



Akku-Lade-Center

ALC 7000 Expert

Technischer Kundendienst

Für Fragen und Auskünfte stehen Ihnen unsere qualifizierten technischen Mitarbeiter gerne zur Verfügung.

Bitte richten Sie Ihr Schreiben an:

ELV • Technischer Kundendienst • 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 Kostenvorschlag. 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!





Akku-Lade-Center

ALC 7000 Expert

Dieses mikroprozessorgesteuerte Mehrfach-Ladegerät mit hinterleuchtetem LC-Display ist besonders auf die Bedürfnisse im Modellbau-Bereich – und da, wo mehrere unterschiedliche Akkus bzw. Akkupacks gleichzeitig benötigt und somit geladen werden sollen – zugeschnitten. Verschiedene Funktionen und Programmabläufe ermöglichen dabei die umfassende Akkupflege.

Allgemeines

Akkus, und insbesondere auch Akkupacks, sind die Grundvoraussetzung für mobile Geräte und somit in nahezu allen Bereichen des täglichen Lebens zu finden. Ohne geeignete wieder aufladbare Energiespeicher wäre die heute selbstverständliche Mobilität im Konsumer- und Kommunikationsbereich undenkbar, da Primärzellen (Batterien) teuer und somit für viele Anwendungen nicht akzeptabel sind. Als weitere Bereiche, wo ohne wieder aufladbare Akkusysteme nichts „läuft“, sind der Modellbaubereich und viele Elektrowerkzeuge zu nennen.

Nickel-Cadmium (NC)- und Nickel-Metallhydrid (NiMH)-Akkus spielen dabei nach wie vor eine dominierende Rolle, insbesondere dann, wenn hohe Entladeströme benötigt werden. Im „Hochstrombereich“ kommen dabei besonders die Stärken des altbekannten Nickel-Cadmium-Akkus

zum Tragen. Der geringe Innenwiderstand, die flache Entladecharakteristik und die Schnell-Ladefähigkeit sind dabei besonders zu nennen.

Die volle Leistungsfähigkeit eines Akkus bzw. eines Akkupacks bleibt jedoch nur bei entsprechender Pflege erhalten. Überladung und Tiefentladung haben einen besonders schädigenden Einfluss auf die Lebensdauer der Energiespeicher.

Ladegeräte, die zum Lieferumfang vieler Geräte gehören, sind häufig aus Kostengründen ohne jegliche „Intelligenz“ und tragen somit nicht zur langen Lebensdauer der zugehörigen Akkus bei. Aber auch im Modellbaubereich wird oft die Lebensdauer der zum Teil recht teuren Akkupacks durch ungeeignete Lademethoden stark reduziert. Dadurch wird meistens nur ein Bruchteil der maximal möglichen Lade-/Entladezyklen eines Akkus erreicht. Wenn man diese Aspekte bedenkt, macht sich die Anschaffung eines guten Ladegerätes meistens schnell bezahlt.

Das hier vorgestellte ALC 7000 Expert ist besonders auf die Anwender zugeschnitten, die mehrere Akkupacks gleichzeitig einsetzen bzw. pflegen möchten.

Das Gerät verfügt über vier Ladeausgänge, an denen die Akkus gleichzeitig anschließbar sind. Da die beiden Hochstrom-Ausgänge sequenziell arbeiten, sind maximal drei Akkus gleichzeitig aktiv. So können zum Beispiel in einer ModellbauAnwendung der Sendeakku, der Empfängerakku und der Fahrakku gleichzeitig geladen werden. Für bestmögliche Ladeergebnisse erfolgt eine ständige Überwachung der zum jeweiligen Akkutyp gehörenden Ladekurve mit 14 Bit Genauigkeit.

Die beiden Hochstromausgänge arbeiten zur Verringerung der Verlustleistung mit einem sekundär getakteten Schaltregler.

Besonders wichtig ist die sichere Lade-Enderkennung, die nach der zuverlässigen Methode der negativen Spannungsdifferenz am Ende der Ladekurve erfolgt. Wenn

über mehrere Messzyklen am Akku eine Spannungsdifferenz von 3 mV (je Zelle) oder größer registriert wird, schaltet der entsprechende Kanal auf Erhaltungsladung um.

Damit Übergangswiderstände an den Anschlussklemmen das Messergebnis nicht negativ beeinflussen, erfolgt die Messung der Akkuspannung grundsätzlich im stromlosen Zustand.

Eine Frühabschaltung bei überlagerten oder tiefentladenen Akkus wird durch eine zusätzliche Pre-Peak-Erkennung sicher verhindert.

Sehr empfindlich reagieren die meistens mit höherer Kapazität angebotenen Nickel-Metall-Hydrid-Akkus auf Überladung. Dafür kommt es bei diesem Akkutyp nicht zu dem bei NC-Akkus häufig auftretenden Memory-Effekt. Lange Benutzungspausen mit direkt anschließender Aufladung (ohne Vorentladung) und Teilentladungen mit ständiger Nachladung sind die Ursachen für den Memory-Effekt bei NC-Zellen. Der Elektrolyt kristallisiert dann an den Elektroden aus und behindert so den Elektronenfluss in der Zelle.

Durch mehrmaliges Entladen/Laden kann häufig die volle Kapazität des Akkus bzw. Akkupacks zurückgewonnen werden.

Ein Ladegerät, das nur über eine einfache Ladefunktion verfügt, ist daher zur optimalen Akkupflege nicht ausreichend. Beim ALC 7000 Expert sorgen unterschiedliche Programme zur Akkupflege für eine lange Akku-Lebensdauer. Der Prozessor kann dabei für jeden Ladeschacht unterschiedliche Programme gleichzeitig ausführen.

Neben der Funktion „Laden“ und „Entladen“ ist das Gerät auch in der Lage, die Akku-Kapazität zu ermitteln. Ein großes, hinterleuchtetes LC-Display zeigt die Akkuspannung, den Lade- bzw. Entladestrom und gegebenenfalls die entladene Kapazität an. Des Weiteren sind auf dem Display alle wichtigen Statusinformationen abzulesen.

Ein besonders komfortables Bedienkonzept mit graphischer Anzeige der jeweils ausgewählten Funktion macht im Grunde genommen eine Bedienungsanleitung überflüssig.

Zur Abfuhr der Verlustwärme im Entladebetrieb ist das ALC 7000 Expert mit einem innen liegenden Kühlkörper-Lüfteraggregat ausgestattet, und eine ständige Temperatur-Überwachung an den Endstufen schützt das Ladegerät in jeder Situation vor Überlastung.

Eine RS-232-Schnittstelle an der Geräterückseite dient zum Anschluss des ALC 7000 Expert an einen PC, wo sämtliche Messdaten eines beliebigen Ausgangskanals abgespeichert werden können. Des Weiteren sind alle Funktionen

des ALC 7000 Expert vom PC aus steuerbar und die Lade-/Entladekurven in grafischer Form darstellbar.

Bedienung und Funktion

Die Bedienung des ALC 7000 Expert erfolgt besonders komfortabel mit 7 Tasten (plus Ein/Ausschalter), wobei sämtliche gewählten Funktionen auf dem hinterleuchteten LC-Display in graphischer Form angezeigt werden.

Für jeden Ladekanal steht auf der Frontseite des Gerätes ein Buchsenpaar zum Anschluss der zu ladenden Akkus bzw. Akkupacks zur Verfügung.

Die beiden sequenziell arbeitenden Ladekanäle 1 und 2 sind dabei für eine Ladespannung bis 30 V und maximale Ausgangsströme bis 3,5 A ausgelegt. Der zur Verfügung stehende Ausgangstrom richtet sich dabei nach der Zellenzahl des angeschlossenen Akkus. So steht der Ausgangstrom von 3,5 A bis zu einer Akku-Nennspannung von 7,2 V zur Verfügung. Bei 12-V-Akku-Nennspannung beträgt der Maximalstrom noch 2,4 A, während bei einem 20-zelligen Akku mit 24-V-Nennspannung max. 1,2-A-Ausgangstrom zur Verfügung stehen. Die Endstufe dieser beiden Ausgänge arbeitet mit einem PWM-Schaltregler.

Die Ladeausgänge 3 und 4 arbeiten mit linearen Endstufen bis maximal 15-V-Ausgangsspannung, entsprechend 12-V-Akku-Nennspannung. Dabei teilt sich der maximal mögliche Ladestrom von 1 A auf die beiden gleichzeitig arbeitenden Ausgänge auf. Wird zum Beispiel für Kanal 3 ein Ladestrom von 500 mA programmiert, so stehen für Kanal 4 ebenfalls 500 mA zur Verfügung. Kanal 4 kann hingegen 800 mA liefern, wenn Kanal 3 nur mit 200 mA belastet wird.

Jeweils im Bereich der Ausgangsbuchsen zeigt eine Leuchtdiode an, ob der zugehörige Kanal aktiv arbeitet oder nicht. Das ALC 7000 Expert ist zum Laden von Nickel-Cadmium(NC)- und Nickel-Metallhydrid(NiMH)-Akkus geeignet.

Die Ausgangskanäle 1 und 2 können Akkus mit Nennspannungen bis 24 V laden, während für Kanal 3 und 4 die maximal zulässige Akku-Nennspannung 12 V beträgt.

Grundeinstellung

Das ALC 7000 Expert wird mit dem links unten angeordneten Netzschalter eingeschaltet, worauf die darüber angeordnete Kontroll-LED die Betriebsbereitschaft signalisiert. Die Stromversorgung erfolgt direkt aus dem 230-V-Wechselspannungsnetz bei maximal 90-VA-Leistungsaufnahme. Nach dem Einschalten erfolgt zunächst eine kurze Initialisierungsphase, in der der

Mikrocontroller alle zur Verfügung stehenden Segmente aktiviert (Abbildung 1). Danach wird die zuletzt genutzte und abgespeicherte Gerätekonfiguration (vor dem Ausschalten) wieder übernommen, da zum Speichern der letzten Daten bei einem Spannungsausfall ein ferroelektrisches EEPROM integriert ist.

Tritt eine Spannungsunterbrechung (Netzausfall) während eines Bearbeitungsvorgangs auf, so nimmt das ALC 7000 Expert seine Tätigkeit wieder unmittelbar nach Wiederkehr der Netzspannung auf.

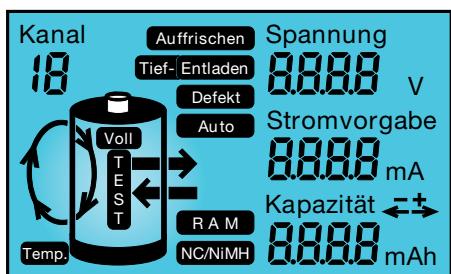


Bild 1: Anzeige aller zur Verfügung stehender Segmente

Eingabe der Akku-Daten

Sobald ein Akku an ein Ausgangsbuchsenpaar eines Ladekanals angeschlossen wird, erkennt dies der Mikroprozessor des ALC 7000 Expert und aktiviert diesen Kanal mit der zugehörigen Display-Anzeige. Wird hingegen die Programmierung eines anderen Kanals mit angeschlossenem Akku gewünscht, so ist die Taste „Kanal“ so oft zu betätigen, bis die Kanalnummer im Display erscheint.

Zur Eingabe der Akku-Daten ist die Taste „Eingabe“ kurz zu betätigen. Auf dem Display wird die aktuell aktivierte Akku-Technologie (NC/NiMH oder Blei) angezeigt, wobei eine Änderung mit den Pfeiltasten („↑“ und „↓“) möglich ist. Die Übernahme erfolgt dann durch eine kurze Betätigung der „Eingabe-Taste“. Nach einer kurzen weiteren Betätigung der Taste „Eingabe“ wird das Gerät in den Eingabemodus für die Akku-Nennkapazität umgeschaltet. Auf dem Display ist dann nur noch die zuletzt für diesen Kanal programmierte Nennkapazität mit dem „Funktions“-Symbol zu sehen. Im Bereich der Akku-Nennkapazität erstreckt sich der zulässige Einstellbereich von 0,01 Ah bis 99,99 Ah.

Mit den Cursor-Tasten ist der eingesetzte Wert dann auf folgende Weise veränderbar:

Zunächst blinkt die niedrige Stelle der Kapazitätsanzeige. Mit Hilfe der Pfeiltasten „↑“ und „↓“ erfolgt nun die Einstellung des Zahlenwertes für dieses Digit. Danach wird mit der „←“-Taste auf die nächste Stelle (2. von rechts) umgeschaltet, die daraufhin blinkt.

Nach der Zifferneinstellung mit den Tasten „↓“ und „↑“ wird dann zur nächsten Stelle weitergestellt, bis die Nennkapazitätseinstellung abgeschlossen ist. Zum Korrigieren des gerade eingestellten Kapazitätswertes ist die Taste „←“ so oft zu betätigen, bis die zu ändernde Stelle blinks, und mit den Tasten „↓“ und „↑“ wird der neue Zahlenwert eingestellt. Abgeschlossen wird die Nennkapazitäts-Eingabe mit einer kurzen Betätigung der Eingabetaste. Das Programm schaltet dann mit einer weiteren Betätigung der „Eingabe“-Taste auf den nächsten Menüpunkt zur Vorgabe der Akku-Nennspannung weiter.

In den meisten Fällen ist hier überhaupt keine Eingabe erforderlich, da der Prozessor den Spannungswert anhand der am angeschlossenen Akku gemessenen Spannung automatisch ermittelt. Korrekturen sind nur dann erforderlich, wenn der Prozessor den Wert aufgrund von zu großen Spannungsabweichungen, z. B. bei einem tiefentladenen Akku, nicht richtig ermitteln kann. Mit den Cursor-Tasten „↓“ und „↑“ ist die Spannungsvorgabe in 1,2-V-Schritten bei NC/NiMH und 2-V-Schritten bei Blei veränderbar. Nach einer erneuten, kurzen Betätigung der Eingabetaste wird die eingestellte Akku-Nennspannung übernommen und das Gerät springt in den Betriebsmodus zur Lade-/Entladestromvorgabe.

Stromvorgabe

Die Programmierung des Lade- und Entladestromes erfolgt analog zu der Nennkapazitätseinstellung mit den Cursor-Tasten. Wir beginnen dabei mit dem Ladestrom, wobei auf dem Display „Stromvorgabe“ und der Zahlenwert des zuletzt für diesen Kanal programmierten Ladestromes abzulesen ist. Änderungen sind auch hier mit den Cursor-Tasten „←“, „↑“ und „↓“ vorzunehmen und mit der „Eingabe“-Taste zu übernehmen.

Mit einer weiteren Betätigung der Eingabetaste ist dann die Vorgabe des Entladestromes möglich. Neben „Stromvorgabe“ und dem Zahlenwert erscheint zusätzlich auf dem Display „Entladen“. Nach Einstellung des Zahlenwertes in der gleichen Weise wie beim Ladestrom wird mit der Eingabetaste die komplette Eingabe der Akku-Daten abgeschlossen.

Programme zur Akku-Pflege

Das Mehrfach-Ladegerät ALC 7000 Expert ist mit umfangreichen Funktionen zur Akku-Pflege ausgestattet. Die Auswahl der gewünschten Funktion erfolgt mit Hilfe der Taste „Funktion“. Auch hier schaltet jeder Tastendruck zur nächsten Funktion weiter, wobei die Anzeige mit eindeutigen grafischen Symbolen im Display erfolgt.

Laden

In dieser Funktion führt das Gerät eine Ladung des angeschlossenen Akkus gemäß der eingestellten Werte durch. Vor Ladebeginn ist keine Entladung erforderlich, trotzdem wird der Akku unabhängig von einer eventuell vorhandenen Restladung auf 100 % seiner tatsächlichen Kapazität aufgeladen. Neue Akkus können dabei zum Teil mehr als die angegebene Nennkapazität speichern, während ältere Akkus diese nicht mehr erreichen.

Nach Eingabe der Akku-Daten und Auswahl der Funktion LADEN wird der Ladevorgang mit der „Start/Stopp“-Taste aktiviert. Solange der angeschlossene Akku geladen wird, leuchtet die zum jeweiligen Kanal gehörende Kontroll-LED. Wenn der Akku bzw. der Akkupack seine maximal speicherbare Kapazität erreicht hat, zeigt

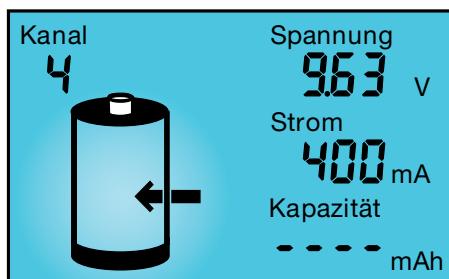


Bild 2: Laden

das Display „VOLL“, und die grüne Kontroll-LED über den zugehörigen Anschlussbuchsen erlischt. Nun erfolgt eine zeitlich unbegrenzte Impuls-Erhaltungsladung, um durch Selbstentladung entstehende Ladeverluste wieder auszugleichen. So darf der Akku für unbegrenzte Zeit am eingeschalteten Ladegerät angeschlossen bleiben.

Entladen

Ausgehend vom Lademode wird durch einmaliges Betätigen der Taste „Funktion“ auf Entladen umgeschaltet. Diese

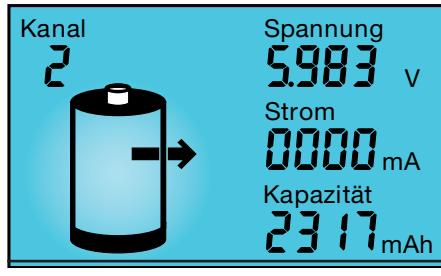


Bild 3: Entladen

Funktion wird durch einen aus dem Akku weisenden Pfeil im Display symbolisiert. Nach Betätigen der „Start/Stopp“-Taste erfolgt eine Entladung bis zur jeweiligen Entladeschluss-Spannung von 1 V je Zelle mit dem programmierten Entladestrom.

Den Abschluss des Entladevorganges kennzeichnet das Blinken der zugehörigen Kanal-LED im Display. Die aus dem Akku entnommene Kapazität ist direkt auf dem Display abzulesen.

Entladen/Laden

Diese Funktion wird im Display durch einen Lade- und Entladepfeil grafisch dargestellt. Sobald die Starttaste betätigt wird, beginnt zuerst der Entladevorgang zur Vorentladung des angeschlossenen



Bild 4: Entladen/Laden

Akkus. Wenn der Akku die Entladeschluss-Spannung von 1 V je Zelle erreicht hat, startet automatisch der Ladevorgang mit dem programmierten Ladestrom. Durch eine regelmäßige Vorentladung kann bei NC-Akkus zuverlässig der Memory-Effekt verhindert werden. Den Abschluss des Ladevorganges bildet wieder die Funktion der Impuls-Erhaltungsladung.

Test

Die Funktion „Test“ dient zur Messung der Akku-Kapazität. Üblicherweise wird die Messung der Akku-Kapazität unter Nennbedingungen durchgeführt, da die aus einem Akku entnehmbare Energiemenge unter anderem auch vom jeweiligen Entladestrom abhängt. Oft gilt bei NC-Zellen die Kapazitätsangabe bei einem Ladestrom, der 20 % der Nennkapazitätsangabe (C/5) entspricht. Ein 1-Ah-Akku wäre dann z. B. mit einem Strom von 200 mA zu entladen. Um die Kapazität zu ermitteln, wird der Akku zuerst vollständig aufgeladen.



Bild 5: Test

Daran schließt sich die Entladung unter den zuvor eingestellten Nennbedingungen an, bei fortlaufender Messung bis zur Entladeschluss-Spannung.

Den Abschluss dieser Funktion bildet das Aufladen des Akkus mit automatischem Übergang auf Impuls-Erhaltungsladung. Dieser Zustand wird durch das „VOLL“-Symbol im Display angezeigt.

Zyklen/Regenerieren

Akkus, die über einen längeren Zeitraum nicht genutzt wurden, sind meistens nicht in der Lage, die volle Kapazität zur Verfügung zu stellen. Die Funktion „Zyklen“ dient nun in erster Linie zur Belebung

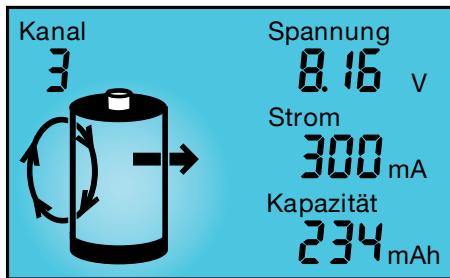


Bild 6: Zyklen

von derartigen Akkus. Das Programm führt automatisch so lange den Lade-/Entladezyklus mit dem vorgegebenen Lade- und Entladestrom durch, bis keine Kapazitätssteigerung mehr festzustellen ist. Nach Ablauf des Programmes wird die maximale Kapazität auf dem Display angezeigt, und die danach automatisch startende Impuls-Erhaltungsladung gleicht Ladeverluste durch Selbstentladung wieder automatisch aus.

Auffrischen

Diese Funktion des ALC 7000 Expert ist in erster Linie für schadhafte Akkus vorgesehen, die nach Durchlaufen dieses Programmes meistens wieder für eine weitere Verwendung zur Verfügung stehen. Dies gilt besonders für tiefentladene und überlagerte Akkus, aber auch Akkus, die einen Zellschluss aufweisen, sind danach häufig wieder zu nutzen.

Zuerst überprüft das Programm, ob eine Akku-Spannung vorhanden ist oder nicht und beseitigt gegebenenfalls einen internen Schluss mit starken Stromimpulsen. Danach führt das ALC 7000 Expert automatisch zwei Lade-/Entladezyklen durch.

Der erste Zyklus wird dabei mit einem Strom durchgeführt, der 10 % der Nenn-



Bild 7: Auffrischen

kapazitätsvorgabe entspricht. Da die Ladekurve eines derart vorgeschiedigten Akkus oft nicht mehr den typischen Verlauf aufweist, ist beim ersten Ladezyklus die $-\Delta U$ -Erkennung abgeschaltet. Da nun eine timergesteuerte Ladung erfolgt, ist die richtige Nennkapazitätsvorgabe wichtig.

Der danach folgende Ladezyklus wird mit dem programmierten Ladestrom durchgeführt, wobei die $-\Delta U$ -Erkennung wieder aktiviert ist.

Nach Abschluss des Auffrisch-Vorganges wird auf dem Display „VOLL“ angezeigt und der Akku mit der Impuls-Erhaltungsladung ständig im voll geladenen Zustand gehalten.

Anzeige der programmierten Einstellungen

Sämtliche programmierten Einstellungen der einzelnen Ladekanäle sind jederzeit, auch während des normalen Betriebes, durch einen Druck auf die Pfeiltaste „ \leftarrow “ abzufragen. Das Display zeigt dann den Akku-Typ, die Ladestrom-Vorgabe und die Nennkapazität an. Zur Anzeige der Akku-Nennspannung und der Entladestrom-Vorgabe ist eine weitere kurze Betätigung der „ \leftarrow “-Taste erforderlich. Eine dritte Betätigung der Pfeiltaste führt dann zur Anzeige des normalen Anzeigemodes zurück.

Blockschaltbild

Anhand des in Abbildung 8 dargestellten Blockschaltbildes, ist das Zusammenwir-

ken der verschiedenen digitalen und analogen Stufen und somit die Funktionsweise der Schaltung am einfachsten zu verdeutlichen. Wie im Blockschaltbild zu sehen ist, arbeitet das ALC 7000 Expert mit einem Zwei-Prozessor-System. Der erste, links eingezeichnete Prozessor, ist dabei für die Ansteuerung des LC-Displays und für die Bedienung des Gerätes und somit auch für die Abfrage der Bedientasten zuständig.

Der Hauptprozessor, ungefähr in der Bildmitte, übernimmt dann die Steuerung sämtlicher Ladefunktionen. Des Weiteren kann dieser Prozessor über die RS-232-Schnittstelle mit einem externen PC kommunizieren.

Im 512-Byte-EEPROM, das im oberen Bereich des Blockschaltbildes eingezeichnet ist, sind sämtliche programmierten Akku-Daten für die einzelnen Ladekanäle und die gewünschten Funktionen abgespeichert, sodass das Gerät z. B. nach einem Stromausfall die Arbeit direkt wieder aufnehmen kann. Neben den Back-Up-Informationen befinden sich auch sämtliche Kalibrierparameter für die einzelnen Lade-/Entladekanäle im EEPROM. Die Kommunikation zwischen dem Prozessor und dem EEPROM erfolgt über den I2C-Bus.

Über PWM-Signale (Pulsweiten-Modulation) werden die einzelnen Lade- und Entladeregler mit den zugehörigen Endstufen vom Prozessor gesteuert.

Für die beiden Hochstrom-Ladeausgänge mit bis zu 30-V-Ladespannung (Kanal 1 und Kanal 2) ist zur Verringerung der Verlustleistung ein sekundär getakteter Schaltregler eingebaut. Über einen Umschalter versorgt

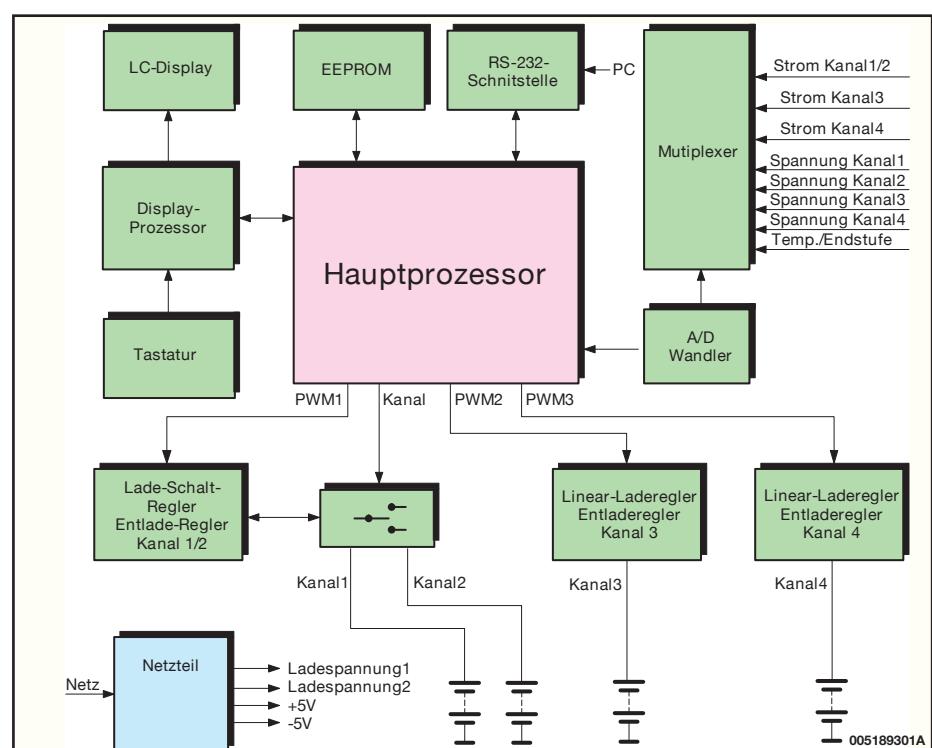


Bild 8: Blockschaltbild des ALC 7000 Expert

dieser dann die zugehörigen Ausgangskanäle sequenziell.

Für die Ladeausgänge von Kanal 3 und Kanal 4 sind hingegen linear geregelte Endstufen vorhanden, da hier nur Ausgangsspannungen bis zu 15 V möglich sind und der maximal zulässige Ausgangsstrom von 1 A wesentlich geringer ist.

Die Abfrage sämtlicher Messwerte erfolgt über einen vom Hauptprozessor gesteuerten Analog-Multiplexer. Dieser schaltet die strom- und spannungsproportionalen Messspannungen dann zum integrierten Analog/Digitalwandler mit 14-Bit-Genauigkeit durch. Über den A/D-Wandler erhält der Prozessor sämtliche Informationen in digitaler Form. Auch die Temperaturabfrage der Endstufe erfolgt über diesem Weg.

Unten links im Blockschaltbild ist das Netzteil des ALC 7000 Expert dargestellt. Neben den Versorgungsspannungen für die Steuerelektronik werden hier auch die Ladespannungen erzeugt.

Schaltung

Das ALC 7000 Expert ist zum Laden bzw. Schnellladen von NC-, NiMH-, Blei- und Blei-Gel-Akkus geeignet und kann darüber hinaus auch eine genaue Akku-Kapazitätssmessung vornehmen. Die Überwachung und Steuerung der vier Lade-/Entladekanäle erfolgt separat, wobei drei verschiedene Programme gleichzeitig ausgeführt werden können. Für jeden Kanal werden die Akkusspannung, der Strom und die Kapazität gleichzeitig auf dem Display angezeigt.

Zur Kommunikation mit einem externen PC ist eine serielle RS-232-Schnittstelle integriert.

Die große Funktionsvielfalt und die Unabhängigkeit der Ladekanäle erfordern einen entsprechenden Schaltungsaufwand. Zur besseren Übersicht wurde daher das Gesamtschaltbild des ALC 7000 Expert in mehrere Teilschaltbilder, die wiederum in sich geschlossene Funktionsgruppen bilden, aufgeteilt. Gemessen am Leistungsspektrum ist der Schaltungsaufwand trotzdem recht übersichtlich.

Die insgesamt vier Teilschaltbilder bestehen aus der Mikroprozessor-Steuereinheit in Abbildung 9, dem Hochstromladezweig für Kanal 1 und Kanal 2 mit dem PWM Step-Down-Wandler (Abbildung 10), der linear geregelten Lade-/Entladeschaltung für die Kanäle 3 und 4 in Abbildung 11 sowie der in Abbildung 12 dargestellten Spannungsversorgung.

Mikroprozessor-Steuereinheit

Wir beginnen die detaillierte Schaltungsbeschreibung nun mit der Mikroprozessor-

Steuereinheit und den dazugehörigen externen Komponenten.

Wie bereits aus dem Blockschaltbild ersichtlich, arbeitet das ALC 7000 Expert mit einem 2-Prozessor-System, wobei der erste Prozessor die Bedien- und Anzeigefunktion übernimmt und der zweite Prozessor für die eigentlichen Ladefunktionen zuständig ist. Diese Aufgabenteilung bietet zudem den Vorteil, dass die Programmierung eines Kanals nicht die Lade-/Entladefunktion eines anderen Kanals unterbricht.

Doch nun zum Schaltbild der Steuereinheit in Abbildung 9, wo oben das LC-Display mit 24 Segmentleitungen und 8 Ebenen (COM 0 - COM 7) zu sehen ist. Sämtliche Displayleitungen sind direkt mit den zugehörigen Pins des Mikrocontrollers IC 100 verbunden.

Neben dem LC-Display stehen für die Ladekanäle als Anzeigeelemente noch die Leuchtdioden D 100 bis D 103 zur Verfügung, die über die Strombegrenzungswiderstände R 100 bis R 103 von Port 1.0 bis Port 1.3 des Display-Controllers gesteuert werden.

An Bedienelementen stehen beim ALC 7000 Expert neben dem Netzschatzler 7 Taster zur Verfügung, die direkt mit Port 6.0 bis Port 6.3 sowie Port 7.0 bis Port 7.2 verbunden sind. Die mit internen Pull-Up-Widerständen versehenen Ports werden dann bei Tastenbetätigungen nach Masse gezogen. Dieser Prozessor benötigt an weiterer externer Beschaltung nur noch die Kondensatoren C 100 bis C 103 zur Pufferung der Backplane-Spannungen, den Quarz Q 101 und die dazugehörigen Kondensatoren C 118 und C 119.

Zwei Datenleitungen, angeschlossen an Port 3.0 und Port 3.1, dienen zur Kommunikation mit dem Hauptprozessor (IC 101).

Da der Display-Prozessor mit einer integrierten Watchdog-Schaltung ausgestattet ist, übernimmt dieser zusätzlich eine ständige Überwachung des Hauptprozessors über die Datenleitung. Solange die richtigen Informationen empfangen werden, wird der Reset-Pin des Hauptprozessors (Pin 9) auf „Low“-Potential gehalten. Sobald jedoch der Hauptprozessor (IC 101) nicht mehr korrekt arbeitet, führt der Display-Controller einen Reset des Hauptprozessors durch. Nach der Neuinitialisierung stellen sich dann die „normalen“ Betriebsbedingungen wieder ein.

Der für die Steuerung von sämtlichen Ladefunktionen zuständige Hauptprozessor arbeitet mit einem Takt von 11,059 MHz. Der an Pin 18 und Pin 19 extern zugängliche Oszillator ist dazu mit einem entsprechenden Quarz (Q 100) und den Kondensatoren C 105, C 106 beschaltet.

Ein ferroelektrisches EEPROM (IC 102) ist über die I2C-Bus-Leitungen SCL und SDA mit Port 1.0 und Port 1.1 des Lade-

prozessors verbunden. Das EEPROM dient zum Backup der Bedienelemente und zum Speichern der letzten Daten bei einem Spannungsausfall. Des Weiteren werden bei normalem Betrieb die gemessenen Akku-Kapazitäten hier gespeichert. Die zuletzt gespeicherten Daten bleiben bei einem Netzausfall selbst über Jahre erhalten.

An der 9-poligen Sub-D-Buchse BU 100 steht beim ALC 7000 Expert eine Standard- RS-232-Schnittstelle zur Verfügung. Beim Ladeprozessor (IC 101) werden die Daten an Port 3.1 ausgegeben und die von einem externen PC kommenden Steuer-Kommandos an Port 3.0 empfangen. Der Treiberbaustein des Typs MAX 232 (IC 103) sorgt dabei für die erforderliche Pegelwandlung. An externen Komponenten werden in diesem Bereich lediglich die Elektrolytkondensatoren C 107 bis C 111 benötigt.

Da beim ALC 7000 Expert vorwiegend analoge Messwerte zu verarbeiten sind, ist ein A/D-Wandler mit entsprechender Genauigkeit erforderlich. Der hier eingesetzte Dual-Slope-Wandler erreicht eine Genauigkeit von 14 Bit. Die Grundelemente dieses, trotz kostengünstigen Aufbaus sehr genauen Wandlers, sind der als invertierender Integrator geschaltete Operationsverstärker IC 104B und der Komparator IC 104C. Grundvoraussetzung bei diesem 2-Rampen-Wandler ist, dass die Mess- und Referenzspannung entgegengesetzte Vorzeichen haben.

Die eigentliche Messwert-Abfrage sowie die Messung der Referenzspannung von -2,5 V erfolgt über die beiden 8fach-Analogschalter IC 107, IC 108 im Multiplexverfahren. Jeweils von Pin 3 gelangen die Messspannungen dann über IC 105A auf den Integratoreingang.

Bei negativen Messspannungen nimmt der invertierende Verstärker IC 104 eine Signalinvertierung vor. Zur Abfrage wird dann IC 105A umgeschaltet.

Die Auswahl des Messeingangs erfolgt über Port 2.0 und Port 2.2 des Ladeprozessors.

Damit der Offset der OP's keinen Einfluss auf die Messung hat, ist der positive Eingang von IC 104B über den Spannungsteiler R 113, R 114 leicht negativ vorgespannt.

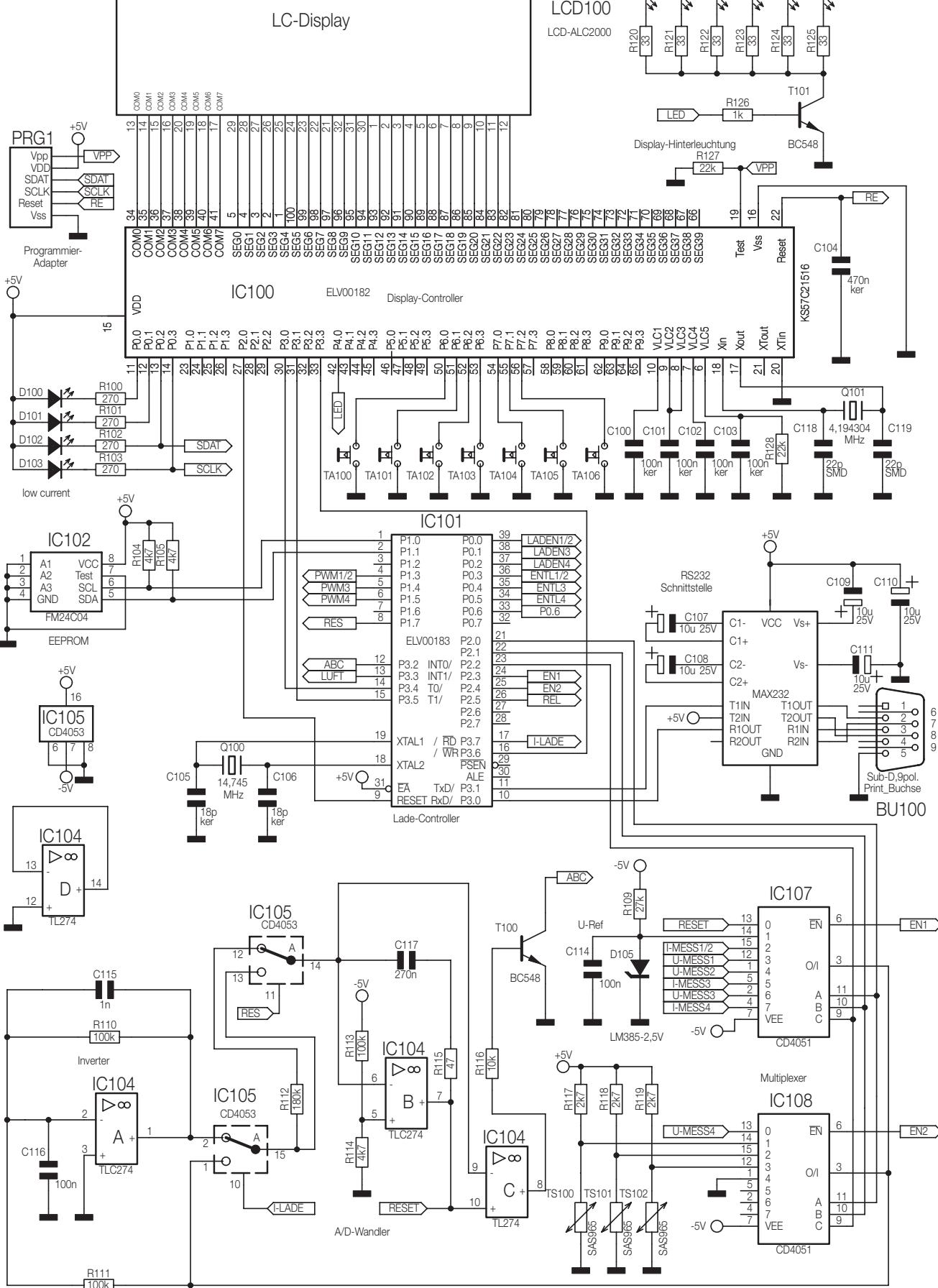
Der nachgeschaltete Komparator (IC 104C) schaltet um, wenn die Ausgangsspannung des Integrators wieder im Ruhezustand ist. T 100 erzeugt dann eine Spannungsflanke an Port 2.5 des Mikrocontrollers IC 101.

Mit D 105 wird die für die Wandlung erforderliche Referenzspannung von -2,5 V generiert.

Hochstrom-Ladeausgänge

Die beiden Hochstrom-Ladeausgänge

Bild 9: Schaltbild der Steuereinheit des ALC 7000 Expert



Bau- und Bedienungsanleitung

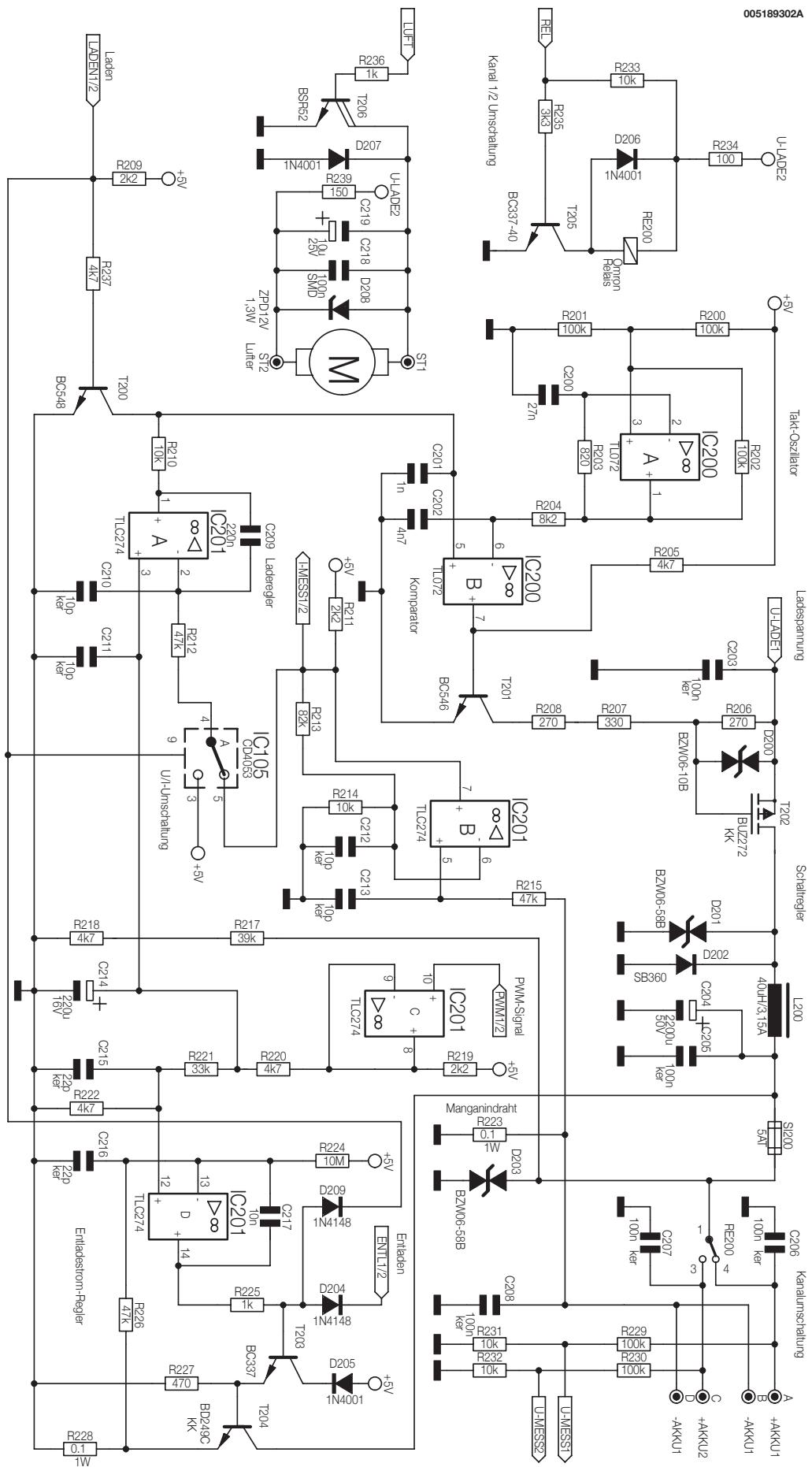


Bild 10: Schaltbild des Hochstromladiezweigs für Kanal 1 und Kanal 2 mit dem PWM Step-Down-Wandler

Kanal 1 und Kanal 2 arbeiten mit einer getakteten PWM-Ladeschaltung (Abbildung 10). Sowohl der Ladezweig als auch der Entladezweig für diese beiden Kanäle sind im gleichen Schaltbild dargestellt.

Betrachten wir zuerst den unten rechts eingezeichneten Entladezweig, wo der Mikrocontroller die Sollwert-Vorgabe über ein pulsweiten moduliertes Signal an Port 1.3 steuert. Dieses PWM-Signal gelangt über den Pufferverstärker IC 201 C auf das mit R 220, C 214 aufgebaute R/C-Glied zur Mittelwertbildung. Durch Integration werden Steuergleichspannungen gewonnen, die über den Spannungsteiler R 221, R 222 dem nicht invertierenden Eingang des Stromreglers (IC 201 D) zugeführt werden.

Durch ein „High“-Signal an Port 0.3 erfolgt die Freigabe des mit IC 201 D und externer Beschaltung aufgebauten Entlade-Stromreglers. Solange dieser Port-Pin „Low“-Pegel führt, bleibt T203 über die Diode D 204 gesperrt.

Während des Entladevorgangs entsteht am Entlade-Shunt R 228 eine direkt zum Entladestrom proportionale Messspannung, die über R 226 auf den invertierenden Eingang des Operationsverstärkers IC 201 D geführt wird. Der Regler vergleicht nun diese Messspannung mit der Sollwert-Vorgabe an Pin 12 von IC 201 D.

Der OP-Ausgang steuert über R 225 den Emitterfolger T 203 und dieser wiederum den Entladetransistor T 204, sodass der Regelkreis wieder geschlossen ist.

Für die Messung des Entladestromes wird der ebenfalls zum Entladestrom proportionale Spannungsabfall am Shuntwiderstand R 223 genutzt. Die Spannung wird mit Hilfe des nicht invertierenden Verstärkers IC 201 B um den Faktor 9,2 verstärkt und von dessen Ausgang (Pin 7) auf den Multiplexer des A/D-Wandlers gegeben.

Im Lademode ist der PWM-Schaltregler im oberen Bereich des Schaltbildes aktiv und der Entladeregler über D 204 gesperrt.

Auch im Lademode erhalten

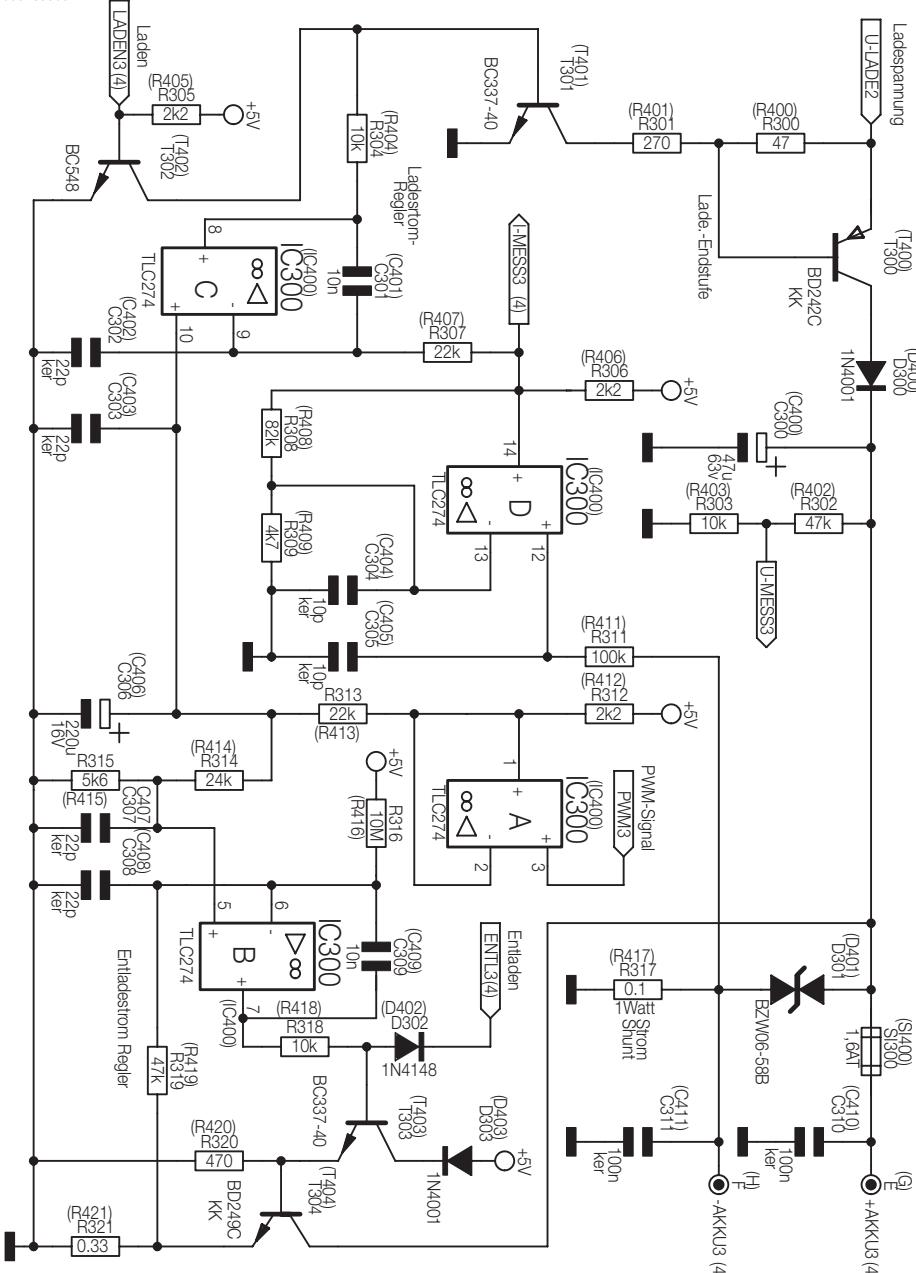


Bild 11: Schaltbild der linear geregelten Lade-/Entladeschaltung für die Kanäle 3 und 4

verlauf an Pin 6 (invertierender Eingang) des Stellgliedes IC 200 B sorgt.

Die vom Regler kommende Gleichspannung an Pin 5 bestimmt nun die Schaltschwelle des Komparators. In Verbindung mit dem Sägezahn-Signal an Pin 6 ergibt sich am Ausgang (Pin 7) ein pulsweitenmoduliertes Signal.

Das PWM-Signal steuert über den Treiber-Transistor T 201 direkt den selbst sperrenden P-Kanal-Leistungs-FET 202. Am Leistungstransistor entsteht nur wenig Verlustleistung, da dieser entweder vollständig durchgesteuert oder gesperrt ist. Das Puls-Pausenverhältnis des mit ca. 22 kHz getakteten Ausgangssignals bestimmt dabei letztendlich die Ausgangsspannung bzw. den Ausgangsstrom dieses Ladeausgangs.

Weitere wichtige Bauelemente der Leistungs-Endstufe des Step-Down-Wandlers sind die Speicherdrossel L 200 und die Schottky-Diode D 202. Solange T 202 durchgeschaltet ist, fließt ein Strom über die Speicherdrossel L 200 zum Akku bzw. Akkupack und über den Shunt-Widerstand R 223 zur Schaltungsmasse zurück.

In der darauf folgenden Phase wird der FET gesperrt. Aufgrund der in L 200 gespeicherten Energie bleibt der Stromfluss über die Diode D 202 aufrecht erhalten (Gegeninduktion).

Die Sicherung SI 200 dient zum Schutz des angeschlossenen Akkus bei Verpolung oder einem Defekt in der Endstufe.

Wie bereits erwähnt, arbeiten die beiden Hochstrom-Ladekanäle (Kanal 1 und Kanal 2) sequenziell. Zur Auswahl des gewünschten Kanals dient das Leistungs-Relais RE 200, das vom Mikrocontroller IC 101, Pin 12 (Port 3.2) gesteuert wird.

Die temperaturüberwachte Endstufe ist mit einem Lüfter-Kühlkörper-Aggregat ausgestattet. Der an ST 1 und ST 2 angeschlossene Lüfter wird dabei über den Darlington-Transistor T 206 eingeschaltet, der wiederum vom Ladeprozessor (IC 101, Port 2.7) gesteuert wird.

D 207 schützt den Transistor T 206 vor Gegeninduktionsspannungen des Lüftermotors.

Spannungsspitzen in der Endstufe werden mit Hilfe der Transil-Schutzdiode D 200, D 201 und D 203 unterdrückt.

Ladekanäle 3 und 4

Da die Elektronik für die Ladekanäle 3 und 4 mit bis zu 1 A Ausgangsstrom vollkommen identisch aufgebaut ist, zeigt Abbildung 11 ausschließlich die für einen Kanal zuständige Elektronik. Die in Ab-

wir einen stromproportionalen Spannungsabfall am Shuntwiderstand R 223, jedoch mit umgekehrtem Vorzeichen. Die mit IC 201 B verstärkte Ist-Größe wird nun über den Analogschalter IC 105 B dem linear arbeitenden Regler (IC 201 A) zugeführt (Konstantstrom-Regelung).

Da die Lade-/Entladeschaltung für die Kanäle 1 und 2 neben den NC- und NiMH-Akkus auch Blei- und Blei-Gel-Akkus laden kann, ist neben der Konstant-Stromladung auch eine Konstant-Spannungsladung erforderlich. In diesem Fall wird die Spannung am Akku gemessen und der Strom so gesteuert, dass die Ladespannung auf dem max. Wert begrenzt wird.

Der Regler vergleicht die vom Mikrocontroller kommende „Sollwert“-Vorgabe an Pin 3 mit dem „Istwert“ an Pin 2 und steuert über seinen Ausgang (Pin 1) das mit IC 200 B aufgebaute Stellglied. Unabhängig

vom Regler ist vom Mikrocontroller der Ladevorgang mit Hilfe des Transistors T 200 abzuschalten.

Betrachten wir nun den ausschließlich mit konventionellen Bauelementen realisierten PWM-Schaltregler im oberen Bereich des Schaltbildes, dessen Schaltfrequenz durch den mit IC 200 A aufgebauten Oszillator bestimmt wird. Durch die externe Beschaltung mit den Widerständen R 200 bis R 202 arbeitet der Operationsverstärker zunächst als Inverter mit Schmitt-Trigger-Funktion. R 203 im Gegenkopplungszweig und C 200 erweitern die Schaltung dann zu einem Multivibrator. Aufgrund der Dimensionierung liegt die Schaltfrequenz bei ca. 22 kHz.

Das rechteckförmige Oszillator-Ausgangssignal wird auf den mit R 204 und C 200 aufgebauten RC-Tiefpass gegeben, der für einen sägezahnförmigen Signal-

Bau- und Bedienungsanleitung

bildung 11 dargestellte Schaltung ist also im ALC 7000 Expert doppelt vorhanden. Die Bauteil-Nummerierungen für den Ladekanal 3 beginnen mit 3 als erste Ziffer und die Bauteil-Nummerierungen für den Ladekanal 4 demzufolge mit 4. Für die weitere Schaltungsbeschreibung beziehen wir uns grundsätzlich auf Kanal 3.

Wir beginnen nun mit dem unten rechts im Schaltbild eingezeichneten Entladezweig. Der Aufbau und die Funktionsweise dieses Schaltungsteils sind direkt mit der Entladeschaltung des zuvor beschriebenen Hochstrom-Kanals vergleichbar. Auch hier handelt es sich um einen linearen Regler, der über ein PWM-Signal vom Lade-Controller gesteuert wird.

Mit Hilfe des RC-Gliedes R 313, C 306 erfolgt dann die Mittelwertbildung, wobei R 314, R 315 die Steuergleichspannung weiter herunterteilt. Die Sollwert-Vorgabe erfolgt somit an Pin 5 von IC 300 B.

Die zum Entladestrom proportionale Messspannung am Shuntwiderstand R 321 repräsentiert den Istwert, der über R 319 auf den nicht invertierenden Eingang von IC 300 B gegeben wird. Der Regler führt dann einen Ist-/Sollwertvergleich durch und steuert über den Transistor T 303 den Entladetransistor T 304, sofern die gesamte Stufe über ein High-Signal an der Katode von D 302 freigegeben ist.

Zur Messung des Entlade- und Ladestromes dient der Shuntwiderstand R 317. Die hier abfallende Spannung wird mit dem Operationsverstärker IC 300 D verstärkt und von dessen Ausgang (Pin 14) zur Prozessoreinheit geführt.

Im Lademode dient die an IC 300 D, Pin 14 anliegende Spannung gleichzeitig zur Steuerung des Ladereglers. Der mit IC 300 C aufgebaute Linearregler vergleicht die Sollwertvorgabe vom Mikrocontrollersystem mit dem Istwert des Ladestromes an IC 300 D, Pin 14. Über den Treibertransistor T 301 steuert der Reglerausgang direkt den PNP-Endstufentransistor T 300. Der Ladestrom gelangt über die zum Verpolungsschutz dienende Diode D 300 und die Feinsicherung SI 300 zum Akku, bzw. Akkupack.

Vom Mikrocontroller gesteuert erfolgt das Ein- und Ausschalten des Ladekanals mit Hilfe des Transistors T 302.

Die Akkuspannung wird mit dem Spannungsteiler R 302, R 303 heruntergeteilt und zum Dual-Slope-Wandler des Mikrocontrollers geführt. In den Ladepausen wird die Akkuspannung dann stromlos abgetastet. Die über SI 300 parallel zum Akku liegende Transil-Schutzdiode D 301 schützt die Ladeendstufe vor Spannungsspitzen.

Spannungsversorgung

Die mit 2 Netztransformatoren ausgestat-

tete Spannungsversorgung des ALC 7000 Expert ist in Abbildung 12 dargestellt. Die Netzspannung wird an die Schraub-Klemmleiste KL 1 angelegt und gelangt über den 2-poligen Netzschalter S 1 sowie die primärseitigen Netzsicherungen SI 1 und SI 2 auf die Primärwicklungen der Netztransformatoren.

Der im oberen Bereich des Schaltbildes eingezeichnete Trafo liefert die Ladespannung für die Hochstromkanäle.

Nach der sekundärseitigen Gleichrichtung mit D 1 bis D 4 übernimmt der Elko C 7 die Pufferung der unstabilisierten Spannung. Die direkt parallel zu den Dioden liegenden Keramikkondensatoren verhindern Störspitzen im Schaltbereich der Dioden, und C 7 dient zur weiteren Störunterdrückung.

Der zweite Netztrafo (TR 2) liefert die Spannungen zur Versorgung der Steuerelektronik und für die Ladekanäle 3 und 4.

Die obere Sekundärwicklung mit Mittelanzapfung speist zwei mit D 5 bis D 8 aufgebaute Mittelpunkt-Zweiweg-Gleichrichterschaltungen. D 5 und D 7 versorgen dabei den Positivregler IC 1 an Pin 1 mit der unstabilisierten Gleichspannung und D 6, D 8 den negativen Spannungsregler IC 2. Ausgangsseitig steht an IC 1 die positive Versorgungsspannung von +5 V und an IC 2 die negative Versorgungsspannung von -5 V zur Verfügung. In diesem Schaltungsbereich dienen C 8 und C 9 zur Störunterdrückung und C 10 bis C 13 zur Pufferung.

Die untere Trafowicklung von TR 2 speist den mit D 9 bis D 12 aufgebauten Brückengleichrichter. Mit C 15 wird die zur Versorgung der Ladekanäle 3 und 4 dienende unstabilisierte Spannung gepuffert.

Nachbau

Der praktische Aufbau und die Inbetriebnahme des ALC 7000 Expert ist trotz des großen Funktionsumfangs relativ einfach

und unkompliziert, da innerhalb des Gerätes nahezu keine Verdrahtung erforderlich ist. Sämtliche Komponenten inklusive Trafos, Netzschalter und das hinterleuchtete Multifunktions-Display werden direkt auf die Leiterplatte montiert.

Für die Abfuhr der Verlustwärme, insbesondere im Entladebetrieb, ist beim ALC 7000 Expert ein hochwertiges Lüfter-Kühlkörper-Aggregat vorhanden, das ebenfalls direkt auf die Basisplatine montiert wird.

Zum Einsatz kommen sowohl herkömmliche bedrahtete Bauelemente als auch Bauelemente für Oberflächenmontage (SMD-Technik). Die Verarbeitung von SMD-Komponenten von Hand ist bei etwas Löterfahrung kein Problem. Es sollte jedoch zum Aufbau ein Lötkolben mit sehr feiner Lötspitze, SMD-Lötzinn und eine Pinzette zum Fassen der Miniatur-Bauelemente vorhanden sein. Sowohl bei der großen Basisplatine als auch bei der Frontplatine erfolgt eine beidseitige Bestückung der Leiterplatte.

Wichtiger Hinweis: Da es sich beim ALC 7000 Expert um ein netzbetriebenes Gerät mit frei geführter Netzspannung handelt, dürfen Aufbau und Inbetriebnahme nur von Fachkräften durchgeführt werden, die aufgrund 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

Neben den Bedien- und Anzeigenelementen ist auf der Frontplatine das am schwierigsten zu verarbeitende Bau-

Technische Daten: Akku-Lade-Center ALC 7000 Expert

Funktionen:	Laden, Entladen, Entladen/Laden, Test, Auffrischen, Zyklen/Regenerieren
Anzahl Ladekanäle:	4 (davon 3 gleichzeitig nutzbar)
Anzeigen:	hinterleuchtetes Multifunktions-Display, zusätzlich LED-Kanal-Anzeigen
Ladespannungsbereich:	1,2 V bis 30 V Kanal 1 und 2 1,2 V bis 15 V Kanal 3 und 4
Lade-/Entladestrom:	10 mA bis 3,5 A Kanal 1 und 2 10 mA bis 1 A Kanal 3 und 4
Unterstützte Akku-Technologien:	NC, NiMH, Blei, Blei-Gel
Ladeenderkennung: ..	negative Spannungsdifferenz bei NC und NiMH, Strom-/Spannungskurve bei Blei/Blei-Gel
Schnittstelle:	seriell (RS 232)
Versorgungsspannung:	230 V/50 Hz
Abmessungen (B x H x T):	272 x 92 x 150 mm

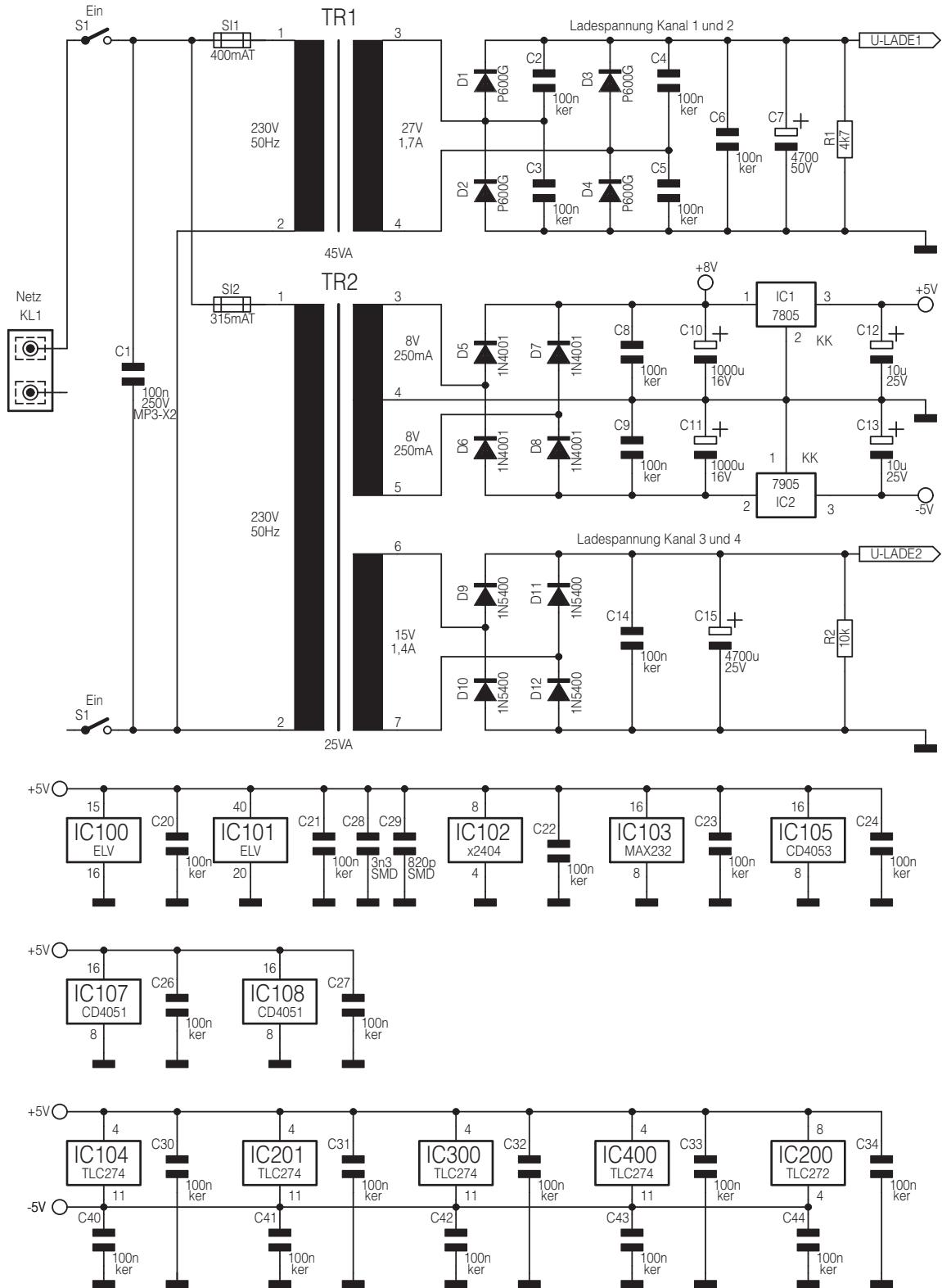


Bild 12: Schaltbild der Spannungsversorgung des ALC 7000 Expert

element, der Mikrocontroller zur Displayansteuerung, mit 100 Anschlusspins untergebracht. Dieses Bauteil wird zuerst verarbeitet, da ohne weitere Bauteile auf der Platine alle Anschlusspins optimal zugänglich sind. 100 Anschlusspins mit einem sehr geringen Abstand erfordern dabei eine besonders sorgfältige Arbeitsweise.

Zuerst wird ein Lötspur der Leiterplatte, vorzugsweise an einer Gehäuseecke vor-

verzinnt und dann der Mikrocontroller im Flat-Pack-Gehäuse exakt mit der Pinzette positioniert und am vorverzinnten Lötspur angelötet. Zur Orientierung ist Pin 1 sowohl im Bestückungsdruck als auch am Bauteil gekennzeichnet. Sobald das IC dann mit allen Anschlusspins auf den vorgesehenen Lötspuren 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 durchzuführen.

Danach sind die SMD-Widerstände aufzulöten. Der Widerstandswert ist direkt auf dem Gehäuse des Bauelements aufgedruckt, wobei die letzte Ziffer grundsätzlich die Anzahl der Nullen angibt.

Bei den SMD-Kondensatoren befindet sich kein Aufdruck auf dem Bauteilge-

Bau- und Bedienungsanleitung

häuse, sodass hier eine hohe Verwechslungsgefahr besteht. Es empfiehlt sich daher, SMD-Kondensatoren erst direkt vor dem Verlöten aus der Verpackung zu nehmen.

Im nächsten Arbeitsschritt erfolgt die Montage des großen hinterleuchteten Displays. Dazu wird zuerst der Halterahmen für das Display bis zum Einrasten auf die Platine gesetzt. Dann werden die 6 „Side-Looking-Lamps“ so eingelötet, dass jeweils die Bauelementeunterseite plan auf dem Halterahmen aufliegt.

Danach werden die Leitgummistreifen in die dafür vorgesehenen Schlitze des Halterahmens positioniert. In die Mitte des Rahmens wird nun ein weißes Stück Papier (Reflektorsfolie) gelegt, gefolgt von der Reflektorschreibe, die mit der Bedruckung (Punktraster) nach unten einzusetzen ist.

Auf die Reflektorscheibe kommt die Diffusorfolie und darauf das Display. Zuletzt wird dann der Displayrahmen aufgesetzt und mit den 6 zugehörigen Schrauben verschraubt.

Die 7 Printtaster zur Bedienung des Gerätes werden nacheinander eingesetzt und an der Platinenunterseite verlötet. Gleich im Anschluss hieran werden die zugehörigen Tastkappen aufgepresst.

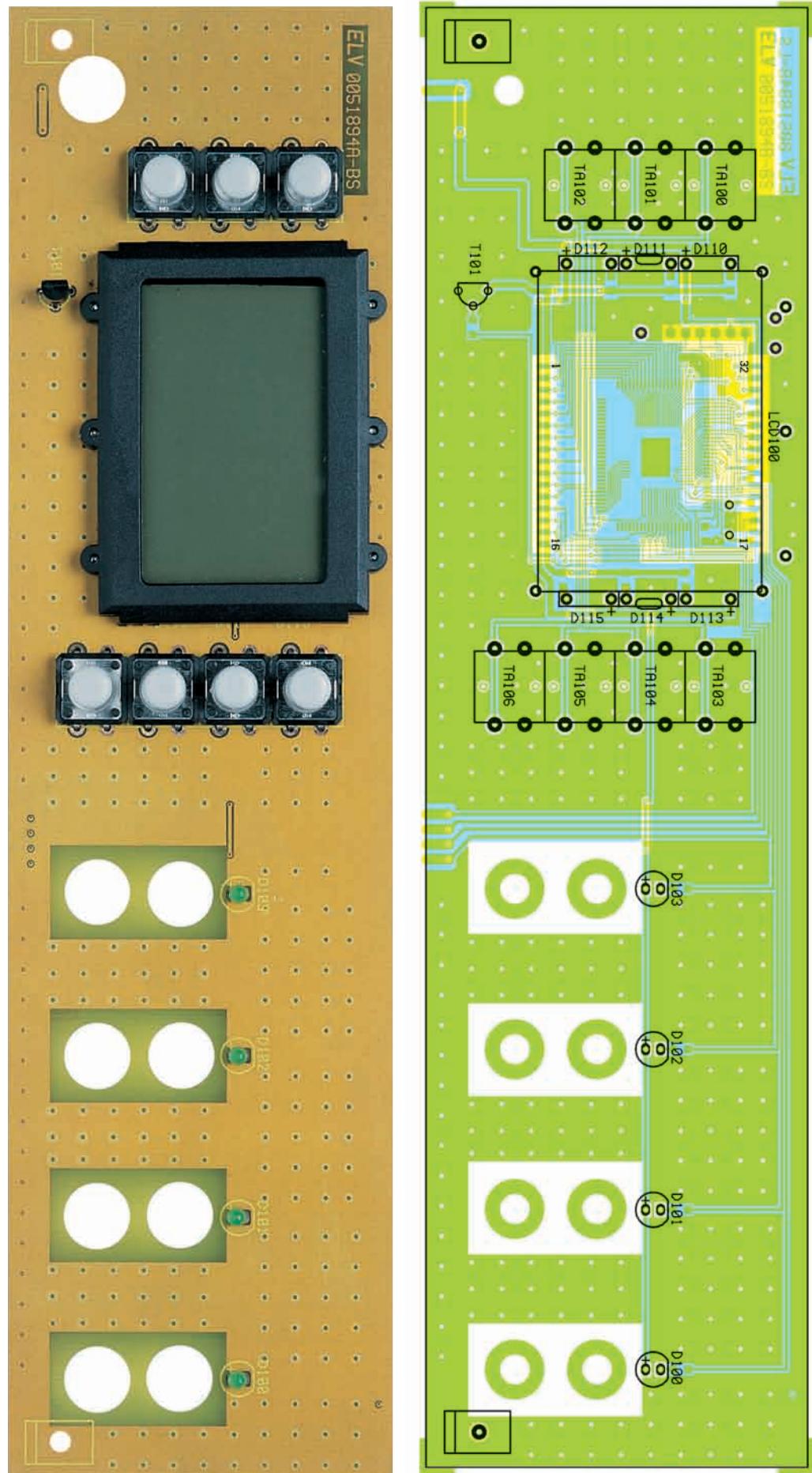
Die 4 Leuchtdioden zur Kanalanzeige benötigen eine Einbauhöhe von 10 mm, gemessen von der LED-Spitze bis zur Platinenoberfläche.

Nach Einlöten des Transistors T 101 bleibt nur noch der Quarz Q 101 zu bestücken. Dieser wird auf die Lötseite aufgelötet, wobei die Anschlussbeinchen auf ca. 5 mm Länge zu kürzen sind.

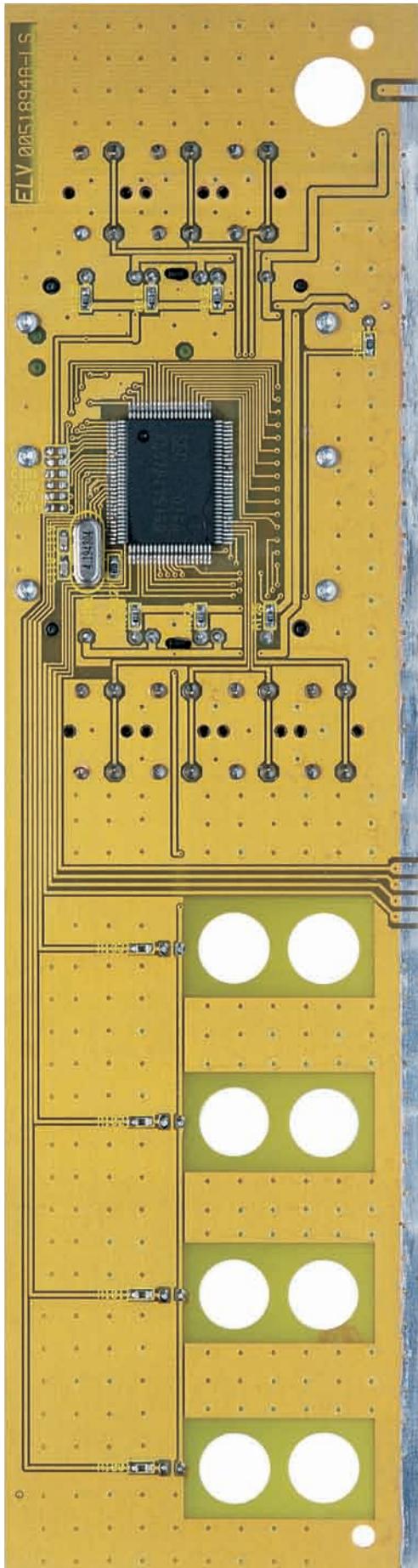
Bestückung der Basispla- tine

Auch bei der Bestückung der großen Basisplatine beginnen wir mit den SMD-Komponenten an der Platinenunterseite. Das Verarbeiten der 9 integrierten Schaltkreise erfolgt in der gleichen Weise wie beim Displayprozessor mit äußerster Vorsicht beim Lötvorgang.

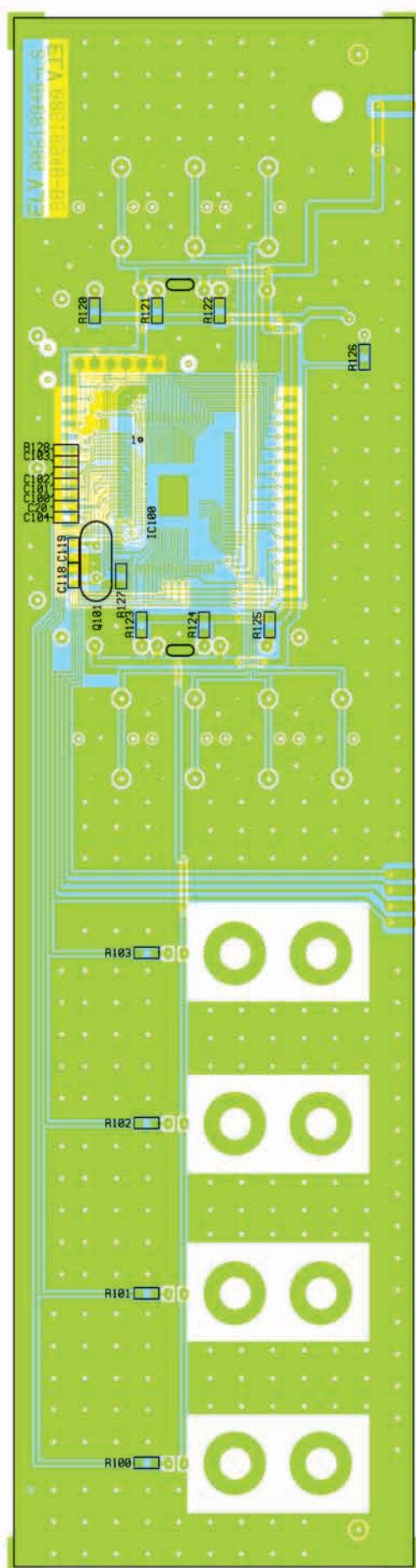
Zuerst ist auch hier ein Lötpad



Ansicht der fertig bestückten Frontplatine (Bestückungsseite) mit Bestückungsplan.



Ansicht der fertig bestückten Frontplatine (SMD-Seite) mit Bestückungsplan.



der Leiterplatte vorzuverzinnen und dann das Bauteil mit einer Pinzette exakt zu positionieren und am vorverzinnnten Lötpad anzulöten. Dabei ist unbedingt die korrekte Polarität zu beachten. Üblicherweise sind die SMD-ICs an der Pin 1 zugeordneten Gehäuseseite abgeschrägt. Erst wenn alle Anschlüsse auf den zugehörigen Lötpads aufliegen, erfolgt das vollständige Verlöten der ICs.

Danach sind die SMD-Widerstände und Kondensatoren zu verarbeiten.

Nachdem die SMD-Komponenten an der Platinenunterseite vollständig bestückt sind, wenden wir uns den bedrahteten Bauelementen zu, die auf die Platinenoberseite gehören. Wie üblich beginnen wir dabei mit den niedrigsten Komponenten, in unserem Fall den 1 %igen Metallfilmwiderständen. Die Anschlussbeinchen werden auf Rastermaß abgewinkelt, von der Bestückungsseite durch die zugehörigen Platinenbohrungen geführt, an der Lötseite leicht angewinkelt und nach dem Umdrehen der Platine in einem Arbeitsgang verlötet. Wie auch bei allen nachfolgend zu bestückenden bedrahteten Bauteilen, sind die an der Lötseite überstehenden Drahtenden direkt oberhalb der Lötstellen abzuschneiden.

Danach sind die größeren Widerstände und Dioden an der Reihe. Beim Einbau der Dioden ist die richtige Polarität zu beachten. Abgesehen von der Transil-Schutzdiode, deren Polarität beliebig ist, sind alle anderen Dioden an der Kattodenseite (Pfeilspitze) durch einen Ring gekennzeichnet. Des Weiteren ist zu beachten, dass die Leistungsdioden D 1 bis D 4, D 9 bis D 12 und die Schottky-Diode D 202 einen Abstand von ca. 5 mm zur Platinenoberfläche benötigen.

Als dann werden die Anschlussbeinchen der Klein-Signal-Transistoren von der Bestückungsseite so weit wie möglich durch die zugehörigen Platinenbohrungen geführt und an der Platinenunterseite verlötet. Die beiden Spannungsregler IC 1 und IC 2 werden vor dem Verlöten der Anschlussbein-

Ansicht der fertig bestückten Basisplatine (Bestückungsseite) des ALC 7000 Expert.

chen jeweils mit einer Schraube M3 x 8 mm, Zahnscheibe und Mutter in liegender Position auf die Platine montiert.

Zur Aufnahme des Lade-Controllers IC 101 ist ein 40-poliger IC-Sockel einzubauen. Im Anschluss hieran ist der Mikrocontroller polaritätsrichtig in den Sockel einzusetzen. Nun sind die 5, jeweils aus 2 Hälften bestehenden Sicherungshalter sorgfältig unter Zugabe von ausreichend Lötzinn zu verarbeiten. Nach Einsetzen der zugehörigen Feinsicherungen erhalten die Netzsicherungen SI 1 und SI 2 zusätzlich eine Kunststoff-Abdeckung als Berührungsschutz.

Besonders sorgfältig sind die Schraubklemmleiste KL 1, der Netzschalter S 1 und der Kondensator C 1 einzulöten, da diese Komponenten später direkt an der 230-V-Netz-Wechselspannung liegen.

Weiter geht es nun mit der Bestückung der sekundärseitigen Bauelemente, wo bei den im Anschluss hieran zu bestückenden Elektrolyt-Kondensatoren die korrekte Polarität unbedingt zu beachten ist. Falsch gepolte Elkos können sogar explodieren. Die richtige Polarität ist grundsätzlich auf dem Elko-Gehäuse angegeben, wobei üblicherweise der Minuspol gekennzeichnet ist.

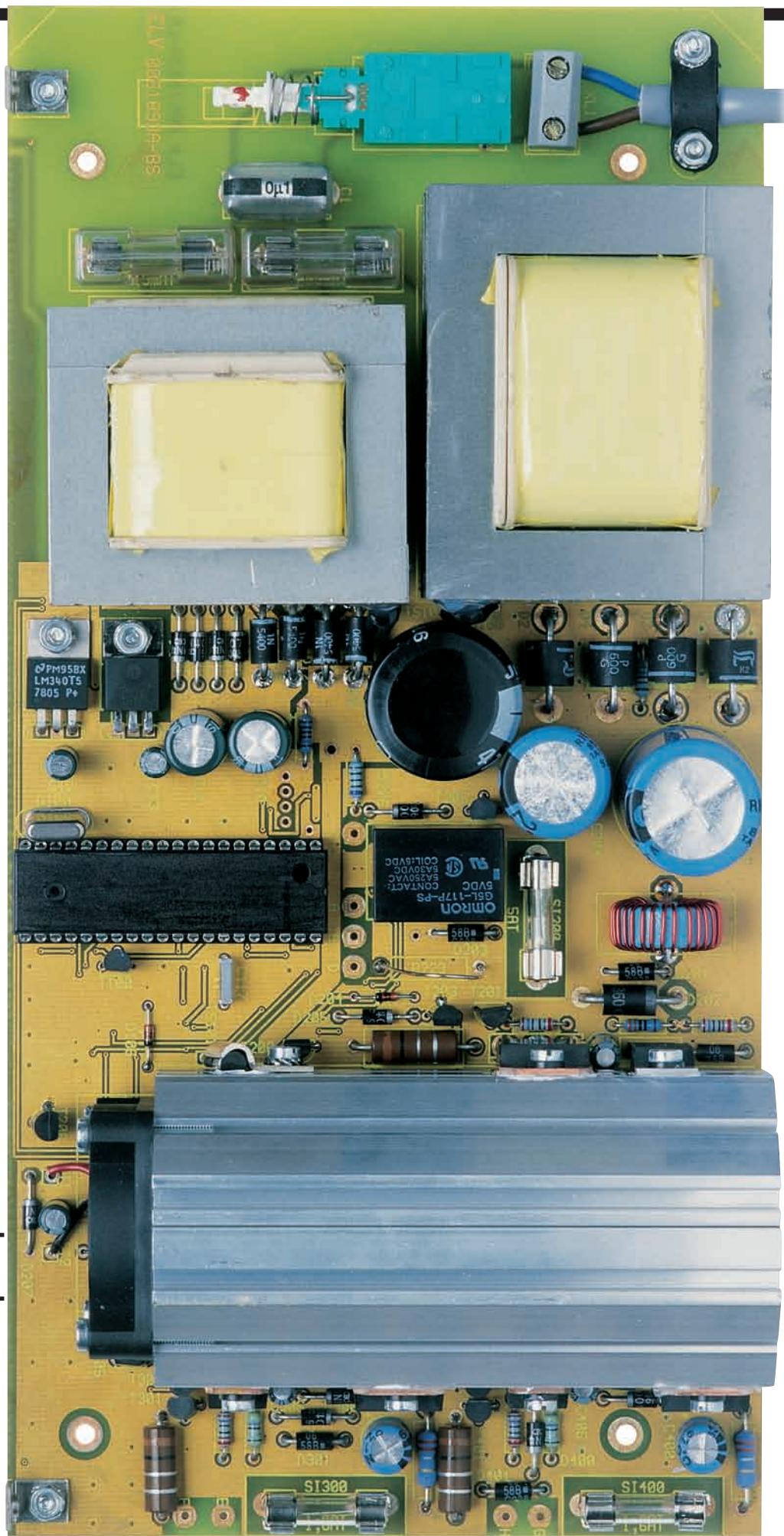
Danach werden das Leistungsrelais RE 200 und die Speicherdrössel L 200 auf die Leiterplatte gelötet.

Zum Anschluss der Leistungstransistoren T 202, T 300 und T 400 sind 3-polige Stifteleisten in die Platine zu löten, während für die Transistoren T 204, T 304 und T 404 Lötstifte zum Verlängern der Anschlussbeinchen erforderlich sind.

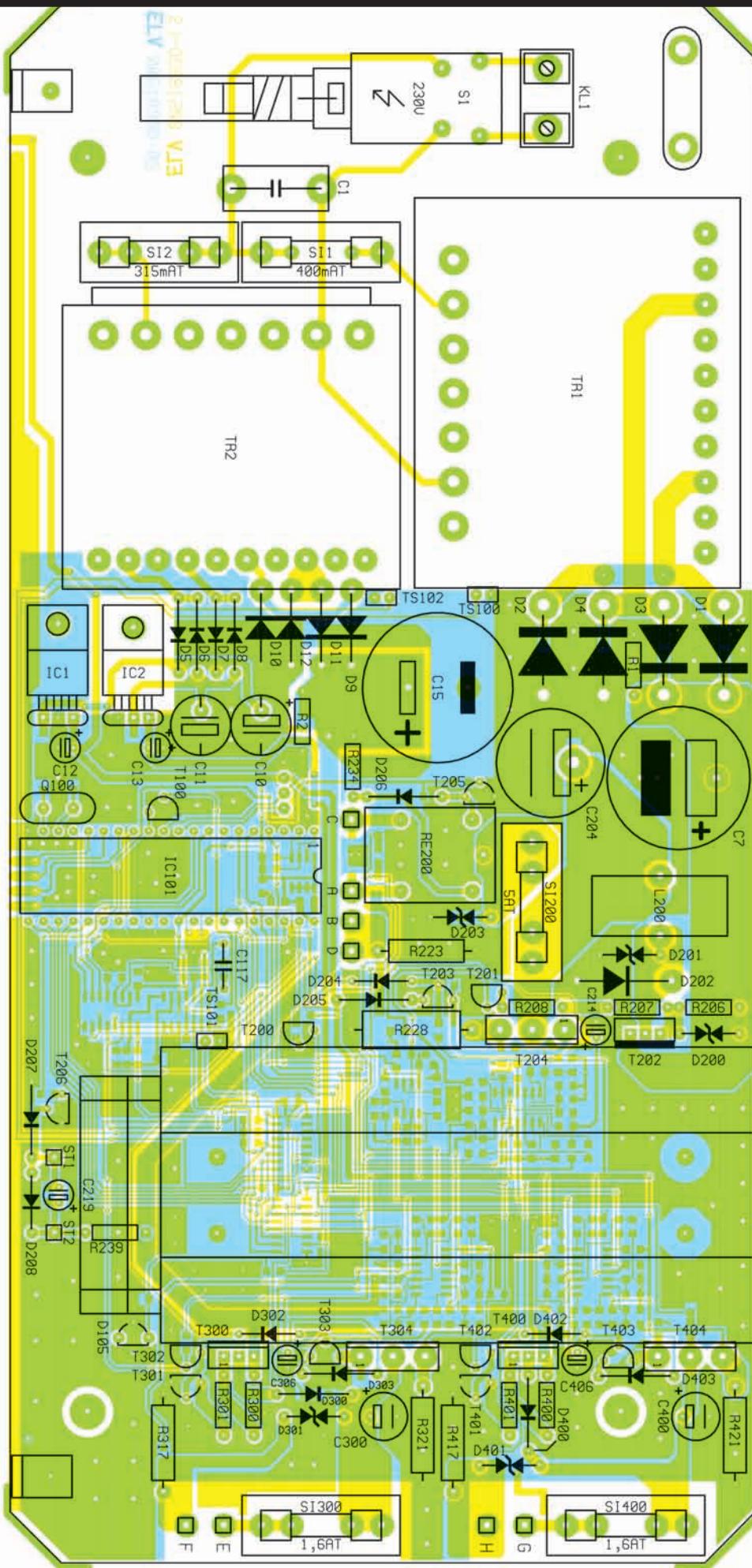
Montage des Lüfter-Kühlkörperaggregats

Zur Wärmeabfuhr ist das ALC 7000 Expert mit einem integrierten hochwertigem Lüfter-Kühlkörper-Aggregat ausgestattet, sodass an der Geräterückseite keine störenden Kühlkörper erforderlich sind.

Die beiden Hälften des Profils werden zunächst mittels der Schwalbenschwanzführungen zusammengefügt und danach mit einer Öffnung nach



Bestückungsplan der Basisplatine des ALC 7000 Expert.



Bau- und Bedienungsanleitung

Ansicht der fertig bestückten Basisplatine (SMD-Seite) des ALC 7000 Expert.

Transistoren werden jeweils mit einer Glimmerscheibe versehen, die beidseitig mit etwas Wärmeleitpaste bestrichen wurde. Zur Verringerung des Wärmewiderstands zwischen dem Transistorgehäuse und den Kühlkörpern, darf auf diese Paste keinesfalls verzichtet werden. Jeweils mittels einer Isolierbuchse und einer Schraube M3 x 6 mm werden die Transistoren fest am Kühlkörper angeschraubt, sodass ihre Anschlusspins genau über den zugehörigen Lötfüßen bzw. Stifteleisten zu liegen kommen. Nun ist es zweckmäßig, die Transistoren auf eventuelle Kurzschlüsse zum Kühlkörper hin zu überprüfen.

Im Anschluss hieran sind dann die Anschlussbeinchen der Transistoren mit den zugehörigen Anschlussstiften der Platine zu verlöten.

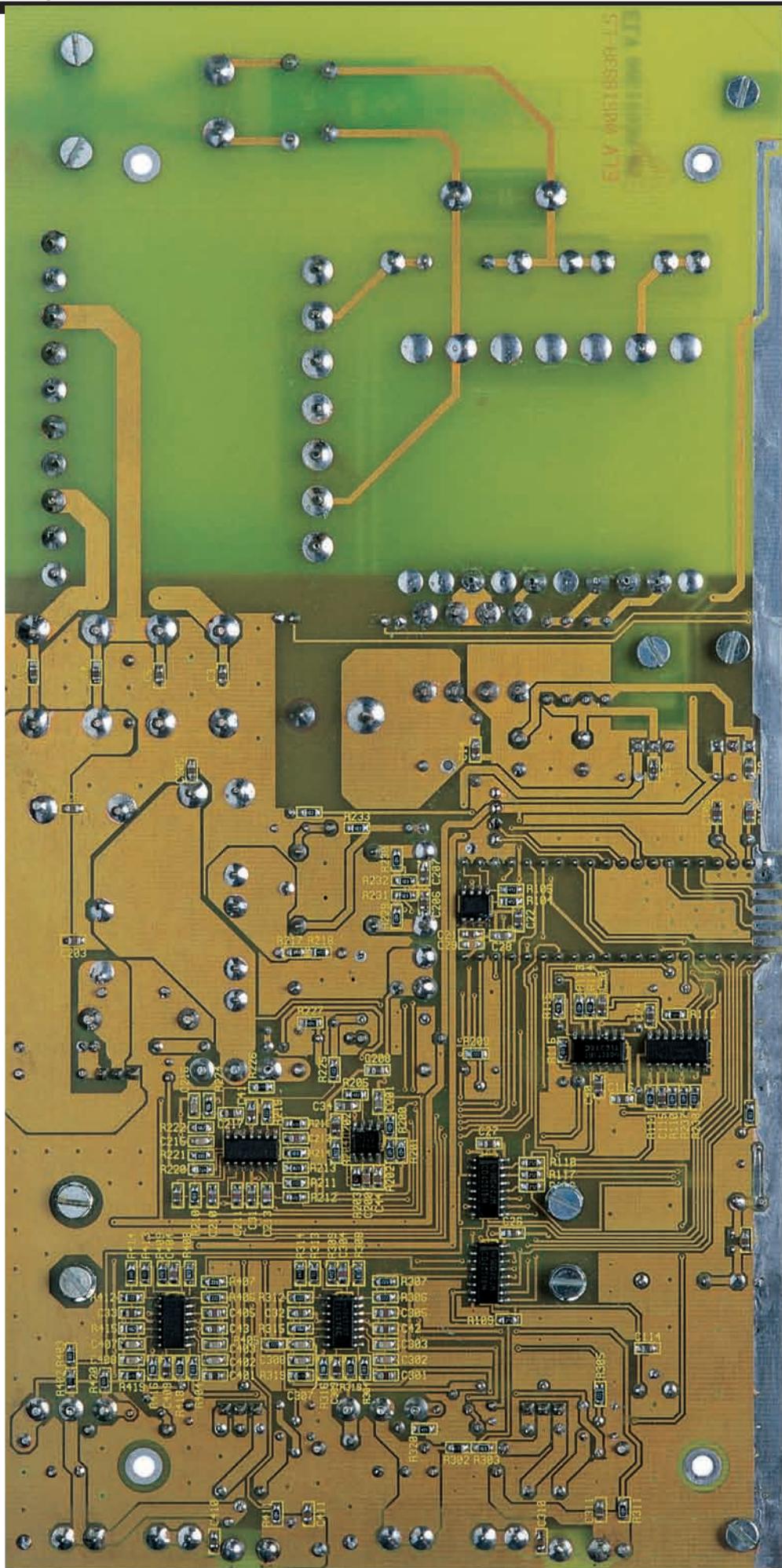
Die Anschlüsse des Temperatursensors sind mit Schaltdraht zu verlängern, und zur besseren thermischen Kopplung ist auch der Sensor mit Wärmeleitpaste zu bestreichen. Die Befestigung am Kühlkörper erfolgt dann mit einer Metall-Leitungsschelle, einer Schraube M3 x 5 mm und der Mutter in der unteren Montagenut auf der linken Seite. Zwischen dem Schraubenkopf und der Metallschelle ist eine M3-Fächerscheibe einzufügen.

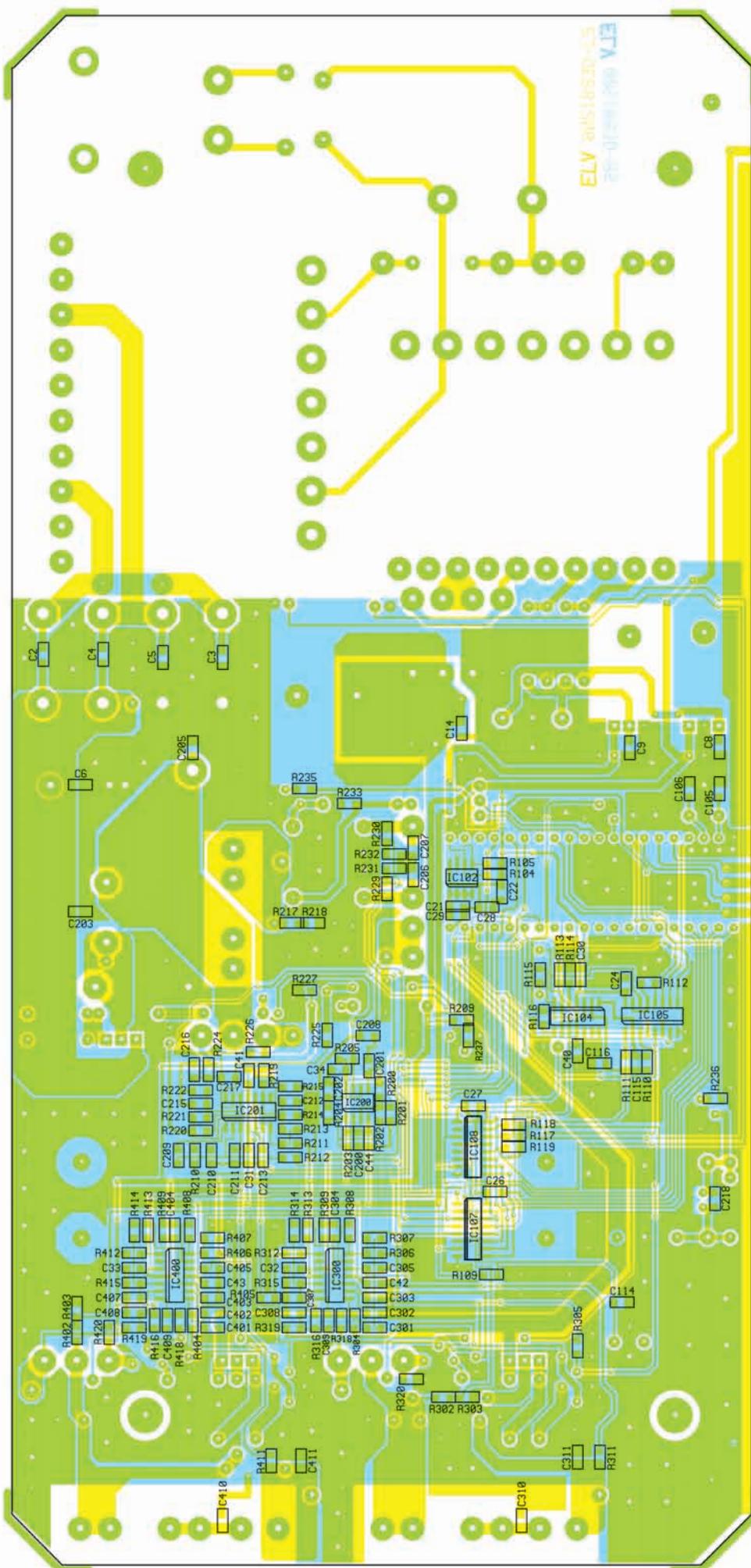
Einbau der Transformatoren mit Temperatursensor

Der Einbau der beiden Netz-Transformatoren ist einfach, da diese in Printausführung direkt auf der Leiterplatte untergebracht sind. Wichtig ist dabei, dass zur besseren mechanischen Stabilität auch die nicht benötigten Pins sorgfältig verlötet werden.

Zur Montage der Trafo-Temperatur-Sensoren werden zunächst zwei 2-polige Stifteleisten in die Leiterplatte gelötet. Daran werden die Temperatur-Sensoren so angelötet, dass jeweils die flache Seite des Sensors stramm gegen den Trafokern drückt. Die Sensoren sind danach mit Silikon oder einem anderen temperaturstabilen Klebstoff am jeweiligen Trafokern anzukleben.

Der Stromshunt R 223 ist aus einem Manganindrahtabschnitt von 69 mm Länge herzustellen, der in einem Bogen nach oben in die Leiterplatte





SMD-Bestückungsplan der Basisplatine des ALC 7000 Expert.

einzulöten ist. Nach dem Verlöten bleiben dann 66 mm des Widerstandsdrahtes wirksam.

RS-232-Schnittstelle

Der Aufbau der einseitigen Schnittstellenplatine ist besonders einfach, da nur wenige bedrahte Bauteile zu bestücken sind. Zuerst wird das IC und dann die 5 Elkos bestückt, wo bei allen Komponenten die richtige Polarität zu beachten ist. Beim Einlöten des Keramik-Abblock-Kondensators spielt die Polarität keine Rolle. Alsdann ist die 9-polige Sub-D-Buchse einzubauen. Die Verbindung zur Basisplatine erfolgt über ein 4-adriges Flachbandkabel von 12 cm Länge, das mit einer Windung durch einen Flachband-Ferritkern zu führen ist. Die Bohrungen zum Anschluss des Flachbandkabels auf der Basisplatine befinden sich zwischen C 10 und IC 101, wobei die Leitung am äußeren Platinenrand der Schnittstellenplatine mit der Platinenbohrung neben C 10 zu verbinden ist.

Zur mechanischen Befestigung der Schnittstellenplatine sind in die beiden oberen Führungsnu ten des Kühlkörpers jeweils 2 Muttern M3 einzuschieben. Mit 4 Schrauben M3 x 5 mm und Fächerscheiben wird die Schnittstellenplatine dann mit den Bauteilen zur Basisplatine weisend auf dem Kühlkörper festgeschraubt.

Endmontage

Alle Platinen sind nun vollständig bestückt, sodass die Endmontage erfolgen kann, wobei wir mit dem Zusammenfügen von Front- und Basisplatine beginnen.

Zur exakten Ausrichtung dienen dabei 2 Metall-Winkel, die mit den zugehörigen Schrauben M 3 x 5 mm und M 3 x 6 mm, Fächerscheiben und Muttern montiert werden. Sobald die Schrauben festgezogen sind, können alle korrespondierenden Leiterbahnen zwischen der Front- und Basisplatine verlötet werden. Dabei ist sorgfältig darauf zu achten, dass keine Kurzschlüsse zwischen den Leiterbahnen entstehen. Zur bestmöglichen mechanischen Stabilität sind die Masseflächen auf der gesamten Länge unter Zugabe von viel Lötzinn zu verlöten.

zu verloren.

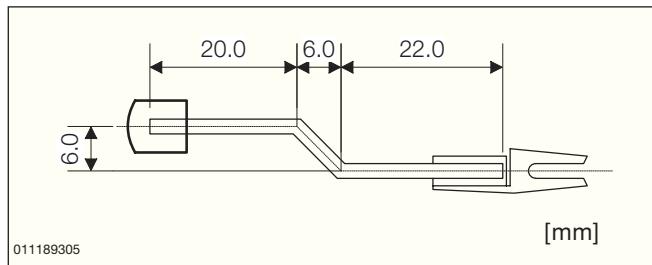


Bild 13: Schalterstange des ALC 7000 Expert

8 Ausgangsbuchsen zum Anschluss der Akkus montiert werden. An jede Buchse sind einadrig isolierte Leitungen entsprechender Farbe (rot=Plus, schwarz=Minus) anzulöten. Die Leitungsabschnitte müssen folgende Längen aufweisen:

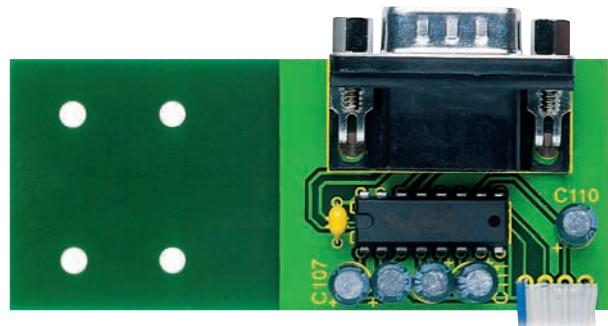
- + Akku 1 = 120 mm (rot)
- Akku 1 = 90 mm (schwarz)
- + Akku 2 = 100 mm (rot)
- Akku 2 = 90 mm (schwarz)
- + Akku 3 = 90 mm (rot)
- Akku 3 = 80 mm (schwarz)
- + Akku 4 = 120 mm (rot)
- Akku 4 = 120 mm (schwarz)

Die freien Leitungsenden werden danach auf 8 mm Länge abisoliert, verdrillt und vorverzinnt. Dann ist die Frontplatte vor die Basisplatine zu setzen und die Leitungen durch die zugehörigen Bohrungen der Frontplatten zu führen. Von der Bestückungsseite werden die Leitungsenden danach durch die zugehörigen Platinenbohrungen gesteckt und mit viel Lötzinn angelötet. Dabei gilt folgende Zuordnung:

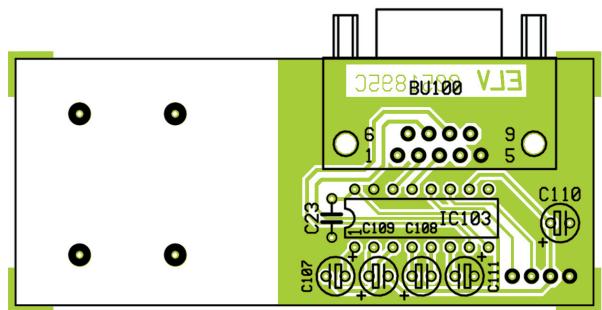
- | | | | |
|---|---|---|--------|
| A | = | + | Akku 1 |
| B | = | - | Akku 1 |
| C | = | + | Akku 2 |
| D | = | - | Akku 2 |
| E | = | + | Akku 3 |
| F | = | - | Akku 3 |
| G | = | + | Akku 4 |
| H | = | - | Akku 4 |

Über die Luft-Austrittsöffnung der Gehäuserückwand ist ein Fingerschutz-Gitter zu montieren. Zur Befestigung dienen 4 Schrauben M3 x 6 mm, die mit einer U-Scheibe versehen durch die Ösen des Schutzgitters und die Bohrungen der Rückwand gesteckt und dann auf der Innenseite mit den entsprechenden Muttern verschraubt werden.

Alsdann wird die Netzkabel-Durchführung bestückt und die Netz-Zuleitung ein weites Stück durchgezogen, aber noch nicht festgeklemmt. Die äußere Ummantelung der Netzschnur ist dann auf 15 mm Länge (keinesfalls mehr) zu entfernen, die 15 mm langen Innenadern auf 5 mm Länge abzusolieren und Aderendhülsen aufzuquetschen. Die Netzzuleitung ist danach unter die Zugentlastung der Basisplatine zu führen und mit 2 von unten



Ansicht der fertig bestückten Schnittstellenplatine mit zugehörigem Bestückungsplan.



eingesteckten Schrauben M3 x 14 mm und entsprechenden Zahnscheiben und M3-Muttern zu befestigen. Die Leitungsenden der braunen und der blauen Innenader werden dann in die Schraubklemme K1 1 geführt und festgesetzt.

Die Schubstange des Netzschalters wird entsprechend Abbildung 13 abgewinkelt und mit einem Adapterstück für den Netzschalter und einem Bedienknopf bestückt. Das Adapterstück ist bis zum Einrasten auf den Netzschalter aufzupressen.

Gehäuseeinbau

Da beim ALC 7000 Expert der Abgleich softwaremäßig erfolgt, kann gleich nach dem Zusammenbau das Chassis in das zugehörige Kunststoff-Gehäuse eingebaut werden.

4 Schrauben M4 x 70 mm werden dazu von unten durch die Montagesockel der Gehäuseunterhalbschale (Lüftungsgitter weist nach vorne) geführt. Darauf erfolgt dann je eine 1,5 mm Polyamidscheibe. Das vorbereitete Chassis wird nun zusammen mit der Front- und Rückplatte bis zum Einrasten in die Führungsnoten der Gehäuseunterhalbschale abgesenkt.

Auf die im Chassis hochstehenden Schraubenenden kommt nun je ein 60 mm langes Abstandsröllchen. Danach ist die Gehäuseoberhalbschale mit nach vorne weisendem Lüftungsgitter aufzusetzen. In jeden der 4 oberen Montagesockel wird eine M4-Mutter eingelegt, die Gehäuseschrauben mit einem kleinen Schraubendreher ausgerichtet und von unten fest verschraubt. Nachdem alle Montageschrauben angezogen sind, erfolgt das Einsetzen der Abdeck- und Fußmodule, in die zuvor die

Gummifüße eingedrückt werden. Damit sind alle Aufbaurbeiten am ALC 7000 Expert abgeschlossen, und der Nutzung der unterschiedlichen Programme zur bestmöglichen Akkupflege steht nichts mehr entgegen.

Kalibrieren des ALC 7000 Expert

Beim ersten Anlegen der Betriebsspannung führt das ALC 7000 Expert einen kurzen Segmenttest durch. Da im nicht flüchtigen Speicher (EEPROM) noch keine Kalibrier-Parameter abgelegt sind, muss danach die Kalibrierung erfolgen. Dazu ist das Gerät auszuschalten und bei gedrückter „Eingabe“- und „↑“-Taste wieder einzuschalten. Der Kalibrier-Mode wird unten rechts im Display durch „CAL“ angezeigt.

Zuerst erfolgt der Spannungsabgleich, wozu Kanal 1 kurzzuschließen ist, und an Kanal 2 ist eine Gleichspannung von 28,9 V anzulegen. In der mittleren Zeile des Displays erscheinen vier Balken, da der Nullpunkt und der Wert im oberen Bereich in einem Arbeitsgang gemessen und durch einen Druck auf die Start/Stop-Taste im EEPROM abgelegt werden.

Jetzt wird in der oberen Zeile des Displays I sowie Kanal 1 und in der mittleren Zeile der Wert 0,000 A angezeigt. Nachdem Kanal 1 von allen Verbindungen getrennt wurde, wird mit einem Druck auf die Taste „Start/Stop“ der Nullpunkt der Strommessung ausgemessen und abgespeichert.

Danach erscheint in der mittleren Zeile der Wert 2,500 A zum Abgleich des Strom-Wertes im oberen Bereich. Dazu ist an Kanal 1 ein größerer Akkupack (z. B. 7,2 V oder 9,6 V) in Reihe mit einem

Stückliste: Akku-Lade-Center, ALC 7000 Expert

Widerstände:

7 cm Manganindraht (1,513Ω/m), 0,1Ω.....	R223
0,1Ω/1W.....	R228, R317, R417
0,33Ω.....	R321, R421
33Ω/SMD.....	
R120-R125.....	
47Ω.....	R300, R400
47Ω/SMD.....	R115
100Ω.....	R234
150Ω.....	R239
270Ω.....	R206, R208, R301, R401
270Ω/SMD.....	R100-R103
330Ω.....	R207
470Ω/SMD.....	R227, R320, R420
820Ω/SMD.....	R203
1kΩ/SMD.....	R126, R236
2,2kΩ/SMD.....	R209, R211, R219, R305, R306, R312, R405, R406, R412
2,7kΩ/SMD.....	R117-R119, R225
3,3kΩ/SMD.....	R235
4,7kΩ.....	R1
4,7kΩ/SMD.....	R104, R105, R114, R205, R222, R218, R237, R309, R409
5,6kΩ/SMD.....	R315, R415
8,2kΩ/SMD.....	R204
10kΩ.....	R2
10kΩ/SMD.....	R116, R210, R214, R220, R231, R232, R233, R303, R304, R318, R403, R404, R418
22kΩ/SMD.....	R127, R128, R307, R407
24kΩ/SMD.....	R314, R414
27kΩ/SMD.....	R109
33kΩ/SMD.....	R221, R313, R413
39kΩ/SMD.....	R217
47kΩ/SMD.....	R212, R215, R226, R302, R319, R402, R419
82kΩ/SMD.....	R213, R308, R408
100kΩ/SMD.....	R110, R111, R113, R200-R202, R229, R230, R311, R411
180kΩ/SMD.....	R112
10MΩ/SMD.....	R224, R316, R416

Kondensatoren:

10pF/SMD.....	C210-C213, C304, C305, C404, C405
18pF/SMD.....	C105, C106
22pF/SMD.....	C118, C119, C215, C216, C302, C303, C307, C308, C402, C403, C407, C408
820pF/SMD.....	C29
1nF/SMD.....	C115, C201
3,3nF/SMD.....	C28
4,7nF/SMD.....	C202
10nF/SMD.....	C217, C301, C309, C401, C409
27nF/SMD.....	C200
100nF/ker.....	C23

100nF/SMD.....	C2-C6, C8, C9, C14, C20-C22, C24, C26, C27, C30-C34, C40-C44, C100-C103, C114, C116, C203, C205-C208, C218, C310, C311, C410, C411
100nF/250V~/MP3-X2	C1
220nF/SMD.....	C209
270nF	C117
470nF/SMD.....	C104
10μF/25V	C12, C13, C107-C111, C219
47μF/63V	C300, C400
220μF/16V	C306, C406, C214
1000μF/16V	C10, C11
2200μF/50V	C204
4700μF/25V	C15
4700μF/50V	C7

TS101, TS102	SUB-D-Buchsenleiste, 9-polig, Winkelprint.....
BU100	Netzschraubklemme, 2-polig
KL1	Leistungsrelais, 5 V, 1 x um
RE200	Trafo, 45VA, 1 x 27V/1,7A
TR1	Trafo, 25VA, 2 x 8V/200mA, 1 x 15V/1,4A
TR2	Mini-Drucktaster, B3F-4050, 1 x ein
TA100-TA106	Sicherung, 315 mA, träge
SI2	Sicherung, 400 mA, träge
SI1	Sicherung, 1,6 A, träge
SI400	SI300, SI400
SI200	Sicherung, 5 A, träge
S1	Schadow-Netzschalter
1 Adapterstück	
1 Verlängerungsachse	
1 Druckknopf, ø 7,2 mm	
5 Platinensicherungshalter (2 Hälften)	
2 Sicherungs-Abdeckhauben	
7 Tastknöpfe, grau, 10 mm	
6 Knippingschrauben, 2,2 x 5 mm	
7 Zylinderkopfschrauben, M3 x 5 mm	
16 Zylinderkopfschrauben, M3 x 6 mm	
2 Zylinderkopfschrauben, M3 x 12 mm	
4 Zylinderkopfschrauben, M3 x 20 mm	
25 Muttern, M3	
15 Fächerscheiben, M3	
1 Sensorschelle	
3 Glimmerscheiben, TOP-66	
3 Glimmerscheiben, TO-3P	
6 Isolierbuchsen	
1 Zugentlastungsbügel	
1 Netzkabel, 2-adrig, grau	
2 Aderendhülsen, ø 0,75mm	
1 Kabeldurchführungstülle, 6 x 8 x 12 x 1,5 mm	
4 Telefonbuchsen, 4 mm, rot	
4 Telefonbuchsen, 4 mm, schwarz	
2 Lüfteraggregat-Profilhälften, LK40	
1 Axial-Lüfter, 12 V (40 x 40 x 10 mm)	
1 Tube Wärmeleitpaste	
2 Leitgummis	
1 LCD-Rahmen	
1 Display-Abdeckung	
1 Reflektorschibe	
1 Diffusorfolie	
1 Reflektorfolie	
1 Isolierplatte	
2 Befestigungswinkel	
12 cm Flachbandleitung, 4-adrig	
60 cm flexible Leitung, ST1 x 0,75 mm2, rot	
60 cm flexible Leitung, ST1 x 0,75 mm2, schwarz	
1 Lüfterabdeckung	
1 Ferritkern für Flachbandleitung	
9 Lötstifte 1,3 mm	
3 Stiftleisten 3polig, gerade, einreihig	
4 U-Scheiben M3	

Sonstiges:

Quarz, 14,745 MHz.....	Q100
Quarz, 4,194304 MHz, HC49U70	Q101
Speicherdrossel, 40µH/3,15A	L200
Temperatursensor, SAS965	TS100,

Strommessgerät (Messbereich bis ca. 4 A) anzuschließen. Der nun fließende Strom sollte im Bereich zwischen 2 A und 3,5 A liegen. Der auf dem Meßgerät angezeigte

Strom ist nun mit Hilfe der „Up/Down“-Tasten auf dem Display einzustellen.

Bei gedrückt gehaltener Taste ändert sich der Einstellwert zunächst langsam, danach steigt die Geschwindigkeit dann an. Nach der Einstellung erfolgt die Abspeicherung mit der „Start/Stop“-Taste.

Danach werden die Parameter für die Entladung in der gleichen Weise ermittelt, wobei im oberen Bereich des Displays „IE“ für den Entladestrom, sowie die Kanal Nummer 1 erscheint. Auch hier wird zuerst

der Nullpunkt bei offenem Anschluss und danach bei angeschlossenem Akku der Wert im oberen Bereich ausgemessen und abgespeichert.

Da Kanal 2 die gleiche Elektronik wie Kanal 1 nutzt, ist hier kein Abgleich erforderlich.

Nach dem Abspeichern des Entladestrom-Wertes für Kanal 1 erscheint in der oberen Zeile des Displays I 3 und in der mittleren Zeile 0.000 A für den Nullpunkt-Abgleich vom Ladekanal 3. Dazu sind alle Verbindungen von Kanal 3 zu trennen und die „Start/Stop“-Taste zu betätigen.

Nun wird in der mittleren Anzeige des Displays 0,75 A angezeigt. Wie bei Ka-

nal 1, ist nun hier der Akku mit in Reihe geschaltetem Strommessgerät anzuschließen. Nachdem der ausgemessene Wert auf dem Display eingestellt wurde, ist wieder zum Abspeichern die „Start/Stop -Taste zu betätigen. Daraufhin wird in der oberen Zeile des Displays I 4 für Kanal 4 und in der mittleren Zeile 0.000 A angezeigt. Der Abgleich für die Lade- und Entladeparameter dieses Ladekanals erfolgt dann in der gleichen Weise wie bei Kanal 3. Damit ist der Abgleich des ALC 7000 Expert dann vollständig abgeschlossen. Zur Verbindung der seriellen Schnittstelle mit einem PC wird ein Standard 1:1 serielles Schnittstellenkabel benötigt.

ELV