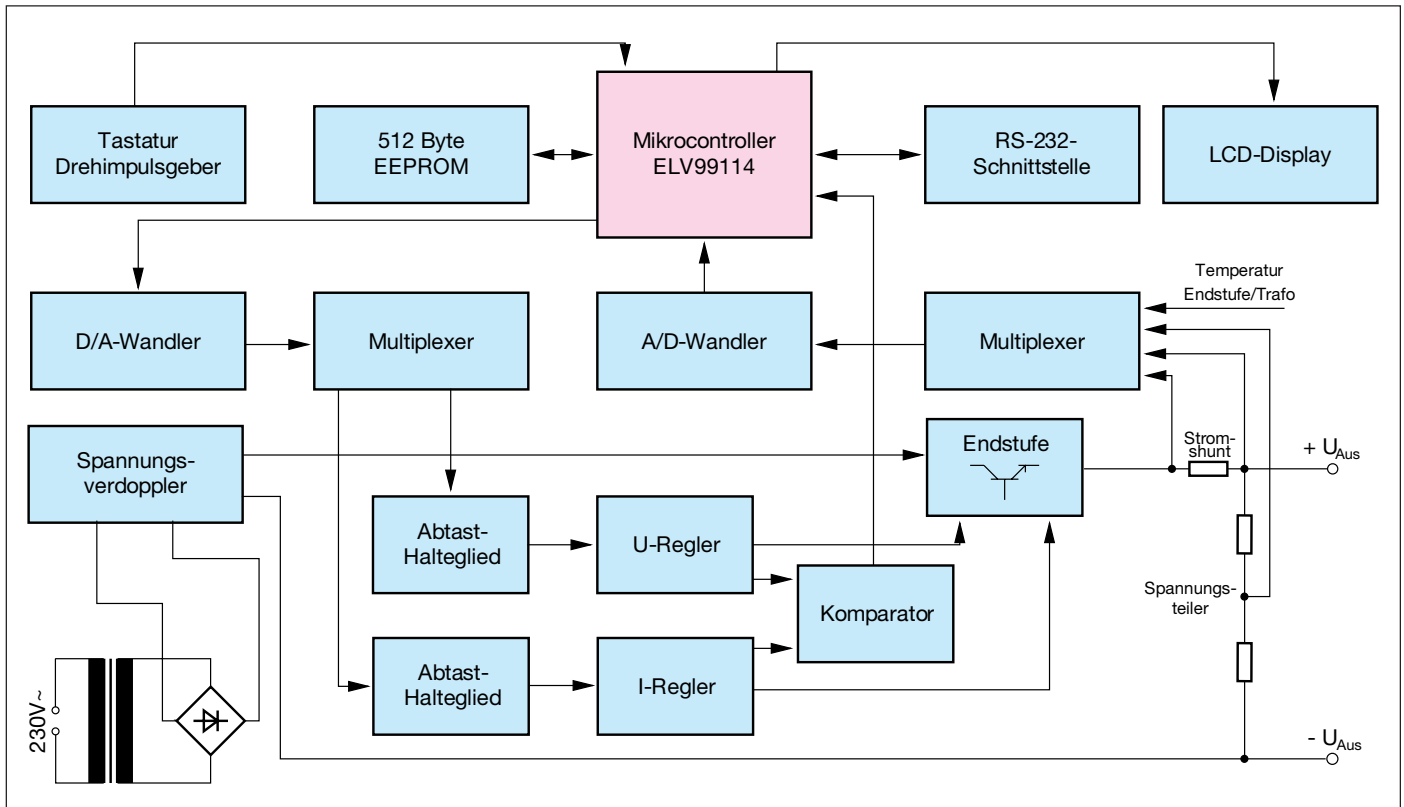
## Nummertastatur

Alternativ zum Drehimpulsgeber können alle Sollwert-Vorgaben auch über eine Nummertastatur eingegeben werden. Auch dabei ist zuerst mit Hilfe der Auswahl-tasten U, I oder P die zu verändernde Größe auszuwählen. Die gewählte Größe wird dann direkt eingegeben, wobei die Taste „CE“ die zuletzt eingegebene Ziffer löscht. Der eingegebene Zahlenwert wird mit der Taste „Enter“ oder wenn länger als 10 Sek. keine Taste mehr gedrückt wurde, als neuer Grenzwert übernommen. Eine neue Eingabe wird dabei grundsätzlich auf der linken Displayseite angezeigt und erscheint als neuer Grenzwert auf der rechten Displayseite nach der Übernahme.

## Speicherplätze

Beim PS 9530 sind bis zu 9 individuelle Gerätekonfigurationen in einem nichtflüchtigen Speicher (EEPROM) zu sichern und bei Bedarf jederzeit wieder aufrufbar. Selbstverständlich bleiben die Daten auch bei ausgeschaltetem Gerät oder bei Spannungsausfall über Jahre erhalten. Die Auswahl des gewünschten Speicherplatzes erfolgt mit der rechts neben dem Display angeordneten Taste „Memory“ und wird unten rechts in der Statuszeile des Displays angezeigt. Jede Tastenbetätigung schaltet einen Speicherplatz weiter, wobei die gespeicherten Daten für U, I und P rechts im Display erscheinen.

Nach Erreichen des letzten Speicher-



**Bild 2: Blockschaltbild des PS 9530**

platzes (8) beginnt der Vorgang von neuem, d. h. Speicherplatz 0 mit den zugehörigen Daten erscheint im Display. Mit der Taste „Enter“ können die gespeicherten Sollwert-Vorgaben dann als neue Grenzwerte (Limits) übernommen werden, oder die Betätigung der Taste „CE“ führt zum Abbruch des Vorganges.

Das Abspeichern von neuen Gerätekonfigurationen ist ebenfalls sehr einfach. Auch dabei wird zunächst der gewünschte Speicherplatz mit Hilfe der Memory-Taste selektiert. Um die aktuell eingestellten Vorgabewerte dann unter diesem Speicherplatz anzulegen, ist die Memory-Taste 2 Sekunden gedrückt zu halten. Der Vorgang wird automatisch abgebrochen, wenn innerhalb von 5 Sekunden keine Taste betätigt wird. Ebenfalls führt die Betätigung der Taste „CE“ zum Abbruch des Vorganges.

### Tastatur-Sperre (Lock)

Um zu verhindern, dass Vorgabewerte versehentlich verändert werden, ist das Labor-Netzgerät PS 9530 mit einer Tastatur-Sperre ausgestattet. Versehentliches Verändern von Vorgabewerten kann fatale Folgen für ein angeschlossenes Gerät haben und bis zur Zerstörung führen. Durch eine kurze Betätigung der Taste „Lock“ werden sämtliche Tastenfunktionen des PS 9530, mit Ausnahme des Netzschalters, der Taste „Standby“ und der Taste „Lock“ selbst, gesperrt.

In der unteren Statuszeile des Displays

wird die Tastatursperre mit dem Symbol „Lock“ angezeigt. Die Tastatursperre kann wieder aufgehoben werden, wenn die „Lock“-Taste ein weiteres Mal betätigt wird.

### Remote

Zum Anschluss eines Computers ist das PS 9530 mit einer seriellen V-24-Schnittstelle ausgestattet, über die sämtliche Funktionen automatisch steuerbar sind. Die Schnittstelle steht an einer 9-poligen Sub-D-Buchse auf der Geräterückseite zur Verfügung und kann mit Hilfe der Taste „Remote“, rechts oben neben dem Display, freigegeben werden. Bei freigegebener Schnittstelle erscheint in der Statuszeile des LC-Displays dann das Remote-Symbol, und das Gerät ist bereit, die empfangenen Befehle zu verarbeiten.

Die Schnittstelle wird durch einen erneuten Tastendruck der „Remote“-Taste wieder gesperrt.

### Standby

Mit der „Standby“-Taste links neben den Ausgangsbuchsen kann der Ausgang des Netzgerätes deaktiviert werden. An den Ausgangs-Polklemmen liegt dann keine Spannung mehr an und es fließt auch kein Strom mehr. Diese Funktion ist sehr praktisch, wenn an einem angeschlossenen Gerät gearbeitet wird, da zum Abschalten keine Sollwert-Veränderungen erforderlich sind.

Der „Standby“-Mode wird in der Statuszeile des Displays mit dem „Standby“-

Symbol markiert. Ein weiterer Tastendruck auf die „Standby“-Taste hebt diesen Betriebszustand wieder auf.

### Blockschaltbild

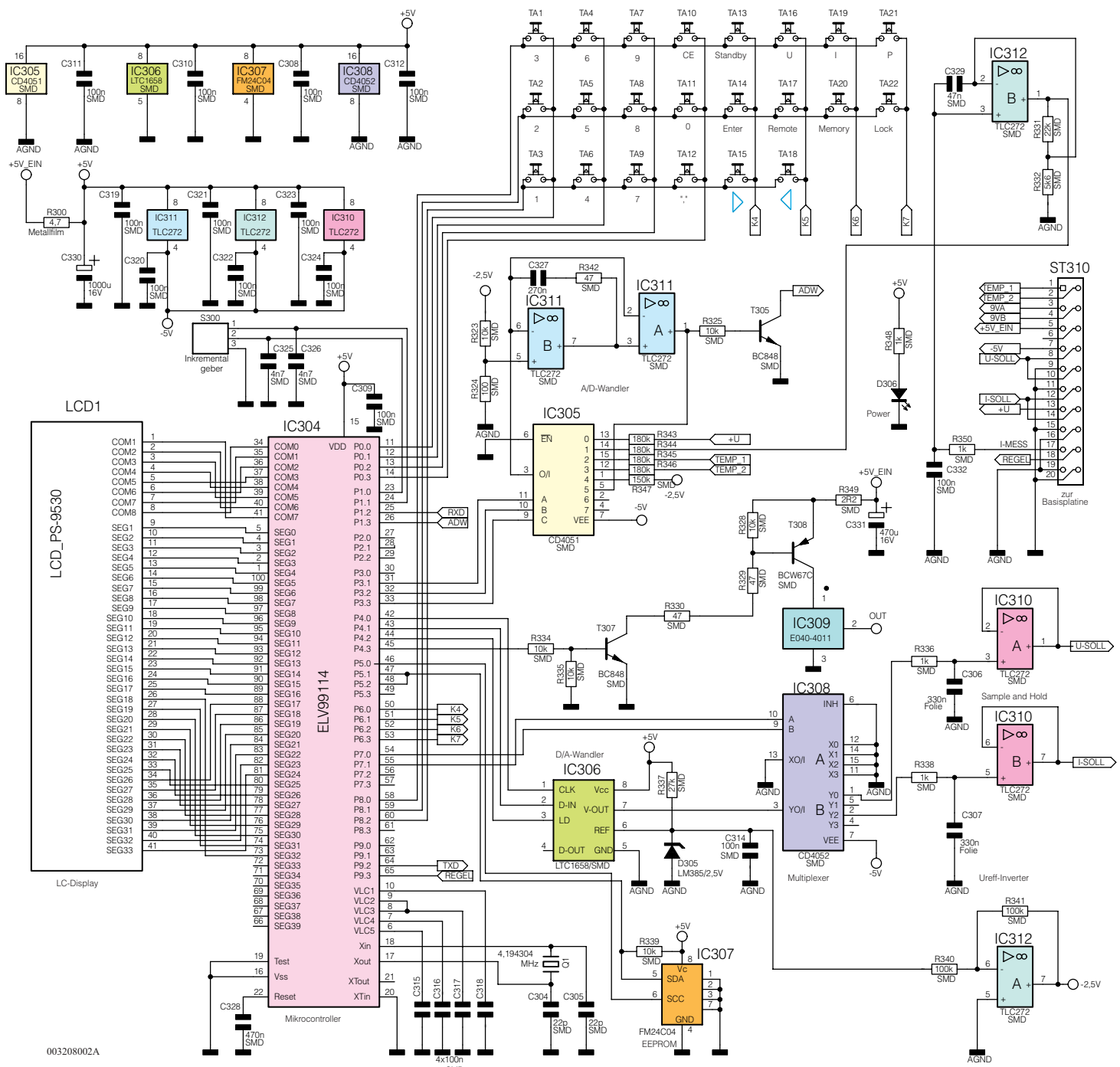
Das in Abbildung 2 vereinfacht dargestellte Blockschaltbild verschafft einen ersten Überblick über die Funktionsweise des PS 9530. Das Zusammenwirken der verschiedenen digitalen und analogen Schaltungsteile kann so anschaulich erläutert werden.

Während im oberen Bereich des Blockschaltbildes in erster Linie der Mikrocontroller mit den zugehörigen Peripherie-Baugruppen zu sehen ist, zeigt der untere Bereich den Leistungsteil mit der analogen Regelung.

Der leistungsfähige Ringkern-Netztransformator setzt die Spannung auf ca. 16 V herunter und versorgt den Leistungsgleichrichter sowie den nachgeschalteten Spannungsverdoppler. Bei Ausgangsspannungen über 15 V wird der Spannungsverdoppler dann automatisch vom Prozessor aktiviert.

Über die Leistungsendstufe und den Stromshunt gelangt die Spannung zum Netzgeräte-Ausgang. Je nach Sollspannungs- und Sollstrom-Vorgabe wird die Endstufe vom U-Regler oder vom I-Regler gesteuert. Die Information, welcher Regler gerade aktiv ist, erhält der Mikrocontroller über einen Komparator.

Die Sollwert-Vorgaben für Spannung



**Bild 3: Prozessorschaltbild des PS 9530**

und Strom kommen vom zentralen Mikrocontroller, der im mittleren, oberen Bereich des Blockschaltbildes eingezeichnet ist. Über einen D/A-Wandler mit nachgeschaltetem Multiplexer werden dann die analogen Steuerspannungen generiert und in den „Sample and Hold“-Gliedern (Abtast-Haltegliedern) gespeichert. Die gespeicherten Spannungen repräsentieren exakt die Sollwert-Vorgaben für Spannung und Strom.

Über die Tastatur oder den Drehimpulsgeber (oben links) werden die gewünschten Parameter des Netzgerätes manuell eingestellt und auf der großflächigen Flüssigkristall-Anzeige (oben rechts) dargestellt. Neben den Vorgabewerten sind auch die

aktuellen Messwerte sowie alle Statusinformationen direkt auf dem Display abzu lesen.

Bis zu neun vollständige Gerätekonfigurationen werden im 512-Byte-EEPROM abgespeichert. In diesem Speicher sind auch die Backup-Informationen des PS 9530 erfasst, sodass nach einem Stromausfall das Gerät nicht neu eingestellt werden muss. Des Weiteren befinden sich im EEPROM die Kalibrierparameter für den A/D- und den D/A-Wandler sowie die Maximalwerte für Strom und Spannung.

Mit dem Stromshunt am Ausgang wird der Ausgangsstrom und über den Spannungsteiler die Ausgangsspannung erfasst. Zusammen mit den Temperaturwerten des

Trafos und der Endstufe gelangen die Messwerte über einen Multiplexer auf den Eingang des A/D-Wandlers und von hier aus als digitale Informationen zum zentralen Mikrocontroller.

Eine galvanisch getrennte RS-232-Schnittstelle dient zur Verbindung des PS 9530 mit einem PC. Vom PC aus kann die komplette Steuerung des Netzteils erfolgen. Die Messwerte sind in beliebigen Dateien speicherbar.

### Schaltung

Die Gesamtschaltung des Labornetzgerätes PS 9530 besteht im Wesentlichen aus einer Steuer- und Bedieneinheit mit allen

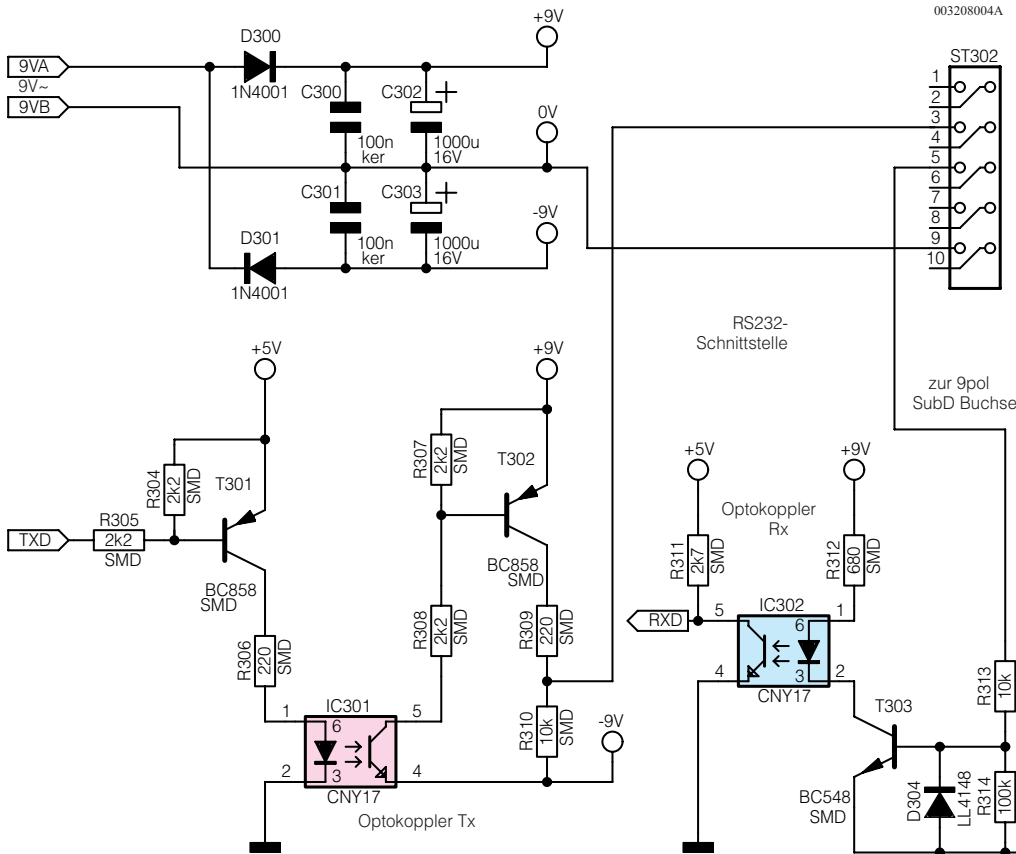


Bild 4: Galvanisch getrennte RS-232-Schnittstelle des PS 9530

zugehörigen Peripheriekomponenten, einer galvanisch getrennten RS-232-Schnittstelle und dem eigentlichen linear geregelten Leistungsnetzgerät. Das Gesamtschaltbild sowie der praktische Aufbau sind daher in zwei in sich geschlossene Funktionsgruppen aufgeteilt.

Während sich die Schaltung des Leistungsnetzgerätes auf einer großen Basisplatte befindet, sind alle für die Bedien- und Steuerfunktionen zuständigen Komponenten sowie die Schnittstelle auf einer Frontplatte untergebracht. Die Verbindung der beiden Funktionseinheiten erfolgt über ein 20-poliges Flachbandkabel, wobei die Prozessoreinheit aufgrund der allgemein gehaltenen Architektur auch zur Steuerung von anderen Netzgeräten geeignet ist. Die Schaltungsbeschreibung beginnen wir nun mit der in Abbildung 3 dargestellten Prozessoreinheit.

### Prozessoreinheit

Zentrales Bauelement ist der Single-Chip-Mikrocontroller IC 304 vom Typ ELV 99114, dessen Arbeitsprogramm in einem 16 kB großen ROM gespeichert ist. Aufgrund der umfangreichen LCD-Steuerungsmöglichkeiten verfügt der Baustein über 100 Anschlusspins. Die erforderliche externe Beschaltung hingegen ist äußerst gering.

Der Takt des chipinternen Oszillators wird mit Hilfe des Quarzes Q1 festgelegt, der an Pin 17 und Pin 18 des Controllers angeschlossen ist. Neben dem Quarz sind

an diesen Pins noch die Kondensatoren C 304 und C 305 erforderlich.

Für einen definierten Power-On-Reset des Gerätes sorgt der an Pin 22 angeschlossene Kondensator C 328. Das Reset-Signal initialisiert den Mikrocontroller und startet ihn neu.

Die große, hinterleuchtete Flüssigkristallanzeige wird direkt vom Mikrocontroller gesteuert. Zur Display-Steuerung sind die Segmentleitungen mit SEG 0 bis SEG 32 des Controllers verbunden. Die zur Verfügung stehenden 8 Backplanes werden dabei über COM 0 bis COM 7 gesteuert. Mit Hilfe der Kondensatoren C 315 bis C 318 werden die intern erzeugten Spannungen für das LC-Display gepuffert.

Für die Hinterleuchtung des LC-Displays wird beim PS 9530 eine Leuchtfolie verwendet, die für eine besonders gleichmäßige Ausleuchtung sorgt. Der Miniatur-Wechselrichter (EL-Inverter) IC 309 versorgt die Hintergrundbeleuchtung mit der erforderlichen Hochspannung. Zum Einschalten der Hinterleuchtung wird der Transistor T 307 über Port 4.3 durchgesteuert, der wiederum über R 329, R 330 den Transistor T 308 in den leitenden Zustand versetzt.

Um mit einer möglichst geringen Anzahl an Anschlussleitungen auszukommen, sind die an Port 0.0 bis Port 0.3, Port 6.0 bis Port 6.3 sowie Port 8.0 bis Port 8.2 angeschlossenen Bedientasten des PS 9530 in einer Matrix angeordnet. Port 8 kennzeich-

net dabei die Zeilen, und die als Eingänge definierten Ports 0 und 6, welche mit internen Pull-up-Widerständen ausgestattet sind, stellen die Spalten der Tastaturmatrix dar. Wenn keine Taste gedrückt ist, liegt an den Eingängen ein High-Pegel an. Die als Ausgänge konfigurierten Pins von Port 8 liegen im Ruhezustand auf Massepotential.

Der Drehimpulsgeber (Incrementalgeber) S 300 ist mit Port 1.0 und Port 1.1 des Mikrocontrollers verbunden. Der Geber wird über die eigenen Unterbrechungsanforderungen der Porteingänge abgefragt, wobei C 325 und C 326 zum Entprellen des Signals dienen.

Damit sämtliche Geräteeinstellungen und die Abgleichparameter nach einem Spannungsausfall bzw. im ausgeschalteten Zustand nicht verloren gehen, ist das Netzgerät mit einem 512-Byte-EEPROM (IC 307) ausgestattet. Des Weiteren dient das EEPROM zur Abspeicherung von max. neun kompletten Geräteeinstellungen. Der I<sup>2</sup>C-Bus des EEPROMs ist mit Port 5.0 bis Port 5.2 des Mikrocontrollers verbunden. Port 5.0 ist dabei ein Ausgang und sorgt für den Takt der Kommunikation zwischen Prozessor und EEPROM. Port 5.1 und Port 5.2 sind direkt mit der Datenleitung des EEPROMs verbunden. Diese Beschaltung (ein Eingang, ein Ausgang) vereinfacht das Programm des I<sup>2</sup>C-Protokolls.

### A/D-Wandler

Damit der Prozessor die analogen Mess-

werte verarbeiten kann, ist eine Analog/Digital-Wandlung erforderlich. Diese Aufgabe übernimmt der mit IC 310 und externen Komponenten aufgebaute, integrierte Wandler. Die Grundelemente dieses, trotz kostengünstigen Aufbaus sehr genauen Wandlers, sind der als invertierender Integrator geschaltete Operationsverstärker IC 311 B und der Komparator IC 311 A. Bei diesem Zwei-Rampen-Wandler wird vorausgesetzt, dass die Mess- und Referenzspannung entgegengesetzte Vorzeichen haben.

Über Port 3.1 bis Port 3.3 erfolgt mit Hilfe des Analog-Multiplexers IC 305 die Auswahl des Messeingangs. Neben dem Kondensator im Rückkopplungszweig (C 327) gehören die jeweiligen Widerstände (R 343 bis R 347) zum Integrator.

Damit der Offset des OPs keinen Einfluss auf die Messung hat, ist der positive Eingang von IC 311 B über den Spannungsteiler R 323, R 324 leicht negativ vorgespannt.

Der nachgeschaltete Komparator (IC 311 A) schaltet um, wenn die Ausgangsspannung des Integrators wieder im Ruhezustand ist. Der Transistor T 305 erzeugt dann eine Spannungsflanke an Port 1.3.

Die erforderliche Referenzspannung wird von der Referenzdiode D 305 im unteren Bereich des Schaltbildes zur Verfügung gestellt und mit Hilfe des Operationsverstärkers IC 312 A invertiert.

Da der Messeingang des A/D-Wandlers für Spannungen bis zu 2,5 V ausgelegt ist, muss die zum Messstrom proportionale Spannung mit dem nicht invertierenden Verstärker IC 312 B angepasst werden. Der Verstärkungsfaktor des OPs wird dabei über den Spannungsteiler R 331, R 332 im Rückkopplungszweig festgelegt.

Da die von der Basisplatine kommende Zuleitung zum Messeingang relativ lang ist, werden HF-Einkopplungen mit C 329 und dem Siebglied R 350, C 332 abgeblockt.

### D/A-Wandler

Zur analogen Sollwertvorgabe für Strom und Spannung ist ein D/A-Wandler erforderlich. Der von uns eingesetzte D/A-Wandler von Linear Technology des Typs LTC 1658 zeichnet sich durch ein gutes Preis-/Leistungsverhältnis aus und hat eine Genauigkeit von 14 Bit. Der Wandler mit seriellem Eingang wird über 3 Leitungen vom Mikrocontroller (Port 4.0 bis Port 4.2) gesteuert.

Die über R 337 mit Spannung versorgte Referenzdiode stellt eine Referenzspannung von 2,5 V für den Wandler zur Verfügung. Da der Wandler sowohl für die Sollwertvorgabe der Spannung als auch für die Sollwertvorgabe des Stromes dient, ist ein nachgeschalteter Analog-Multiplexer mit 2 Abtast-Halte-Gliedern (Sample & Hold) erforderlich.

Jedes Sample & Hold-Glied besteht dabei aus einem Puffer-Verstärker mit hochohmigem Eingang (IC 310 A, IC 310 B), einem Widerstand (R 336, R 338) und einem Kondensator (C 306, C 307). Der Kondensator wird über den Widerstand aufgeladen, bis er die Sollspannung erreicht hat und anschließend der Multiplexer in den hochohmigen Zustand versetzt. Da der hochohmige Eingang des nachgeschalteten OPs die Spannung nahezu nicht belastet, wird der Kondensator bis zum nächsten Verbinden mit dem D/A-Wandler-Ausgang nicht entladen. Mit einem einzigen D/A-Wandler kann somit die Spannungs- und Strom-Sollwertvorgabe erfolgen.

### RS-232-Schnittstelle

Zur Kommunikation mit einem externen PC ist das PS 9530 mit einer galvanisch getrennten seriellen RS-232-Schnittstelle ausgestattet (Abbildung 4). Über eine 9-polige Sub-D-Buchse an der Geräterückseite sind dann sämtliche Funktionen steuerbar sowie die Messwerte auszulesen. Die galvanische Trennung der Datenleitungen wird mit Hilfe von Optokopplern realisiert.

Das TXD-Signal von Port 9.2 des Mikrocontrollers steuert den Transistor T 301, in dessen Kollektorkreis sich die Sendediode des Optokopplers IC 301 befindet. Der Optokoppler-Ausgang wiederum steuert galvanisch getrennt den Transistor T 302, der das Signal mit RS-232-Pegel auf Pin 3 der 10-poligen Stiftleiste ST 302 gibt.

Die vom externen Gerät kommenden Daten gelangen von ST 302, Pin 5 auf die mit T 303 aufgebaute Transistorstufe. Im Kollektorkreis dieses Transistors befindet sich die Sendediode des Optokopplers IC 302. Der Ausgang des Optokopplers ist direkt mit Port 1.2 verbunden, wobei R 311 als Pull-up-Widerstand fungiert.

Über einen 10-poligen Steckverbinder und eine Flachbandleitung wird ST 302 letztendlich mit der 9-poligen Sub-D-Buchse an der Geräterückseite verbunden.

Zur Schnittstellen-Spannungsversorgung wird eine galvanisch getrennte Wechselspannung benötigt, die eine zusätzliche Trafowicklung bereitstellt. Durch einfache Einweg-Gleichrichtungen mit D 300, D 301 werden dann die positive und negative Schnittstellen-Spannung erzeugt, wobei die Elkos C 302 und C 303 zur Glättung dienen. Hochfrequente Störeinflüsse unterdrücken die Keramik-Kondensatoren C 300 und C 301.

Zur Spannungsversorgung der Prozessoreinheit werden + 5 V und - 5 V benötigt, die die Basisplatine bereitstellt. Ein zusätzlicher Tiefpassfilter im Plusspannungszweig, aufgebaut mit R 300, C 330, dient dabei zur Störunterdrückung. Die über R 348 mit Spannung versorgte Leuchtdiode D 306 signalisiert die Betriebsbereitschaft des Gerätes.

Die Verbindung zwischen der Basisplatine und der Prozessorplatine erfolgt über ein an ST 310 angeschlossenes 20-poliges Flachbandkabel. Diese Leitungen versorgen die Prozessoreinheit mit Strom, leiten die Sollwertvorgaben zur Hauptplatine und speisen die Messspannungen ein. Die Anschlussbelegung dieser Schnittstelle ist in Tabelle 2 dargestellt.

### Analogteil

Der Analogteil des PS 9530 besteht im Wesentlichen aus der Hochleistungs-End-

**Tabelle 2: Anschlussbelegung der Prozessoreinheit**

Anschluss	Funktion	Wert
1	Temperatur Sensor 1	1,4 V - 2,4 V
2	Temperatur Sensor 2	1,4 V - 2,4 V
3	Versorgungsspannung V.24	9 V ~
4	Versorgungsspannung V.24	9 V ~
5	Versorgungsspannung Steuerung	+ 5 V
6	Frei	-
7	Versorgungsspannung Steuerung	- 5 V
8	Vorgabe „Sollspannung“	0...2,5 V
9	Masseverbindung	GND
10	Vorgabe „Sollspannung“	0...2,5 V
11	Masseverbindung	GND
12	Vorgabe „Sollstrom“	0...2,5 V
13	Messspannung	0...2,5 V
14	Vorgabe „Sollstrom“	0...2,5 V
15	Masseverbindung	GND
16	Frei	-
17	Messstrom	0...0,5 V
18	Reglererkennung	TTL Pegel
19	Masseverbindung	GND
20	Masseverbindung	GND

stufe, der linearen Regelung, der Spannungsversorgung und der automatischen Lüftersteuerung. Im Hauptschaltbild (Abbildung 5) sind diese auf der Basisplatine untergebrachten Baugruppen dargestellt. Über ein 20-poliges Flachbandkabel wird die Analogeneinheit mit der Prozessoreinheit verbunden.

Während die Prozessorplatine vorwiegend mit SMD-Komponenten (Oberflächenmontage) realisiert wurde, kommen auf der großen Basisplatine ausschließlich konventionelle bedrahtete Bauteile zum Einsatz.

Auf Grund der allgemein gehaltenen Architektur könnte die Leistungsendstufe auch mit einer konventionellen Bedieneinheit, d. h. mit Einstell-Potentiometern für Strom und Spannung, gesteuert werden.

Für wichtige technische Daten eines Netzgerätes, wie z. B. den Innenwiderstand, das Brummen und Rauschen und nicht zuletzt die Regeleigenschaften, ist nicht der Schaltungsaufwand, sondern die Leiterbahnführung im Layout von ausschlaggebender Bedeutung. Daher wurde beim PS 9530 besonders viel Wert auf die Bauteilpositionierung gelegt.

Für die Wärmeabfuhr im Bereich der Leistungsendstufe sorgt ein hochwertiges Lüfteraggregat mit leistungsstarkem Axiallüfter. Da das Lüfteraggregat sich im Inneren des Gehäuses befindet, entfallen an der Geräterückseite störende Kühlkörper. Durch eine temperaturgesteuerte elektronische Drehzahlregelung wird die Geräuschentwicklung auf ein Mindestmaß reduziert und bei Übertemperatur die Ausgangsspannung des PS 9530 abgeschaltet. Sobald die Temperatur sich wieder im zulässigen Bereich befindet, aktiviert der Prozessor die Ausgangsspannung automatisch.

Doch nun zum Schaltbild in Abbildung 5. Die 230-V-Netz-Wechselspannung wird an KL 1 zugeführt und gelangt dann über den zweipoligen Netzschalter S 1, die Netzsicherung SI 1 und den NTC-Widerstand R 126 auf die Primärwicklung des 440-VA-Ringkern-Netztransformators TR 1 und den für die serielle Schnittstelle zuständigen Hilfstransformator TR 2.

Unmittelbar nach dem Einschalten begrenzt der NTC-Widerstand R 126 den Eingangsstrom. Nach ca. 20 ms wird das Relais RE 2 von der unten links im Schaltbild eingezeichneten Ansteuerschaltung, bestehend aus T 13, C 71, R 125 und D 46, durchgeschaltet und der NTC-Widerstand R 126 überbrückt. Der Ringkerntransformator TR 1 und der Hilfstransformator TR 2 liegen nun direkt an der 230-V-Netz-Wechselspannung. Der X-2-Kondensator C 47 dient an der Primärseite des Netztransformators zur Störunterdrückung.

Die obere Sekundärwicklung des Haupttrafos gibt eine Spannung von  $2 \times 8 \text{ V}$  mit

jeweils 0,6 A Strombelastbarkeit ab. Über die Sicherungen SI 2 und SI 3 gelangen die Spannungen dann auf zwei mit D 1 bis D 4 aufgebaute Mittelpunkt-Zweiweg-Gleichrichterschaltungen.

Die mit C 1 gepufferte positive Spannung wird dann auf den Eingang des Festspannungsreglers IC 1 gegeben, und die mit C 2 gepufferte negative Betriebsspannung gelangt auf den Eingang des Negativreglers IC 3. Am Ausgang der Festspannungsregler stehen dann +5 V und -5 V zur Versorgung der Steuerelektronik und der Prozessoreinheit zur Verfügung. C 3, C 4 sowie C 48 und C 50 dienen in diesem Bereich zur hochfrequenten Störunterdrückung, während die Elkos C 6 und C 8 Schwingneigungen am Ausgang der Spannungsregler verhindern.

Die beiden unteren Sekundärwicklungen des Netztransformators mit jeweils 16 V und 13,5 A Strombelastbarkeit versorgen den Leistungsteil des PS 9530. Mit den beiden am Kühlkörperprofil montierten Leistungs-Brückengleichrichtern D 5 und D 6 erfolgt dann die Gleichrichtung. C 37 bis C 44 sind über die in den Gleichrichtern integrierten Dioden geschaltet und dienen im Bereich der Schaltschwellen zur Störunterdrückung. Die Siebung der beiden galvanisch getrennten unstabilisierten Spannungen in Höhe von ca. 22 V übernehmen die beiden großen Elektrolyt-Kondensatoren C 9 und C 10.

Je nach gewünschter Ausgangsspannung des PS 9530 werden diese Spannungen entweder parallel oder in Reihe geschaltet. Zuständig für diese Aufgabe ist das Leistungsrelais RE 1. In der eingezeichneten Schalterstellung von RE 1 sind beide Spannungen parallelgeschaltet, sodass wir zur Versorgung der Endstufe ca. 22 V erhalten. In der entgegengesetzten Schalterstellung des Relais wird auf Grund der Reihenschaltung hingegen die doppelte unstabilisierte Betriebsspannung erzeugt.

Besonders gute technische Daten sind auch auf die Ausführung der Endstufe als Linear-Längsregler zurückzuführen. Im Prinzip sind die Leistungs-Transistoren T 2 bis T 7 parallel geschaltet, wobei in den Emitter-Leitungen die Widerstände R 4 bis R 27 eingeführt sind. An diesen Widerständen wird eine ausgangsstrom-proportionale Messspannung gewonnen, die über die zur Entkopplung dienenden Widerstände R 28 bis R 33 zu einem Messpunkt zusammengeführt werden. Sowohl die Emitter-Widerstände als auch die Basis-Vorwiderstände R 116 bis R 121 gleichen durch Exemplarstreuung bedingte unterschiedliche Transistordaten aus.

Die strom-proportionale Messspannung ist auf Schaltungsmasse (positive Ausgangsklemme des Netzgerätes) bezogen und wird über R 35 auf den invertierenden Eingang

des für die Stromregelung zuständige Operationsverstärkers IC 10 A gegeben. Des Weiteren wird diese Spannung zur Messung und Anzeige des Ausgangsstromes auf die Prozessoreinheit geführt. C 72 dient in diesem Zusammenhang zur Störunterdrückung und D 13, D 14 schützen im Fehlerfall die nachgeschaltete Elektronik.

Die Funktionsweise der Regelung ist anhand eines Regelzyklus am einfachsten zu verdeutlichen, wobei wir mit dem Stromregler beginnen.

### Stromregler

Die Sollwertvorgabe für den Ausgangsstrom kommt von der Prozessoreinheit und gelangt über ST 310, Pin 12 und Pin 14 auf den mit R 108 und R 49 aufgebauten Spannungsteiler. Vom Spannungsteiler-Abgriff wird die Sollwertvorgabe dann über R 51 und R 52 auf den nicht invertierenden Eingang (Pin 3) von IC 10 A gegeben. R 122 stellt in diesem Zusammenhang sicher, dass auch bei einem Offset des Operationsverstärkers die Einstellung des Ausgangsstromes auf 0 möglich ist. C 67, C 68 verhindern HF-Einkopplungen auf die OP-Eingänge, und C 33 dient zur Unterdrückung von Schwingneigungen am Stromregler.

Für die Betrachtung eines Regelzyklus nehmen wir nun an, dass das Netzgerät mit einem Verbraucher relativ stark belastet wird oder die Ausgangsklemmen kurzgeschlossen sind, so dass der Stromregler aktiv ist. Außerdem nehmen wir an, dass vom Mikrocontroller der Maximalstrom vorgegeben wird und somit 500 mV am nicht invertierenden Eingang des Operationsverstärkers IC 10 A anliegen.

Überschreitet der Ausgangsstrom den eingestellten Maximalwert von 10 A auch nur geringfügig, entspricht dies einem Spannungsabfall an den Emitterwiderständen (R 4 bis R 27) der Endstufe, der ebenfalls 500 mV übersteigt. Am invertierenden Eingang (Pin 2) des OPs stellt sich dadurch eine höhere Spannung als am nicht invertierenden Eingang (Sollwertvorgabe) ein und der Ausgang (Pin 1) strebt in Richtung negative Spannung. D 30 wird leitend und ein Teil des Stromes der mit T 1 und externen Komponenten aufgebauten Konstantstromquelle fließt nicht mehr über die Basen der Endstufentransistoren, sondern über den Ausgang von IC 10 A ab. Der Ausgang des OPs wird jedoch nur soweit negativ, dass der Spannungsabfall an den Emitterwiderständen R 4 bis R 27 wieder gerade 500 mV erreicht. Der Ausgangsstrom stellt sich auf 10 A ein, und an den beiden Eingängen des IC 10 A erhalten wir ein Spannungsgleichgewicht.

Die Bauelemente L 3, C 65 und R 123 verhindern im Bereich des Stromreglers



eine Störeinkopplung auf den OP-Ausgang. Durch Verändern der Sollspannungsvorgabe an Pin 3 des OPs ist nun jeder beliebige Ausgangsstrom einstellbar, der dann vom Stromregler konstant gehalten wird.

Solange der Stromregler aktiv arbeitet, befindet sich D 31 im gesperrten Zustand, da der Ausgang von IC 5 B (Pin 7) in diesem Betriebszustand High-Pegel führt.

D 41 bis D 43 begrenzen die Maximalspannung an den Anoden von D 30 und D 31 auf ca. 2,1 V, sodass der nicht aktive Regler keinen Einfluss auf die Steuerung nehmen kann.

## Spannungsregler

Wird nun ausgehend von der Funktion als Stromregler der Belastungswiderstand erhöht, hält der Stromregler den eingestellten Stromwert konstant und die Ausgangsspannung steigt an. Sobald der vom Prozessor-System vorgewählte Spannungswert erreicht wird, kann der Stromregler den Ausgangsstrom nicht mehr konstant halten und der mit IC 10 B aufgebaute Spannungsregler übernimmt die Kontrolle, indem die Ausgangsspannung auf den Sollwert begrenzt wird.

Für die detaillierte weitere Beschreibung des Spannungsreglers nehmen wir nun an, dass die Ausgangsklemmen des Netzteils weitestgehend unbelastet sind. Zumindest soll die Stromvorgabe grundsätzlich höher sein als der „Ist-Strom“, so dass wir am Ausgang von IC 10 A einen High-Pegel erhalten und die Diode D 30 gesperrt ist.

Über R 36 ist der invertierende Eingang von IC 10 B (Pin 6) direkt mit der Schaltungsmasse (positive Ausgangsklemme des Gerätes) verbunden. Die von der Prozessorplatine über ST 310, Pin 8 und Pin 10 kommende Spannungs-Sollwert-Vorgabe wird über R 38, R 91 zusammen mit der negativen Ausgangsspannung über R 39 auf einen gemeinsamen Summenpunkt gegeben.

R 37 verbindet nun diesen gemeinsamen Summenpunkt mit dem nicht invertierenden Eingang (Pin 5) des IC 10 B.

Sobald die Spannung an Pin 5 die Sollwertvorgabe an Pin 6 unterschreitet, strebt der Ausgang (Pin 7) in Richtung negativer Spannung, und ein Teil des von der Konstantstromquelle, aufgebaut mit T 1 und externen Komponenten, zur Verfügung gestellten Stromes fließt nicht über die Basen der Endstufentransistoren, sondern über D 31, L 4, R 124 und den Ausgang von IC 10 B ab. Die Ausgangsspannung des Netzteils sinkt nun so weit, bis die Spannung an IC 10 B, Pin 5 den Wert der Sollwertvorgabe an Pin 6 erreicht.

An den beiden OP-Eingängen stellt sich auch hier ein Spannungsgleichgewicht ein,

und die Netzteil-Ausgangsspannung wird konstant gehalten. Wird vom Prozessor-System die Sollwertvorgabe an Pin 5 verändert (z. B. erhöht), so erhöht sich im gleichen Maße die Ausgangsspannung des Netzteils.

Eventuell auftretende Schwingneigungen des Reglers werden mit C 34 unterdrückt und das mit L 4, C 66, R 124 aufgebaute Filter sowie die Keramik-Kondensatoren C 69, C 70 verhindern hochfrequente Störeinflüsse auf den OP.

Die weiteren Kondensatoren in diesem Bereich (C 14, C 36) beeinflussen die Dämpfungs- und Regelparameter des Netzteils, so dass eine möglichst schnelle und dennoch stabile Regelung entsteht.

Aufgrund der Dimensionierung ist die Ausgangsspannung von 0 bis 30 V linear einstellbar.

Welcher der beiden Regler gerade aktiv ist, richtet sich nach dem Geräteausgangsstrom relativ zum vorgewählten Maximalstrom. Bleibt der Geräte-Ausgangsstrom bei der Soll-Ausgangsspannung unter dem vorgegebenen Maximalwert, so arbeitet alleine der Spannungsregler und hält den Sollwert aufrecht. Erreicht jedoch, als Folge eines verringerten Lastwiderstandes am Netzteil, der Ausgangsstrom den eingestellten Grenzwert, so übernimmt nun der Stromregler die Arbeit. Er senkt die Ausgangsspannung jeweils so tief ab, dass der eingestellte Maximalstrom fließt (Stromkonstanter). Wenn nun die externe Last wieder abnimmt, d. h., der Stromregler eine Ausgangsspannung in Höhe der Vorgabespannung oder darüber ausgibt, übernimmt wieder der Spannungsregler die Stabilisierung. Auf diese Weise werden beide eingestellten Werte nie überschritten.

T 12 stellt in Verbindung mit R 109, R 110 und R 111 eine Konstantstromquelle mit ca. 2 mA Strom dar. Dadurch wird der Ausgang geringfügig vorbelastet, so dass in Verbindung mit den Dioden D 38, D 39 sowie R 112 die Ausgangsspannung auf genau 0 V einstellbar ist. Welcher Regler gerade aktiv ist, wird mit Hilfe des Komparators IC 5 B erfasst und über die zur Pegelanpassung dienenden Widerstände R 88, R 89 der Prozessorplatine mitgeteilt.

Die an den Ausgangsklemmen des PS 9530 anliegende Spannung gelangt direkt auf den mit R 60, R 61 aufgebauten Spannungsteiler und von dessen Abgriff auf den mit IC 5 A aufgebauten invertierenden Verstärker. Am Ausgang dieses Verstärkers erhalten wir dann eine auf Schaltungsmasse bezogene positive Spannung, die proportional zur Ausgangsspannung des PS 9530 ist. Die gemessene Spannung wird vom Ausgang des Operationsverstärkers IC 5 A (Pin 1) über ST 310, Pin 13 zur Mikrocontroller-Platine geführt.

## Temperatur-Überwachung

Das PS 9530 ist mit einer temperaturgeführten Lüftersteuerung und einer Über-temperatur-Überwachung ausgestattet. Von den beiden im PS 9530 vorhandenen Temperatursensoren befindet sich TS 1 im Ringkern-Netztransformator und übermittelt eine zur Trafotemperatur proportionale Spannung über ST 310, Pin 2 zur Prozessorplatine.

Der Temperatursensor (TS 2) des Typs SAA 965 ist direkt am Leistungs-Kühlkörperprofil montiert und dient gleichzeitig als Fühlerelement für die Lüftersteuerung und sorgt im Falle einer zu hohen Endstufentemperatur für das Abschalten des Netzgerätes.

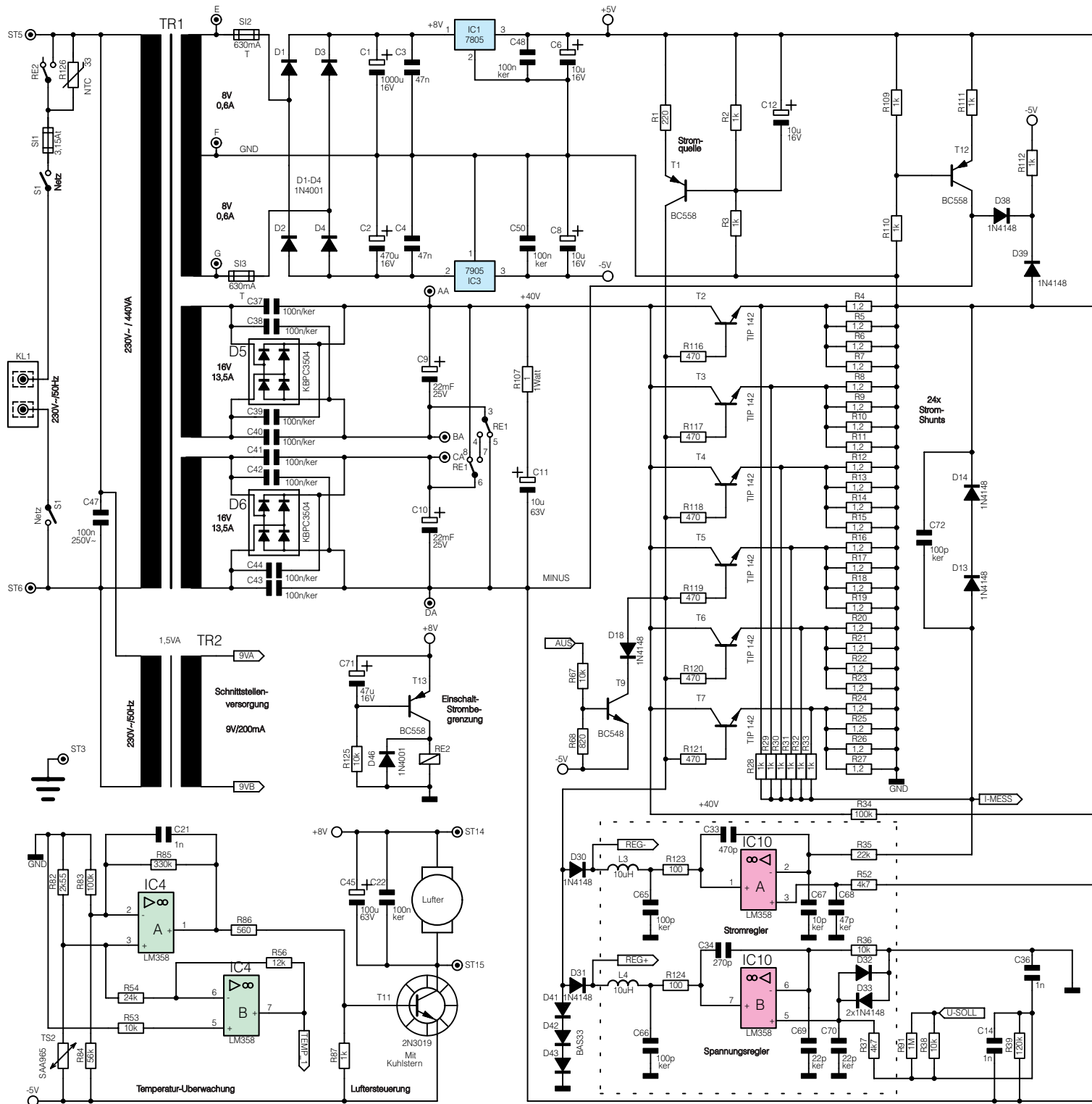
Betrachten wir zuerst die mit IC 4 A aufgebaute Lüftersteuerung.

Wie bereits erwähnt ist das Hochleistungs-Kühlkörperprofil dieses Netzgerätes mit einem DC-Lüfter mit elektronischer Kommutierung ausgestattet. Der Lüfter ist direkt vor dem Lufteintritt des Kühlkörperprofils montiert und drückt die Luft durch das mit Kühlrippen ausgestattete Kühlkörperinnere.

Solange an der Endstufe nur eine geringe Verlustleistung entsteht, ist der Lüfter deaktiviert. Steigt die Temperatur am Leistungskühlkörper (Sensor wird hochohmiger), erhöht sich die Spannung am nicht invertierenden Eingang (Pin 3) des IC 4 A, und die Spannung am Ausgang (Pin 1) steigt an. Mit zunehmender Erwärmung von TS 2 steigt auch die Durchsteuerung von T 11, bis bei etwa 3,5 V der Lüfter sanft anläuft. Die hierdurch erreichte Wärmeabfuhr im Kühlkörper wirkt einer weiteren Erwärmung entgegen, so dass sich nach kurzer Zeit ein Gleichgewicht zwischen Lüfterdrehzahl und benötigter Energiezufuhr einstellt. Es erfolgt also eine stetige, automatische elektronische Nachregelung des Lüfters.

Der Elko C 45 und der Keramik-Kondensator C 46 dienen zur Störunterdrückung.

Des Weiteren ist der Temperatursensor T 2 für die Temperatur-Überwachung der Endstufe durch den Mikroprozessor zuständig. Mit steigender Temperatur steigt die Spannung am Temperatursensor (TS 2), d. h. die negative Spannung am Abgriff R 82, TS 2 wird kleiner. Mit Hilfe des als Inverter arbeitenden Operationsverstärkers IC 4 B wird die Spannung um den Faktor 2 heruntergeteilt, in der Polarität gedreht und über ST 310, Pin 1 zur Mikroprozessorplatine geführt. Dieser steuert dann beim Überschreiten der max. zulässigen Kühlkörpertemperatur den Transistor T 9 durch, der wiederum die Endstufe des Netzgerätes sperrt.



## Betriebsspannungs-Umschaltung

Wie bereits erwähnt, werden die beiden unstabilierten Betriebsspannungen der Endstufe je nach gewünschter Ausgangsspannung parallel oder in Reihe geschaltet. Die Ansteuerung des Umschalt-Relais RE 1 übernimmt dabei die mit IC 5 C, D, IC 7 und externe Komponenten realisierte Schaltung.

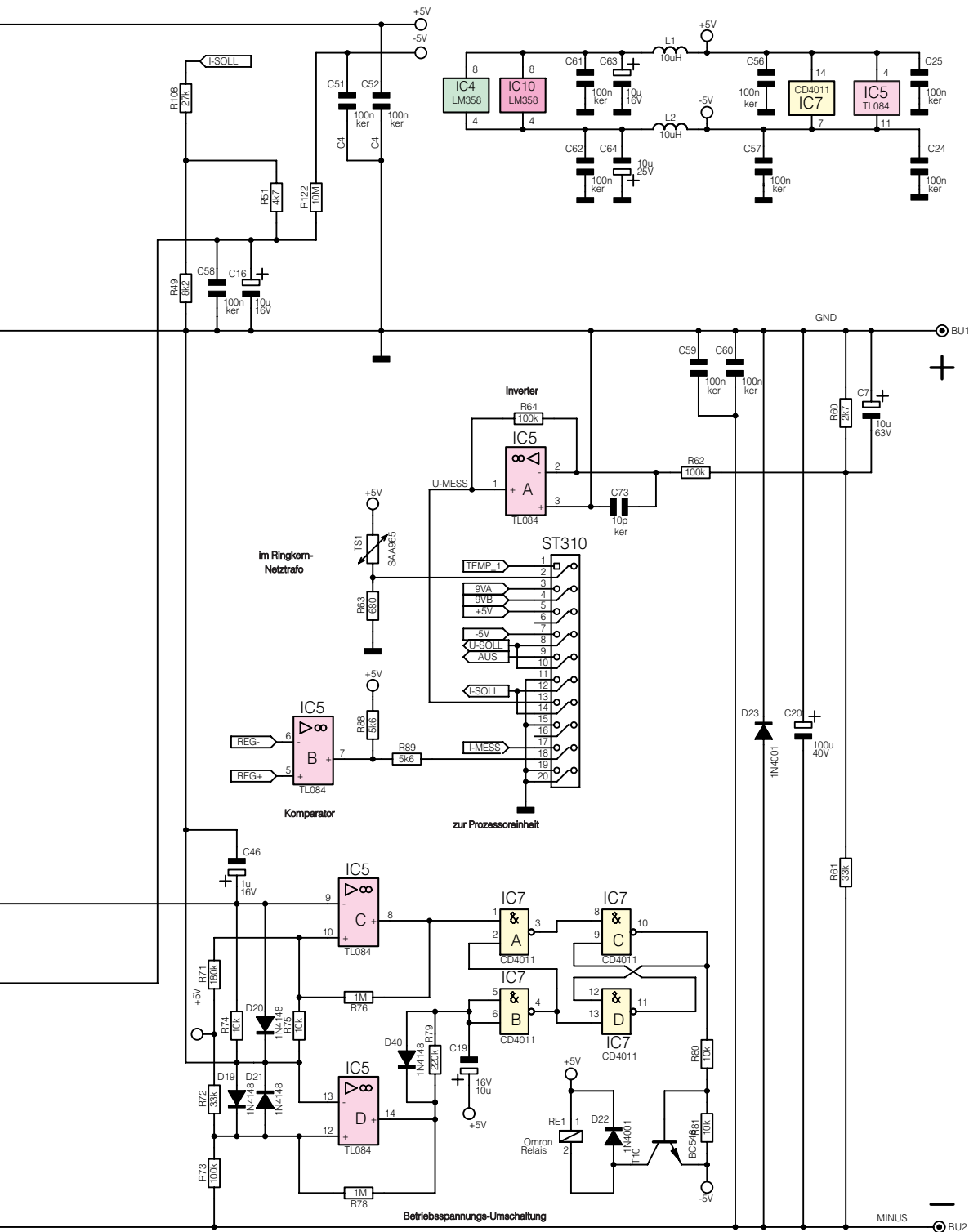
Bei niedrigen Ausgangsspannungen bis

ca. 16 V ist das Relais RE 1 deaktiviert, d. h. die Kontakte nehmen die im Schaltbild eingezeichnete Position ein. Die über die beiden Haupt-Sekundärwicklungen in Verbindung mit den nachgeschalteten Gleichrichtersätzen erzeugten Betriebsspannungen, einschließlich der großen Lade-Elkos C 9 und C 10, sind nun parallel geschaltet.

Über den Spannungsteiler R 34, R 74 wird der Spannungsabfall an der Leistungs- endstufe abgefragt und auf den invertie-

renden Eingang (Pin 9) des Komparators IC 5 C gegeben. Je größer die eingestellte Ausgangsspannung des Netzgerätes eingestellt wird, desto geringer ist der Spannungsabfall an der Endstufe. Unterschreitet dieser Spannungsabfall einen Wert von ca. 2,5 V, so wechselt der Ausgang (Pin 8) von vormals Low-Pegel auf High-Pegel. Vorausgesetzt, die Ausgangsspannung beträgt mindestens 15 V (mit IC 5 D detektiert), liegen nun beide Eingänge (Pin 1 und Pin 2) des Gatters IC 7 A auf High-Potential,

**Bild 5: Hauptschaltbild des Prozessor-Netzteils PS 9530**



und der Ausgang (Pin 3) wechselt auf Low. Hierdurch wird der Speicher IC 7 C, D, über Pin 8 gesetzt, und Pin 10 nimmt Highpotential an. Über R 80 wird T 10 durchgesteuert, das Relais RE 1 zieht an und die beiden Haupt-Betriebsspannungen, erzeugt in den beiden Haupttrafo-Sekundärwicklungen, werden in Reihe geschaltet.

Durch die Umschaltung steht nun an den Kollektoren der Endstufentransistoren nahezu die doppelte Spannung an, d. h. der Ausgang (Pin 8) des IC 5 C wechselt un-

mittelbar darauf auf Low-Potential (es sei denn, Ausgangsspannung und Strom des Netzgerätes sind annähernd auf die Maximalwerte eingestellt). Dieses Umschalten des IC 5 C und damit des nachgeschalteten Gatters IC 7 A ist jedoch unerheblich, da der Vorgang mit Hilfe von IC 7 C, D abgespeichert wurde, wodurch das Relais aktiviert bleibt.

Wird nun eine Ausgangsspannung unter ca. 14 V eingestellt, so gelangt diese Information über den Spannungsteiler R 72,

R 73 auf den Komparator IC 5 D, welcher bei einer Netzgeräte-Ausgangsspannung unterhalb von 14 V seinen Ausgang (Pin 14) von ursprünglich Low-Potential auf High-Potential umschaltet.

Über R 79 gelangt dieses Potential auf die Eingänge Pin 5, 6 des als Inverter geschalteten Gatters IC 7 B, dessen Ausgang (Pin 4) nimmt daraufhin Low-Potential an und der Speicher IC 7 C, D wird über Pin 13 zurückgesetzt. Der Transistor T 10 sperrt und das Relais RE 1 fällt ab, die

Haupt-Betriebsspannungen werden wieder parallel geschaltet.

Mit R 79, C 19 wird beim Herunterschalten eine Verzögerung von ca. 2 Sek. erreicht, während über D 40 das Heraufschalten nahezu verzögerungsfrei erfolgt.

Im unteren Spannungsbereich ist zudem der zweite Eingang (Pin 2) des Gatters IC 7 A gesperrt (Low-Pegel). Ein Heraufschalten (Reihenschaltung) bei höheren Ausgangsspannungen kann erst dann erfolgen, wenn IC 5 D ab einer Ausgangsspannung von ca. 15 V Pin 2 des IC 7 A freigegeben hat und danach IC 5 C einen Spannungsabfall von weniger als 2,5 V an den Endstufentransistoren detektiert. Diese Schaltungsweise hat den Vorteil, dass bei geringen Ausgangsströmen ein Umschalten erst bei 16 V bis 18 V Ausgangsspannung erfolgt, da die parallel geschalteten Betriebsspannungen bei geringerer Last eine höhere unstabilierte Spannung abgeben und der Rest-Spannungsabfall an der Leistungsendstufe des Transistors höher ist. Unter allen Betriebsbedingungen wird somit die Verlustleistung in den Endstufentransistoren gering gehalten.

### Nachbau

Für ein Labor-Netzgerät dieser Leistungsklasse ist der praktische Aufbau und insbesondere auch die Inbetriebnahme einfach, da zwei große Leiterplatten zur Aufnahme von sämtlichen Komponenten, inkl. der Endstufen, zur Verfügung stehen. Die technischen Daten des Gerätes sind daher auch kaum vom Aufbau abhängig. Etwas Erfahrung im Aufbau elektronischer Schaltungen sollte jedoch bei der Realisierung eines Projektes in dieser Größenordnung vorhanden sein. Dies gilt besonders für die Frontplatine, wo neben den konventionellen bedrahteten Bauelementen auch Miniatur-SMD-Bauteile für Oberflächenmontage zum Einsatz kommen.



#### Wichtiger Hinweis:

Da es sich beim PS 9530 um ein netzbetriebenes Gerät mit frei geführter Netzspannung handelt, dürfen Aufbau und Inbetriebnahme nur von Fachkräften durchgeführt werden, die auf Grund ihrer Ausbildung dazu befugt sind. Die geltenden VDE- und Sicherheitsbestimmungen sind dabei unbedingt zu beachten. Insbesondere ist es bei der Inbetriebnahme zwingend erforderlich, zur sicheren galvanischen Trennung einen entsprechenden Netz-Trenntransformator vorzuschalten. Um sich mit den erforderlichen Arbeiten vertraut zu machen, ist es empfehlenswert, zuerst die hier vorliegende Nachbauanleitung komplett durchzulesen.

### Bestückung der Frontplatine

Wie bereits zuvor erwähnt, kommen auf der Frontplatine mit dem großen LC-Display sowohl SMD-Bauteile (Oberflächenmontage) als auch konventionelle bedrahtete Bauteile zum Einsatz. Es erfolgt dabei eine beidseitige Bestückung der Platine. Bei den Bestückungsarbeiten halten wir uns genau an die Stückliste und den Bestückungsplan, wobei mit den SMD-Komponenten zu beginnen ist. Zur Verarbeitung der Miniatur-Bauelemente sind an Spezial-Werkzeugen ein LötKolben mit sehr feiner Lötspitze, feines SMD-Lötzinn und eine Pinzette erforderlich.

Die eigentlichen Bestückungsarbeiten beginnen gleich mit dem am schwierigsten zu verarbeitenden Bauelement - dem Mikrocontroller. 100 Anschlusspins mit einem sehr geringen Abstand erfordern dabei eine besonders sorgfältige Arbeitsweise.

Zuerst wird ein LötPad der Leiterplatte, vorzugsweise an einer Gehäuseecke, vorverzinnt und dann der Prozessor im Flat-Pack-Gehäuse exakt mit der Pinzette positioniert und am vorverzinnten LötPad angelötet. Zur Orientierung ist Pin 1 sowohl im Bestückungsdruck als auch am Bauteil gekennzeichnet. Sobald das IC dann mit allen Anschlusspins auf den vorgesehenen LötPads aufliegt, erfolgt das vollständige Verlöten. Da beim Lötvorgang sehr leicht Kurzschlüsse zwischen den Anschlusspins entstehen können, ist im Anschluss hieran eine gründliche Überprüfung mit einer Lupe oder einer Lupenlampe zu empfehlen.

Das Verarbeiten der weiteren integrierten Schaltkreise erfolgt in der gleichen Weise mit äußerster Vorsicht beim Lötvorgang.

Danach sind die SMD-Widerstände aufzulöten, wobei der Widerstandswert direkt auf dem Gehäuse aufgedruckt ist. Die letzte Ziffer des Aufdrucks gibt die Anzahl der Nullen an.

Nun sind die SMD-Kondensatoren an der Reihe. Da diese Bauteile nicht gekennzeichnet sind, besteht dabei eine hohe Verwechslungsgefahr. Es empfiehlt sich daher, diese Teile erst direkt vor dem Verlöten aus der Verpackung zu nehmen.

Bei der SMD-Diode D 304 ist die korrekte Polarität zu beachten. Die Kathodenseite ist sowohl beim Bauteil als auch im Bestückungsdruck gekennzeichnet.

Nach dem Auflöten der SMD-Transistoren sind die 22 Bedientaster des Gerätes zu bestücken und von der Platinenrückseite sorgfältig zu verlöten. Gleich im Anschluss hieran werden die Tastkappen aufgedrückt.

Nach dem Einbau des Dreh-Impulsgebers (Inkrementalgeber) sind an der Platinenrück-

seite die weiteren bedrahteten Bauelemente an der Reihe. Dabei beginnen wir unter Beachtung der korrekten Polarität mit den integrierten Schaltkreisen, gefolgt von den Kondensatoren. Für das EEPROM ist zusätzlich ein 8-poliger IC-Sockel vorgesehen.

Es folgen die bedrahteten Dioden (Polarität beachten) und der Spannungswandler für die Display-Hinterleuchtung.

Elektrolyt-Kondensatoren werden in liegender Position eingebaut. Dabei ist die korrekte Polarität der üblicherweise am Minuspol gekennzeichneten Elkos zu beachten.

Zum Anschluss des Schnittstellenkabels wird eine 10-polige Stiftleiste und zum Anschluss des Verbindungskabels zur Basisplatine eine 20-polige Stiftleiste eingelötet.

Zuletzt bleibt auf der Frontplatine nur noch das große LC-Display mit Folienhinterleuchtung einzubauen, wobei zum Anpressen der Leuchtfolie an die Rückseite des Displays ein Stück Schaumstoffdient (Mit der Klebefläche auf die Platine kleben). Vor Montage des Displays wird eine semitransparente Folie über die Leuchtfolie gelegt und an den beiden Längsseiten entlang der dafür vorgesehenen Linien nach unten abgewinkelt. Diese Folie soll eine Berührung zwischen der Leuchtfolie und den Display-Anschlüssen sicher verhindern. Die Einbauhöhe des Displays muss, gemessen von der Displayoberfläche bis zur Platinenoberfläche, 8,5 mm betragen. Nach Anlöten der Display-Anschlüsse und der Leuchtfolie ist die Bestückung der Frontplatine abgeschlossen.

### Bestückung der Basisplatine

Bei der großen Basisplatine kommen ausschließlich bedrahtete Bauelemente zum Einsatz. Wir beginnen die Bestückung mit den niedrigsten Komponenten, in unserem Fall die Brücken aus versilbertem Schmelzdraht, die entsprechend des Bestückungsplans einzulöten sind. Danach sind 9 Lötstifte mit Öse stramm in die zugehörigen Platinenbohrungen zu pressen und mit ausreichend Lötzinn festzusetzen.

Es folgen die 1%-igen Metallfilmwiderstände, deren Anschlussbeinchen zuerst auf Rastermaß abzuwinkeln sind. Diese werden dann von der Bestückungsseite durch die zugehörigen Platinenbohrungen geführt und an der Lötseite leicht angewinkelt. Nach dem Umdrehen der Platine und dem Festlöten aller Anschlussbeinchen werden die überstehenden Drahtenden direkt oberhalb der Lötstelle abgeschnitten. Nun werden unter Beachtung der korrekten Polarität die Dioden in der gleichen Weise verarbeitet.

Ebenfalls bei den im Anschluss hieran zu verarbeitenden Elektrolyt-Kondensatoren ist die Beachtung der Polarität wichtig,

da falsch gepolte Elkos sogar explodieren können. Üblicherweise sind Elkos am Minuspol gekennzeichnet.

Nach Einlöten der 3 Platinen-Sicherungshalter werden gleich die zugehörigen Glas-Feinsicherungen eingesetzt. Die Netzsicherung SI 1 erhält zusätzlich eine Kunststoffabdeckung als Berührungsschutz.

Die integrierten Schaltkreise sind entweder an der Pin 1 zugeordneten Seite durch eine Gehäusekerbe oder an Pin 1 durch eine Punktmarkierung gekennzeichnet. Das Einlöten der Bauteile erfolgt so, dass die Markierung mit dem Symbol im Bestückungsdruck übereinstimmt.

Danach sind die Transistoren an der Reihe, wobei T 11 mit Wärmeleitpaste bestrichen und anschließend mit einem Sternkühlkörper versehen wird.

Im nächsten Arbeitsschritt werden dann die beiden Leistungsrelais und der Print-Hilfstransformator TR 2 mit viel Lötzinn eingebaut.

Die Festspannungsregler IC 1 und IC 3 sind in stehender Position zu bestücken. Besondere Sorgfalt ist beim Einlöten der Netz-Schraubklemme und des Print-Netzschalters erforderlich. Diese Bauteile müssen vor dem Festsetzen mit viel Lötzinnplan auf der Platinenoberfläche aufliegen.

Alle Anschlusspunkte für die 6 Leistungstransistoren (T 2 bis T 7) werden mit 20 mm langen Lötstiften bestückt, an die später die auf den Kühlkörperprofilen montierten Transistoren anzubringen sind.

Die Verbindung zur Frontplatine wird über ein 20-poliges Flachbandkabel hergestellt. Dazu wird eine 20-polige Stiftleiste eingesetzt und sorgfältig an der Platinenunterseite verlötet.

## Montage des Lüfter-Kühlkörperaggregats

Die beiden Hälften des massiven Kühlkörperprofils werden zunächst mittels der formschlüssigen Schwalbenschwanzführungen zusammengefügt und danach mit einer Öffnung nach oben auf die Arbeitsplatte gestellt, wobei eine der Fügerillen zum Betrachter weisen soll.

Nun wird der Lüfter oben auf den Kühlkörper gelegt, und zwar so, dass der am Lüftergehäuse angebrachte Pfeil zum Kühlkörper weist (die Luft wird in das Kühlkörperinnere gedrückt). Das Zuleitungspaar des Lüfters muss sich vorne links befinden.

Der Kühlkörper weist an vier seiner Außenflächen mittige, konturierte Rundnuten auf, die für die Aufnahme von M3-Schrauben ausgelegt sind und genau zu den vier Montagebohrungen des Lüfters passen. Es werden Montageschrauben M3 x 35 mm verwendet, die jeweils durch die Montageflansche des Lüfters zu führen sind. Mittels eines Schraubendrehers dreht man die

Schrauben dann mühelos ein, lässt sie aber noch etwas locker.

In die sechs Kühlkörpermontagebohrungen der Basisplatine werden nun von unten Schrauben M3 x 6 mm gesteckt, auf die zuvor je eine passende Fächerscheibe aufgeschoben wurde. Auf der Bestückungsseite versieht man diese Schrauben mit M3-Muttern, die jedoch nur mit wenigen Windungen aufzuschrauben sind. Der Kühlkörper wird nun von hinten auf die Platine aufgeschoben. Je 3 Muttern verschwinden dabei in 2 Nuten von 25 mm Abstand; die Lüfter-Seite mit den Anschlussleitungen soll zur Platine hin orientiert sein.

Das hintere Ende des Kühlkörpers muss mit dem hinteren Platinenrandplan abschließen, und nun werden zunächst die 6 Schrauben in der Platine, danach auch die 4 Lüftermontageschrauben angezogen. Die Anschlussleitungen des Lüfters gehören an ST 14 (Plus/rote Leitung) und ST 15 (Minus/blau Leitung) und werden zuvor auf ca. 65 mm gekürzt.

## Bestückung des Kühlkörpers

In die jeweils oberen, durchlaufenden Einschubnuten beidseitig des Kühlkörpers werden nun die zur weiteren Montage benötigten M3-Muttern eingeschoben, und zwar 4 Muttern auf beiden Seiten des Kühlkörperprofils. Zur Befestigung des Temperatur-Sensors TS 1 ist in der unteren Einschub-Nut auf der linken Seite ebenfalls eine M3-Mutter einzuschieben.

Beginnend auf der rechten Seite, gehören die Muttern mittig über die Transistoren T 5 bis T 7. Entsprechend gehören die Muttern der oberen Einschub-Nut auf der linken Seite zu den Transistoren T 2 bis T 4. Die hinteren M3-Muttern gehören zu den beiden am Kühlkörperprofil zu befestigenden Brückengleichrichtern D 5 und D 6. Die Mutter der unteren Nut ist direkt über die Anschlussbohrungen des Temperatursensors TS 2 zu positionieren.

Die 6 Leistungstransistoren werden mit je einer Glimmerscheibe versehen, die beidseitig mit etwas Wärmeleitpaste bestrichen wurden. Auf diese Paste darf angesichts der hohen abzuführenden Leistungen keinesfalls verzichtet werden. Die Transistoren werden jeweils mittels einer Isolierbuchse und einer Schraube M3 x 6 mm am Kühlkörper angeschraubt, sodass ihre Anschlusspins genau über die zugehörigen Lötstifte zu liegen kommen. Sitzen alle Transistoren korrekt, werden ihre Montageschrauben angezogen.

Jetzt ist es zweckmäßig, dass die Transistoren auf eventuelle Kurzschlüsse zum Kühlkörper hin überprüft werden. Anschließend werden die Beinchen der Transistoren mit den Anschlussstiften der Basisplatine sauber verlötet.

Als nächstes wird der Kühlkörper-Temperatursensor TS 2 mit einer Metall-Leitungsschelle und einer Schraube M3 x 5 mm und der Mutter der unteren Montagenut befestigt. Zwischen Schraubenkopf und Schelle ist eine Fächerscheibe M3 vorzusehen; der Sensor soll mit seiner Flachseite, die zuvor mit etwas Wärmeleitpaste versehen wurde, genau mittig über den zugehörigen Platinenanschlüssen liegen. Die Anschlussbeinchen sind mit isoliertem Schaltdraht zu verlängern und die Pins des Temperatursensors sind danach mit Schrumpfschlauch zu überziehen.

Die beiden Leistungs-Gleichrichter benötigen keine Glimmerscheibe. Vor der Montage, mittels der verbleibenden freien Muttern im Kühlkörper, sollten diese aber an der Übergangsfläche ebenfalls dünn mit Wärmeleitpaste bestrichen werden. Zuvor werden sie jedoch mit den insgesamt 8 Keramik-Kondensatoren C 37 - C 44 bestückt. Je ein Kondensator kommt zwischen 2 benachbarte Gleichrichter-Anschlussflächen (erst löten, wenn alle 4 Kondensatoren eines Gleichrichters bestückt sind).

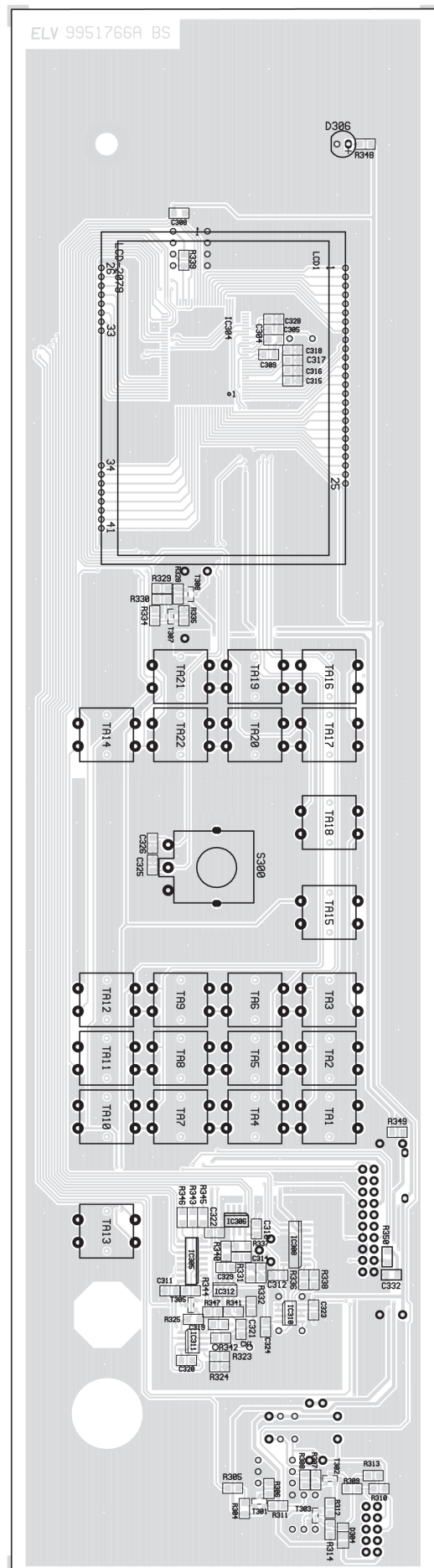
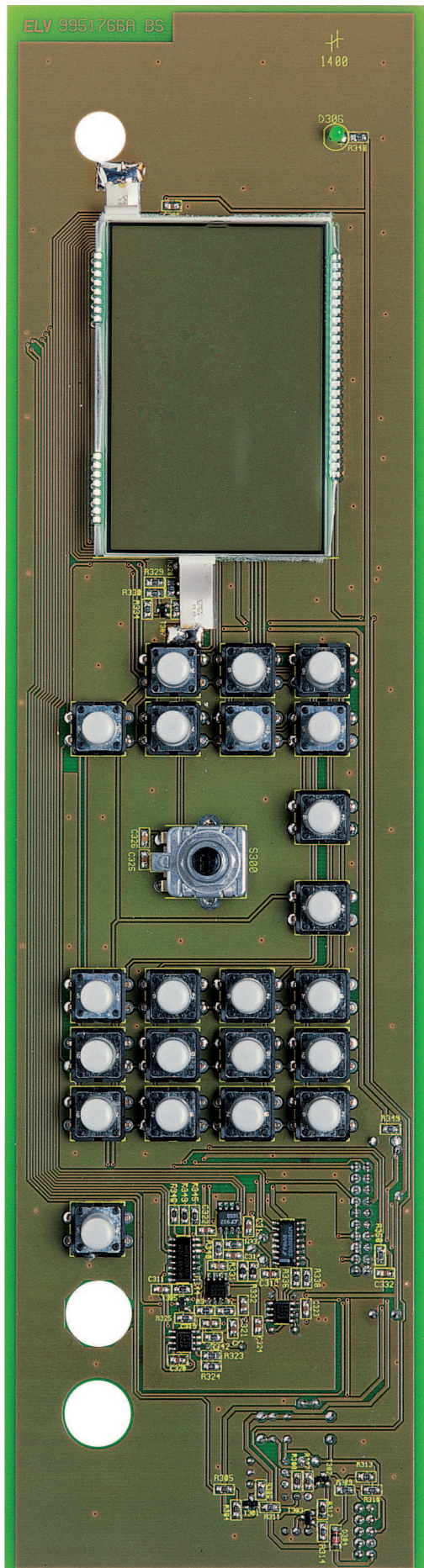
Die Gleichrichter werden so montiert, dass die Gehäuse der Bauelemente jeweils mit dem Ende des Kühlkörperprofils abschließen. Der Plus-Anschluss von D 6 soll dabei nach unten links weisen und der Plus-Anschluss von D 5 nach unten rechts.

Zur Befestigung dienen Schrauben M3 x 16 mm bzw. M3 x 12 mm (je nach Hersteller), auf die zuvor je zwei Fächerscheiben M 3 und je eine Unterlegscheibe M4 aufzuschoben sind. Die Schrauben sind fest anzuziehen.

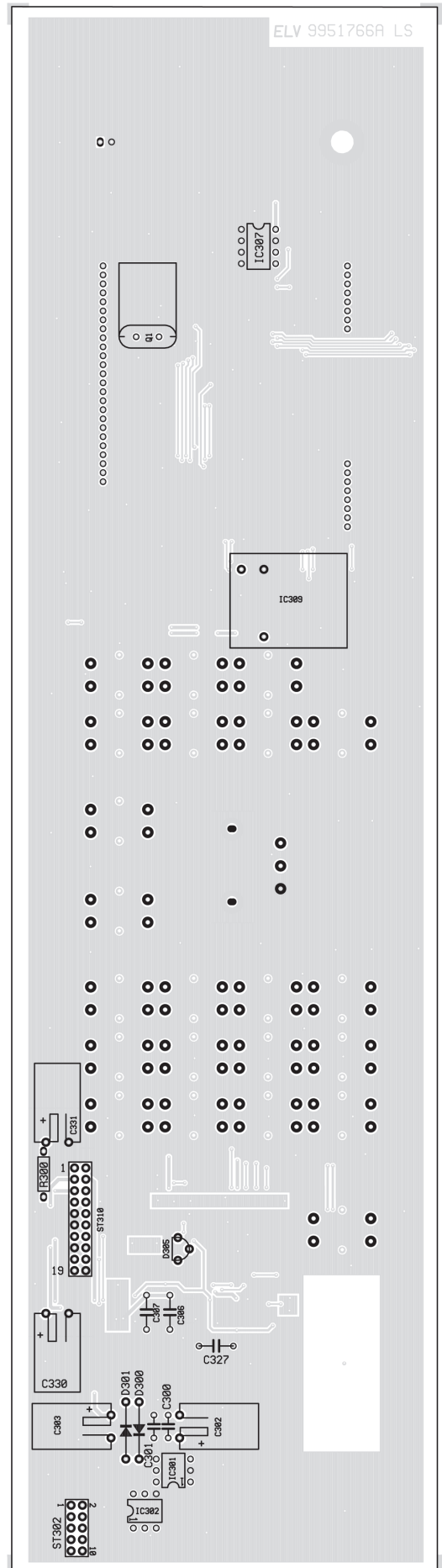
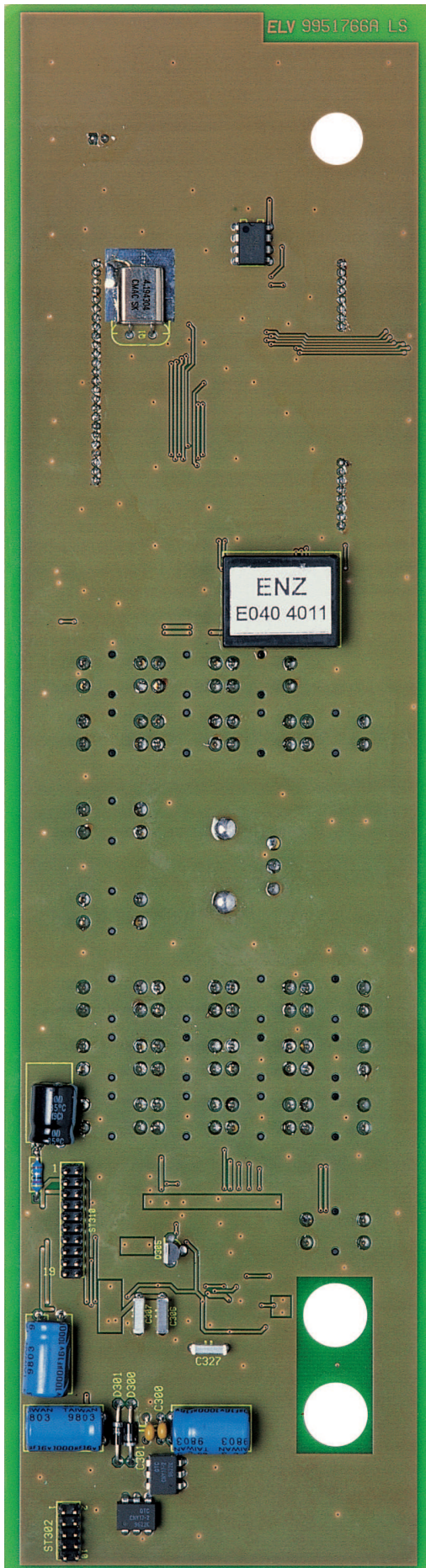
Nach der mechanischen Befestigung kommen wir nun zur Verdrahtung der beiden Brückengleichrichter, unter Verwendung von isoliertem Schaltdraht mit einem Querschnitt von 2,5 mm<sup>2</sup>. Dazu werden 2 Leitungsabschnitte von 26 cm Länge, ein Leitungsabschnitt von 13 cm Länge und ein Leitungsabschnitt von 6 cm Länge benötigt, die jeweils an beiden Enden auf 8 mm Länge abisoliert und sorgfältig verdrillt werden. Die 26 cm langen Abschnitte werden jeweils am Plus- und Minus-Anschluss von D 6 angelötet. Der Minus-Anschluss von D 5 ist mit dem 13 cm langen Leitungsabschnitt und der Plus-Anschluss von D 5 mit dem 6 cm langen Leitungsabschnitt zu bestücken.

Die freien Leitungsenden sind durch die zugehörigen Platinenbohrungen AA, BA, CA und DA zu führen, an der Lötseite umzuwinkeln und mit viel Lötzinn zu befestigen. Dabei gilt folgende Zuordnung:

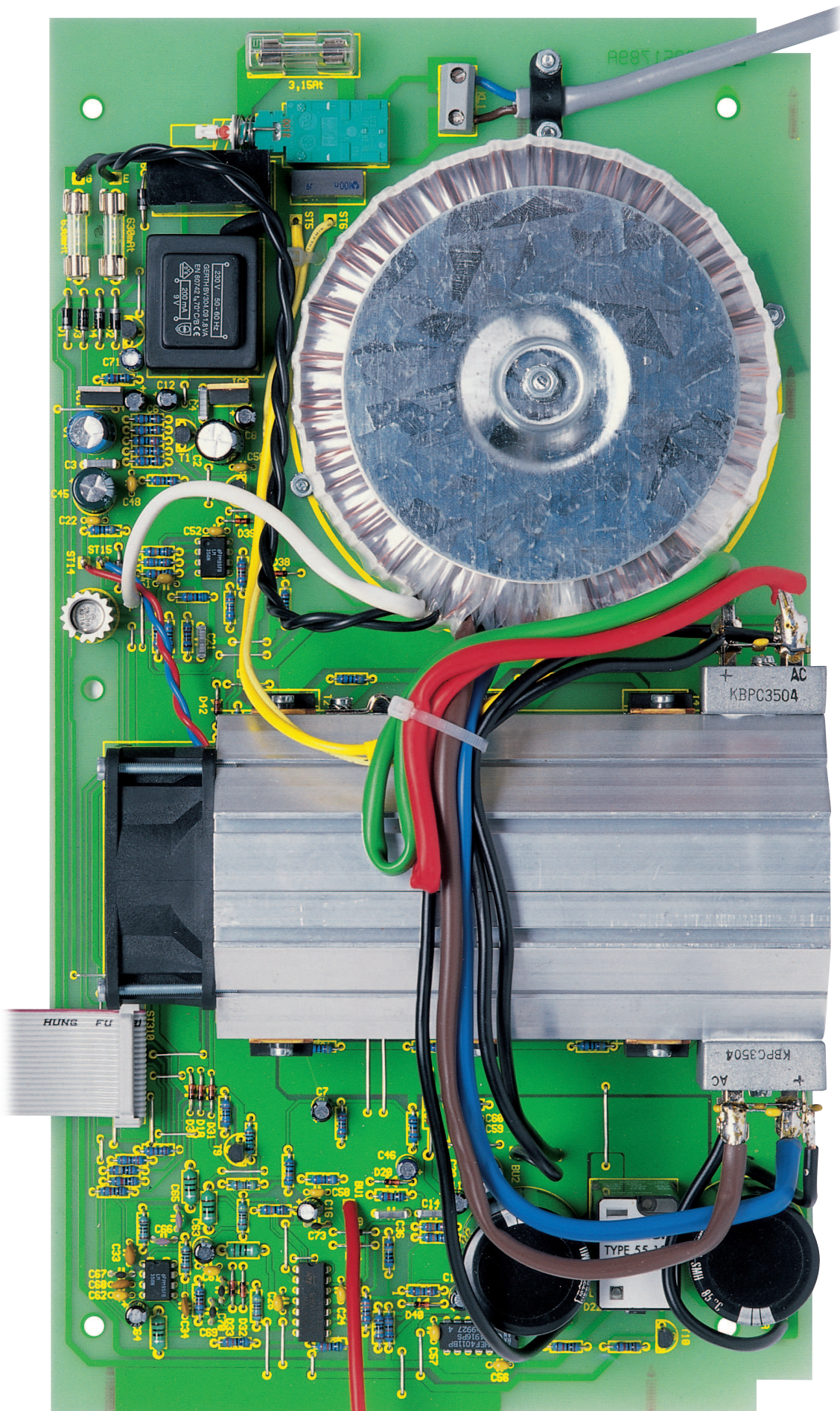
- D 5 + an AA (rot)
- D 5 - an BA (schwarz)
- D 6 + an CA (rot)
- D 6 - an DA (schwarz)



Ansicht der fertig bestückten Frontplatine (Bestückungsseite) mit Bestückungsplan (Originalgröße: 348 x 94,6 mm)

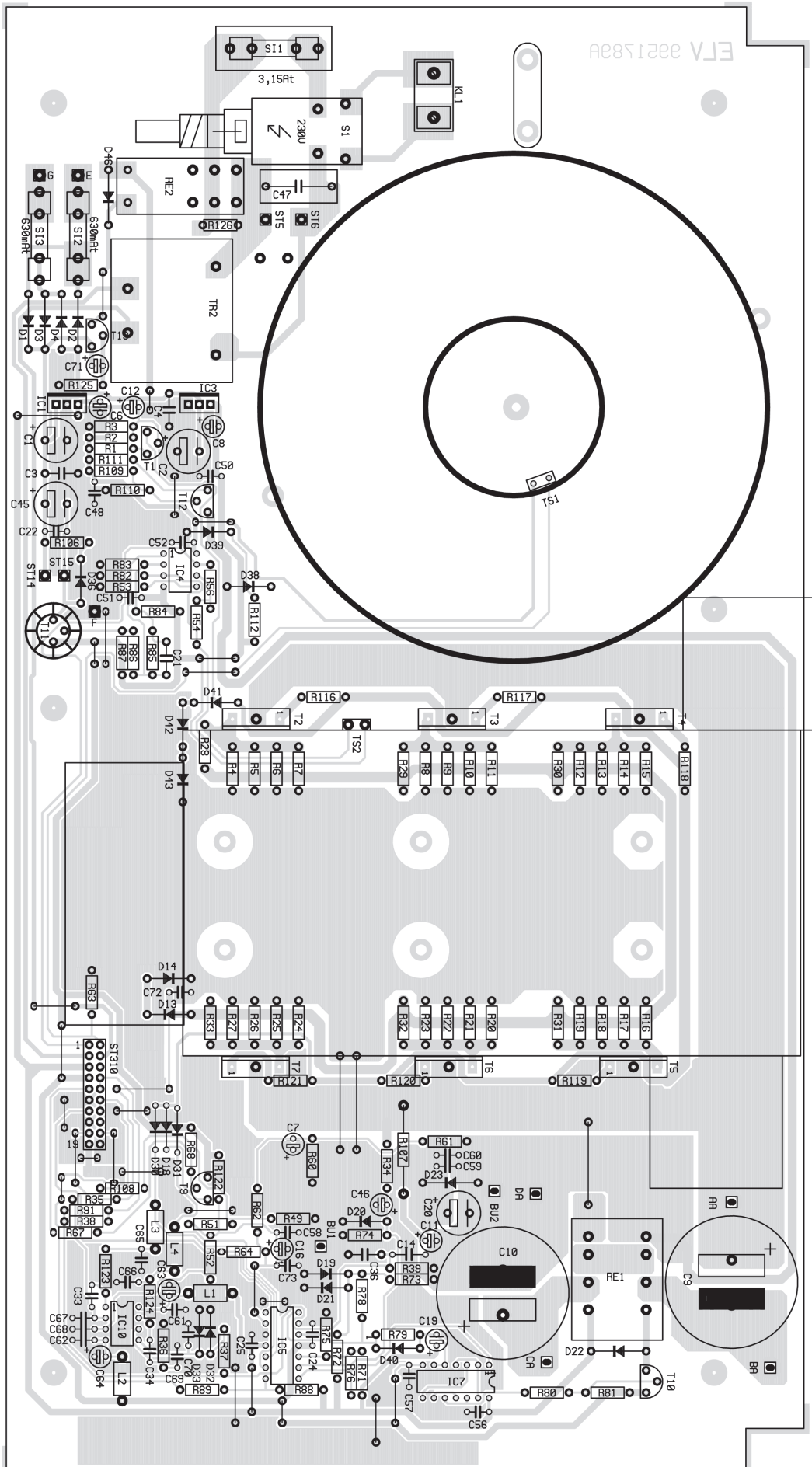


Ansicht der fertig bestückten Frontplatte (Rückseite) mit Bestückungsplan (Originalgröße: 348 x 94,6 mm)



Ansicht der fertig bestückten Basisplatte des Prozessor-Netzteils PS 9530 (Originalgröße: 336 x 183,6 mm)





Bestückungsplan der Basisplatine des Prozessor-Netzteils PS 9530 (Originalgröße: 336 x 183,6 mm)

## Einbau des Netz-Transformators

Der schwere Leistungs-Ringkern-Netztransformator wird direkt auf die Leiterplatte montiert. Dazu ist aber die Unterseite der Basisplatine durch einen verzinkten Stahlblechstreifen 30 x 128 x 2 mm zu verstärken. Dieser wird mit 2 von unten eingesteckten Schrauben M3 x 6 mm und entsprechenden von der Bestückungsseite her angebrachten Muttern mit unterlegten Zahnscheiben unter die Basisplatine geschraubt.

Danach wird von unten eine Schraube M 4 x 75 mm durch das Mittelloch des Blechstreifens sowie durch die darüber liegende Platinenbohrung geführt. Von der Platinenoberseite folgt nun eine doppelt gelochte Andruckscheibe aus Silikongummi, welche mit der einen Öffnung über die Schraube und mit der anderen Öffnung über den Temperatursensor geführt wird. Darauf legt man den Ringkern-Transformator mit nach oben herausgeführten Leitungen, die nach rechts (zum Kühlkörperaggregat) weisen sollen. Es ist zu beachten, dass die Befestigungsschraube sich genau in der Mitte der Trafo-Öffnung befinden muss.

Der innen liegende Temperatursensor (TS 1) wird unter Zugabe von reichlich Wärmeleitpaste mit seiner abgeflachten Seite an die Innenwandung des Transformators gedrückt, sodass ein sicherer thermischer Kontakt entsteht. Die zweite, nur einfach gelochte Silikon-Scheibe wird oben auf den Trafo gelegt. Hierauf folgt der Andruckdeckel mit der gewölbten Seite nach unten, danach eine Fächerscheiben M 4 und abschließend die zugehörige Mutter, die fest anzuziehen ist.

Jetzt werden die Zuleitungen des Trafos angeschlossen. Die dicken massiven Leitungen rot und grün gehören an die verbleibenden Pole des Gleichrichters D 6. Die starren Leitungen werden dabei zuerst

durch Biegen ausgerichtet, auf Bedarfslänge gekürzt und dann sauber angelötet, wobei die Polarität keine Rolle spielt. Entsprechend werden die blaue und braune Leitung kreuzungsfrei über den Kühlkörper geführt und mit beliebiger Polarität an die freien Anschlüsse des Gleichrichters D 5 angeschlossen.

Nun sind die schwarzen Trafoleitungen an die Platinenanschlusspunkte E und G und die weiße Leitung an den Platinenanschlusspunkt F anzulöten. Diese Leitungen sind unbedingt so zu verlegen, dass nicht die Kühlfahnen der Festspannungsregler berührt werden können.

Die beiden gelben Trafo-Anschlussleitungen sind mit der Primärwicklung verbunden. Diese Leitungen sind an die Platinenanschlusspunkte ST 5 und ST 6 anzulöten. Aus Sicherheitsgründen sind diese Leitungen mit einem Kabelbinder auf der Platine zu befestigen. Auch die gelben Leitungen sind unbedingt so zu verlegen, dass unter keinen Umständen die Kühlfahnen und der Spannungsregler berührt werden.

## Endmontage

Nachdem beide Platinen des PS 9530 vollständig bestückt sind, kommen wir zur Endmontage und zum Einbau der Elektronik in das hochwertige Metallgehäuse. Dazu wird zuerst die Geräte-Rückwand von der Außenseite mit einem Finger-Schutzgitter versehen. Zur Befestigung dienen 4 Kunststoff-Schrauben M4 x 20 mm, die durch die Ösen des Schutzgitters und die zugehörigen Bohrungen der Rückwand gesteckt und auf der Innenseite mit den entsprechenden Muttern verschraubt werden.

Anschließend wird die Netzkabel-Durchführung bestückt und die Netz-Zuleitung ein weites Stück durchgezogen, aber noch nicht festgeklemmt.

Dann ist die 9-polige Sub-D-Buchse der seriellen Schnittstelle in Schneid-Klemm-

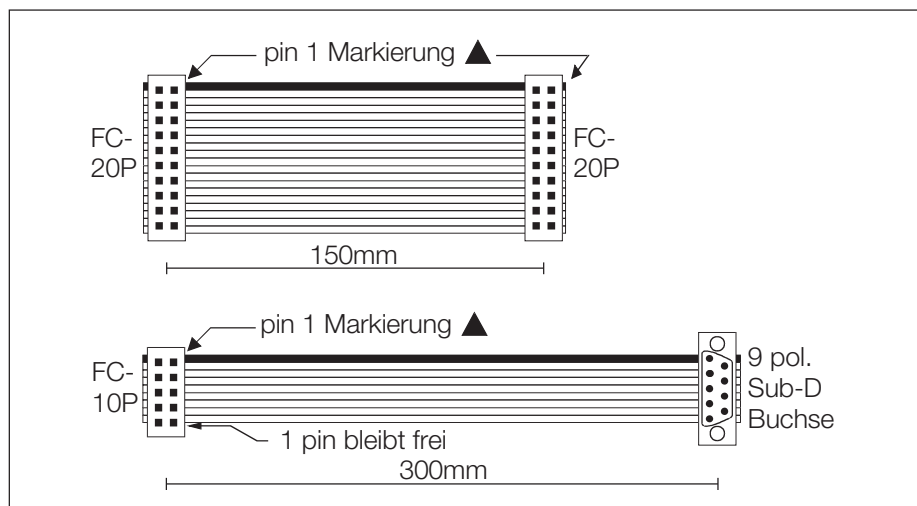


Bild 6: Flachbandleitungen des PS 9530

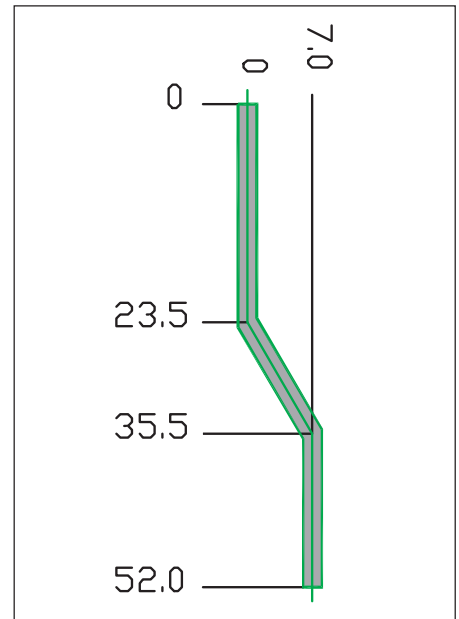


Bild 7: Maße für die Netzschalter-Schubstange

technik mit einem 30 cm langen 9-poligen Flachbandkabel zu bestücken. Am anderen Kabelende wird ein 10-poliger Pfostenstecker ebenfalls in Schneid-Klemmtechnik aufgesetzt. Im Anschluss hieran ist die Sub-D-Buchse an die Rückwand des Gerätes zu schrauben (Abbildung 6).

Im nächsten Arbeitsschritt ist die Netz-Zuleitung auf 10 cm Länge von der äußeren Ummantelung zu befreien und die braune und blaue Innenader auf 2 cm Länge zu kürzen. Nach dem Abisolieren auf 5 mm Länge wird auf diese beiden Innenadern jeweils eine Aderendhülse aufgequetscht. Die grün-gelbe Ader ist auf 8 mm abzuisolieren. Die Netz-Zuleitung ist danach unter die Zugentlastung der Basisplatine zu führen und mit 2 von unten eingesteckten Schrauben M3 x 14 mm und entsprechenden M3-Muttern mit unterlegten Zahnscheiben zu befestigen. Die Leitungsenden der braunen und der blauen Innenadern werden dann in die Schraubklemme KL 1 geführt und festgesetzt.

Als dann ist ein 15 cm langes 20-poliges Flachbandkabel an beiden Enden mit einem 20-poligen Pfostensteckverbinder in Schneid-Klemmtechnik entsprechend Abbildung 6 zu bestücken. Dieses Kabel ist auf die 20-polige Stiftleiste der Basisplatine aufzustecken.

Als nächstes wird die Netzschalter-Schubstange gemäß der Abbildung 7 abgewinkelt und mit einem Adapterstück für den Netzschalter und einem Bedienknopf bestückt. Das Adapterstück ist danach bis zum Einrasten auf den Netzschalter aufzupressen.

Die Vorbereitung der Frontplatte besteht darin, dass 2 Polklemmen (Plus = rot, Minus = schwarz) montiert werden. An die rote Polklemme ist eine 11 cm lange Leitung und an die schwarze Polklemme eine

## Stückliste: PS 9530-Analogteil

### Widerstände:

1Ω/1W .....	R107
1,2Ω .....	R4-R27
100Ω .....	R123, R124
220Ω .....	R1
470Ω .....	R116-R121
560Ω .....	R86
680Ω .....	R63
820Ω .....	R68
1kΩ .....	R2, R3, R28-R33, R87, R109-R112
2,55kΩ .....	R82
2,7kΩ .....	R60
4,7kΩ .....	R37, R51, R52
5,6kΩ .....	R88, R89
8,2kΩ .....	R49
10kΩ .....	R36, R38, R53, R67, R74, R75, R80, R81, R125
12kΩ .....	R56
22kΩ .....	R35
24kΩ .....	R54
27kΩ .....	R108
33kΩ .....	R61, R72
56kΩ .....	R84
100kΩ .....	R34, R62, R64, R73, R83
120kΩ .....	R39
180kΩ .....	R71
220kΩ .....	R79
330kΩ .....	R85
1MΩ .....	R76, R78, R91
10MΩ .....	R122
NTC33 .....	R126

### Kondensatoren:

10pF/ker .....	C67, C73
22pF/ker .....	C69, C70
47pF/ker .....	C68
100pF/ker .....	C65, C66, C72
270pF/ker .....	C34
470pF/ker .....	C33
1nF .....	C14, C21, C36
47nF .....	C3, C4
100nF/ker .....	C22, C24, C25, C37-C44, C48, C50-C52, C56, C57-C62
100nF/275V~/X2/MKT .....	C47
1μF/100V .....	C46

10μF/25V .....	C6, C8, C12, C16, C19, C63, C64
10μF/63V .....	C7, C11
47μF/16V .....	C71
100μF/40V .....	C20, C45
470μF/16V .....	C2
1000μF/16V .....	C1
22mF/25V .....	C9, C10

### Halbleiter:

7805 .....	IC1
7905 .....	IC3
LM358 .....	IC4, IC10
TL084 .....	IC5
CD4011 .....	IC7
BC558 .....	T1, T12, T13
TIP142 .....	T2-T7
BC548 .....	T9, T10
2N3019 .....	T11
1N4001 .....	D1-D4, D22, D23, D46
KBPC3504 .....	D5, D6
1N4148 .....	D13, D14, D18-D21, D30-D33, D38-D40
BAS33 .....	D41-D43

### Sonstiges:

Festinduktivität, 10μH .....	L1, L2, L3, L4
Temperatursensor, SAA965 TS1, TS2	
Netzschraubklemme, 2-polig .....	KL1
Lötstifte mit Lötöse .....	ST14, ST15
Stiftleiste, 2 x 10-polig .....	ST310
Polklemme, 4 mm, 16 A, rot .....	BU1
Polklemme, 4 mm, 16 A, schwarz	BU2
Ringkerntrafo, komplett, 2 x 8V/0,6A	
2 x 16V/13,5A .....	TR1
Trafo, 1 x 9V/200 mA .....	TR2
Hochlast-Relais, 12 V, 2 x um .....	RE1
Leistungsrelais, 12 V, 1 x um .....	RE2
Sicherung, 3,15 A, träge .....	SI1
Sicherung, 630 mA, träge .....	SI2, SI3
Shadow-Netzschalter .....	S1
1 Adapterstück	
1 Verlängerungsachse	
1 Druckknopf, ø 7,2 mm	
1 Stern-Kühlkörper SKK510	

3 Platinensicherungshalter (2 Hälften)
1 Sicherungsabdeckhaube
1 Zylinderkopfschraube, M3 x 5 mm
14 Zylinderkopfschrauben, M3 x 6 mm
2 Zylinderkopfschrauben, M3 x 8 mm
2 Zylinderkopfschrauben, M3 x 10 mm
2 Zylinderkopfschrauben, M3 x 14 mm
2 Zylinderkopfschrauben, M3 x 16 mm
4 Zylinderkopfschrauben, M3 x 35 mm
4 Zylinderkopfschraube, M4 x 20 mm
2 Sechskantschraube, M4 x 20 mm
21 Muttern, M3
6 Mutter, M4
18 Fächerscheiben, M3
2 Fächerscheiben, M4
4 Polyamidscheiben, 2,5 mm
4 Polyamidscheiben, 0,5 mm
8 Unterlegscheiben, M4
6 Glimmerscheiben für TO-3P
6 Isolierbuchsen
1 Sensorschelle
18 Lötstifte, 1,3 mm, 20 mm lang
2 Lötösen, 4,2 mm
1 Zugentlastungsbügel
2 Kabelbinder, 90 mm
2 Lüfter-Kühlkörper LK75
1 Papst-Axial-Lüfter, Typ 612
1 Fingerschutzgitter, 80 x 80 mm
1 Netzkabel, 3-adrig, grau
1 Netzkabeldurchführung mit Knickschutztülle, grau
1 Tube Wärmeleitpaste
6 cm Schrumpfschlauch, ø 1 mm
60 cm Schaltdraht, blank, versilbert
6 cm flexible Leitung, ST1 x 0,22 mm, schwarz
330 mm flexible Leitung, ST1 x 1,5 mm <sup>2</sup> , rot
390 mm flexible Leitung, ST1 x 1,5mm <sup>2</sup> , schwarz

15 cm lange Leitung mit jeweils einem Querschnitt von 2,5 cm<sup>2</sup> anzulöten. Die Leitungsenden werden dann auf 8 mm Länge abisoliert, durch die zugehörigen Bohrungen der Frontplatine geführt, von der Bestückungsseite durch die zugehörigen Platinenbohrungen gesteckt und mit viel Lötzinn angelötet (Pluspol = BU 1, Minuspol = BU 2).

### Gehäuseeinbau

Auf den Einbau in das robuste und hochwertige ELV-Metallgehäuse gehen wir nur in verkürzter Form ein und verweisen auf

die detaillierte Anleitung in der dem Gerät bzw. Bausatz beiliegenden Bauanleitung.

Besonders wichtig ist beim Gehäuseeinbau, dass die geltenden VDE- und Sicherheitsvorschriften genau beachtet werden. Insbesondere die korrekte Montage der Netzzuleitung und der Isolierplatte unterhalb der Leiterplatte im Bereich der primärseitigen Netzversorgung ist wichtig.

Am linken Seitenprofil werden die beiden unteren Modulschienen angeschraubt und das Bodenblech mit nach vorne weisenden Lüftungsschlitzen eingeschoben. Dann sind 4 Gehäusefüße in die entsprechenden Positionen des Bodenblechs zu kleben.

Jetzt ist auf die Bodenplatte die PE-Leitung aufzustecken, sowie am Seitenteil die Schraube zur Befestigung des Schutzleiters. Der so weit vorbereitete Gehäuseboden ist nun so auf die Arbeitsfläche zu stellen, dass sich das Seitenprofil auf der linken Seite befindet. An der Vorderseite des Seitenprofils wird eine Alublende mittels 2 Gehäuseschrauben befestigt.

In die eckige Nut der entsprechenden Modulschiene sind jetzt jeweils 3 Sechskantschrauben M4 x 20 mm mit nach oben zeigendem Gewinde einzuschieben.

Danach wird die Epoxyd-Isolierplatte über die vier linken Befestigungsschrau-

### Stückliste: PS 9530 - digitale Displayeinheit

<b>Widerstände:</b>	
2,2Ω/SMD .....	R349
4,7Ω .....	R300
47Ω/SMD .....	R329, R330, R342
100Ω/SMD .....	R324
220Ω/SMD .....	R306, R309
680Ω/SMD .....	R312
1kΩ/SMD .....	R336, R338, R348, R350
2,2kΩ/SMD .....	R304, R305, R307, R308
2,7kΩ/SMD .....	R311
5,6kΩ/SMD .....	R332
10kΩ/SMD .....	R310, R313, R323, R325, R328, R334, R335, R339
22kΩ/SMD .....	R331
27kΩ/SMD .....	R337
100kΩ/SMD .....	R314, R340, R341
150kΩ/SMD .....	R347
180kΩ/SMD .....	R343-R346
<b>Kondensatoren:</b>	
22pF/SMD .....	C304, C305
4,7nF/SMD .....	C325, C326
47nF/SMD .....	C329
100nF/SMD .....	C308-C312, C314-C324, C332
100nF/ker .....	C300, C301
270nF .....	C327
330nF .....	C306, C307
470nF/SMD .....	C328
470µF/16V .....	C331
1000µF/16V .....	C302, C303, C330
<b>Halbleiter:</b>	
CNY17 .....	IC301, IC302
ELV94114/SMD .....	IC304
CD4051/SMD .....	IC305
LTC1658/SMD .....	IC306
FM24C04 .....	IC307
CD4052/SMD .....	IC308
E040-4011 .....	IC309
TLC272/SMD .....	IC310-IC312
BC858 .....	T301, T302
BC848 .....	T303, T305, T307
BCW67C/SMD .....	T308
1N4001 .....	D300, D301
LL4148 .....	D304
LM385-2,5V .....	D305
LED, 3 mm, grün .....	D306
LC-Display für SPS9540/PS9530	
<b>Sonstiges:</b>	
Quarz, 4,194304MHz .....	Q1
Stiftleiste, 2 x 5-polig .....	ST302
Stiftleiste, 2 x 10-polig .....	ST310
Inkrementalgeber .....	S300
Mini-Drucktaster, B3F-4050 TA1-TA22	
22 Tastknöpfe, grau, 10 x ø 7,4 mm	
1 Leuchtfolie für LCD, 49 x 74 mm	
1 Schaumstoffstück, 49 x 74 mm	
1 semitransparente Isolierfolie 77 x 62 mm	
1 IC-Sockel 8-polig	
1 SUB-D-Flachbandkabel-Steckerverbinder, Buchsen, 9-polig	
2 Zylinderkopfschrauben, M3 x 6 mm	
2 Muttern, M3	
2 Fächerscheiben, M3	
1 Pfosten-Verbinder, 10-polig	
2 Pfosten-Verbinder, 20-polig	
15 cm Flachbandleitung, 20-polig	
30 cm Flachbandleitung, 10-polig	

ben abgesenkt und die beiden rechten Befestigungsschrauben je mit einer 0,5 mm dicken Polyamidscheibe bestückt.

Anschließend folgen auf jede der 6 Schraubengewinde zwei 2,5 mm dicke Polyamid-Scheiben.

Als dann werden das Geräte-Chassis über die sechs Schrauben der unteren Modulschienen abgesenkt und die Frontplatte sowie die Frontplatte in die Führungsnuten der vorderen Modulschiene eingerastet. Das Chassis ist dann so auszurichten, dass die Frontplatte exakt an der Alublende des Seitenteils anliegt. Jedes der nach oben aus der Basisplatte hervorstehenden M4-Schraubengewinde wird danach mit einer 1,5 mm dicken Polyamid-Scheibe, einer M4-U-Scheibe, einer 4-mm-Zahnscheibe und einer M4-Mutter bestückt, die vorerst nur locker aufgeschraubt wird.

Das Chassis ist genau auszurichten und mit den bereits locker montierten M4-Muttern fest zu verschrauben.

Die Rückwand ist nun in die Modulschiene einzurasten, die beiden oberen Modulschienen sind aufzustecken und an das Seitenprofil zu schrauben.

Der Schutzleiter der Netz-Zuleitung ist

im Anschluss daran durch die dafür vorgesehene Lötöse des linken Seitenprofils zu fädeln und mit viel Lötzinn sorgfältig anzulöten. Auch die Schutzleiteranschlüsse des Bodenblechs und des Gehäusedeckels werden hier in der gleichen Weise verarbeitet. Der Gehäusedeckel ist in die Führungsnuten einzuschleiben und der Kabelschuh des Schutzleiters aufzustecken.

Nun werden das rechte Seitenprofil, die schmalen Seitenbleche und die verbleibenden Alublenden montiert. Zuletzt bleibt dann nur noch die Montage des Drehknofes für den Inkrementalgeber und das Festziehen der Netzdurchführung.

### Softwareabgleich

Beim PS 9530 erfolgt der Abgleich der Istwerte für Strom und Spannung softwaregesteuert, sodass im gesamten Gerät keine Abgleichtrimmer erforderlich sind. Bei der ersten Inbetriebnahme wird nach dem Einschalten des PS 9530 automatisch der Kalibriermodus gestartet. Unten rechts im Display erscheint dann „CAL“ und im oberen Bereich das Zeichen „V“ für die Spannung. Dem Mikrocontroller muss nun

die maximale Ausgangsspannung des Netzgerätes (in unserem Fall 30,00 V) über die Nummerntastatur mitgeteilt werden, wobei falsche Eingaben mit „CE“ wieder gelöscht werden können. Durch Betätigen der „ENTER“-Taste wird der eingegebene Wert dann übernommen und zur Eingabe des Maximalstroms gesprungen, die in der gleichen Weise erfolgt.

Auch hierbei dient zur Übernahme die „ENTER“-Taste. Die maximal zulässige Leistung des Gerätes berechnet der Controller dann automatisch und zeigt diese ebenfalls im Display an. Damit sind die Grundeinstellungen bereits abgeschlossen, und wir kommen im nächsten Schritt zur Kalibrierung des A/D- und D/A-Wandlers. Ein möglichst genaues Multimeter ist dazu die Grundvoraussetzung, wobei immer der kleinste ausreichende Messbereichs-Endwert zu wählen ist.

Im ersten Schritt steht 1,00 V auf dem Display, und die Steuereinheit des PS 9530 gibt auch diesen Wert für die Ausgangsspannung vor. Die Ausgangsspannung wird über den Drehimpulsgeber verändert, wenn die Anzeige des Multimeters von der Sollwertvorgabe auf dem Display (1,00 V) abweicht. Wenn beide Werte übereinstimmen, ist die „ENTER“-Taste zu betätigen, worauf die maximale Ausgangsspannung auf dem Display erscheint und als Sollwert von der Steuereinheit vorgegeben wird (eventuell Multimeter umschalten).

Abweichungen zwischen der tatsächlichen Ausgangsspannung und der Vorgabe auf dem Display werden auch hier mit dem Drehimpulsgeber korrigiert und mit der „ENTER“-Taste übernommen.

Auf der Anzeige erscheint nun 0,00 A, und das Multimeter ist auf Gleichstrommessung umzustellen.

Nun wird der Drehimpulsgeber so abgeglichen, dass gerade der minimale Ausgangsstrom (max. 1 mA) erreicht wird. Bevor jetzt die „ENTER“-Taste zur Übernahme betätigt wird, ist das Multimeter auf den Messbereich für den maximalen Ausgangsstrom (10 A) umzustellen. Danach wird dann die „ENTER“-Taste betätigt und der Maximalwert des Stromes von der Steuereinheit vorgegeben. Auch dieser Wert ist mit dem Drehimpulsgeber möglichst exakt einzustellen. Während des Kalibriervorgangs ist nun ein letztes Mal die „ENTER“-Taste zu betätigen. Daraufhin führt der Prozessor einen Displaytest durch (alle zur Verfügung stehenden Segmente leuchten auf) und schaltet in den normalen Betriebsmodus. Der Kalibriermodus kann jederzeit wieder aufgerufen werden, wenn beim Einschalten des Gerätes die Taste „REMOTE“, „ENTER“ und die Ziffer 2 gedrückt gehalten werden. Der Aufbau und die Inbetriebnahme ist damit abgeschlossen, sodass dem Einsatz dieses hochwertigen Netzgerätes nichts mehr im Wege steht.