



# **ALC 5000 Mobile Akku-Lade-Center**

## **Technischer Kundendienst**

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

**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 Kostenvoranschlag. Bitte senden Sie Ihr Gerät an:

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

**Unterstützt alle aktuellen Akku-Technologien:**

**NiCd, NiMH, Li-Ion, Li-Po, Pb, LiFePO4**

- 10-A-Ladestrom
- 20-A-Entladestrom
- USB-Schnittstelle
- Datenlogger
- Intelligente Akku-Erkennung



# ALC 5000 Mobile Akku-Lade-Center

**Das neue Top-Ladegerät ALC 5000 Mobile ist speziell für den mobilen Einsatz im Modellbaubereich konzipiert, unterstützt alle aktuellen Akku-Technologien (NiCd, NiMH, Li-Ion, LiPo, LiFePO4, Pb) und bietet Leistungsmerkmale, die kaum bei einem anderen mobilen Ladegerät zu finden sind. Flash-Speichertechnologie, bis zu 10-A-Ladestrom, bis zu 20-A-Entladestrom, umfangreiche Bearbeitungsprogramme und ein stabiles Metallgehäuse setzen Maßstäbe.**

## Allgemeines

Für mobile Geräte und insbesondere im Modellbaubereich sind Akkus und Akku-Packs eine Grundvoraussetzung. Um z. B. auf dem Modellflugplatz die Akkus aus einem 12-V-Kfz-Akku zu laden, ist eine leistungsfähige mobile Ladestation erforderlich.

Das Konzept einer entsprechenden Ladestation sollte über ein komfortables Akku-Management verfügen, alle gängigen Akku-Technologien unterstützen und zukunftssicher sein. Ladestationen, die nur Nickel-Cadmium-(NiCd) und Nickel-Metall-Hybrid (NiMH)-Akkus unterstützen, sind nicht mehr zeitgemäß, da sich gerade im Akku-Bereich in den letzten Jahren ein rasanter Wandel vollzogen hat.

Auch wenn man selber noch NiCd- und

NiMH-Zellen einsetzen sollte, geht der Trend eindeutig mehr und mehr zu den Lithium-Polymer-Zellen. Beim Kauf einer Ladestation spielt also die Zukunftssicherheit eine nicht zu unterschätzende Rolle. Heute kann niemand sagen, welche Akkus in wenigen Jahren den Modellbaumarkt beherrschen.

Beim ALC 5000 Mobile kann daher die komplette Steuersoftware (Firmware) dank Flash-Speichertechnologie jederzeit über die USB-Schnittstelle des Gerätes ausgetauscht werden. Updates und Upgrades sind somit kein Problem, und die Anpassung an neue Akku-Technologien ist jederzeit leicht möglich.

Das ALC 5000 Mobile verfügt über zwei getrennte Ladekanäle, wobei Kanal 1 Ladespannungen bis zu 30 V (7-zellige Lithium-Polymer-Akkus) unterstützt. Ein moderner DC-DC-Wandler erlaubt Akku-

Spannungen unterhalb oder oberhalb der Betriebsspannung des Gerätes und sorgt zudem für einen hohen Wirkungsgrad. Der Schaltregler ermöglicht die Umschaltung der Funktion von Abwärts- zum Aufwärtswandler automatisch und verzugslos.

Der max. Ladestrom für diesen Kanal ist abhängig von der Ladespannung und kann max. 10 A betragen. Bei Spannungen oberhalb von 12 V ist die Ausgangsleistung von Kanal 1 auf 120 VA begrenzt.

Im Entladezweig erlaubt Kanal 1 Entladeströme bis zu 20 A, wobei die max. Entladeleistung des Kühlkörper-Lüfteraggregats 80 VA beträgt.

Der zweite Ladekanal ist mit einem Linearregler aufgebaut, wobei die Ladespannung auf die Eingangsspannung des Gerätes begrenzt ist. Die max. Lade-/Entladeströme dieses Kanals betragen 2 A.

Das ALC 5000 Mobile ist nicht nur für



den mobilen Einsatz konzipiert, sondern kann mit einem geeigneten Netzteil auch als vollwertige Heim-Ladestation eingesetzt werden. Das Gerät basiert daher auf dem Grundkonzept und der Bedienung des bewährten ALC 8500 Expert. Zusätzlich zu den umfangreichen Funktionen des ALC 8500 Expert wurde eine ganze Reihe an Erweiterungen vorgenommen und es wurden komplett neue Funktionen realisiert.

Die Nutzung der umfangreichen Funktionen und Programmabläufe wird durch ein großes hinterleuchtetes Grafik-Display und eine komfortable Bedienung mit einem Drehimpulsgeber und Menüführung erleichtert.

Unterstützt werden alle wichtigen Akku-Technologien wie Nickel-Cadmium (NiCd), Nickel-Metall-Hybrid (NiMH), Blei-Gel, Blei-Säure, Lithium-Ionen (Li-Ion), Lithium-Polymer (LiPo) und Lithium-Eisen-Phosphat (LiFePO<sub>4</sub>).

Natürlich können beim ALC 5000 Mobile beide Ladekanäle gleichzeitig völlig unterschiedliche Funktionen ausführen.

Die Ladeparameter von einzelnen Akkusätzen können in einer Akku-Datenbank abgelegt werden und stehen dann jederzeit wieder zur Verfügung. Bei bereits erfassten Akkus bzw. Akku-Packs sind keine umfangreichen Eingaben erforderlich, da auf die Daten der Datenbank zurückgegriffen werden kann.

Insgesamt können die Parameter von bis zu 40 Akkus mittels Namen abgelegt werden. Jeder Name kann dabei bis zu 9 Zeichen enthalten.

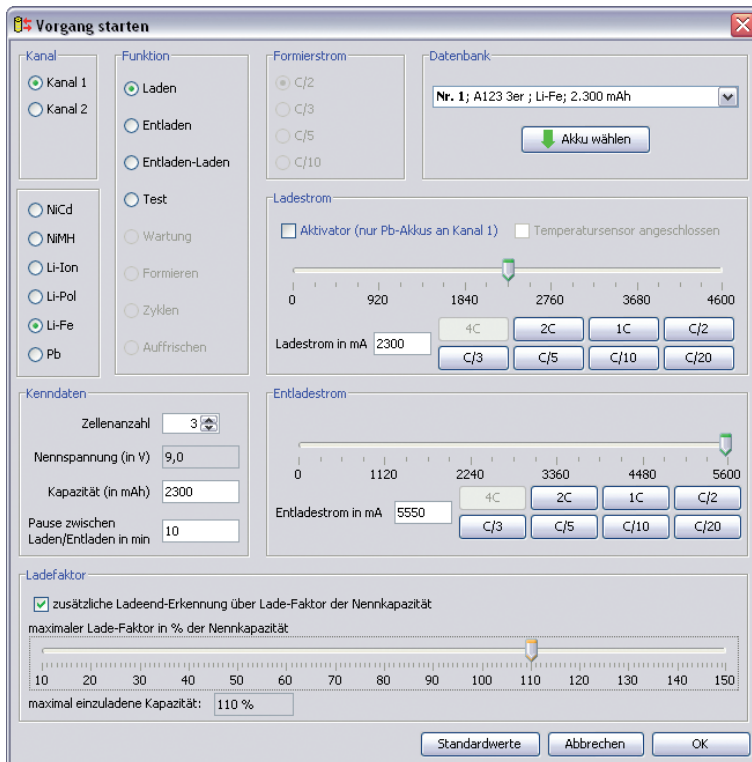
Noch komfortabler ist die Akku-Auswahl mit der optionalen Transponder-Leseinheit möglich. Einfach zur Erfassung die Leseinheit in die Nähe des am Akku angebrachten Transponders (1–3 cm) bringen, und der Akku ist identifiziert.

Mit einem integrierten Datenlogger können beim ALC 5000 Mobile komplette Lade-Entlade-Kurvenverläufe mit Uhrzeit und Datum aufgezeichnet werden, wobei auch die zugeordneten Akku-Daten zur Verfügung stehen.

Neben Datum und Uhrzeit gehören zu jedem Datensatz die Funktion, die Akku-Nummer aus der Datenbank, der Akku-Typ, die Zellenzahl, die Nennkapazität, der Ladestrom, der Entladestrom, der Formierstrom und die Pausenzeit zwischen Laden und Entladen. Mit dem Datenlogger ist auch die Speicherung von mehreren Bearbeitungsvorgängen möglich.

Das Auslesen des Datenloggers erfolgt über die USB-Schnittstelle des Gerätes, wobei über die Schnittstelle auch die Steuerung aller Funktionen möglich ist. Mit einem PC und der Software Charge Professional kann jederzeit eine Aufbereitung und Weiterverarbeitung der gesammelten Daten erfolgen.

<b>Technische Daten: ALC 5000 Mobile</b>	
<b>Ladetechnik</b>	
Anzahl unabhängiger Ladekanäle:	2
Max. Ladestrom (zellenzahlabhängig):	10 A (Kanal 1), 2 A (Kanal 2)
Max. Entladestrom (zellenzahlabhängig):	20 A (Kanal 1), 2 A (Kanal 2)
Max. Ladespannung:	30 V (Kanal 1) (20 Zellen NiCd bzw. NiMH, 7 Zellen Li-Ion bzw. LiPo, 12 Zellen Pb), bis $U_B - 2$ V (Kanal 2)
Unterstützte Akku-Technologien:	NiCd, NiMH, Pb-Gel, Pb-Säure, Li-Ion, LiPo, LiFePO <sub>4</sub>
Negative Spannungsdifferenz (-ΔU):	unterschiedlich konfigurierbar für NiCd und NiMH
<b>NiCd/NiMH</b>	
Max. Akku-Spannung (Not-Abschaltung):	1,80 V/Zelle
Entladeschluss-Spannung:	0,8 bis 1,1 V/Zelle (einstellbar)
<b>Blei</b>	
Ladespannung:	2,25 bis 2,50 V/Zelle (einstellbar)
Ladeschlusserkennung:	$I \leq C/120$
Erhaltungsladung:	2,20 bis 2,28 V/Zelle (einstellbar)
Entladeschluss-Spannung	1,70 bis 2,00 V/Zelle (einstellbar)
<b>Lithium-Ionen</b>	
Ladespannung:	3,9 bis 4,1 V/Zelle (einstellbar)
Auffüll-Ladung:	3,85 bis 4,05 V (einstellbar)
Entladeschluss-Spannung:	2,7 bis 3,1 V/Zelle (einstellbar)
<b>Lithium-Polymer</b>	
Ladespannung:	4,0 bis 4,2 V/Zelle (einstellbar)
Auffüll-Ladung:	3,95 bis 4,15 V (einstellbar)
Entladeschluss-Spannung	2,7 bis 3,2 V/Zelle (einstellbar)
<b>Lithium-Eisen-Phosphat</b>	
Ladespannung:	3,4 bis 3,8 V/Zelle (einstellbar)
Auffüll-Ladung:	3,25 bis 3,65 V/Zelle (einstellbar)
Entladeschluss-Spannung	1,8 bis 3,0 V/Zelle (einstellbar)
<b>Temperaturüberwachung</b>	
Akku	Anschlussmöglichkeit für externen Temperatursensor (Kanal 1)
<b>Allgemein</b>	
Transponder-Leseinheit:	optional anschließbar über Western-Modularbuchse
PC-Schnittstelle:	USB 1.1
RIM-Funktion:	Anschluss für Vierleiter-Messkabel
Blei-Akku-Aktivator:	Kanal 1
Buzzer/Echtzeituhr:	intern
Motortester-Funktion:	1 bis 8 V
Wärmeabfuhr:	integriertes temperaturgeregeltes Kühlkörper-Lüfteraggregat
Spannungsversorgung:	10 bis 16 V <sub>DC</sub>
Tief-Entladeschutz für den Kfz- Akku:	Grenze einstellbar (10,0 bis 12,2 V)
Abmessungen (B x H x T):	303 x 95 x 155 mm



**Bild 1: Über die Software ist eine komfortable Eingabe aller wichtigen Parameter möglich.**

Da es sich beim ALC 5000 Mobile nicht nur um ein Ladegerät für den mobilen Einsatz handelt, sind auch alle Funktionen vorhanden, die zu einer optimalen Akku-Pflege erforderlich sind. Die bereits beim ALC 8500 Expert zur Verfügung stehenden Möglichkeiten und Funktionen wurden noch wesentlich erweitert. Eine Funktion die bereits beim ALC 8500 Expert realisiert wurde, ist die Messung des Akku-Innenwiderstandes.

Wenn es um die Qualitätsbeurteilung von Akkus und Batterien geht, ist die Spannungslage unter Lastbedingungen ein wichtiges Kriterium. Für eine hohe Spannungslage unter Lastbedingungen ist daher ein möglichst geringer Akku-Innenwiderstand erforderlich.

Eine weitere vom ALC 8500 Expert übernommene Funktion ist die integrierte Blei-Akku-Aktivator-Funktion, die zur Verhinderung von kristallisierten Sulfat-Ablagerungen an den Bleiplatten dient. Kristallisierte Sulfat-Ablagerungen entstehen besonders bei Blei-Akkus, die über längere Zeit gelagert, nur selten genutzt oder mit geringen Strömen entladen werden. Die Lebensdauer dieser Akkus kann durch die Aktivator-Funktion erheblich verlängert werden.

Auf dem hinterleuchteten Display werden die Akkuspannung, der Entlade-/Ladestrom, die Kapazität (entnommene oder eingeladene), die aktuell durchgeführte Aktion, der Akku-Innenwiderstand sowie Status und Fehlermeldungen angezeigt.

Unterschiedliche Lade-/Entladepro-

gramme wie Laden, Entladen, Entladen/Laden, Test, Zyklen, Auffrischen, Warten, Formieren und Erhaltungsladung zeigen, dass das Gerät weit mehr kann, als es bei einem reinen Ladegerät für den mobilen Einsatz erforderlich ist.

Umfangreiche Konfigurationsmöglichkeiten erlauben die Anpassung an die eigenen Akkus. So können z. B. die  $\Delta U$ -Schwelle für NiCd- und NiMH-Akkus, die Ladeschluss-Spannung für Lithium- und Blei-Zellen und alle Entladeschluss-Spannungen in einem sicheren Bereich angepasst werden. Gegenüber dem ALC 8500 Expert wurden die Konfigurationsmöglichkeiten noch deutlich erweitert.

Die aktuelle Spannung des speisenden Kfz-Akkus wird natürlich angezeigt und eine Tiefentladung des Speiseakkus verhindert.

Eine weitere Besonderheit ist beim ALC 5000 Mobile die integrierte Echtzeituhr, die mit einer Lithium-Batterie gestützt wird und somit auch ohne Speiseakku arbeitet. Alle Speichervorgänge im Datenlogger erfolgen mit Datum und Uhrzeit.

Für den Test und das Einlaufen von Elektromotoren steht eine Motortester-Funktion zur Verfügung. Bei max. zulässigem Strom (10 A) kann die Spannung mit dem Inkrementalgeber zwischen 1 V und 8 V variiert werden.

Ein absolutes Highlight im Bereich der Bedienung ist das Akku-Ident-System. Die Daten des zu bearbeitenden Akkus müssen nicht mehr eingegeben oder aus der Datenbank gesucht werden, sondern

die Identifikation erfolgt berührungslos mit Hilfe von kleinen Passiv-Transponder-Chips, die direkt am Akku bzw. Akku-Pack angebracht werden. Da die vorgesehenen Transponder bei einem Durchmesser von 20 mm nur 0,5 mm dick sind, können diese leicht an einem Akku oder Akku-Pack angeklebt werden. Das Gewicht von nur 0,8 g ist dabei vernachlässigbar.

Für eine Super-Schnellladefunktion ist am ALC 5000 Mobile ein externer Temperatursensor anzuschließen, der an dem zu ladenden Akku befestigt wird. In Verbindung mit dem Temperatursensor besteht auch die Möglichkeit, extern einen Akku-Kühlventilator anzusteuern. Dieser sorgt dann für die erforderliche Luftkonvektion im Bereich des Akkus.

In Verbindung mit einer externen Zusatzhardware (Balancer mit Statusausgang) kann die Zellenspannung jeder einzelnen Zelle bei mehrzelligen Lithium-Akkus überwacht werden. Sobald eine Zelle den zulässigen Grenzwert überschreitet, kann der Ladestrom automatisch verringert werden, eine Pause zum „Balancieren“ der Zellen eingefügt werden oder der Ladevorgang mit einer entsprechenden Meldung beendet werden.

Für die Kommunikation mit einem PC ist eine USB-Schnittstelle an der Geräte-rückseite vorhanden.

Ein weiterer Sensor des ALC 5000 Mobile dient zur Erfassung der Umgebungstemperatur.

Bereits jetzt ist das ALC 5000 Mobile für zukünftige Erweiterungen vorbereitet. Über ein optionales Modul ist bei Lithium-Akku-Packs die Spannung jeder einzelnen Zelle erfassbar und eine entsprechende Steuerung des Ladevorganges möglich.

Anstelle der USB-Schnittstelle kann auch eine serielle Schnittstelle aktiviert werden, die zusätzliche externe Erweiterungen ermöglicht.

## Ladeverfahren, Lade-Ausgänge

Während des Ladevorgangs überwacht der Mikrocontroller den Spannungsverlauf an beiden Ladeanschlüssen, wobei zur Auswertung der Ladekurve mehrere aufeinanderfolgende Messwerte dienen.

Für bestmögliche Ladeergebnisse erfolgt eine ständige Überwachung der zum jeweiligen Akku-Typ gehörenden Ladekurve mit 14-Bit-Auflösung.

Besonders wichtig ist bei allen Akku-Technologien eine sichere Lade-Enderkennung. Diese wird bei NiCd- und NiMH-Akkus nach der zuverlässigen Methode der negativen Spannungsdifferenz am Ende der Ladekurve vorgenommen. Für ein ausgeprägtes  $\Delta U$  werden Ladeströme  $>0,5 C$  empfohlen. Wenn über mehrere Messzyklen am Akku eine Spannungsdifferenz

von wenigen mV nach unten registriert wird, schaltet der entsprechende Kanal auf Erhaltungsladung um. Bei NiMH-Akkus wird der gegenüber NiCd-Akkus flachere Kurvenverlauf der Ladekurve berücksichtigt.

Bei Blei-, Lithium-Ionen-, Lithium-Polymer- und Lithium-Eisen-Phosphat-Akkus erfolgt die Lade-Enderkennung nach der Strom-Spannungskurve.

Besonders bei Lithium-Akkus muss die Lade-Endspannung mit sehr hoher Genauigkeit überwacht werden.

Damit Übergangswiderstände an den Anschlussklemmen das Mess-Ergebnis nicht negativ beeinflussen, erfolgt die Messung der Akku-Spannung bei NiCd- und NiMH-Akkus im stromlosen Zustand.

Eine Frühabschaltung bei überlagerten oder tiefentladenen NiCd-, NiMH-Akkus wird durch eine zusätzliche Pre-Peak-Erkennung sicher verhindert. Bei tiefentladenen Akkus erfolgt zunächst eine Vorladung mit reduziertem Strom.

Für eine lange Akku-Lebensdauer stehen unterschiedliche Programme zur umfangreichen Akku-Pflege zur Verfügung. Natürlich können dabei beide Kanäle zur selben Zeit unterschiedliche Bearbeitungsprogramme ausführen.

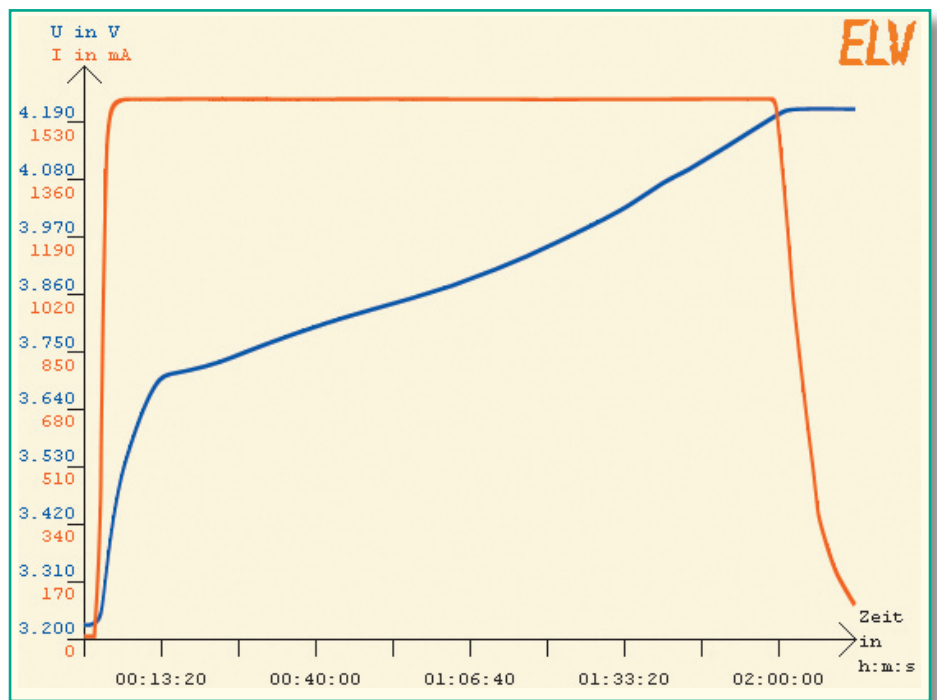
Zur Abfuhr der Verlustwärme im Entladebetrieb ist das ALC 5000 Mobile mit einem innenliegenden Kühlkörper-Lüfteraggregat ausgestattet, und eine ständige Temperatur-Überwachung an den Endstufen schützt das Ladegerät in jeder Situation vor Überlastung.

Ladekanal 1 ist mit einem leistungsfähigen DC-DC-Wandler ausgestattet, der Ladespannungen bis zu 30 V ermöglicht. Der max. Ausgangsstrom ist spannungsabhängig und beträgt bis zu 10 A. Dieser Kanal kann eine Ladeleistung von 120 VA liefern. Als Berechnungsgrundlage dient dabei nicht die Akku-Nennspannung, sondern es wird eine entsprechend höhere Spannung unter Lastbedingungen berücksichtigt.

Ein modernes Schaltregler-Konzept ermöglicht Ausgangsspannungen, die unterhalb oder oberhalb der Eingangsspannung liegen. Die Umschaltung vom Abwärts zum Aufwärtswandler oder umgekehrt erfolgt dabei vollkommen automatisch.

Der zweite Kanal kann Lade-/Entladeströme bis 2 A verarbeiten. Da hier ein Linearregler zum Einsatz kommt, liegt die max. Ladespannung grundsätzlich unterhalb der Eingangsspannung.

Eine Leuchtdiode über dem jeweiligen Ausgangsbuchsenpaar zeigt an, wenn der zugehörige Kanal aktiv arbeitet. Detaillierte Informationen über die Akku-Spannung, den Lade-/Entladesstrom, die Kapazität und die Bearbeitungsfunktionen liefert das hinterleuchtete Display. Des Weiteren stehen hier Datum, Uhrzeit und die Spannung des



**Bild 2: Ladekurve eines Lithium-Polymer-Akkus, aufgezeichnet mit der Software ChargeProfessional**

Speiseakkus zur Verfügung.

### Datenlogger des ALC 5000 Mobile

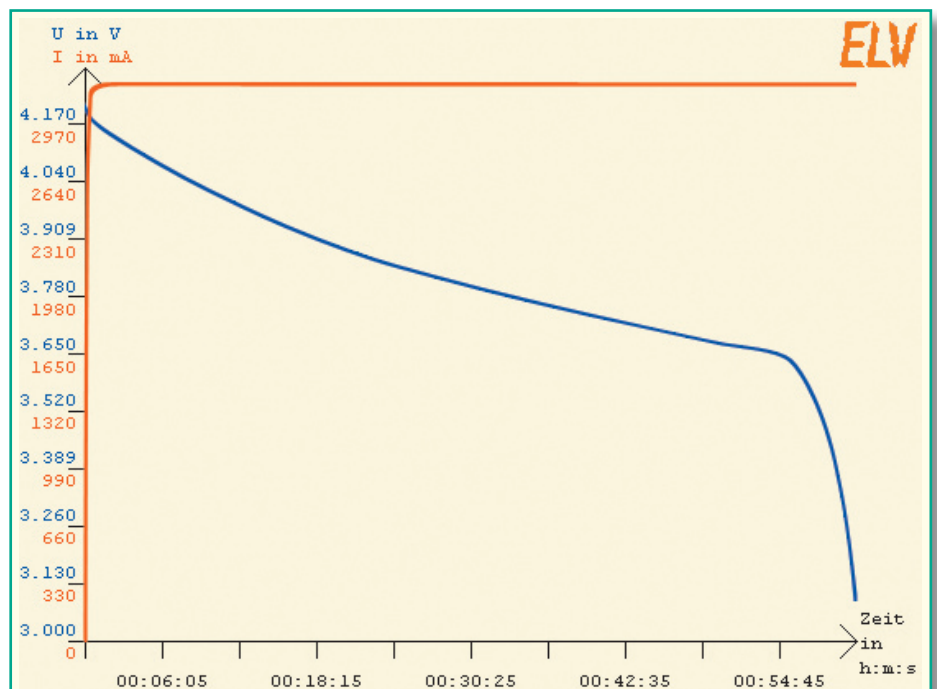
Der Datenlogger des ALC 5000 Mobile dient zur Aufzeichnung von kompletten Lade-Entlade-Kurvenverläufen, unabhängig vom Anschluss eines PCs, wobei auch die Speicherung von mehreren Bearbeitungszyklen und -vorgängen möglich ist.

Es können dabei beide Kanäle gleichzeitig aufgezeichnet werden, und dank

Flash-Speichertechnologie bleiben die Daten auch ohne Betriebsspannung erhalten.

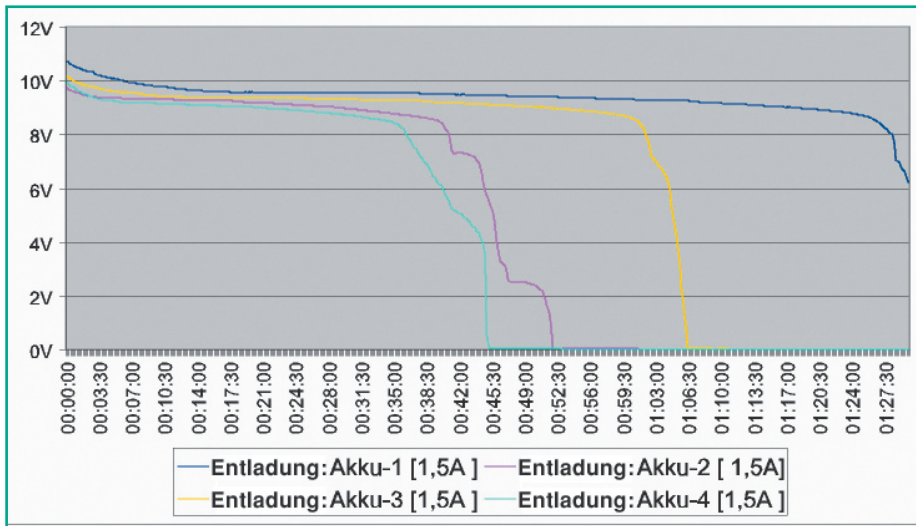
Bei jedem Datensatz werden neben den Spannungs- und Stromwerten auch das Datum, die Uhrzeit, die Akku-Nummer aus der Akku-Datenbank, der Akku-Typ, die Zellenzahl, die Nennkapazität und die Pausenzeit mit abgespeichert.

Die Übertragung der gespeicherten Daten zu einem PC kann zu einem beliebigen Zeitpunkt erfolgen. Durch Übergabe der



**Bild 3: Spannungsverlauf während der Entladung einer Lithium-Polymer-Zelle mit 3200 mA**





**Bild 4: Entladekurven von 4 unterschiedlichen 9,6-V-Akku-Packs bei gleichen Entladebedingungen**

Datensätze z. B. an Tabellenkalkulationsprogramme ist die Analyse des Akku-Lebens nach beliebigen Kriterien möglich.

Abbildung 1 zeigt das Startfenster der PC-Software Charge Professional, und in den Abbildungen 2 und 3 sind Kurvenverläufe eines Lithium-Akkus zu sehen.

## USB-Schnittstelle des ALC 5000 Mobile

An der Geräterückseite verfügt das ALC 5000 Mobile über eine USB-Schnittstelle, die zur Kommunikation mit einem PC dient. Die mit dem integrierten Datenlogger erfassten Lade- und Entlade-Kurvenverläufe können dann am PC weiterverarbeitet werden. Zum Speichern, Auswerten und Archivieren dient die komfortable PC-Software „Charge Professional“. Auch die komplette Bedienung und Steuerung des Gerätes ist über die USB-Schnittstelle möglich. Die Kommunikation mit dem PC kann anhand der Leuchtdioden (TX, RX) rechts und links neben der USB-Buchse an der Geräterückseite überprüft werden.

## Blei-Akku-Aktivator-Funktion

Das ALC 5000 Mobile verfügt über eine Blei-Akku-Aktivator-Funktion, die bei der Ladung von 12-V-Blei-Akkus an Kanal 1 zugeschaltet werden kann. Diese Funktion verhindert kristallisierte Sulfat-Ablagerungen an den Platten von Blei-Akkus, die über einen längeren Zeitraum nicht genutzt oder während des Betriebs nur mit geringen Strömen entladen werden.



**Bild 5: Spezial-Messleitungen mit federnd gelagerten Mess-Spitzen**

Die Nutzung dieser Funktion ist sinnvoll, wenn das Gerät mit einem geeigneten Netzteil als Heim-Ladestation eingesetzt wird.

Blei-Akkus sind so konzipiert, dass (bei entsprechender Pflege) durchaus eine Lebensdauer von 8 bis 10 Jahren erreicht werden kann. In der Praxis sieht es jedoch anders aus. Hier bleibt die durchschnittliche Lebensdauer oft weit unterhalb der Möglichkeiten, wobei es besonders häufig zum vorzeitigen Ausfall bei Blei-Akkus kommt, die nur saisonweise genutzt werden.

Viele Besitzer von Motorrädern, Booten und Aufsitzmähern kennen somit sicherlich das Problem, dass im Frühjahr bei der ersten Inbetriebnahme der teure Akku versagt und ersetzt werden muss.

Sulfatbildung ist zwar ein grundsätzlicher Effekt bei Blei-Akkus, jedoch besonders beim langsamen Entladen oder bei der Selbstentladung beginnen kristalline Sulfate die Bleiplatten zu bedecken. Je stärker nun der Plattenbelag wird, desto weniger Energie kann gespeichert und natürlich auch abgegeben werden. Sulfat-Ablagerungen sind der Hauptgrund für das vorzeitige Versagen von Blei-Akkus. Mit höherer Umgebungstemperatur steigt der Sulfat-Aufbau noch erheblich an.

Sobald das ALC 5000 Mobile beim Laden von Blei-Akkus in den Betriebszustand Erhaltungsladung geht, kann die Aktivator-Funktion auf Wunsch automatisch zugeschaltet werden.

Durch periodische Spitzenstromimpulse werden Sulfat-Ablagerungen an den Bleiplatten verhindert. Ja, selbst bestehende Sulfat-Ablagerungen werden gelöst und als aktive Schwefelmoleküle in die Akku-Flüssigkeit zurückgeführt.

Trotz der hohen Stromimpulse wird dem

Akku nur verhältnismäßig wenig Energie entnommen, da die Dauer des alle 30 Sek. auftretenden Entlade-Stromimpulses nur 100  $\mu$ s beträgt. Die Energieentnahme wird durch die Erhaltungsladung wieder ausgeglichen. Die BA-Funktion arbeitet bis zu 15 V Akku-Spannung.

Zur Funktionskontrolle wird der Entladeimpuls mit Hilfe einer Leuchtdiode auf der Frontplatte angezeigt. Die Leuchtdiode zeigt den tatsächlichen Stromfluss an und dient somit auch zur Schaltungsüberwachung. In Verbindung mit einem geeigneten Netzteil kann somit der Speiseakku in der Winterpause optimal gepflegt werden und ist dann fit für die nächste Saison.

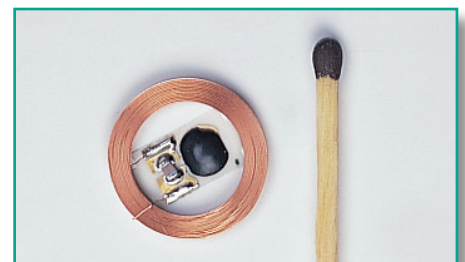
## Akku-Ri-Messfunktion des ALC 8500 Expert

Für die Qualitätsbeurteilung von Akkus ist neben der Kapazität der Innenwiderstand besonders wichtig. Besonders bei Hochstromanwendungen macht sich ein hoher Innenwiderstand negativ bemerkbar, d. h., wenn zu viel Spannung am Akku selbst abfällt und in Abwärme umgesetzt wird. Durch das Zusammenbrechen der Spannung unter Lastbedingungen erscheint der Akku bereits als leer, obwohl noch eine Menge Restenergie vorhanden sein kann.

Zum Ermitteln des Innenwiderstandes von Akkus und Akku-Packs müssen diese einen definierten Ladungszustand aufweisen. In der Regel sollten die Akkus zur Messung nahezu voll geladen sein. Besonders wichtig ist der gleiche Ladezustand, wenn ein Vergleich von verschiedenen Zellen erfolgen soll.

Treten bei einem Akku-Pack abrupte Spannungseinbrüche beim Entladevorgang auf, so ist dies eindeutig ein Indiz dafür, dass nicht alle Zellen die gleiche Kapazität haben bzw. eine oder mehrere Zellen bereits geschädigt sind. Während des weiteren Entladeverlaufs kann es dann zum Umpolen und somit zur weiteren Schädigung dieser Zelle kommen. Gut selektierte Zellen hingegen sorgen immer dafür, dass Akku-Packs eine hohe Zuverlässigkeit und insbesondere eine lange Lebensdauer haben.

Beim Zusammenstellen eines Akku-Packs sollten daher grundsätzlich keine unterschiedlichen Zellen und erst recht keine Zellen mit unterschiedlicher Kapazität



**Bild 6: Transponder im Größenvergleich**



verwendet werden. Je besser die Zellen selektiert sind, desto besser und langlebiger ist der Akku-Pack. Abbildung 4 zeigt den Spannungsverlauf an verschiedenen Akku-Packs, deren Zellen nicht alle optimal zusammengestellt sind.

In einem mit Akkus betriebenen System ist nicht nur der Innenwiderstand des Akkus für Spannungsverluste von der Zelle bzw. den Zellen zum Verbraucher verantwortlich. Hinzu kommen immer noch parasitäre Übergangswiderstände, hervorgerufen durch Leitungen und Steckverbindungen.

Bei Hochstromanwendungen lohnt es sich also immer, hier eine Optimierung vorzunehmen, indem auf unnötige Steckverbindungen verzichtet wird und möglichst kurze Leitungen mit großem Querschnitt verwendet werden. Steckverbinder sollten eine große Kontaktfläche aufweisen und einen festen Sitz haben.

Vom Prinzip her ist die Messung des Innenwiderstandes recht einfach. Der Akku wird mit einem hohen definierten Strom entladen und der Spannungsabfall gegenüber dem unbelasteten Zustand ermittelt. Die Spannungsdifferenz dividiert durch den Belastungsstrom ergibt dann den Innenwiderstand.

In der Praxis ist die Sache schon schwieriger. Zum einen handelt es sich um sehr geringe Spannungsdifferenzen im Millivoltbereich, und zum anderen muss das Gerät, zumindest kurzzeitig, hohe Entladeströme und die damit verbundenen Verlustleistungen verkraften. Hinzu kommt, dass aussagekräftige Ergebnisse nur dann zu erzielen sind, wenn die Spannungserfassung direkt am Akku erfolgt. Ansonsten würden Spannungsabfälle auf den Messleitungen das Ergebnis stark verfälschen.

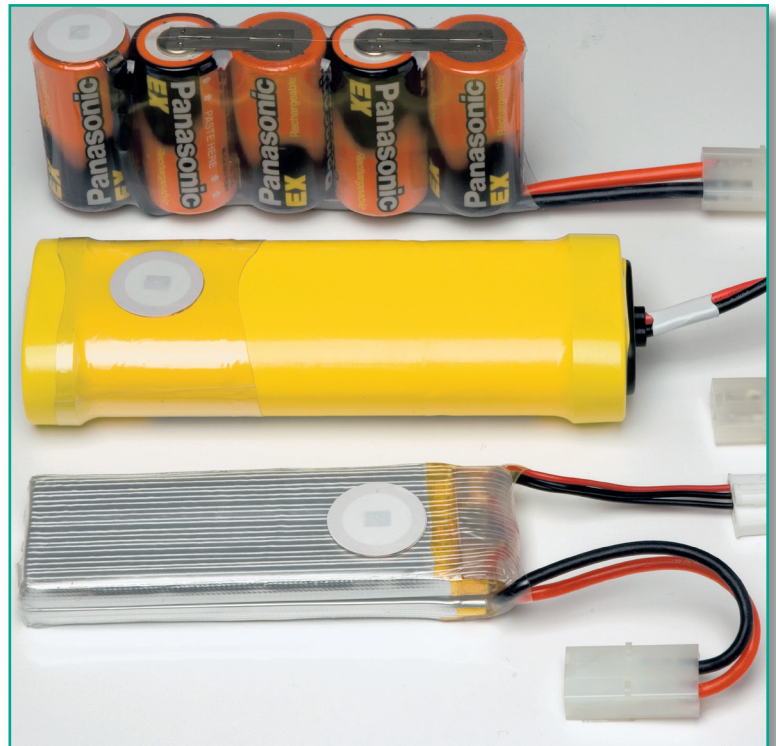
Um diese Forderungen zu erfüllen, werden Spezial-Messleitungen eingesetzt (optional), die jeweils über zwei federnd gelagerte Mess-Spitzen verfügen (Abbildung 5). Diese Mess-Spitzen stellen dann den sicheren Kontakt zu den Polkappen des Akkus bzw. zu den gewünschten Messpunkten her. Über den breiten Kontakt der Messleitungen fließt der Entlade-Stromimpuls, und der zweite Kontakt dient zur Messwerterfassung direkt an den Polkappen des Akkus.

Sollen die durch Leitungen und Steckverbinder entstehenden Verluste mit in die Messung einfließen, so sind einfach die Mess-Spitzen an die entsprechenden Punkte zu führen. Durch die federnde Lagerung der Prüfspitzen ist eine sichere Kontaktierung an allen vier Messpunkten recht einfach sicherzustellen.

### Transponder-Identifikations-System

Wie bereits erwähnt, kann die Akku-Identifizierung mit Passiv-Transpondern

**Bild 7:**  
So einfach kann der Transponder an verschiedene Akku-Packs angebracht werden.



erfolgen, die direkt am Akku bzw. Akku-Pack befestigt werden.

Passiv-Transponder sind Hybrid-Bau-elemente zur kontaktlosen Identifikation, bestehend aus einem Chip (Mikrocontroller mit Speicher), einer Antennenspule und einem Kondensator. Dank Miniaturbauweise sind Passiv-Transponder sehr flach und relativ einfach an einem Akku-Pack zu befestigen (z. B. Schrumpfschlauch). Abbildung 6 zeigt die Baugröße eines Passiv-Transponders im Vergleich zu einem Streichholz.

Die Beispiele in Abbildung 7 zeigen, wie einfach Passiv-Transponder an einem Akku-Pack angebracht werden können.

Passiv-Transponder nutzen ausschließlich die elektrische Energie aus dem elektrischen Feld der Lesespule, so dass keine Spannungsversorgung oder Batterie erforderlich ist. Die Lebensdauer ist somit nahezu unendlich.

Die Erfassung der Transponder-Daten erfolgt mit einer kleinen optionalen Leseinheit, die an die Rückseite des ALC 5000 Mobile anzuschließen ist.

Sobald der Transponder erfasst wurde, erfolgt automatisch die Einstellung der konfigurierten Akku-Daten.

Für den Akku-Nutzer ist die Sache sehr einfach, da er im Grunde genommen nicht einmal die Bedienung des ALC 5000 Mobile kennen muss. Einfach den Akku bzw. Akku-Pack an den Ladekanal anschließen, den Transponder erfassen, und der Akku ist eindeutig identifiziert.

Natürlich kann auch jeder beliebige Akku ohne Passiv-Transponder mit dem ALC 5000 Mobile bearbeitet werden. Ohne

Transponder erfolgt die komfortable Verwaltung des Akkus in der Akku-Datenbank. Die Identifizierung wird anhand eines vergebenen Akku-Namens (max. 9 Zeichen), der mit dem Drehimpulsgeber aus der Datenbank zu selektieren ist, vorgenommen. Darüber hinaus können auch Akkus geladen werden, die nicht in der Datenbank enthalten sind. Die Nenndaten dieser einmaligen Vorgänge werden nicht abgespeichert.

### Balancer-Status-Anschluss

An einer 2,5-mm-Klinkenbuchse ist eine Zusatzhardware anzuschließen, die bei Lithium-Akkus meldet, wenn einzelne Zellen voll geladen sind oder die Gefahr einer Überladung besteht. Das ALC 5000 Mobile kann auf den Zustand reagieren, indem der Ladestrom automatisch verringert oder eine Pause zum „Balancieren“ der Zellen eingefügt wird.

### Erweiterungsanschluss

Eine optional zu nutzende serielle Schnittstelle dient zum Anschluss von zukünftigen Erweiterungen. Mit einem rückseitigen Schiebeschalter besteht die Möglichkeit, zwischen der USB-Schnittstelle des Gerätes und der Erweiterungsschnittstelle umzuschalten.

### Bedienung

Dank der Menüführung und Auswahl der einzelnen Menü-Punkte mit dem Drehimpulsgeber (Inkrementalgeber) ist die Be-

dienung des ALC 5000 Mobile einfach und übersichtlich. Die Menüstruktur orientiert sich dabei am bewährten ALC 8500 Expert. Neben dem Drehimpulsgeber sind nur noch 3 Tasten zur Bedienung des Gerätes vorhanden.

Für die beiden Ladekanäle steht auf der Frontseite des Gerätes jeweils ein Buchsenpaar (Sicherheitsbuchsen) mit darüber angeordneter Status-LED zur Verfügung. Die jeweilige LED zeigt an, wenn der betreffende Kanal aktiv arbeitet. Eine weitere, Kanal 1 zugeordnete LED zeigt den Stromimpuls der Blei-Akku-Aktivator-Funktion an und eine links neben dem Display angeordnete Leuchtdiode signalisiert die Betriebsbereitschaft des Gerätes.

## Grundeinstellung

Nach Anliegen der Betriebsspannung führt das Gerät eine kurze Initialisierungsphase durch, wobei in der oberen Displayhälfte alle zur Verfügung stehenden Segmente angezeigt werden. In der unteren Displayhälfte (Grafikfeld) erfolgt während der Initialisierung die Anzeige ALC 5000 und die Versionsnummer der Firmware. Danach erfolgt automatisch die Anzeige des Hauptfensters auf dem Display.

## Hauptfenster

Beim Hauptfenster (Abbildung 8) werden in der oberen Displayhälfte Detailinformationen zu den beiden Ladekanälen wie Ladestrom, Akku-Spannung, Kapazität, Funktion usw. angezeigt. Die Auswahl des anzuzeigenden Ladekanals wird mit dem Drehimpulsgeber durch Drehen um eine Rastung nach rechts oder links vorgenommen.

In der unteren Displayhälfte befindet sich eine Übersicht über die beiden Kanäle. Die aktuell laufende Funktion wird anhand von eindeutigen Symbolen dargestellt, wodurch ein schneller Überblick verschafft wird.

Neben den Kanalinformationen werden hier zusätzliche Daten, wie die Spannung der Speisequelle (Kfz-Akku), Datum und Uhrzeit, oder die mit dem Akku-Temperatursensor sowie die mit den internen Temperatursensoren erfassten Temperaturwerte

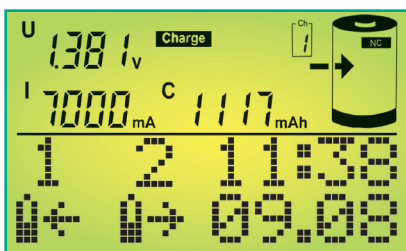


Bild 8: Das Hauptfenster des ALC 5000 Mobile

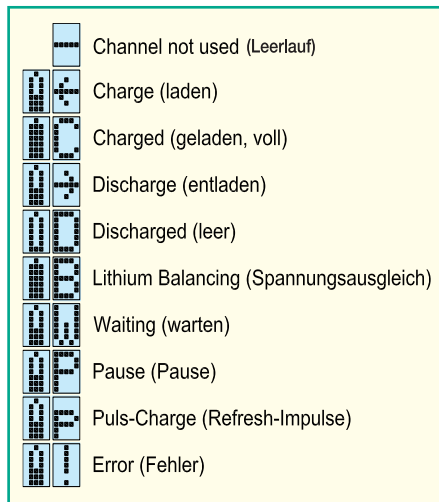


Bild 9: Im Grafikfeld zur Verfügung stehende Symbole und deren Bedeutung

dargestellt.

Eine alternierende Anzeige (automatischer Wechsel) von allen hier zur Verfügung stehenden Informationen (Eingangsspannung, Datum und Uhrzeit, Akku-Temperatur, Umgebungstemperatur und Kühlkörpertemperatur) ist auch konfigurierbar.

Die zur Verfügung stehenden Symbole zur aktuell laufenden Funktion sind in Abbildung 9 zu sehen.

## Kanalfenster

Beim Kanalfenster steht das gesamte Display für den jeweils ausgewählten Kanal zur Verfügung. Die Auswahl des darzustellenden Kanals erfolgt mit den Pfeiltasten unterhalb des Displays (Abbildung 10).

Nach Auswahl des Kanals erfolgt zunächst die Anzeige der aktuell laufenden Aktion im unteren Displaybereich.

Weitere Informationen sind dann mit dem Drehimpulsgeber aufzurufen.

Ausgehend von der Anzeige der aktuell laufenden Funktion gelangt man durch Drehen des Drehimpulsgebers um eine Rastung nach rechts zur Anzeige der programmierten Lade- und Entladeströme, und die Drehung um eine weitere Rastung führt zur Anzeige der noch erforderlichen und der bereits abgelaufenen Bearbeitungszeit (Abbildung 11). Beim Drehen des Drehim-

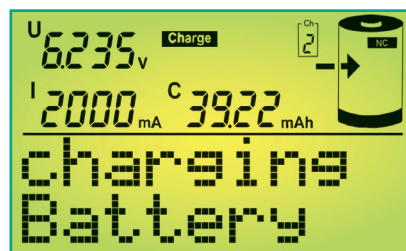


Bild 10: Das Kanalfenster des ALC 5000 Mobile

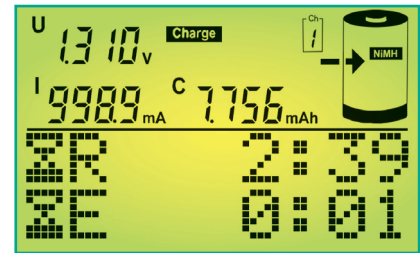


Bild 11: Zeitprognose (Kanal 1)

pulsgebers nach links erfolgt die Anzeige der zur Verfügung stehenden Informationen in umgekehrter Reihenfolge.

Bei Zeitangaben handelt es sich um eine ungefähre Zeitabschätzung, sofern eine Zeitprognose bei der gewählten Funktion überhaupt möglich ist.

Bei der Funktion Zyklen z. B. ist kei-

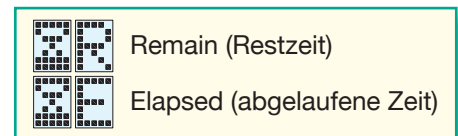


Bild 12: Symbole für die Zeitprognose

ne genaue Zeitprognose möglich, da nicht vorhergesagt werden kann, wie viele Lade-Entlade-Zyklen durchlaufen werden müssen, bevor der Akku die maximale Kapazität erreicht hat. Daher erfolgt hier erst eine Anzeige, wenn der letzte Zyklus erreicht ist. Abbildung 12 zeigt die zugehörigen Symbole. Bei nicht genutzten Kanälen wird im unteren Bereich des Displays „Channel not used“ angezeigt. In der oberen Displayhälfte stehen die Kanalinformationen wie im Hauptfenster zur Verfügung.

## Hauptmenü

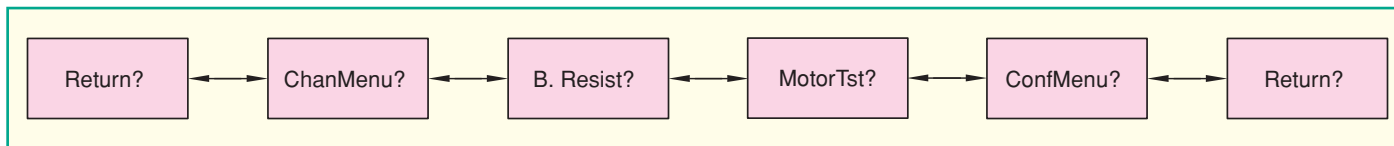
Vom Hauptfenster aus gelangt man durch eine kurze Betätigung der „OK/Menu“-Taste ins Hauptmenü des ALC 5000 Mobile (Abbildung 13).

Wahlweise mit den Pfeiltasten oder mit dem Drehimpulsgeber können die weiteren Menüs im Hauptmenü ausgewählt werden, oder durch eine Bestätigung mit „OK/Menu“ gelangt man ins Channel-Menü, wo die gewünschten Einstellungen und die Eingabe der Akku-Daten für die einzelnen Ladekanäle vorgenommen werden können. Ohne



Bild 13: Hauptmenü





**Bild 14: Menüpunkte im Hauptmenü des ALC 5000 Mobile**

Bestätigung mit „OK/Menu“ kann mit den Pfeiltasten oder mit dem Drehimpulsgeber die Auswahl der Untermenüs entsprechend Abbildung 14 erfolgen.

Im Untermenü „B. Resist.“ gelangt man zur Akku-Ri-Messfunktion des ALC 5000 Mobile, im Menü Motor-Test kann die Ausgangsspannung zwischen 0 V und 8 V eingestellt werden, um z. B. einen Motor zu überprüfen oder diesen einlaufen zu lassen. Im Config-Menü erfolgt die Konfiguration des Ladegerätes und der zu ladenden Akkus, und wird bei „Return“ die „OK“-Taste betätigt, gelangt man zurück zum Hauptfenster.

### Channel-Menü

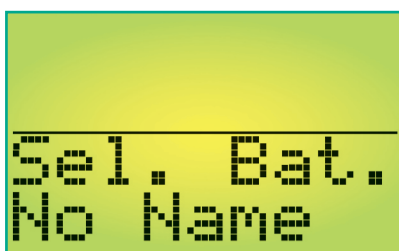
Wird vom Hauptfenster aus das Channel-Menü aufgerufen, muss zuerst die Ladekanal-Auswahl erfolgen, während man vom Kanalfenster aus direkt zur Dateneingabe bzw. Auswahl des gewünschten Akkus aus der Datenbank gelangt.

Bereits in der Datenbank des ALC 5000 Mobile erfasste Akkus können direkt ausgewählt werden. Bei der Konfiguration wird jeder Akku mit einem individuell zu vergebenden Namen (max. 9 Zeichen) gespeichert. Anhand des vergebenen Namens kann später die Auswahl des zu bearbeitenden Akkus erfolgen.

Bei noch nicht in der Datenbank enthaltenen Akkus oder bei einmalig zu bearbeitenden Akkus bzw. Akku-Packs müssen zuerst die Akku-Technologie, die Nennkapazität, die Nennspannung, die gewünschten Lade-/Entladeströme sowie die Pausenzeit zwischen den einzelnen Lade-/Entladevorgängen vorgegeben werden (Abbildung 15 bis Abbildung 20). Fest vorgegebene Laderaten erleichtern die Auswahl der Lade-/Entladeströme.

### Laderaten

**C/20:** Der Akku wird mit einem sehr geringen Strom geladen bzw. entladen,



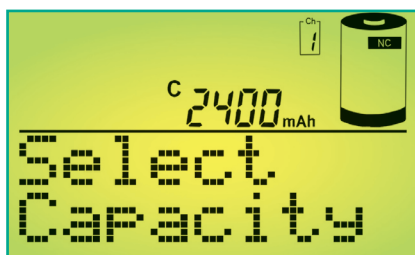
**Bild 15: Akku ist nicht in der Datenbank**



**Bild 16: Auswahl der Akku-Technologie**

der einem Zwanzigstel seiner Nennkapazität entspricht.

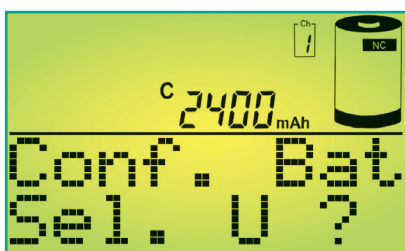
**C/10:** In dieser Einstellung wird der Akku mit einem Strom geladen bzw. entladen, der einem Zehntel seiner Nennkapazität entspricht. Unter Berücksichtigung eines Ladefaktors von 1,4 ist ein angeschlossener und völlig entladener NC- oder NiMH-Akku dann 14 Std. mit diesem Strom zu laden. Dieser Ladestrom wird von vielen Akku-Herstellern auch angegeben, da selbst eine län-



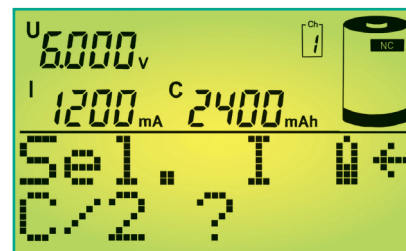
**Bild 17: Eingabe der Akku-Nenn-Kapazität**

gere Überladung gefahrlos möglich ist, auch wenn dies keinesfalls zur langen Lebensdauer des Energiespeichers beiträgt. Einfache, nur mit einem Vorwiderstand ausgestattete Ladegeräte liefern in der Regel ebenfalls einen Ladestrom von ca. C/10.

**C/5:** Ein angeschlossener Akku wird in dieser Einstellung mit einem Strom geladen bzw. entladen, der einem Fünftel des Zahlenwertes seiner Nennkapazität entspricht. Dieser auch als beschleunigtes Laden bezeichnete Ladestrom verkürzt die Ladezeit eines völlig entladenen Akkus auf rund 7 Std.



**Bild 18: Nennspannungsvorgabe**

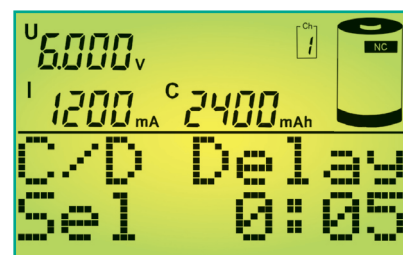


**Bild 19: Ladestromauswahl**

**C/3:** Der Akku wird mit einem Strom geladen bzw. entladen, der einem Drittel des Zahlenwertes seiner Nennkapazität entspricht.

**C/2:** Der Akku wird mit einem Strom geladen oder entladen, der der Hälfte des Zahlenwertes seiner Nennkapazität entspricht.

**1 C:** In dieser Einstellung, die auch als Schnellladung bezeichnet wird, erfolgt das Auf- oder Entladen des angeschlossenen



**Bild 20: Vorgabe der Lade-/Entlade-pause**

Akkus innerhalb von nur einer Stunde auf ca. 70 bis 90 % der Nennkapazität. Der Akku wird hierbei mit einem Strom beaufschlagt, der dem Zahlenwert seiner Nennkapazität entspricht.

**2 C:** Diese Laderate steht ausschließlich mit extern angeschlossener Temperatur-sensor zur Verfügung. Der Ladestrom entspricht dem doppelten Wert der Nennkapazitätsangabe.

**4 C:** Diese Laderate steht ausschließlich mit extern angeschlossener Temperatur-sensor zur Verfügung. Der Ladestrom entspricht dem 4fachen Wert der Nennkapazitätsangabe.

**direct:** Die Auswahl „direct“ ermöglicht sowohl beim Laden als auch beim Entladen die direkte Eingabe des Lade- und Entladestroms in der gleichen Weise wie bei der Kapazitätsvorgabe.

Nach Auswahl des gewünschten Akkus aus der Datenbank oder der Konfiguration eines neuen Akkus erfolgt die Auswahl der gewünschten Bearbeitungsfunktion. Insgesamt 9 verschiedene Bearbeitungspro-

gramme stehen beim ALC 5000 Mobile zur Verfügung.

### Akku-Datenerfassung über Passiv-Transponder

Besonders komfortabel und sicher kann die Auswahl des zu bearbeitenden Akkus mit Hilfe von Passiv-Transpondern (RFID) erfolgen. Dazu wird ein kleiner Passiv-Transponder-Chip direkt am Akku bzw. Akku-Pack befestigt. Die Transponder sind mit 20 mm Durchmesser und 0,5 mm Bauhöhe besonders handlich und das Gewicht ist mit 0,8 g nahezu vernachlässigbar (siehe Abbildung 7).

Anstatt den zu bearbeitenden Akku bei „Sel-Bat.“ aus der Datenbank auszuwählen, ist die optionale Leseinheit einfach in die Nähe des Akkus zu bringen (Abstand 1 bis 3 cm vom Transponder-Chip) und die Auswahl der zugehörigen Daten erfolgt vollkommen automatisch, ohne dass dabei die Gefahr einer Verwechslung besteht.

Besonders wenn mehrere Akkus, die sich nur durch eine Nummer unterscheiden und sonst identische Nenndaten aufweisen, in der Datenbank enthalten sind, besteht mit der Passiv-Transponder-Identifikation eine deutlich höhere Sicherheit. Der Anwender muss sich um die Akku-Daten und die Auswahl des richtigen Akkus nicht mehr kümmern. Nach der automatischen Selektion des Akkus ist nur noch die Bearbeitungsfunktion auszuwählen (Abbildung 21) und der Vorgang zu starten.

### Charge

In der Ladefunktion 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 „Charge“ wird der Ladevorgang über „Start“ aktiviert. Solange der angeschlossene Akku geladen wird, erfolgt die Anzeige des entsprechenden

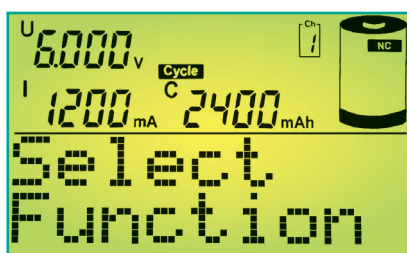


Bild 21: Auswahl der gewünschten Funktion

Symbols im Hauptfenster und die zugehörige Kanal-LED über dem zugehörigen Anschlussbuchsenpaar leuchtet. Wenn der Akku bzw. das Akku-Pack seine maximal speicherbare Kapazität erreicht hat, zeigt das Display im Hauptfenster das Symbol „charged“, und im Kanalfenster wird die Beendigung des Ladevorgangs als Text ausgegeben.

Die eingeladene Kapazität ist in der oberen Displayhälfte abzulesen.

Nun erfolgt eine zeitlich unbegrenzte Erhaltungsladung (signalisiert durch Blinken der Kanal-LED), um durch Selbstentladung entstehende Ladeverluste wieder auszugleichen. So darf der Akku für unbegrenzte Zeit am eingeschalteten Ladegerät angeschlossen bleiben.

### Discharge

In dieser Funktion erfolgt eine Entladung des angeschlossenen Akkus bis zur jeweils zugehörigen Entladeschluss-Spannung, und die aus dem Akku entnommene Kapazität wird auf dem Grafik-Display angezeigt.

### Discharge/Charge

Zuerst beginnt der Entladevorgang zur Vorentladung des angeschlossenen Akkus. Wenn der Akku die zugehörige Entladeschluss-Spannung erreicht hat, startet automatisch der Ladevorgang mit dem programmierten Ladestrom. Eine regelmäßige Vorentladung ist bei NC-Akkus zu empfehlen, da dadurch zuverlässig der Memory-Effekt verhindert werden kann.

Den Abschluss des Ladevorgangs bildet wieder die Funktion der Erhaltungsladung (Kanal-LED blinkt).

### Test

Die Funktion „Test“ dient zur Messung der Akku-Kapazität. Üblicherweise sollte die Messung der Akku-Kapazität unter Nennbedingungen durchgeführt werden, da die aus einem Akku entnehmbare Energiemenge unter anderem auch vom jeweiligen Entladestrom abhängt. Oft gilt bei NC-Zellen die Kapazitätsangabe bei einem Entladestrom, 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. Danach 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 Erhaltungsladung.

### Refresh

Die Auffrisch-Funktion ist in erster Linie für schadhafte Akkus vorgesehen, die

nach Durchlaufen dieses Programms meistens wieder für eine weitere Verwendung zur Verfügung stehen. Dies gilt besonders für tiefentladene und überlagerte Akkus, aber auch Akkus, die einen Zellenschluss aufweisen, sind danach häufig wieder zu nutzen.

Zuerst überprüft das Programm, ob eine Akku-Spannung vorhanden ist oder nicht und beaufschlagt den Akku nach einer Entladung mit starken Stromimpulsen. (Bei Akkus mit einem Zellenschluss ist die „Refresh“-Funktion an Kanal 1 am sinnvollsten durchzuführen, da hier höhere Impulsströme zur Verfügung stehen.) Danach führt das Gerät automatisch drei Lade-Entlade-Zyklen durch.

Der erste Ladezyklus wird dabei mit einem Strom durchgeführt, der 10 % der Nennkapazität vorgabe entspricht. Da die Ladekurve eines derart vorgeschädigten 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 Nennkapazität vorgabe wichtig.

Die beiden danach folgenden Ladezyklen werden mit den entsprechend C/2 Lade-/Entladeströmen durchgeführt, wobei die  $-\Delta U$ -Erkennung wieder aktiviert ist.

Nach Beendigung des letzten Ladevorgangs wird der Akku mit der Erhaltungsladung ständig im voll geladenen Zustand gehalten.

### Cycle

Akkus, die über einen längeren Zeitraum nicht genutzt wurden, sind meistens nicht in der Lage, die volle Kapazität zur Verfügung zu stellen. Die Funktion „Cycle“ (Regenerieren) dient nun in erster Linie zur Belebung von derartigen NC-/NiMH-Akkus. Das Programm führt automatisch so lange den Lade-Entlade-Zyklus mit dem vorgegebenen Lade- und Entladestrom durch, bis keine nennenswerte Kapazitätssteigerung mehr festzustellen ist.

Nach Ablauf des Programms wird die zuletzt eingeladene Kapazität auf dem Display angezeigt und die danach automatisch startende Erhaltungsladung gleicht Ladeverluste durch Selbstentladung automatisch aus.

### Forming

Neue Akkus erreichen nicht sofort mit dem ersten Ladezyklus die volle Leistungsfähigkeit.

Daher führt das Ladegerät eine konfigurierbare Anzahl von Lade-Entlade-Zyklen durch, um den Akku auf die maximale Kapazität zu bringen. Die Formierung von Akkus wird grundsätzlich mit reduziertem Strom durchgeführt, wobei die Laderaten C/10, C/5, C/3 und C/2 zur Verfügung stehen. Nach dem zweiten Ladevorgang wird



anstatt des Formierstromes mit den eingestellten Lade- und Entladeströmen gearbeitet, jedoch höchstens mit 1C.

### Maintain

Die Funktion „Maintain“ (Wartung) ist für alle Akkus vorgesehen, die längere Zeit nicht benutzt werden, deren Leistungsfähigkeit bei Gebrauch jedoch voll zur Verfügung stehen soll. In dieser Funktion werden NiMH- und NiCd-Akkus vollständig geladen, und durch Selbstentladung entstehende Ladeverluste werden wie bei der normalen Ladung durch die Erhaltungsladung ausgeglichen. Zusätzlich wird bei der Funktion „Maintain“ automatisch wöchentlich eine Entladung bis zur Entladeschluss-Spannung durchgeführt. Bei Blei-Akkus wird wöchentlich 10 % der Nennkapazität aus dem Akku entnommen und wieder nachgeladen. Dieses Verfahren bietet zusammen mit der Blei-Akku-Aktivator-Funktion des ALC 5000 Mobile beste Voraussetzungen, um eine Verhärtung und Passivierung der Bleiplatten zu verhindern. Natürlich wird bei der Entladung immer die vorgegebene Entladeschluss-Spannung berücksichtigt.

### Start des Bearbeitungsvorgangs und die Kapazitätsanzeige

Nach Auswahl des Akkus aus der Datenbank bzw. der Konfiguration eines neuen Akkus und Auswahl der Funktion kann der Bearbeitungsvorgang gestartet werden.

Während des Ladevorgangs wird die eingeladene Kapazität und während des Entladevorgangs die aus dem Akku entnommene Kapazität direkt auf dem Display angezeigt und fortlaufend aktualisiert. Nach Beendigung des Bearbeitungsvorgangs ist grundsätzlich die Kapazität der zuletzt durchgeführten Aktion auf dem Display abzulesen, also mit Ausnahme von Discharge immer die eingeladene Kapazität.

Um zum Beispiel bei der Funktion „Test“ die aus dem Akku entnommene Kapazität abzufragen, ist der gewünschte Kanal aus-

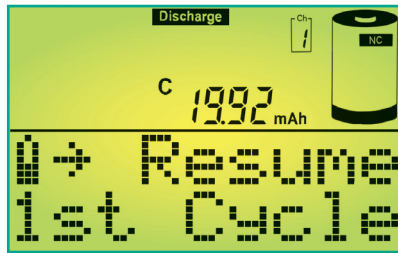


Bild 22: Anzeige der Entladekapazität

zuwählen und die Bearbeitungsfunktion zu stoppen.

Im Grafikfeld des Displays erscheint daraufhin die Anzeige „Resume?“. Nach der Bestätigung mit „OK/Menu“ wird die aus dem Akku entnommene Kapazität angezeigt (Abbildung 22).

Bei den Funktionen „Cycle“ und „Forming“ werden die beim ersten, beim zweiten und beim letzten Zyklus gemessenen Kapazitäten gespeichert. Diese können dann mit dem Drehimpulsgeber abgefragt werden.

Auch während des Betriebs ist die Abfrage der bereits gespeicherten Entladekapazitäten möglich.

### Datenlogger des ALC 5000 Mobile

Der Datenlogger des ALC 5000 Mobile dient zum Abspeichern der Messdaten von kompletten Bearbeitungsvorgängen, wobei zu jedem Datensatz auch das Datum und die Uhrzeit abgespeichert werden. Des Weiteren ist in jedem Datensatz neben den Messdaten die durchgeführte Funktion, die Akku-Nummer, der Akku-Typ, die Zellenzahl und die Nennkapazität enthalten. Als Messwerte erfasst werden die Akku-Spannung im stromlosen Zustand und der Lade-/Entladestrom, woraus sich die aufsummierte Kapazität ergibt. Zum Auslesen des Datenloggers dient die PC-Software „ChargeProfessional“, über die auch das ALC 5000 Mobile komplett gesteuert werden kann (Abbildung 23). Auch die Akku-

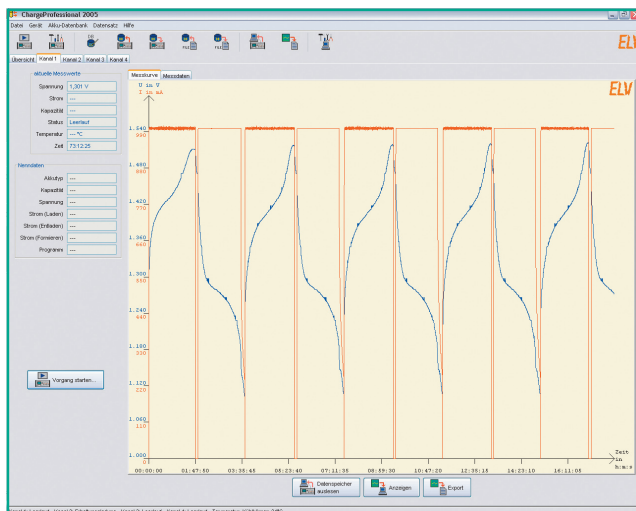


Bild 23: Die Software „ChargeProfessional“

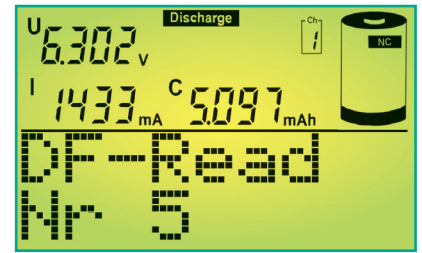


Bild 24: Auslesen des Data-Flash-Speichers

Datenbank des Gerätes ist mit Hilfe dieser Software schnell und einfach zu konfigurieren.

Neben dem Auslesen des Datenloggers über die USB-Schnittstelle besteht auch die Möglichkeit, die einzelnen Messwerte direkt auf dem Display des ALC 5000 Mobile anzuzeigen (Abbildung 24). Während im unteren Bereich des Displays DF-Read (Data Flash Read) und die Nummer des Messwertes angezeigt werden, ist im oberen Bereich des Displays die jeweils zum Messwert gehörende Akku-Spannung im stromlosen Zustand, der Lade- oder Entladestrom und die aufsummierte Kapazität abzulesen. Während mit dem Drehimpulsgeber jeder einzelne Messwert abzufragen ist, kann mit den Pfeiltasten in Hunderter-schritten geblättert werden.

Nach dem Verlassen des Menüs stehen die Speicherwerte auf dem Display nicht mehr zur Verfügung. Mit einem PC ist das Auslesen des Datenloggers über die USB-Schnittstelle natürlich weiterhin möglich.

Der Datenlogger des ALC 5000 Mobile arbeitet vom Prinzip als Ringspeicher und kann bis zu 10 Bearbeitungsvorgänge mit insgesamt 65.000 Messwerten aufnehmen. Sobald der Speicher voll ist, werden die ältesten Daten wieder überschrieben. Mit Hilfe der Software „ChargeProfessional“ kann auch der gesamte Speicher gelöscht werden.

### Akku-Innenwiderstands-Messfunktion (B. Resist.)

Das ALC 5000 Mobile ist, wie bereits erwähnt, mit einer Messfunktion zur Bestimmung des Akku-Innenwiderstandes ausgestattet (Abbildung 25).

Da es sich bei der Innenwiderstandsmessung um sehr kleine Widerstände handelt, sollte die Belastung des Akkus mit einem

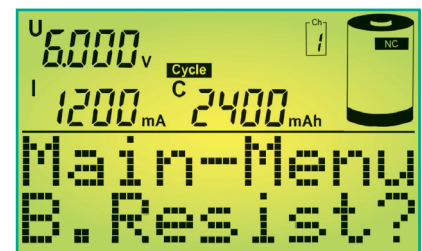


Bild 25: Akku-Ri-Messfunktion

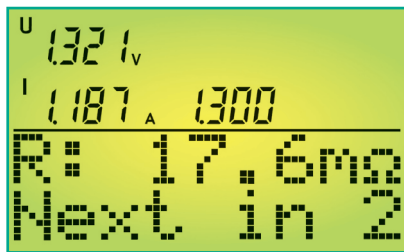


Bild 26: Hauptfenster der Ri-Messfunktion

möglichst hohen Strom erfolgen. Ein Dauerstrom würde aber eine hohe Verlustleistung hervorrufen und zudem den Prüfling stark entladen. Um dieses zu vermeiden, wird bei der Innenwiderstandsmessung mit Stromimpulsen gearbeitet. Der Impulsstrom ist beim ALC 5000 Mobile zwischen 1 A und 10 A einstellbar, wobei möglichst hohe Stromimpulse zu empfehlen sind, da sonst bei den üblicherweise geringen Innenwiderständen auch nur entsprechend geringe Spannungsabfälle zu registrieren sind. Geringe Stromimpulse sind ausschließlich bei Akkus sinnvoll, die keine hohen Impulsbelastungen verkraften. Aussagefähige Ergebnisse sind nur zu erreichen, wenn die Spannungserfassung direkt am Akku bzw. an den gewünschten Messstellen erfolgt.

Mit jedem Start dieser Funktion werden dann im 5-Sekunden-Raster 10 aufeinander folgende Messwerte erfasst und angezeigt. Neben dem gemessenen Innenwiderstand im unteren Grafikfeld des Displays werden in der oberen Displayhälfte die Spannung im unbelasteten Zustand, die Spannung im belasteten Zustand und der aktuell fließende Impulsstrom angezeigt.

Die zuletzt erfassten Messwerte bleiben nach der automatischen Beendigung der Messfunktion auf dem Display erhalten. Für weitere 10 Messwert-Erfassungen unter gleichen Bedingungen ist einfach die Taste „OK/Menu“ erneut zu betätigen.

Solange aktiv Messwerte erfasst werden, ist dies im unteren Bereich des Displays abzulesen (Countdown bis zum nächsten Messwert, Abbildung 26). Der Impulsstrom, mit dem der Prüfling belastet wird, ist in 500-mA-Schritten von 0 bis 10 A veränderbar.

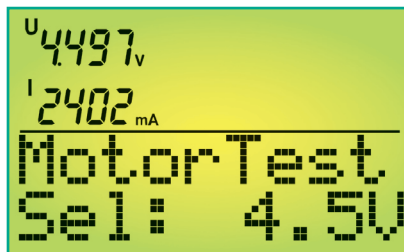


Bild 27: Motor-Test-Funktion

### Motor-Test

In der Funktion Motor-Test besteht die Möglichkeit, an Kanal 1 einen Elektromotor zum Testen oder Einlaufenlassen anzuschließen. Die Betriebsspannung kann dann von 1 V bis 8 V variiert werden (Abbildung 27), wobei der Maximalstrom auf 10 A begrenzt ist.

### Konfigurations-Menü

Das Konfigurationsmenü ist ein weiteres im Hauptmenü zur Verfügung stehendes Untermenü (Abbildung 28). Hier stehen dann die im Nachfolgenden beschriebenen Menüs zur Konfiguration des ALC 5000 Mobile und der in einer Datenbank abgelegten Akkus zur Verfügung.

Um ins Konfigurationsmenü zu gelangen, ist im „Main-Menu“ das Untermenü „Conf.-Menu“ auszuwählen und mit „OK/Menu“ zu bestätigen. Im Conf.-Menu stehen danach die in Abbildung 29 dargestellten Menüpunkte zur Verfügung.



Bild 28: Konfigurations-Menü

### Database

Zur besonders komfortablen Bedienung können die Nenndaten und Ladeparameter von Akkus, die häufiger bearbeitet werden

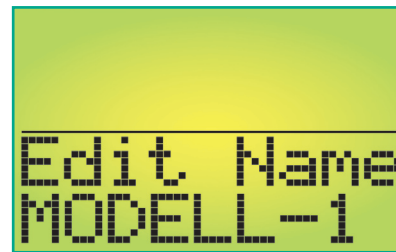


Bild 31: Akkunamen editieren

sollen, in der integrierten Datenbank des ALC 5000 Mobile gespeichert werden. Insgesamt kann die Datenbank bis zu 40 beliebige Akkus aufnehmen, wobei für jeden Akku ein beliebiger Name mit bis zu neun Zeichen vergeben werden kann. Die im Menü „Database“ zur Verfügung stehenden Menüpunkte sind in Abbildung 30 zu sehen.

### New Bat.

Im Menü „New Bat.“ können neue, noch nicht angelegte Akkus editiert und in der Datenbank gespeichert werden. Mit „OK/Menu“ gelangt man in das Menü, wo „Sel. Name“ ebenfalls zu bestätigen ist. Nun kann der gewünschte Name mit bis zu neun Zeichen vergeben werden. Das Zeichen wird dabei mit dem Drehimpulsgeber und die Stelle mit den Pfeiltasten ausgewählt (Abbildung 31). Nachdem der Name editiert ist, folgt die Bestätigung mit „OK/Menu“. Im nächsten Schritt ist dann der Akkutyp auszuwählen und zu bestätigen. Danach werden die Nennkapazität, die Nennspannung, der gewünschte Ladestrom, der gewünschte Entladestrom und die Pausenzeit, die ggf. zwischen den Lade-Entlade-Zyklen erfolgen soll, in der gleichen Weise editiert.

### Edit Bat.

In dieser Funktion können bereits in der Datenbank abgespeicherte Akkus beliebig editiert werden. Die Eingaben erfolgen hier in der gleichen Art und Weise wie beim Anlegen von neuen Akkus.

Erst wenn automatisch „Return“ angezeigt wird oder durch Drehen des Drehimpulsgebers nach rechts hierauf gewechselt werden kann, sind die Eingaben vollständig abgeschlossen und werden gespeichert. Ohne vollständige Eingaben wird der Akku aus der Datenbank gelöscht.

### Del. Bat.

Diese Funktion dient zum Löschen von Akkus, die in der Datenbank gespeichert sind und nicht mehr benötigt werden. Nach Aufruf der Datenbank ist der zu löschende Akku mit dem Drehimpulsgeber oder den Pfeiltasten auszuwählen. Mit der Bestätigung („OK/Menu“-Taste) wird dann der Akku aus der Datenbank gelöscht.

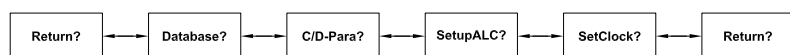


Bild 29: Menüpunkte im Conf.-Menü

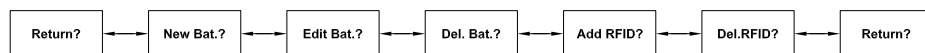


Bild 30: Menüpunkte im Menü „Database“



Bild 32: Bereit zum Erfassen des Passiv-Transponders



Bild 33: Passiv-Transponder wurde erfasst

### Add RFID?

In dieser Funktion kann zu jedem beliebigen Akku, dessen Parameter in der Datenbank abgelegt sind, ein Passiv-Transponder zugeordnet werden. Nach Bestätigung mit „OK/Menü“ erfolgt die Auswahl des gewünschten Akkus mit Hilfe der Pfeiltasten oder mit dem Drehimpulsgeber. Danach ist erneut die „OK/Menü“-Taste zu betätigen und es erscheint im Display die in Abbildung 32 dargestellte Anzeige. Zur Transpondererfassung ist nur noch die Leseinheit in die Nähe des zugeordneten Passivtransponders zu bringen. Die Erfassung des Transponders wird wie in Abbildung 33 gezeigt, bestätigt.

### Del RFID?

Nach der Bestätigung mit „OK/Menü“ ist der gewünschte Akku, dessen Transponder aus der Datenbank gelöscht werden soll, auszuwählen. Eine weitere Bestätigung führt dann zum Löschen des ausgewählten Transponders (Abbildung 34).

### Return

Um in das Conf.-Menu zurückzukehren, ist „Return“ mit „OK/Menü“ zu bestätigen.



Bild 34: Passiv-Transponder wurde gelöscht

Tabelle 1: Einstellmöglichkeiten im Menü C/D-Parameter	
NC ?	Entladeschluss-Spannung für NC-Akkus; einstellbar im Bereich von 0,8 V bis 1,1 V in 10-mV-Schritten
NiMH ?	Entladeschluss-Spannung für NiMH-Akkus; einstellbar im Bereich von 0,8 V bis 1,1 V in 10-mV-Schritten
Li-Ion ?	Entladeschluss-Spannung für Lithium-Ionen-Akkus; einstellbar im Bereich von 2,7 V bis 3,1 V in 10-mV-Schritten
LiPo ?	Entladeschluss-Spannung für Lithium-Polymer-Akkus; einstellbar im Bereich von 2,7 V bis 3,2 V in 10-mV-Schritten
LiFePO4 ?	Entladeschluss-Spannung für Lithium-Eisen-Phosphat-Akkus; einstellbar im Bereich von 1,8 V bis 3,0 V in 10-mV-Schritten
Pb ?	Entladeschluss-Spannung für Blei-Akkus; einstellbar im Bereich von 1,7 V bis 2,0 V in 10-mV-Schritten
Input ?	Entladeschluss-Spannung für (Kfz-)Speise-Akkus; einstellbar im Bereich von 10 V bis 12,2 V in 100-mV-Schritten
Li-Ion ?	Ladeschluss-Spannung für Lithium-Ionen-Akkus; einstellbar im Bereich von 3,9 V bis 4,1 V in 10-mV-Schritten
LiPo ?	Ladeschluss-Spannung für Lithium-Polymer-Akkus; einstellbar im Bereich von 4,0 V bis 4,2 V in 10-mV-Schritten
LiFePO4 ?	Ladeschluss-Spannung für Lithium-Eisen-Phosphat-Akkus; einstellbar im Bereich von 3,4 V bis 3,8 V in 10-mV-Schritten
Pb ?	Ladeschluss-Spannung für Blei-Akkus; einstellbar im Bereich von 2,25 V bis 2,50 V in 10-mV-Schritten
LiIon ?	Nachladeschwelle für Lithium-Ionen Akkus; einstellbar im Bereich von 3,85 V bis 4,05 V in 10-mV-Schritten
LiPo ?	Nachladeschwelle für Lithium-Ionen Akkus; einstellbar im Bereich von 3,95 V bis 4,15 V in 10-mV-Schritten
LiFePO4 ?	Nachladeschwelle für Lithium-Eisen-Phosphat-Akkus; einstellbar im Bereich von 3,25 V bis 3,65 V in 10-mV-Schritten
Pb ?	Nachladeschwelle für Blei-Akkus; einstellbar im Bereich von 2,20 V bis 2,28 V in 10-mV-Schritten
-ΔU NC ?	-ΔU – Schwelle für NC-Akkus; einstellbar von 0,15 % bis 1 % in 0,01%-Schritten
-ΔU NiMH ?	-ΔU – Schwelle für NiMH-Akkus; einstellbar von 0,10 % bis 0,40 % in 0,01%-Schritten
CyCy NC ?	maximale Zyklenzahl in der Funktion „Cycle“ für NC-Akkus; einstellbar von 2–0
CyCy NiMH ?	maximale Zyklenzahl in der Funktion „Cycle“ für NiMH-Akkus; einstellbar von 2–20
CyCF NC ?	maximale Zyklenzahl in der Funktion „Forming“ für NC-Akkus; einstellbar von 2–20
CyCF NiMH ?	maximale Zyklenzahl in der Funktion „Forming“ für NiMH-Akkus; einstellbar von 2–20
Restore ?	für alle Parameter werden Standardwerte übernommen (Werkseinstellung)
Return	das Menü C/D-Parameter wird verlassen

Tabelle 2: Einstellmöglichkeiten im Menü Setup ALC	
Illumination	Einschaltdauer der Display-Hinterleuchtung nach der letzten Bedienung; Möglichkeiten: Dauerhaft Ein, Dauerhaft Aus, 1 Min., 5 Min., 10 Min., 30 Min. und 60 Min.
Contrast	Displaykontrast, einstellbar in 16 Stufen
Alarm Beep	ein akustisches Quittungssignal bei Alarmmeldungen kann wahlweise aktiviert oder deaktiviert werden
Button Beep	wenn diese Funktion aktiviert ist, erfolgt bei jeder Bedienung (Tasten oder Drehimpulsgeber) ein akustisches Quittungssignal
Display Mode	im Display Mode kann festgelegt werden, welche Informationen im Hauptfenster alternierend (automatischer Wechsel) dargestellt werden
Clock Dev.	die Genauigkeit der Echtzeituhr wird in diesem Menü mit einem Korrekturwert in Sekunden, bezogen auf 96 Std. (4 Tage), abgeglichen
Return	das ALC-Setup-Menü wird verlassen

### C/D-Para

Die Konfiguration der Lade-/Entladeparameter erfolgt im Menü „C/D-Para“ (Abbildung 35). Neben den Entladeschlussspannungen für die verschiedenen Akkutechnologien kann hier auch die maximale Entladegrenze des Speiseakkus eingestellt werden (Abbildung 36). Für Lithium-Ionen, Lithium-Polymer, Lithium-Eisen-Phosphat und Bleiakkus kann auch die Ladeschlussspannung und die Nachladegrenze editiert werden. Die einzelnen Parameter sind nur innerhalb von zulässigen Grenzen veränderbar, so dass durch falsche

Parametervorgaben kein Sicherheitsrisiko entstehen kann.



Bild 35: Lade-/Entladeparameter konfigurieren



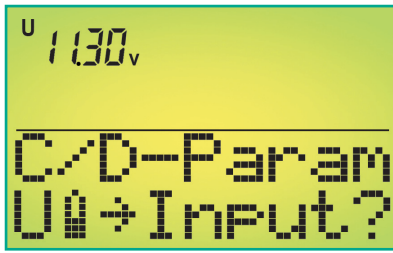


Bild 36: Einstellung der Entladegrenze des Speiseakkus

Abbildung 37 zeigt die im Menü „C/D-Para“ zur Verfügung stehenden Menüpunkte, die auch hier mit dem Drehimpulsgeber oder den Pfeiltasten auszuwählen sind. Nach Bestätigung mit „OK/Menu“ kann die Einstellung innerhalb der zur Verfügung stehenden Einstellgrenzen erfolgen, wobei die in Tabelle 1 aufgeführten Parameter veränderbar sind.

**Setup ALC**

Ein weiteres Untermenü im Konfigurationsmenü des ALC 5000 Mobile ist „Setup ALC“. Nach einer Bestätigung mit „OK/Menu“ stehen die in Tabelle 2 dargestellten Menüpunkte zur Verfügung.

**illuminat.**

In diesem Menü (Abbildung 38) wird vorgegeben, wie lange die Displayhinterleuchtung nach der letzten Betätigung der Bedienelemente (Tasten, Drehimpulsgeber) aktiv bleiben soll. Zur Verfügung stehen die Zeiten: 1 Min., 5 Min., 10 Min., 30 Min., 60 Min. sowie Ein und Aus. Des Weiteren besteht die Möglichkeit, die Hinterleuchtung dauerhaft ein- oder auszuschalten.

**Contrast**

Bei Aufruf dieses Menüs kann der Displaykontrast in 16 Stufen (Abbildung 39)

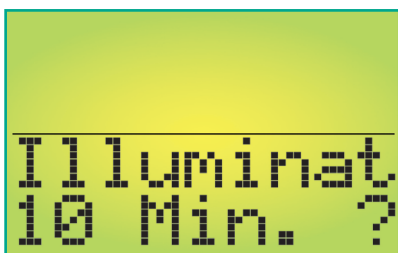


Bild 38: Zeiteinstellung für Displayhinterleuchtung



Bild 39: Einstellung des Displaykontrastes

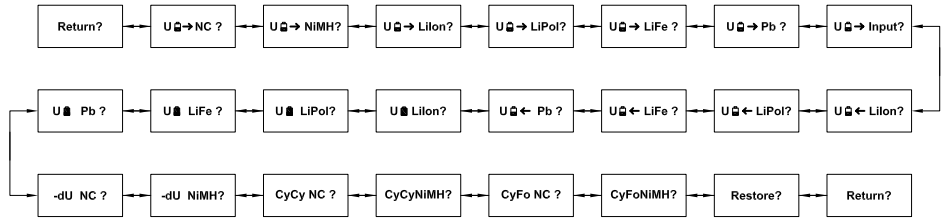


Bild 37: Menüpunkte im Menü „C/D-Para“

eingestellt und abgespeichert werden.

**Al. Beep**

Das ALC 5000 Mobile ist mit einem akustischen Signalgeber ausgestattet, der beim Überschreiten von Grenzwerten, im Fehlerfall und nach Beendigung von verschiedenen Funktionen unterschiedliche Alarmsignale abgibt. Über diesen Menüpunkt kann die Funktion des Signalgebers ein- und ausgeschaltet werden.

**But. Beep**

Wenn die Funktion „Button Beep“ aktiviert ist, wird bei jeder Tastenbetätigung und beim Drehen des Drehimpulsgebers (Inkrementalgeber) ein kurzes akustisches Quittungssignal abgegeben.

**Disp Mode?**

Im Displaymode (Abbildung 40) kann ausgewählt werden, welche Zusatzfunktionen im Hauptfenster des ALC 5000 Mobile im automatischen Wechsel angezeigt werden sollen. Nach der Bestätigung mit „OK/Menu“ kann mit den Pfeiltasten die Funktion ausgewählt werden und mit dem Drehimpulsgeber erfolgt die Aktivierung bzw. Deaktivierung. Folgende Anzeigen sind im automatischen Wechsel möglich:



Bild 40: Auswahl der Anzeigefunktion im automatischen Wechsel

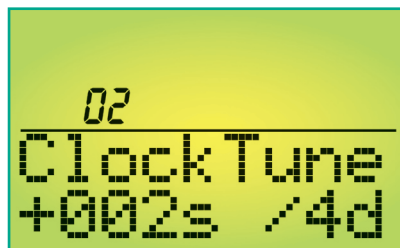


Bild 41: Softwaremäßiger Abgleich der Echtzeit-Uhr

- Uin = Spannung des Speiseakkus
- Clock = Uhrzeit und Datum
- Tamb = Umgebungstemperatur
- Tbat = Akku-Temperatur
- Ths = Kühlkörpertemperatur

**Clock Dev?**

Die Genauigkeit der Echtzeituhr ist softwaremäßig abgleichbar (Abbildung 41). Eingegeben wird dabei, um wieviel Sekunden die Uhr innerhalb von vier Tagen langsamer oder schneller laufen soll.

Der obere Zahlenwert gibt die Veränderung gegenüber dem Standardwert (Null) an, während in der unteren Zeile die Veränderung gegenüber dem letzten Einstellwert angezeigt wird.

**Lade- und Entladekapazitätsanzeige**

Während des Ladevorgangs wird die eingeladene Kapazität und während des Entladevorgangs die aus dem Akku entnommene Kapazität direkt auf dem Display angezeigt und fortlaufend aktualisiert. Nach Beendigung des Bearbeitungsvorgangs ist grundsätzlich die Kapazität der zuletzt durchgeführten Aktion auf dem Display abzulesen, also mit Ausnahme von Discharge immer die eingeladene Kapazität.

Um zum Beispiel bei der Funktion „Test“ die aus dem Akku entnommene Kapazität abzufragen, ist der gewünschte Kanal auszuwählen und die Funktion im „Chan-Menu“ zu stoppen.

Im Grafikfeld des Displays erscheint daraufhin die Anzeige „Resume?“. Nach der Bestätigung mit „OK/Menu“ wird die aus dem Akku entnommene Kapazität angezeigt (Abbildung 42).

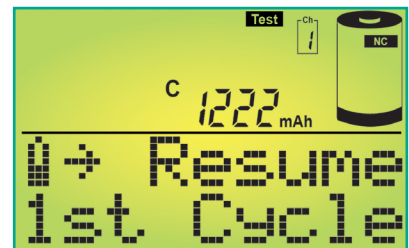
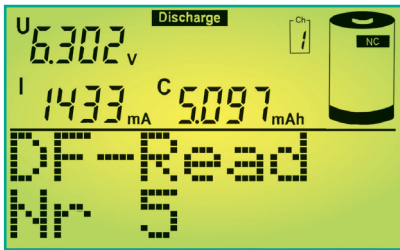


Bild 42: Anzeige der Entladekapazität





**Bild 43: Auslesen des Data-Flash-Speichers**

Bei den Funktionen „Cycle“ und „Forming“ werden die beim ersten, beim zweiten und beim letzten Zyklus gemessenen Kapazitäten gespeichert. Diese können dann mit dem Drehimpulsgeber abgefragt werden.

Auch während des Betriebs ist die Abfrage der bereits gespeicherten Entladekapazitäten möglich. Dazu ist der gewünschte Kanal auszuwählen, und wenn im Channel-Menü „Stop?“ angezeigt wird, ist die Pfeiltaste nach rechts oder der Drehimpulsgeber eine Rastung nach rechts zu drehen. Nach der Bestätigung von „Resume?“ mit „OK/Menu“ wird die aus dem Akku entnommene Kapazität angezeigt. Bei den Funktionen „Cycle“ und „Forming“ können auch jetzt mit dem Drehimpulsgeber die weiteren Entladekapazitäten zur Anzeige gebracht werden.

### Datenlogger am Display auslesen

Zum komfortablen Auslesen des Datenloggers steht die PC-Software „Charge Professional“ zur Verfügung. Die Daten des zuletzt abgespeicherten Bearbeitungsvorgangs können aber auch direkt auf dem Display zur Anzeige gebracht werden.

Nach Beendigung des Bearbeitungsvorgangs steht dazu neben „Resume?“ zur Anzeige der Entladekapazitäten die Funktion „DF-Read?“ (Dataflash read) zur Verfügung.

Nach der Bestätigung mit „OK/Menu“ können die einzelnen Messwerte zur Anzeige gebracht werden. Im oberen Bereich des Displays werden dabei zu jedem Messwert die Akkuspannung, der Strom und die bis dahin ermittelte Kapazität angezeigt. Während mit dem Drehimpulsgeber jeder einzelne Messwert abzufragen ist, kann mit den Pfeiltasten in Hunderterschritten geblättert werden (Abbildung 43). Auch während der Entlade-/Ladepause erfolgt die Datenaufzeichnung im 5-Sekunden-Raster. Da während der Pausen keine Stromwerte vorhanden sind, erfolgt hier eine Kennzeichnung mit „P“. Fehlende Messwerte werden grundsätzlich mit „M“ gekennzeichnet.

Nach dem Verlassen des Menüs stehen die Speicherwerte auf dem Display nicht mehr zur Verfügung. Das Auslesen kann

aber weiterhin über die PC-Software „Charge Professional“ erfolgen.

### Datenlogger über die USB-Schnittstelle auslesen

Das Auslesen des Datenloggers mit Hilfe eines PCs erfolgt über die rückseitige USB-Schnittstelle, wozu, wie bereits erwähnt, die Software „Charge Professional“ zur Verfügung steht.

Nach der Beendigung des Bearbeitungsvorgangs und dem Stopp bleiben die Daten auch bei ausgeschaltetem Gerät unbegrenzt im Dataflash erhalten. Für den Datenerhalt ist es aber unbedingt wichtig, dass, solange noch nicht der Zustand „Erhaltungsladung“ erreicht ist, die Funktion vor dem Ausschalten des Geräts gestoppt wird. Andernfalls würden bei erneutem Einschalten des Gerätes die Daten verworfen werden und der Bearbeitungsvorgang neu starten. Die bisher gespeicherten Daten gehen dann verloren (Verhalten wie bei Spannungsausfall).

Nach der Beendigung der Funktion bzw. dem Erreichen des Zustandes „Erhaltungsladung“ kann das Gerät zum Auslesen des Datenloggers problemlos (zum Beispiel zu einem PC in einem anderen Raum) transportiert werden.

### RFID

Die mit RFID gekennzeichnete Western-Modularbuchse an der Geräterückseite dient zum Anschluss der optionalen Transponder-Leseinheit. Die Leseinheit wird automatisch erkannt und ist sofort nach dem Anschluss sofort einsatzbereit.

### Channel 1 Temperature Sensor

Der externe Temperatursensor dient zur Abfrage der Akkutemperatur und ist Kanal 1 zugeordnet. Zur einwandfreien Funktion ist unbedingt ein guter thermischer Kontakt zum Akku herzustellen.

### External Fan

Die mit External Fan bezeichnete 3,5-mm-Klinkenbuchse dient dem Anschluss eines 12-V-Akku-Kühl Lüfters mit max. 500 mA Stromaufnahme. In Abhängigkeit von der Akkutemperatur wird der Lüfter mit einem PWM-Signal in der Drehzahl gesteuert. Der Anschluss und das Abziehen des Klinkensteckers darf nicht während des Bearbeitungsvorganges erfolgen.

### Status

Die mit Status bezeichnete 2,5-mm-Klinkenbuchse an der Geräterückseite dient zur Statusabfrage eines externen Li-

thium-Balancers. Sobald es zur Überladung einzelner Lithiumzellen kommt, meldet der Balancer dies über den Statusausgang zum ALC 5000 Mobile. Zum Ausbalancieren der Zellen fügt das ALC 5000 Mobile dann eine Ladepause ein.

### Serial Interface

Das an einer Western-Modularbuchse alternativ zum USB-Modul zur Verfügung stehende serielle Interface ist für zukünftige Erweiterungen vorgesehen.

### Blockschaltbild

Außergewöhnliche Leistungsmerkmale und eine große Funktionsvielfalt erfordern einen entsprechenden Schaltungsaufwand. Einen Überblick über die funktionellen Zusammenhänge der einzelnen Baugruppen verdeutlicht am besten ein Blockschaltbild (Abbildung 44).

Für viele ELV-Leser wird anhand des Blockschaltbildes sowie der Schaltbilder der einzelnen Baugruppen die „Verwandtschaft“ zum ALC 8500 Expert deutlich erkennbar sein. Die wesentlichsten Unterschiede bestehen bei der Lade-/Entlade-Endstufe 1, wo ein spezieller Step-up/Step-down-Schaltregler zum Einsatz kommt.

Doch nun zurück zum Blockschaltbild, wo das zentrale Bauelement des ALC 5000 Mobile der 8-Bit-AVR-Mikrocontroller mit RISC-Architektur und vielen Sonderfunktionen ist. Ein besonderes Leistungsmerkmal ist der im System programmierbare 128-KBit-Flash-Speicher. Dadurch ist das ALC 5000 Mobile für die Zukunft gerüstet, da spätere Firmware-Updates und -Upgrades kein Problem sind. Zukünftige Akku-Systeme oder -Erweiterungen können ohne Hardware-Änderungen implementiert werden.

Der zentrale Mikrocontroller kommuniziert mit einem weiteren Mikrocontroller (im Blockschaltbild oben), der für die Ansteuerung des Grafik-Displays und alle weiteren Anzeigeaufgaben zuständig ist.

Im Blockschaltbild links oben neben dem Haupt-Mikrocontroller ist ein Daten-Flash-Speicher eingezeichnet, der für die Datenloggerfunktion des ALCs zuständig ist. Hier können komplette Lade-/Entlade-Kurvenverläufe gespeichert werden, die auch nach dem Abschalten der Betriebsspannung erhalten bleiben.

Darunter befinden sich die Funktionsblöcke Inkrementalgeber (Drehimpulsgeber) und Bedientasten. Diese Komponenten sind direkt mit den entsprechenden Port-Pins des zentralen Mikrocontrollers verbunden. Der Drehimpulsgeber, in Verbindung mit der Menüsteuerung, sorgt für einen besonders hohen Bedienungskomfort.

Ein „Highlight“ des ALC 5000 Mobile

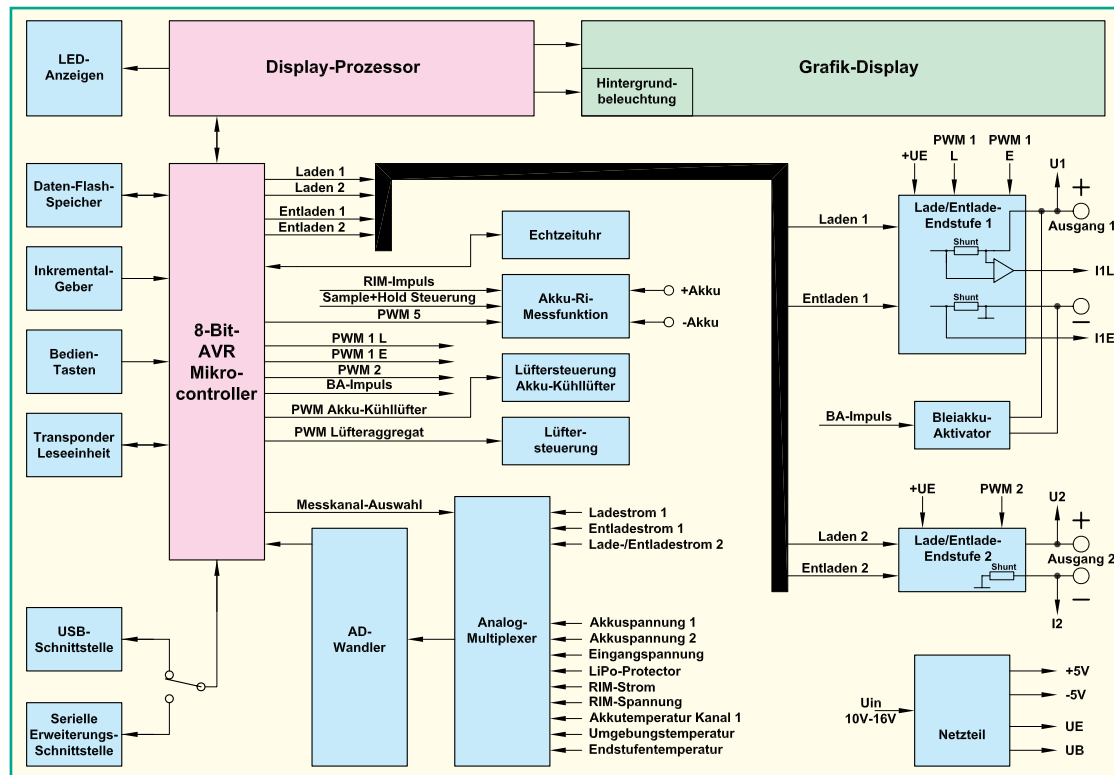


Bild 44: Blockschaltbild des ALC 5000 Mobile

ist die Akku-Identifizierung mit Hilfe von Passiv-Transpondern, die direkt am Akku bzw. Akku-Pack befestigt werden. Die im Blockschaltbild unterhalb der Bedientasten eingezeichnete Transponder-Leseeinheit ist optional und wird über eine sechspolige Westernmodular-Steckverbindung mit dem ALC 5000 Mobile verbunden.

Die USB-Schnittstelle (Block unterhalb der Transponder-Leseeinheit) dient zur Kommunikation mit einem externen PC. Zur Signalumsetzung ist auf dem USB-Modul ein spezieller Chip vorhanden, der wiederum über Optokoppler (zur galvanischen Trennung) mit den entsprechenden Port-Pins des Mikrocontrollers verbunden ist.

Zukünftige Erweiterungen können an einer seriellen Schnittstelle angeschlossen werden, die an einer vierpoligen Westernmodular-Buchse zur Verfügung steht. Mit einem rückseitigen Umschalter kann zwischen der seriellen Schnittstelle für die Erweiterungen und der USB-Schnittstelle zur Kommunikation mit einem PC umgeschaltet werden.

Eine der wesentlichen Aufgaben des Mikrocontrollers ist die Steuerung der Lade-/Entlade-Endstufen. Neben der Aktivierung der Lade- und Entlade-Endstufen erfolgen auch sämtliche Sollwert-Vorgaben vom Mikrocontroller. Dazu stehen für die Lade-/Entladekanäle PWM-Signale (PWM 1 L, PWM 1 E, PWM 2) zur Verfügung. Durch Integration werden daraus in den Endstufen (im Blockschaltbild rechts) Steuer-Gleichspannungen gewonnen. Die schnelle Regelung innerhalb der Endstufen

erfolgt hardwaremäßig durch Sollwert-Istwert-Vergleich.

Zum Abtransport der Abwärme, insbesondere bei der Funktion „Entladen“, dient ein leistungsfähiges Kühlkörper-Lüfteraggregat. Die Lüfterdrehzahl wird vom Mikrocontroller ebenfalls mit Hilfe eines PWM-Signals proportional zur Kühlkörpertemperatur gesteuert.

Ein weiteres PWM-Signal steuert einen optional anzuschließenden Akku-Kühlventilator in Abhängigkeit von der am externen Temperatursensor gemessenen Akku-Temperatur.

Eine mit Lithium-Batterie gepufferte Echtzeituhr liefert jederzeit die Uhrzeit und das Datum auf dem Display und sorgt dafür, dass die Datensätze im Datenlogger mit zugehöriger Uhrzeit und Datum gespeichert werden.

Wie im Blockschaltbild der Endstufen zu sehen ist, sind zur Lade-/Entlade-Stromerfassung in den Endstufen verschiedene Shunt-Widerstände vorhanden. Der Ladekanal 1 ist auf Schaltungsmasse bezogen. Hier erfolgt die Ladestromerfassung im Pluszweig und die Entladestromerfassung im Minuszweig. Beim Ladekanal 2 hingegen werden sowohl der Ladestrom als auch der Entladestrom im Minuszweig des Akkus erfasst.

Sowohl die stromproportionalen Spannungen an den Shunt-Widerständen als auch die Akku-Spannungen werden dem im unteren Bereich des Blockschaltbildes eingezeichneten Analog-Multiplexer zugeführt. Weitere Signale, die dem Multiplexer zugeführt werden, sind die Eingangsspan-

nung der Speisequelle (Kfz-Akku), das Signal eines optional anzuschließenden Lithium-Polymer-Protectors, die Strom- und Spannungswerte der Akku-Innenwiderstands-Messfunktion und proportionale Spannungen zur Endstufentemperatur, Umgebungstemperatur und der Temperatur des Akkus an Kanal 1 (sofern hier ein externer Sensor angeschlossen ist).

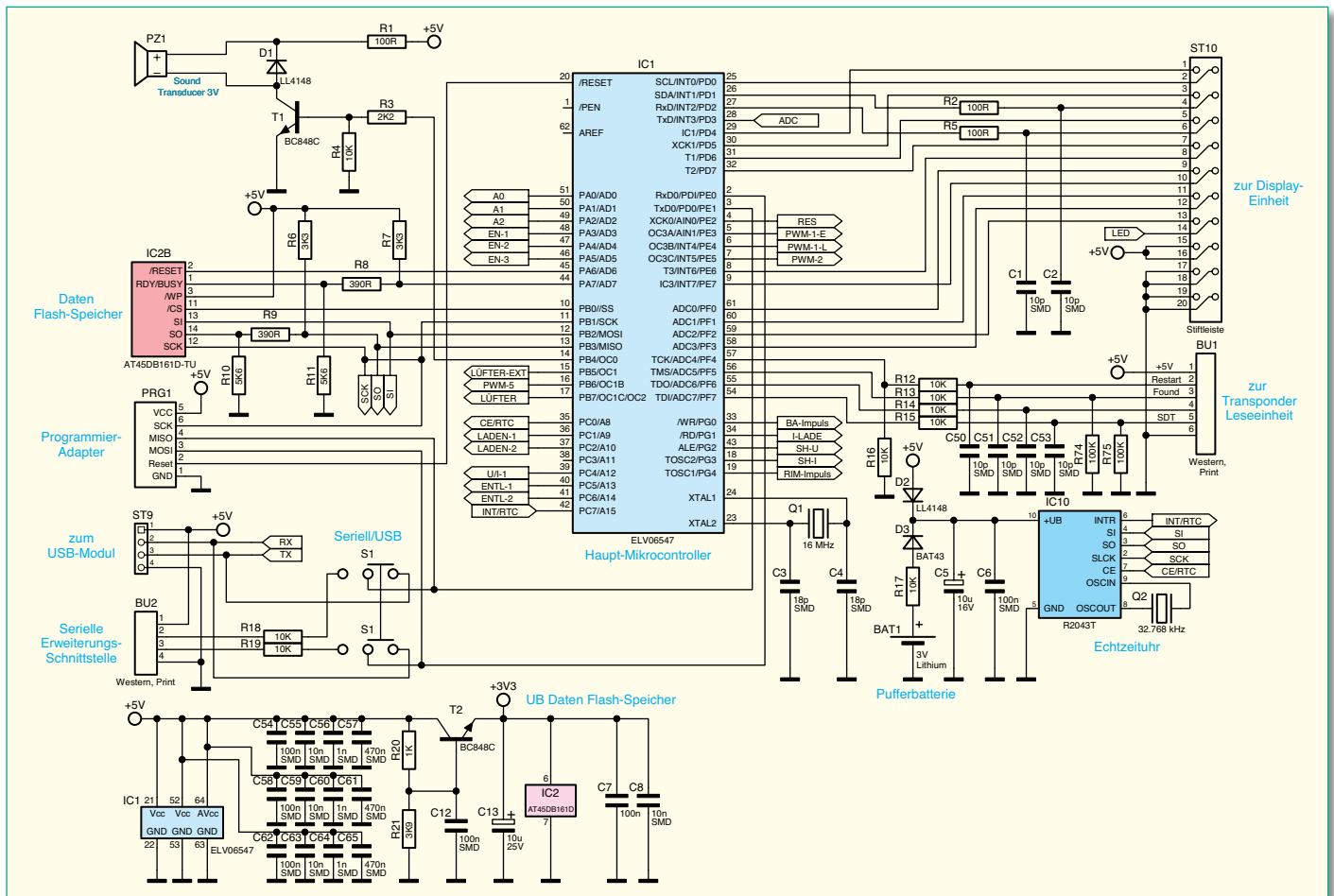
Gesteuert vom Hauptprozessor gelangt dann der jeweils gewählte Messwert auf den Eingang des Analog-Digital-Wandlers. Dieser Wandler setzt dann die analogen Messwerte mit hoher Auflösung in digitale Informationen für den Mikrocontroller um.

Das unten rechts eingezeichnete Netzteil liefert alle innerhalb des ALCs benötigten Betriebsspannungen.

## Schaltung

Aufgrund der Funktionsvielfalt und der außergewöhnlichen Leistungsmerkmale ist die Schaltung des ALC 5000 Mobile recht komplex, so dass die Gesamtschaltung in mehrere Teilschaltbilder aufgeteilt ist, die in sich geschlossene Funktionsgruppen bilden. Dadurch wird auch ein besserer Schaltungsüberblick erreicht.

Zunächst kann eine grobe Aufteilung in einen Analogteil und einen Digitalteil erfolgen, da sowohl analoge als auch digitale Baugruppen zum Einsatz kommen. Leistungsfähige Mikrocontroller übernehmen die Steuerung von sämtlichen Funktionen und getrennte Lade-/Entlade-Endstufen sorgen für die Ladung und Entladung der



**Bild 45: Haupt-Mikrocontroller mit zugehöriger Peripherie**

angeschlossenen Akkus.

### Haupt-Mikrocontroller des Digitalteils

Die detaillierte Schaltungsbeschreibung beginnen wir mit dem Haupt-Mikrocontroller (mit zugehöriger Peripherie) in Abbildung 45. Dieser Controller kommuniziert mit einem weiteren Mikrocontroller, der für alle Anzeigeaufgaben und für die direkte Steuerung des Displays zuständig ist.

Doch zuerst zum Haupt-Mikrocontroller, dessen interne Struktur in Abbildung 46 zu sehen ist. Hierbei handelt es sich um einen AVR-Controller mit 128-KBit-Flash (In-System-Programmable), wodurch die Update-Fähigkeit des ALC 5000 Mobile erst möglich ist.

Neben dem Programm-Flash verfügt der Controller über eine ganze Reihe an weiteren Besonderheiten, wie auch anhand des Prozessor-Blockschaltbildes in Abbildung 46 verdeutlicht wird.

Neben dem Flash-Speicher sind noch 4 KBit S-RAM und 4 KBit EEPROM im Mikrocontroller integriert. Des Weiteren werden bis zu 64 KBit externer Speicher unterstützt.

Insgesamt stehen bei diesem Mikrocontroller 53 programmierbare Ein-/Ausgänge zur Verfügung, die vielseitig zu

nutzen sind. Unter anderem sind 6 PWM-Kanäle mit einer programmierbaren Auflösung von 2 bis 16 Bit, ein programmierbarer Watchdog-Timer mit On-Chip-Oszillator und ein 8-Kanal-10-Bit-A/D-Wandler (ADC) vorhanden.

An Besonderheiten ist ein interner kalibrierter RC-Oszillator, eine per Software selektierbare Taktfrequenz und ein integrierter Power-on-Reset mit programmierbarer Brown-out-Detection zu nennen. Doch nun zurück zum Mikroprozessor-Hauptschaltbild in Abbildung 45.

Der Taktozillator des Mikrocontrollers ist an Pin 23 und Pin 24 extern zugänglich und mit dem 16-MHz-Quarz Q 1 sowie den Kondensatoren C 3, C 4 beschaltet.

Die Aktivierung der Lade-/Entlade-Endstufen erfolgt über die Ports PC 1, PC 2, PC 5 und PC 6. Wie auch im Blockschaltbild zu sehen ist, erfolgen die Sollwert-Vorgaben beim ALC 5000 Mobile über PWM-Signale. Dabei dienen PWM-Signale an Port PE 3 bis PE 5 zur Lade-/Entladestromvorgabe.

Das zur Wärmeabfuhr dienende Kühlkörperaggregat wird über eine PWM-Signal, geliefert von Port PB 7, gesteuert und die Geschwindigkeitsvorgabe des extern anzuschließenden Akku-Kühlventilators wird über ein PWM-Signal an Port PB 5 des Mikrocontrollers gesteuert.

Ein weiteres PWM-Signal (PWM 5) wird zur Einstellung des Stromimpulses bei der Akku-Innenwiderstandsmessung genutzt.

Für die Motortesterfunktion kann die Endstufe eins über Port PC 4 in den Spannungsregler-Mode umgeschaltet werden.

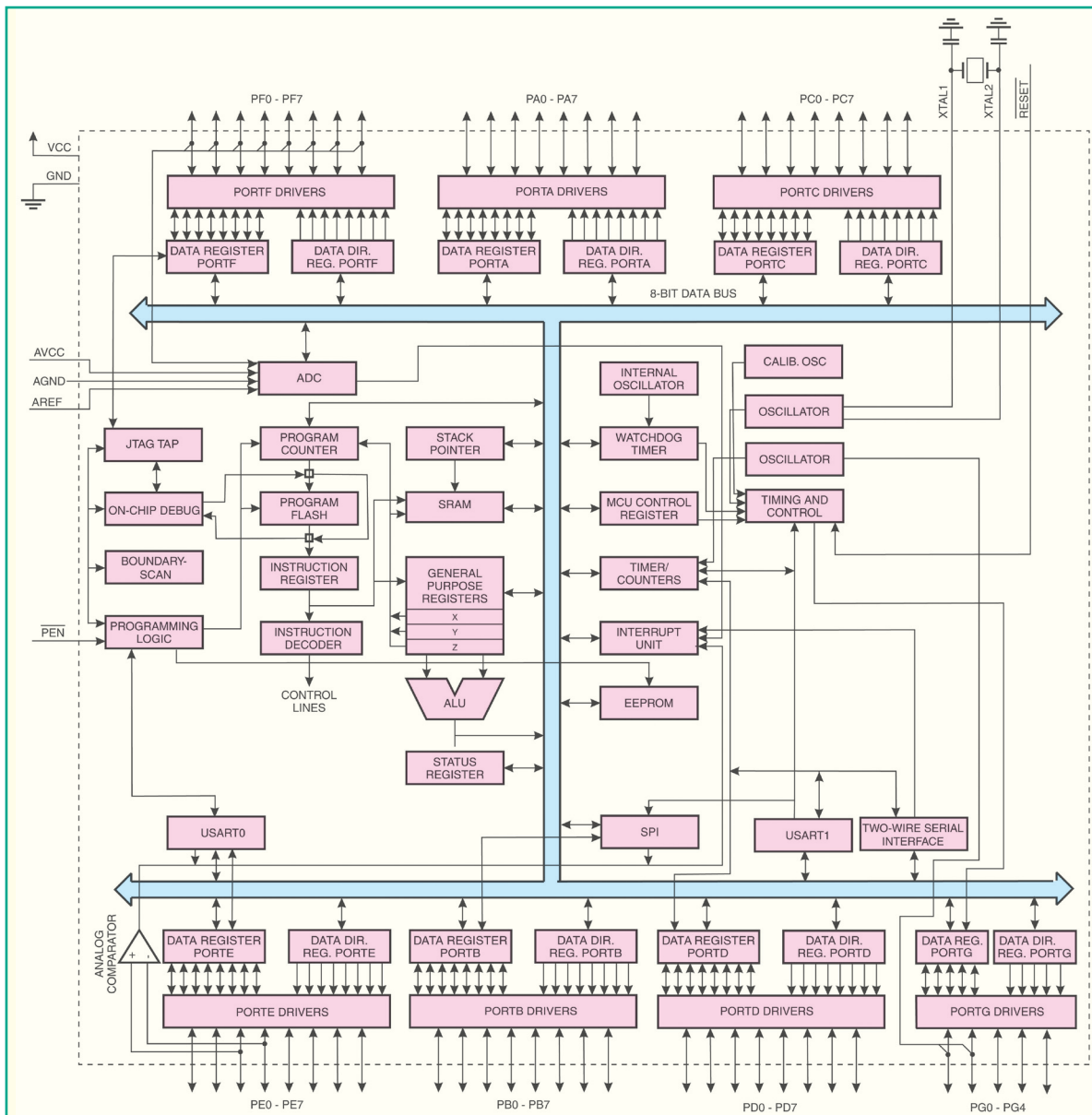
In Abbildung 45 rechts unten ist die Schaltung der Echtzeituhr zu sehen. Der Uhrenbaustein (IC 10) wird, wie bereits erwähnt, mit einer Lithium-Batterie gepuffert, deren Lebensdauer mehr als zehn Jahre beträgt. Die Uhr läuft somit unabhängig von der Betriebsspannung kontinuierlich weiter. Die Dioden D 2 und D 3 dienen zur Entkopplung der Betriebsspannung und der Pufferspannung, die von der Lithium-Batterie geliefert wird. Die Kommunikation des Bausteins mit dem Mikrocontroller erfolgt über ein serielles Interface, das mit Port PB 1 bis Port PB 3 und Port PC 0 des Hauptprozessors verbunden ist. Des Weiteren ist der Interruptausgang (Pin 6) mit Port PC 7 des Mikrocontrollers verbunden.

Der Impuls der Blei-Akku-Aktivatorfunktion wird an Port PG 0 (Pin 15) ausgegeben.

Ein weiterer Impuls wird an Port PG 4 (Pin 19) des Mikrocontrollers ausgekoppelt, der zur Aktivierung des Stromimpulses für die Akku-Innenwiderstandsmessung dient. Die Signale SH-U und SH-I (Port PG 2



Bild 46: Interner Aufbau des ATmega 128



und PG 3) steuern die „Sample and Hold“-Glieder zur Strom- und Spannungsmessung bei der Akku-Innenwiderstands-Messfunktion. Das Signal I-Lade an Pin 34 wird zur Polaritätsumschaltung im Zusammenhang mit der Lade-/Entladestromerfassung über den A/D-Wandler genutzt.

Das optionale Transponder-Modul zur komfortablen Akku-Identifikation wird an die Westernmodular-Buchse BU 1 angeschlossen. Über diese Buchse wird das Modul auch mit Spannung (+5 V) versorgt. Die Signalleitungen sind über R 12 bis R 15 mit Port PF 4 bis Port PF 7 des Hauptcontrollers verbunden.

Die vom Analog-Digital-Wandler kommenden Messwerte werden dem Mikrocontroller an Port PD 3 (Pin 28) zugeführt, wobei die Messwertauswahl über PA 0 bis PA 5 erfolgt. Über diese Port-Pins werden dann die Eingangs-Multiplexer des A/D-Wandlers gesteuert.

Für akustische Meldungen und Quitzstöne ist das ALC 5000 Mobile mit

einem Sound-Transducer (PZ 1) ausgestattet, der über PB 4 und den Treibertransistor T 1 mit einem Signal von ca. 2 kHz angesteuert wird.

Der Programmieradapter PRG 1 ist ausschließlich zum Programmieren des Mikrocontrollers in der Produktion vorgesehen, während Software-Updates und -Upgrades über die USB-Schnittstelle des Gerätes erfolgen können.

Zur Kommunikation mit einem PC dient ein potentialfreies, optisch isoliertes USB-Modul, das an ST 9 angeschlossen wird und über den Umschalter S 1 mit Port PE 0 und PE 1 des Mikrocontrollers verbunden ist.

Die Buchse BU 2 ist für externe Erweiterungen des ALC 5000 Mobile vorgesehen. Anstatt des USB-Moduls kann mit Hilfe des Schalters S 1 die serielle Schnittstelle an BU 2 ausgewählt werden.

Zur Aufzeichnung von kompletten Lade-/Entlade-Kurvenverläufen ist das ALC 5000 Mobile mit einem Datenlogger ausgestattet. Zur Datenspeicherung

dient der 2-MBit-Flash-Speicher (IC 2). Da der Baustein mit einer abweichenden Betriebsspannung von 3,3 V arbeitet, sind die Widerstände R 6 bis R 11 zur Amplitudenanpassung erforderlich. Die Betriebsspannung des externen Data-Flash-Speichers wird mit T 2 und externen Komponenten erzeugt.

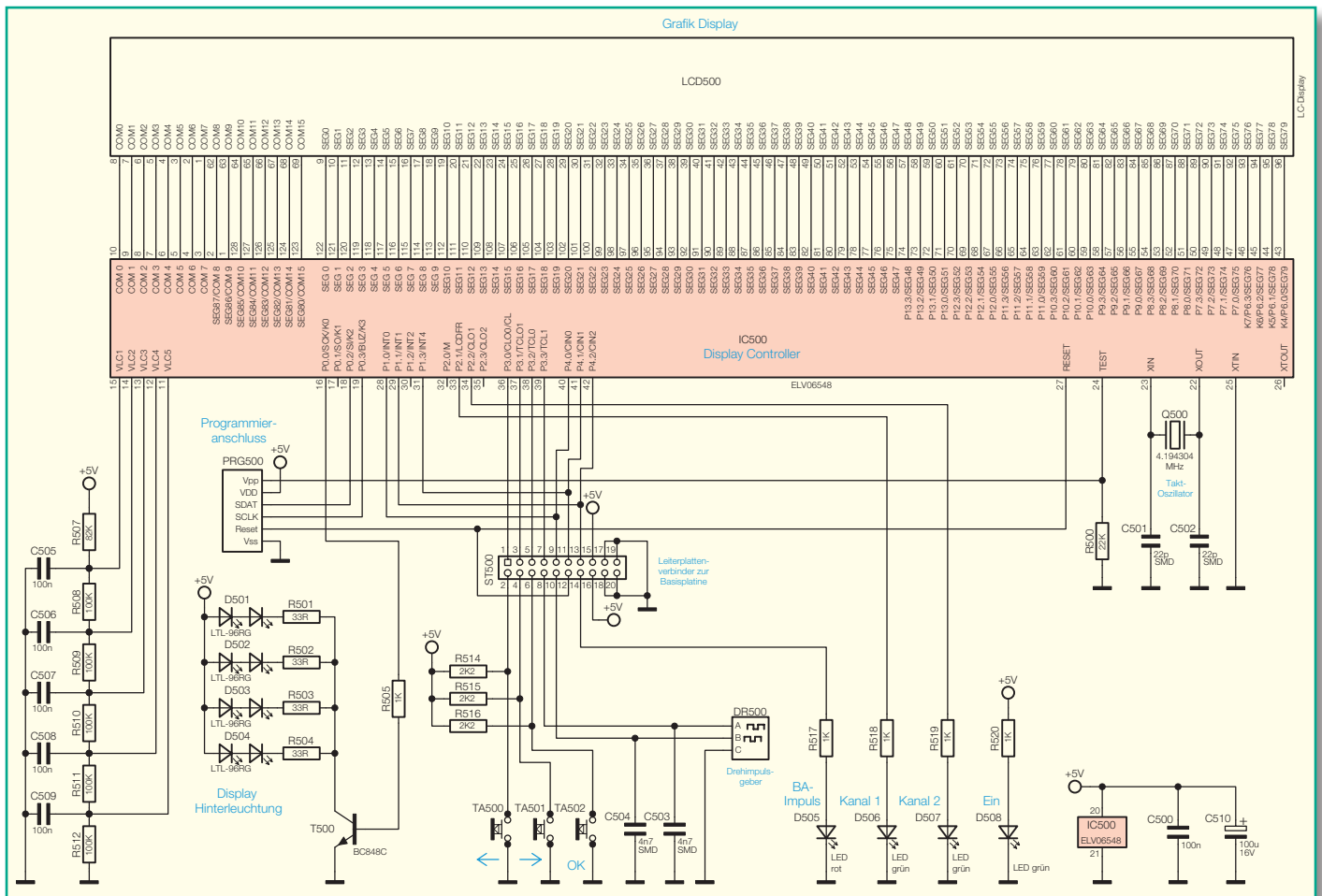
Um hochfrequente Störeinflüsse zu vermeiden, sind der Mikrocontroller und der externe Speicher mit entsprechenden Staffelfblockungen (C 7, C 8 und C 9 bis C 11) direkt an den entsprechenden Versorgungspins beschaltet.

Wie bereits erwähnt, steht für alle Anzeigaufgaben ein weiterer Mikrocontroller zur Verfügung, der über die Steckverbindung ST 10 mit dem Hauptprozessor verbunden ist. Über diesen Steckverbinder sind auch die Bedienelemente des ALCs an den Hauptprozessor angeschlossen.

### Displayeinheit

In Abbildung 47 ist die Displayeinheit





**Bild 47: Displayeinheit des ALC 5000 Mobile**

des ALC 5000 Mobile dargestellt. Die wesentlichen Komponenten sind hier das ALC-Spezialdisplay (LCD 500) mit 16 COM- und 80 Segmentleitungen und der Mikrocontroller IC 500, der direkt mit den COM- und Segmentanschlüssen des Displays verbunden ist. Allein in Abbildung 35 dargestellten Komponenten befinden sich auf der Frontplatte des Gerätes.

Zur Takterzeugung sind Pin 22 und Pin 23 mit einem 4,19-MHz-Quarz und den Kondensatoren C 501, C 502 beschaltet.

Die Spannungsteilerkette R 507 bis R 512 mit den zugehörigen Abblockkondensatoren (C 505 bis C 509) dient zur Display-Kontrasteinstellung.

Wie beim Hauptprozessor dient auch beim Displaycontroller der Programmieranschluss PRG 500 ausschließlich zum Programmieren des Mikrocontrollers in der Produktion.

Die Displayhinterleuchtung des ALCs besteht aus vier Side-Looking-Lamps (D 501 bis D 504). Aktiviert wird die Hinterleuchtung über den Transistor T 500, der direkt vom Displaycontroller (Port 0.0) gesteuert wird. Die Widerstände R 501 bis R 504 dienen in diesem Zusammenhang zur Strombegrenzung.

Wie bereits erwähnt, werden die Anschlüsse der Bedientaster TA 500 bis TA 502

sowie des Drehimpulsgebers DR 500 über ST 500, ST 10 direkt zum Haupt-Mikrocontroller der Basisplatte geführt.

Die Leuchtdiode D 508 dient zur Betriebsanzeige und die Kanal-LEDs (D 506, D 507) sind direkt über die entsprechenden Ausgangsbuchsenpaare des Gerätes angeordnet. D 505 dient zur Anzeige des Blei-Akku-Aktivator-Impulses, und die Widerstände R 517 bis R 520 sorgen für die erforderliche Strombegrenzung.

### USB-Schnittstelle

Die USB-Schnittstelle des Akku-Ladecenters ALC 5000 Mobile basiert auf dem ELV-USB-Modul UO 100, welches bereits in verschiedenen ELV-Anwendungen zum Einsatz kommt. Dieses Modul stellt das Bindeglied zwischen dem ALC und dem extern angeschlossenen PC dar, wobei durch den Einsatz von Optokopplern eine galvanische Trennung zwischen den Geräten besteht. Die Spannungsversorgung des Moduls erfolgt dabei aus der USB-Schnittstelle des PCs. Nach dem Verbinden mit dem USB-Host (PC) meldet sich das Modul und somit das ALC, wie bei USB-Geräten üblich, automatisch an. Das Betriebssystem meldet sich dann mit „neue Hardware-Komponente gefunden“, und als Bezeichnung des gefundenen Peri-

pherie-Gerätes erscheint „ALC 5000“. Diese Bezeichnung ist werksseitig im EEPROM des Moduls abgelegt.

Nach der automatischen Erkennung startet der „Assistent für das Suchen neuer Hardware“, und die Installation des Treibers für das ALC kann erfolgen.

Die Schaltung des im ALC 5000 Mobile eingebauten USB-Moduls ist in Abbildung 48 zu sehen. Das Modul basiert auf einem Schnittstellenwandler, der die gesamte Konvertierung der Datensignale nach RS232 vornimmt. Zur Mikrocontroller-Einheit des ALCs sind nur die beiden Leitungen TXD und RXD erforderlich.

Der Schnittstellenwandler des Typs FT8U232 wird über Pin 7 und Pin 8 mit dem USB-Port des PCs verbunden, wobei die Widerstände R 9, R 10 zur Anpassung dienen. Außerdem wird dadurch ein gewisser Schutz der IC-Eingänge erreicht.

Die R232-Signale stehen an den entsprechend bezeichneten Ausgängen (Pin 18 bis Pin 25) zur Verfügung, wobei in unserem Fall nur die Signale RXD (Pin 24) und TXD (Pin 25) genutzt werden.

Trotz der komplexen Abläufe innerhalb des ICs ist die externe Beschaltung gering, die im Wesentlichen aus der Zuführung der Betriebsspannung, einer Reset-Schal-

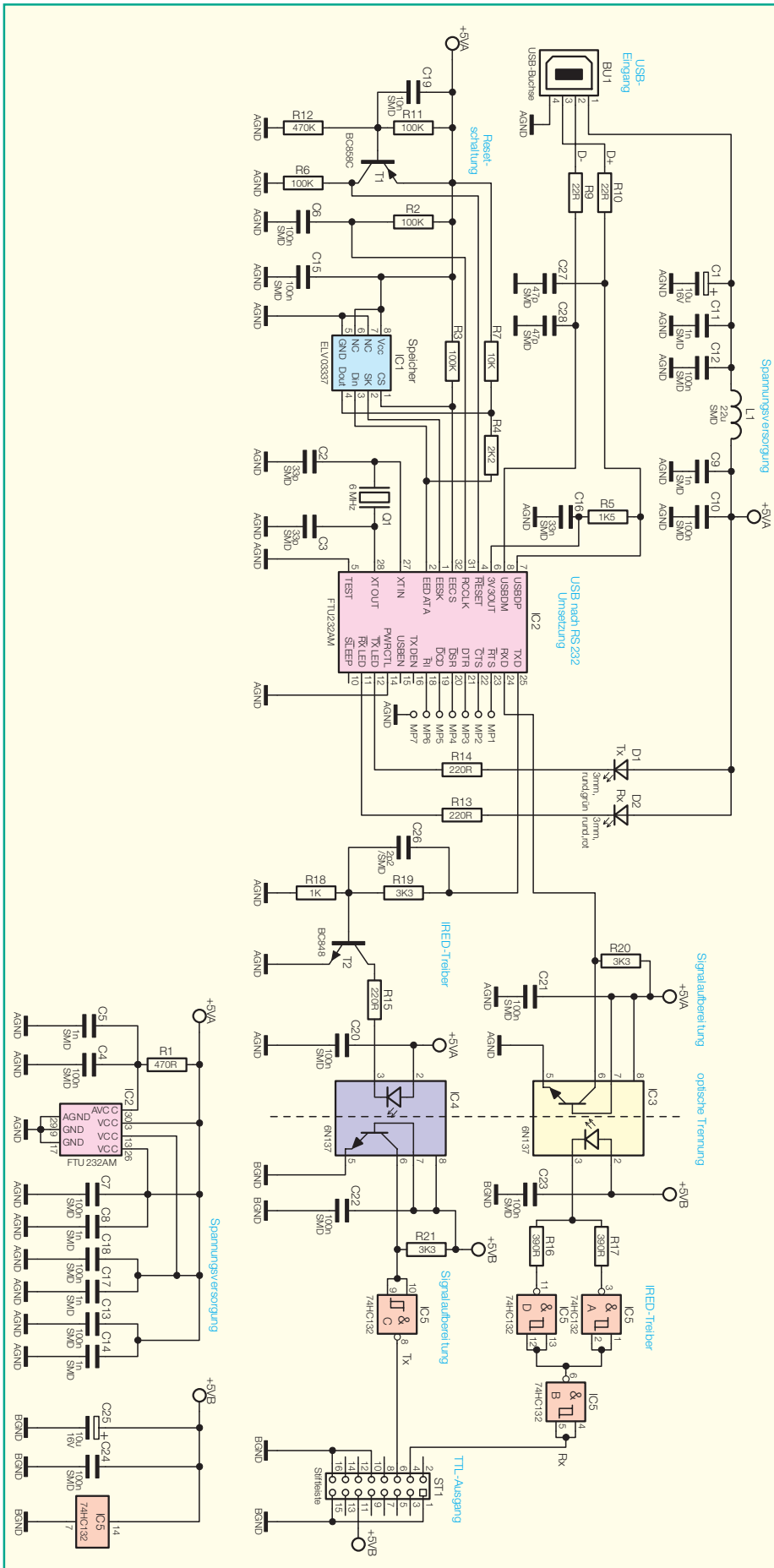


Bild 48: Schaltung des im ALC 5000 Mobile verwendeten galvanisch getrennten USB-Moduls

ung, einem Quarz und einem EEPROM besteht.

Wie bereits erwähnt, kommt die Betriebsspannung des Umsetzers vom USB-Port des PCs, wobei aber unbedingt aus EMV-Gründen eine sorgfältige Störunterdrückung direkt an den IC-Pins des Moduls erforderlich ist.

Als erste Entstörmaßnahme im Betriebsspannungsbereich dient das mit L 1 und mit C 9 bis C 12 aufgebaute Filter. C 1 dient dabei zur Pufferung am Spannungseingang. An den Versorgungspins des Wandlers (IC 2) sind Staffelblockungen zur Störunterdrückung (C 7, C 8, C 13, C 14, C 17, C 18) vorhanden. Eine von der digitalen Versorgung über R 1, C 4, C 5 entkoppelte Spannung dient zur Versorgung des internen Oszillators an Pin 30.

Die Reset-Schaltung ist mit dem Transistor T 1 und seiner Beschriftung, bestehend aus R 6, R 11, R 12 und C 19, realisiert. Im Einschaltmoment sorgt der Kondensator C 19 dafür, dass der Transistor gesperrt ist und der Reset-Eingang (Pin 4 von IC 2) auf „low“ liegt. Somit wird das IC in einen definierten Einschaltzustand versetzt. Weniger als eine Millisekunde, nachdem die 5-V-Betriebsspannung ansteht, ist der Kondensator so weit geladen, dass T 1 durchschaltet und so den Reset aufhebt.

Das Taktsignal für IC 2 wird mittels des Quarzes Q 1 und der Lastkondensatoren C 2 und C 3 generiert. Der hier erzeugte 6-MHz-Takt wird IC-intern durch entsprechende Vervielfacher auf maximal 48 MHz hochgetaktet.

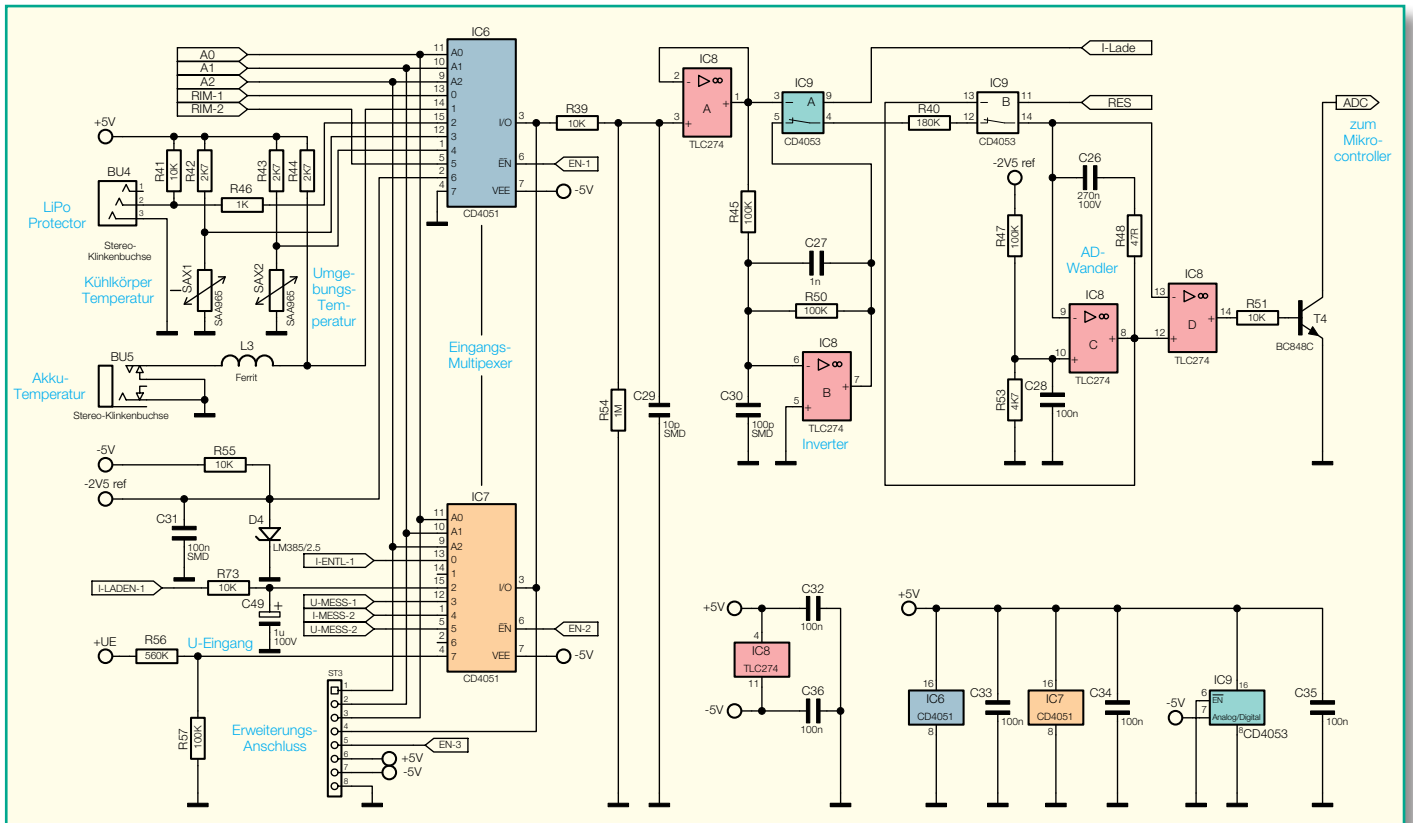
In dem als EEPROM ausgelegten Speicher IC 1 sind die Erkennungsdaten des USB-Moduls abgelegt. Mit diesen Daten kann das Modul vom angeschlossenen PC-System eindeutig identifiziert werden.

Hinterlegt sind die Vendor-ID (Hersteller-Identifikation), die Product-ID (Produkt- oder Geräte-Identifikation), der „Product Description String“ (Produktname) und die Seriennummer. Die Kommunikation zwischen dem USB-Controllerbaustein IC 2 und dem EEPROM erfolgt über eine so genannte Microwire-Verbindung.

Drei „Verbindungsleitungen“ sind hierfür notwendig: „CS“ = Chip Select, „SK“ = Clock und „Din“, „Dout“ = Datenein- und -ausgang.

Mit diesen wenigen Bauteilen ist das IC schon voll funktionsfähig. Zur Signalisierung der Send- bzw. Empfangsaktivität (Tx und Rx) auf der RS232-Schnittstelle befinden sich zusätzlich noch die beiden LEDs D 1 und D 2 auf dem Modul.

Das TXD-Signal des Wandlerbausteins wird auf den Treibertransistor T 2 gekoppelt, in dessen Kollektorzweig sich die im Optokoppler IC 4 integrierte Sendediode und der Strombegrenzungswiderstand R 15 befinden. Auf der Transistorseite steht



**Bild 49: A/D-Wandler mit Eingangs-Multiplexer des ALC 5000 Mobile**

das Signal dann galvanisch entkoppelt zur Verfügung und wird danach mit dem nachgeschalteten Schmitt-Trigger-Gatter IC 5 C aufbereitet.

Die vom Mikrocontroller des ALC kommenden Informationen gelangen zunächst auf das Gatter IC 5 B und dann auf den mit IC 5 A, IC 5 D aufgebauten Treiber für die in IC 3 integrierte Sendediode.

Der Transistor des Optokopplers IC 3 liefert die vom ALC kommenden Informationen galvanisch entkoppelt zum Schnittstellenbaustein (IC 2).

Auf der ALC-Seite wird die Sendediode von IC 3, das Schmitt-Trigger-Gatter IC 5 und der Transistor des Optokopplers IC 4 mit einer über ST 1, Pin 11 zugeführten Spannung versorgt. Hier dienen C 22 bis C 24 zur Störunterdrückung und C 25 zur Pufferung.

### Analog-Digital-Wandler

Der A/D-Wandler des ALC 5000 Mobile hat die Aufgabe, alle analogen Messwerte innerhalb des Gerätes in digitale Daten für den Mikrocontroller umzusetzen. Da innerhalb des ALCs eine ganze Reihe von analogen Messwerten zu verarbeiten sind, ist eine Messwertabfrage im Multiplexverfahren erforderlich.

Der Schaltungsbereich des A/D-Wandlers ist in Abbildung 49 dargestellt. Hier handelt es sich um einen sehr genauen Dual-Slope-Wandler mit 14 Bit Genau-

igkeit und vorgeschaltetem Analog-Multiplexer. Die Grundelemente dieses trotz kostengünstigen Aufbaus sehr genauen Wandlers sind der als invertierender Integrator geschaltete Operationsverstärker IC 8 C und der Komparator IC 8 D. Das Grundprinzip dieses Wandlers basiert darauf, dass die Referenzspannung und die Mess-Spannung entgegengesetzte Vorzeichen haben.

Die über R 55 mit Spannung versorgte Referenzdiode D 4 liefert eine Referenzspannung von -2,5 V, die eine geringe Drift aufweist. Sowohl die Referenzspannung als auch alle zu erfassenden Messwerte gelangen auf die Eingangs-Multiplexer IC 6 und IC 7, die wiederum vom Haupt-Mikrocontroller über die Signale A 0 bis A 2 und EN-1, EN-2 gesteuert werden. An den Multiplexer-Eingängen von IC 6 liegen direkt die analogen Informationen der Akku-Ri-Messung, der drei Temperatursensoren und der Referenzspannung an, während über IC 7 alle Strom- und Spannungsmesswerte erfasst werden. Von den Ausgängen der beiden Multiplexer gelangen alle analogen Spannungswerte über R 39 auf den Pufferverstärker IC 8 A, an dessen Ausgang die Analogwerte dann niederohmig zur Verfügung stehen.

Die Schalterstellung des Multiplexers IC 9 A ist davon abhängig, ob positive oder negative Messwerte zu verarbeiten sind. Negative Mess-Spannungen werden mit Hilfe des invertierenden Verstärkers

IC 8 B invertiert.

Mit IC 8 C und externer Beschaltung ist ein Integrator aufgebaut, dessen Integrationskondensator C 26 im Ruhezustand über den CMOS-Schalter IC 9 B kurzgeschlossen ist. Sobald IC 9 B umschaltet, liegt am Integrationswiderstand R 40 der zu erfassende Messwert an.

Die Spannung an IC 8 C, Pin 8, wandert in negativer Richtung, wobei die Steigungsgeschwindigkeit von der Amplitude des Messwertes abhängig ist. Danach wird die Referenzspannung an R 40 angelegt und der nachgeschaltete Komparator IC 8 D umgeschaltet, wenn die Ausgangsspannung des Integrators wieder im Ruhezustand ist.

Die benötigte Zeit bis zum Umschalten ist direkt proportional zur Amplitude des Messwertes, der zum Abintegrieren des Wandlers führte. Der Kollektor des nachgeschalteten Transistors T 4 ist mit dem entsprechenden Port des Mikrocontrollers verbunden.

Damit der Offset des OPs keinen Einfluss auf die Messung hat, ist der positive Eingang von IC 8 C über den Spannungsteiler R 47, R 53 leicht negativ vorgespannt.

### Lade-/Entlade-Endstufe 1

Da die Energie der Speisequelle nicht unnötig in Abwärme umgesetzt werden soll, ist die Entlade-Endstufe 1 in Abbildung 50 mit einem Schaltregler mit hohem Wirkungsgrad realisiert. Zentrales Bauteil ist



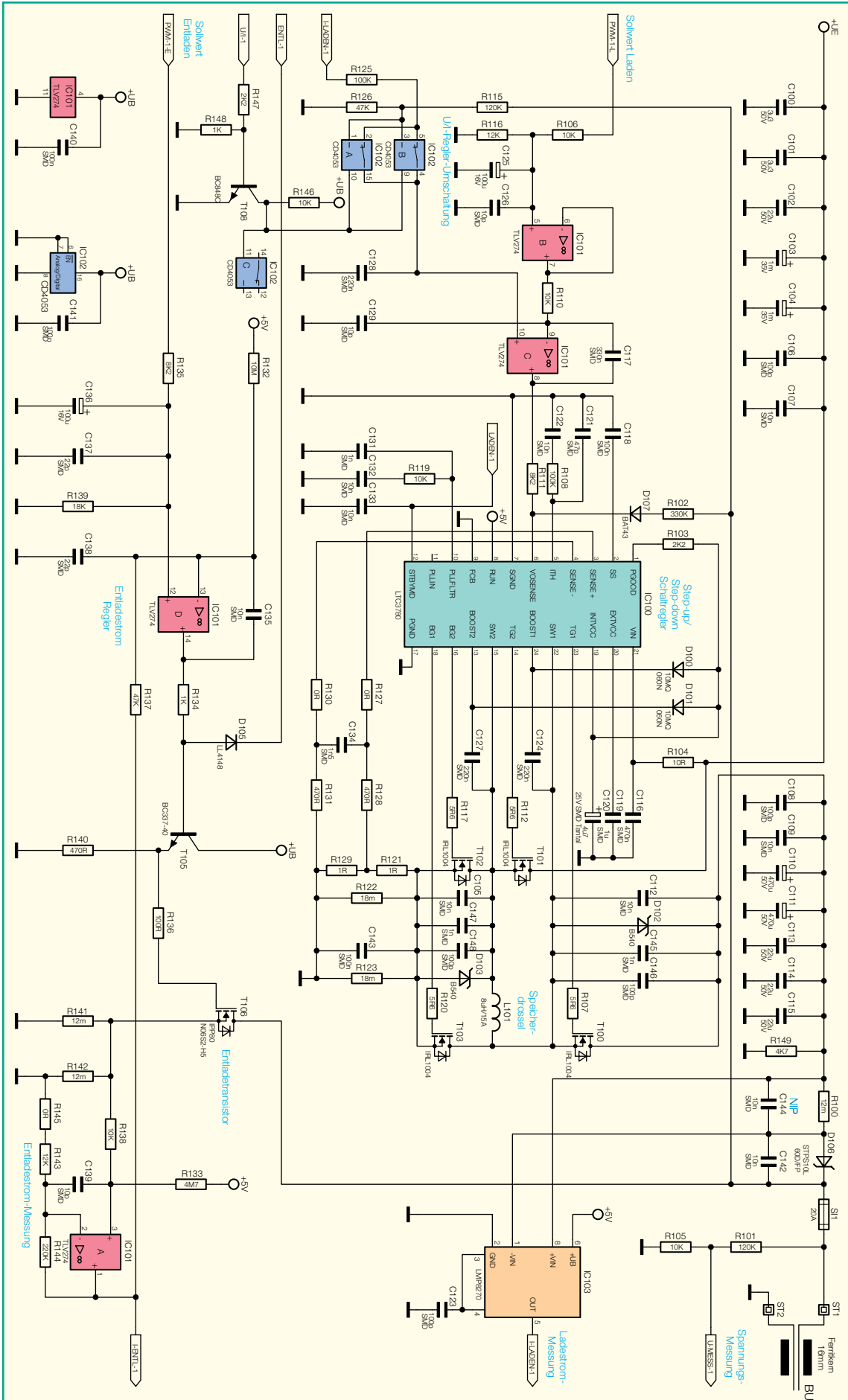


Bild 50: Schaltung der Lade-/Entlade-Endstufe für Kanal 1

dabei der LTC 3780 von Linear Technology. Im LTC 3780 sind sämtliche Stufen, die zum Aufbau eines hocheffizienten „Buck-Boost-Converters“ (Step-up/Step-down-Wandler) erforderlich sind, integriert. Der Wandler ermöglicht einen nahtlosen Übergang zwischen allen Betriebsarten, egal ob von Step-up nach Step-down oder umgekehrt gewechselt werden muss.

Für einen hohen Wirkungsgrad von bis zu 97 % sorgt ein Synchronbetrieb mit 4 Hochleistungs-Schalttransistoren (FETs), wie das Funktionsprinzip in Abbildung 51 zeigt.

Der Wandler arbeitet in unserer Schaltung mit einer in der Phase rastbaren Schaltfrequenz von ca. 200 kHz. In Abbildung 51 ist die Funktionsweise vereinfacht dargestellt und Abbildung 52 zeigt den internen Aufbau.

Wenn die Eingangsspannung höher ist als die eingestellte Ausgangsspannung, arbeitet der Baustein im „Buck-Mode“ (Step-down-Wandler). In dieser Betriebsart ist der FET T 1 ständig durchgesteuert und FET T 4 befindet sich ständig im Sperrzustand. Die FETs T 2 und T 3 werden dann alternierend im Takt der Schaltfrequenz durchgesteuert.

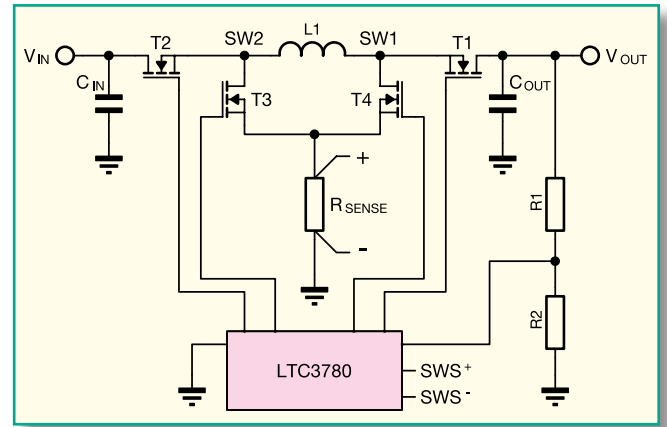
In der ersten Phase fließt der Strom über den FET T 2, die Speicherdrossel L 1 und den FET T 1 zum Ausgang bzw. in den Pufferelko C<sub>out</sub>. In der zweiten Phase ist FET T 2 gesperrt und FET T 3 durchgesteuert. Durch die in der Speicherdrossel gespeicherte Energie bleibt der Stromfluss nun aufrechterhalten. Das Tastverhältnis, mit dem die beiden FETs (T 2, T 3) durchgesteuert werden, bestimmt die Ausgangsspannung. Über den Spannungsteiler R 1, R 2 misst der LTC 3780 die Ausgangsspannung, womit der Regelkreis geschlossen ist.

Wenn die Eingangsspannung geringer ist als die Ausgangsspannung, arbeitet der LTC 3780 im „Boost-Mode“ (Step-up-Wandler). In dieser Betriebsart ist FET T 2 ständig durchgesteuert und FET T 3 befindet sich dauerhaft im Sperrzustand. Die FETs T 4 und T 1 werden nun alternierend im Takt der Schaltfrequenz gesteuert. Auch hierbei bestimmt wiederum das Tastverhältnis die Ausgangsspannung.

Wenn sich die Eingangsspannung in der Nähe der Ausgangsspannung befindet, sind die FETs T 2 und T 1 nahezu ständig durchgesteuert. Die FETs T 3 und T 4 werden nur noch kurz zum Regulieren der Ausgangsspannung in den leitenden Zustand versetzt.

Im so genannten Buck-Boost-Mode sind die Spitzenströme in der Induktivität deutlich geringer als bei konventionellen Buck-Boost-DC/DC-Wandlern. Die Synchron-Gleichrichtung mit 4 Schaltern und der geringe Stromripple in der Induktivität sorgen für einen hohen Wirkungsgrad.

**Bild 51: Grundsätzliches Funktionsprinzip des Universal-Schaltreglers**

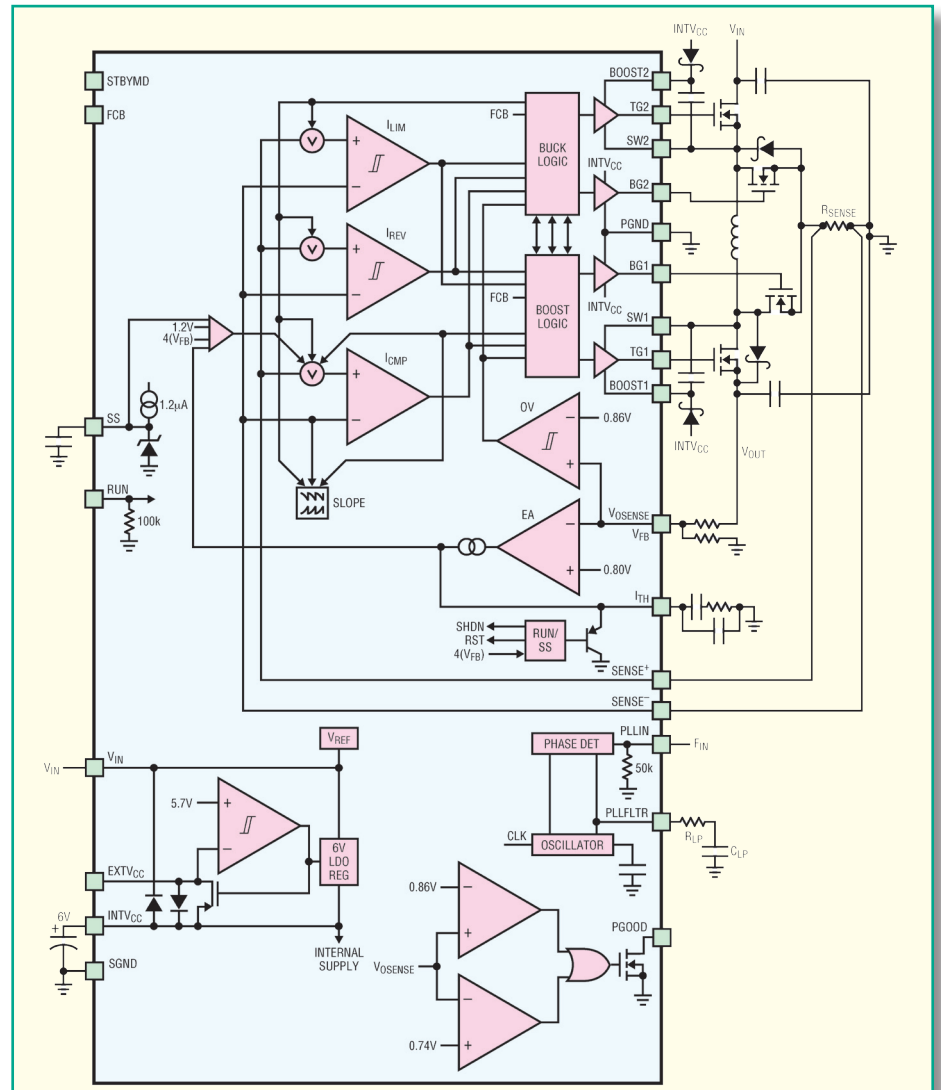


Der Stromshunt (R<sub>Sense</sub>) in der gemeinsamen Source-Leitung von FET T 3 und FET T 4 dient zur Stromerfassung. Dadurch ist in sämtlichen Betriebsmodi ein Schutz gegenüber zu hohen Spannungen, zu hohen Strömen und Kurzschluss vorhanden. Bei Standard-Boost-Konvertern (Step-up-Wandler) ist die Realisierung eines Kurzschluss-Schutzes äußerst schwierig. Beim LTC 3780 hingegen wird der Wandler zuerst zwangsweise in den Buck-Mode ge-

schaltet und dann der Strom durch die Induktivität begrenzt.

Doch nun zur Schaltung in Abbildung 38, wo die Eingangsspannung zuerst mit C 103, C 104 gepuffert wird und direkt auf den Schalttransistor T 101 gelangt. Der LTC 3780 wird über R 104 mit Spannung versorgt, und an Pin 19 steht eine intern erzeugte stabilisierte Gleichspannung von 6 V zur Verfügung.

Die Schalttransistoren werden vom



**Bild 52: Blockschaltbild mit den im LTC 3780 integrierten Stufen**

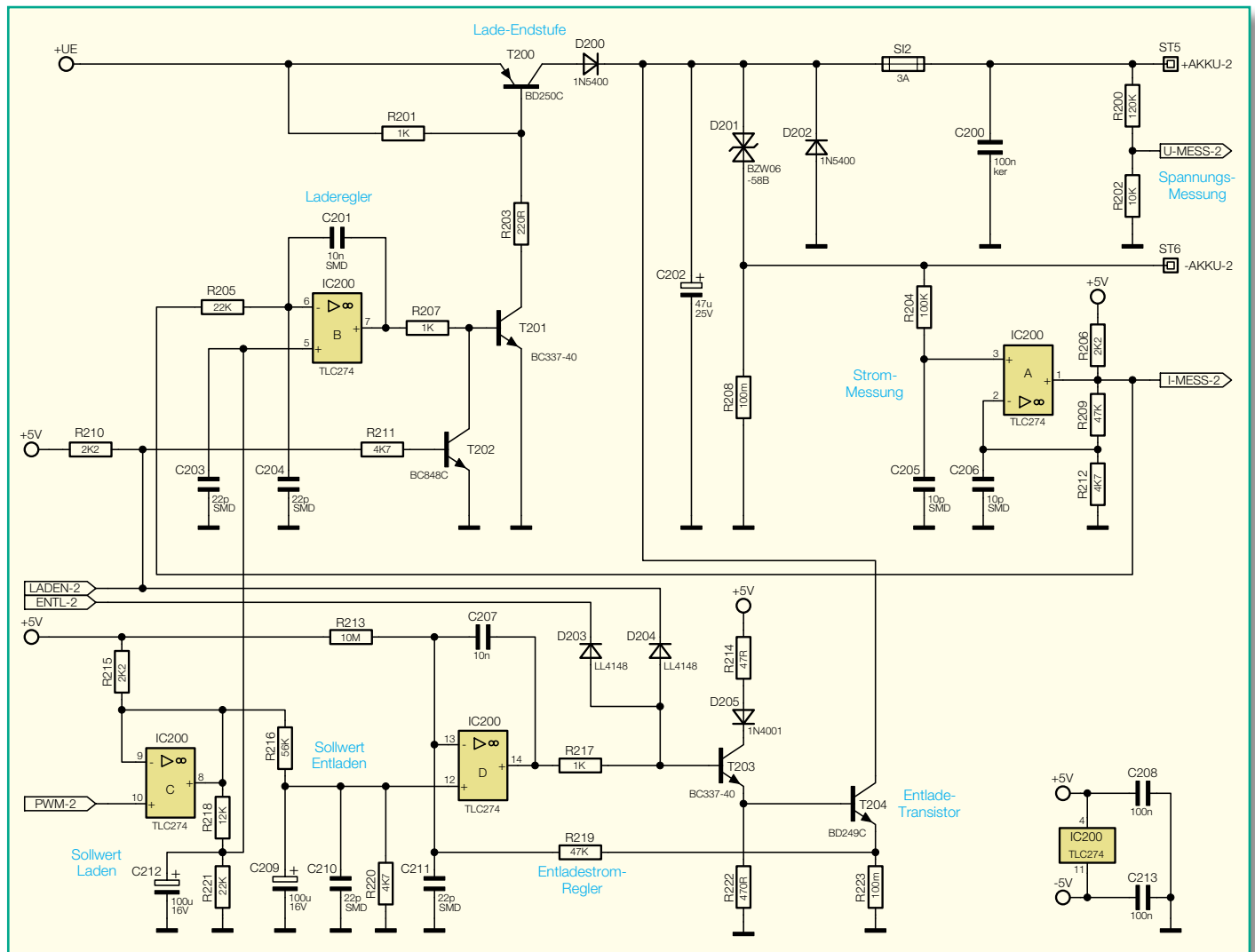


Bild 53: Schaltung der Lade-/Entlade-Endstufe für Kanal 2

LTC 3780 über die Pins 13 bis 16, 18 und 22 bis 24 gesteuert, und der Kondensator C 118 an Pin 2 sorgt für einen „Softstart“ beim Anlegen der Betriebsspannung.

Die Sollwert-Vorgabe des Ladestromes erfolgt mit einem PWM-Signal an R 106, wobei C 125 für eine Integration sorgt und wir somit an Pin 5 von IC 101 B eine proportionale Gleichspannung erhalten. IC 101 B dient dabei zur Pufferung der PWM-proportionalen Gleichspannung.

Die Istwert-Erfassung des Ladestroms erfolgt mit IC 103 am Stromshunt R 100. Am Ausgang von IC 103 steht eine zum Ladestrom proportionale Gleichspannung zur Verfügung, die über R 125, IC 102 A auf Pin 10 des Integrators IC 101 C gegeben wird. IC 101 C übernimmt den Sollwert-Istwert-Vergleich und steuert über R 111 den LTC 3780 an Pin 6.

In der Funktion „Motortester“ arbeitet die Schaltung als Spannungsregler. In diesem Fall wird der Ist-Wert der Spannung über den Spannungsteiler R 115, R 126 und IC 102 auf Pin 10 von IC 101 C gegeben.

Bei der Strom-Spannungsregler-Umschaltung arbeitet T 108 als Pegelwandler.

Zur Begrenzung des Maximalstroms wird der Spannungsabfall an den Shunt-Widerständen R 122, R 123 ermittelt und Pin 3, Pin 4 des LTC 3780 zugeführt.

Das komplette Ein- und Ausschalten der Lade-Endstufe wird vom Mikrocontroller an Pin 12 des LTC 3780 gesteuert.

Der interne Taktoszillator des Bausteins kann an Pin 11 extern synchronisiert werden, und an Pin 10 wird die interne PLL-Schaltung mit einem Tiefpassfilter (R 119, C 131, C 132) beschaltet.

Ausgangsseitig wird die Spannung mit C 110, C 111 gepuffert, wobei die weiteren parallel geschalteten Kondensatoren zur hochfrequenten Störunterdrückung dienen. Über die Verpolungsschutzdiode D 106 und die Sicherung SI 1 gelangt die Ladenspannung letztendlich zu den Ausgangsbuchsen des Ladekanals 1. Die Ausgangsspannung dieses Ladekanals wird über den Spannungsteiler R 101, R 105 vom Mikrocontroller erfasst.

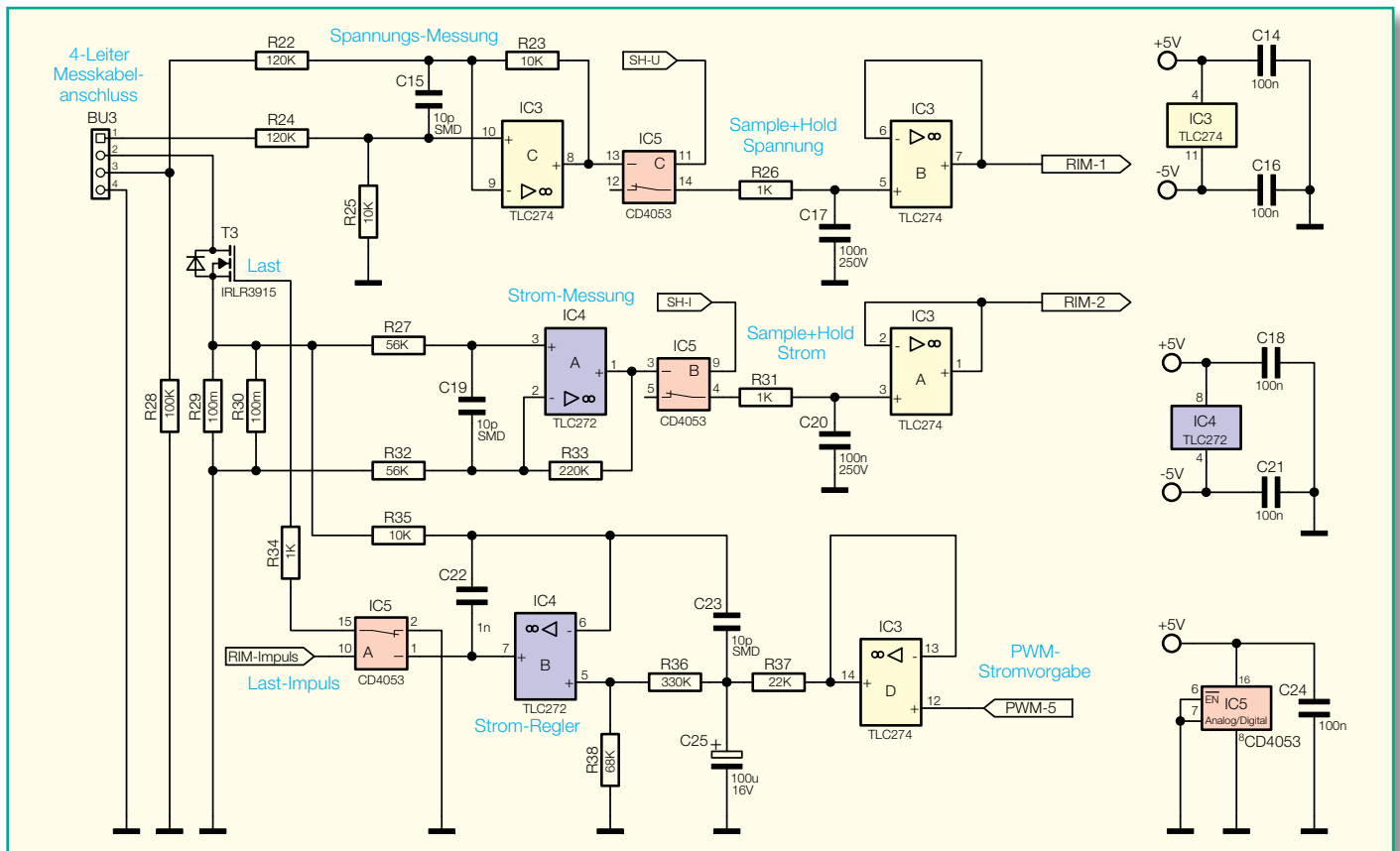
Im Entladezweig erfolgt die Sollwert-Vorgabe mit einem PWM-Signal an R 135, wobei die RC-Kombination R 135, R 139, C 136 zur Mittelwertbildung dient. Gleich-

zeitig wird dabei die Spannung heruntergeteilt und auf den nicht-invertierenden Eingang des mit IC 101 D aufgebauten Stromreglers gegeben. Die Freigabe des Entlade-Stromreglers erfolgt mit einem „High“-Signal an der Katode der Diode D 105 (von der Mikrocontrollereinheit gesteuert). Bei einem „Low“-Signal hingegen bleibt der Transistor T 105 über die Diode D 105 gesperrt.

Während des Entlade-Vorgangs erhalten wir am Shunt-Widerstand R 141, R 142 einen dem Entladestrom proportionalen Spannungsabfall. Da es sich je nach Entladestrom um einen recht geringen Spannungsabfall handeln kann, erfolgt zunächst eine Verstärkung mit IC 101 A. Vom Ausgang des Verstärkers gelangt die Spannung dann über R 137 auf den invertierenden Eingang des Stromreglers IC 101 D. Der Regler vergleicht nun die Mess-Spannung mit der Sollwert-Vorgabe an Pin 12.

Der OP-Ausgang steuert über R 134 den Emitterfolger T 105 und dieser wiederum den Entlade-Transistor T 106, so dass der Regelkreis wieder geschlossen ist. Zur Entladestrom-Erfassung wird die strom-





**Bild 54: Schaltung zur Messung des Akku-Innenwiderstandes beim ALC 5000 Mobile**

proportionale Spannung am Ausgang von IC 101 A (Pin 1) der Mikrocontrollereinheit zugeführt.

### Lade-/Entlade-Endstufe 2

Die Lade-/Entlade-Endstufe 2 in Abbildung 53 ist mit einem Linearregler realisiert. Betrachten wir zuerst den Ladezweig im oberen Bereich des Schaltbildes. Von der Mikrocontrollereinheit gesteuert, erfolgt das Ein- und Ausschalten des Ladezweiges mit Hilfe des Transistors T 202. Der Laderegler ist mit IC 200 B und externen Komponenten realisiert, wobei es sich um einen Stromregler handelt.

Zur Messung des Lade- und Entladestroms dient der Shunt-Widerstand R 208, dessen Spannungsabfall über R 204 auf den nicht-invertierenden Eingang des Operationsverstärkers IC 200 A gegeben wird. Die Verstärkung ist abhängig vom Widerstand R 209 im Rückkopplungszweig und vom Widerstand R 212.

Die am Ausgang zur Verfügung stehende stromproportionale Spannung zur Steuerung des Ladereglers wird gleichzeitig zur Messung der Prozessoreinheit zugeführt. Im Entladebetrieb erhalten wir einen Spannungsabfall mit entgegengesetztem Vorzeichen.

Der mit IC 200 B aufgebaute Linearregler vergleicht die Sollwert-Vorgabe an Pin 5 mit dem Ist-Wert des Ladestroms, der

von IC 200 A, Pin 1 geliefert wird.

Der Reglerausgang steuert über den Treibertransistor T 201 direkt den PNP-Endstufentransistor T 200.

Über die zum Entladeschutz bei ausgeschaltetem Gerät eingesetzte Diode D 200 und die Schmelzsicherung SI 2 gelangt die Ladespannung zum Ausgang ST 5. D 202 dient bei verpolt angeschlossenem Akku zum Schutz des Ladegerätes und des Akkus, indem die Schmelzsicherung SI 2 dann gezielt anspricht.

Zur Messung wird die Akku-Spannung mit R 200, R 202 heruntergeteilt und auf den Eingangsmultiplexer des Dual-Slope-A/D-Wandlers in Abbildung 37 geführt.

Die Sollwert-Vorgabe von Ladestroms erfolgt mit Hilfe eines PWM-Signals von der Mikrocontrollereinheit. Dieses Signal wird mit IC 200 C (im Schaltbild unten links) gepuffert und anschließend mit Hilfe eines nachgeschalteten Integrationsgliedes der Gleichspannungsmittelwert gewonnen. R 218 und R 221 dienen dabei gleichzeitig als Spannungsteiler.

Vom Mikrocontroller gesteuert, erfolgt das Ein- und Ausschalten des Entladekanals über die Diode D 203.

Die Entlade-Endstufe ist im unteren Bereich des Schaltbildes zu finden. Auch hierbei handelt es sich um einen linearen Regler, der über dasselbe PWM-Signal gesteuert wird wie der Ladezweig vom Mikrocontroller.

Mit Hilfe des RC-Gliedes R 216, R 220, C 209 erfolgt dann die Mittelwertbildung, wobei der Spannungsteiler R 216, R 220 die Steuergleichspannung weiter herunterteilt. Die Sollwert-Vorgabe erfolgt somit an Pin 12 von IC 200 D.

Die zum Entladestrom proportionale Mess-Spannung am Shunt-Widerstand R 223 repräsentiert den Ist-Wert, der über R 219 auf den invertierenden Eingang von IC 200 D gegeben wird. Der Regler führt dann einen Istwert-Sollwert-Vergleich durch und steuert über den Transistor T 203 den Entladetransistor T 204, sofern die gesamte Stufe über „High“-Signale an den Katoden von D 203 und D 204 freigeben ist.

Alle weiteren Kondensatoren im Bereich der Lade-/Entlade-Endstufe dienen zur Verhinderung von hochfrequenten Störeinflüssen und zur Schwingneigungsunterdrückung.

### Akku-Ri-Messfunktion

Eine wichtige Funktion des ALC 5000 Mobile ist die Möglichkeit, den Akku-Innenwiderstand zu messen. Abbildung 54 zeigt das dafür zuständige Schaltungsstück. Bei Hochstromanwendungen ist die Spannungslage unter Lastbedingungen ein wichtiges Kriterium für die Qualitätsbeurteilung eines Akkus oder Akku-Packs.

Das Grundprinzip der Innenwiderstandsbestimmung ist einfach. Bei definiertem

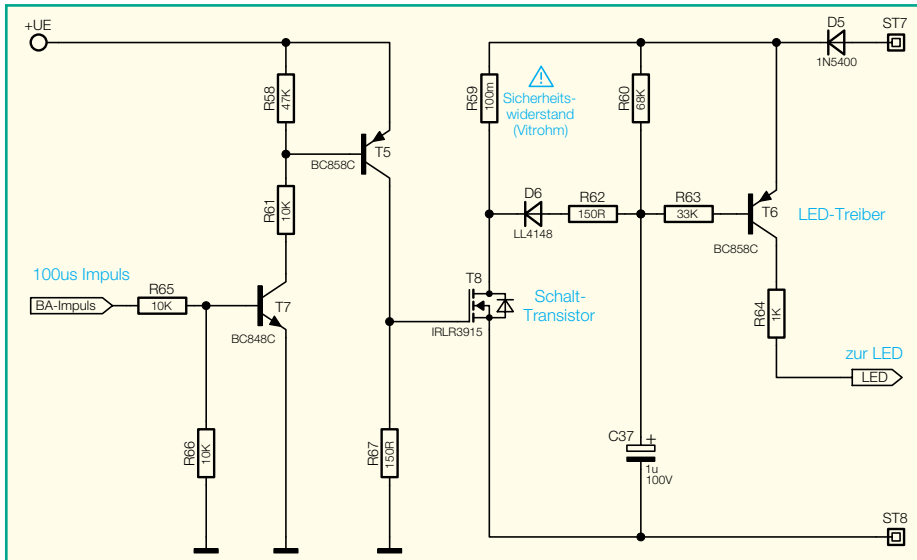


Bild 55: Blei-Akku-Aktivatorfunktion des ALC 5000 Mobile

Entladestrom wird der Spannungsabfall gegenüber dem unbelasteten Zustand ermittelt. Die dabei gemessene Spannungsdifferenz dividiert durch den Belastungsstrom ergibt den Akku-Innenwiderstand.

Aufgrund der üblicherweise geringen Innenwiderstände von Akkus sind hohe Ströme erforderlich, um auswertbare Spannungsdifferenzen zu erhalten. Dabei sind aussagekräftige Ergebnisse nur dann möglich, wenn die Spannungserfassung direkt am Akku erfolgt. Spannungsabfälle auf den Messleitungen würden sonst das Mess-Ergebnis stark verfälschen. Die Be-

lastung des Akkus erfolgt nur mit kurzen Stromimpulsen, da im anderen Fall eine zu hohe Verlustleistung zu verkraften wäre.

Zur Kontaktierung am Akku bzw. an den Messpunkten dienen Spezial-Messleitungen, die jeweils über zwei federnd gelagerte Mess-Spitzen verfügen. Die Messleitungen werden an BU 3 angeschlossen. Vier-Leiter-Messkabel erlauben dabei die Spannungserfassung direkt am Prüfling. Da der Mess-Strom über getrennte Leitungen geführt wird, kommt es nicht zur Beeinträchtigung der Spannungsmessung während des Lastimpulses. Die Span-

nungserfassung erfolgt letztendlich mithilfe des Differenzverstärkers IC 3 C, an dessen Ausgang im belasteten und im unbelasteten Zustand die proportionale Akku-Spannung ansteht.

Während des Entladeimpulses wird der zu prüfende Akku mit der Reihenschaltung, bestehend aus R 29, R 30 und der Drain-Source-Strecke des Transistors T 3, belastet. Die parallel geschalteten Shunt-Widerstände dienen dabei zur Strommessung, wobei der stromproportionale Spannungsabfall über R 27, R 32 abgegriffen wird. Am Ausgang des Operationsverstärkers IC 4 A steht die Strominformation verstärkt zur Verfügung.

Zur Stromregelung dient IC 4 B mit externer Beschaltung. Mit Hilfe eines von der Mikrocontrollereinheit kommenden PWM-Signals erfolgt die Vorgabe des Sollwertes, wobei IC 3 D zur Pufferung dient. Der nachgeschaltete Tiefpass, bestehend aus R 37 und C 25, dient zur Integration des PWM-Signals, so dass wir an C 25 eine Gleichspannung zur Sollwert-Vorgabe erhalten.

Über den mit R 36, R 38 aufgebauten Spannungsteiler gelangt der Soll-Wert auf den nicht-invertierenden Eingang von IC 4 B (Pin 5).

Der Ist-Wert des Stromes kommt über R 35 direkt vom Shunt (R 29, R 30) und wird auf den invertierenden Eingang von IC 4 B gegeben. Während des RIM-Impulses an Pin 10 von IC 5 A wird der Ausgang des Stromreglers (IC 4 B, Pin 7)

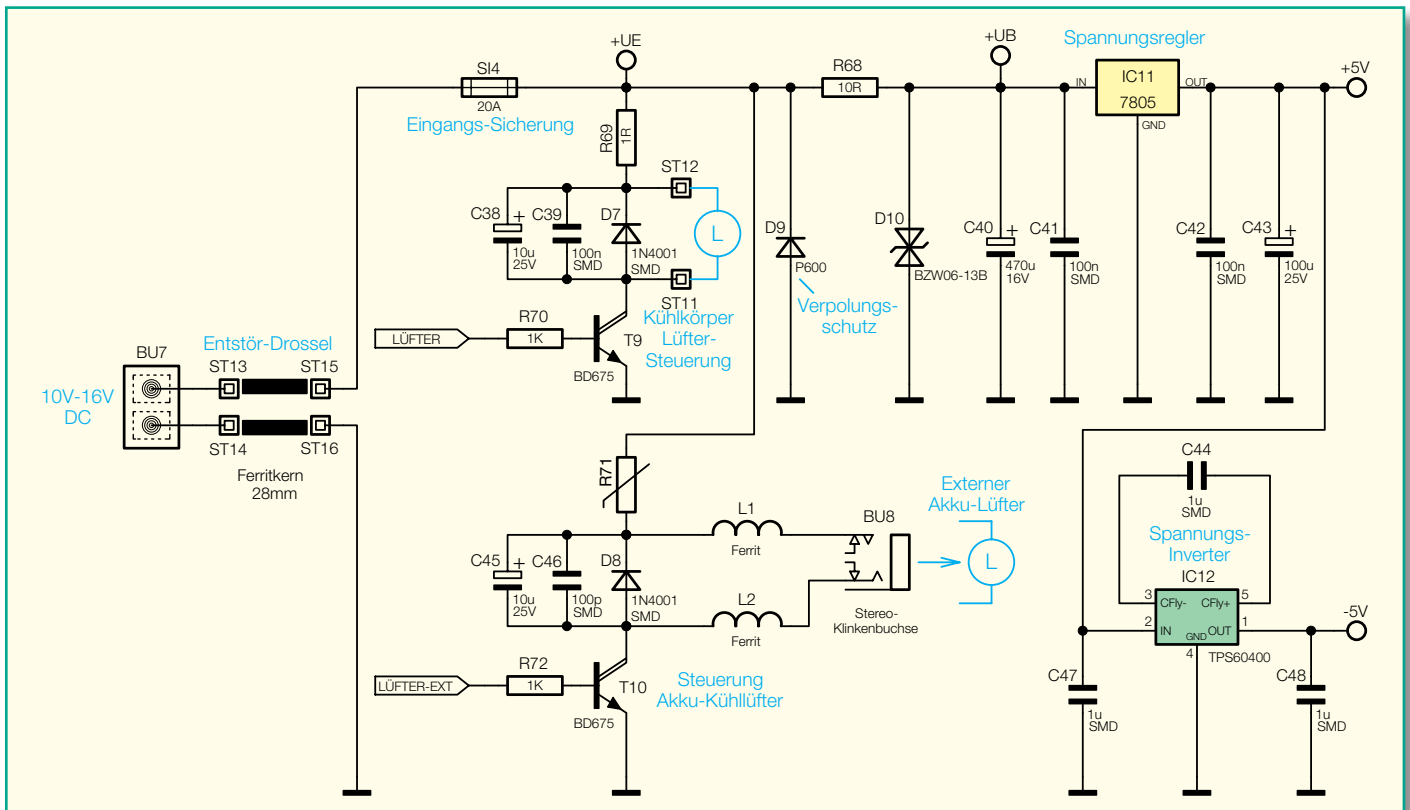


Bild 56: Spannungsversorgung und Lüftersteuerung des ALC 5000 Mobile

über R 34 mit dem Gate von T 3 verbunden. Abhängig von der Ausgangsspannung wird der Drain-Source-Widerstand des Leistungs-FETs gesteuert.

Da für die Messwerte von Strom und Spannung nur 100 ms zur Verfügung stehen, die A/D-Wandlung aber mehr Zeit in Anspruch nimmt, sind sowohl bei der Spannungs- als auch bei der Strommessung „Sample-and-Hold“-Glieder nachgeschaltet. Das „Sample-and-Hold“-Glieder für die Spannungsmessung ist mit IC 5 C, R 26, C 17 und dem Pufferverstärker IC 3 B aufgebaut, während das für die Strommessung zuständige Glied über IC 5 B, R 31, C 20 und IC 3 A realisiert wurde.

Die Kondensatoren C 14, C 16, C 18, C 21 und C 24 dienen zur Störabblockung an den Versorgungspins der einzelnen integrierten Schaltkreise.

### Blei-Akku-Aktivatorfunktion

Zur Verhinderung von kristallinen Sulfat-Ablagerungen an den Platten von Blei-Akkus ist das ALC 5000 Mobile mit einer Blei-Akku-Aktivatorfunktion ausgestattet. Mit der in Abbildung 55 dargestellten Schaltung werden periodische Spitzenstrom-Entladeimpulse bis zu 80 A erzeugt, die Ablagerungen an den Bleiplatten verhindern.

Da die Impulsdauer des alle 30 Sek. auftretenden Entladeimpulses nur 100 µs beträgt, wird dem Akku trotz des hohen Stromes nur wenig Energie entzogen.

Die Reihenschaltung, bestehend aus D 5, R 59 und der Drain-Source-Strecke des Transistors T 8, ist direkt mit den Klemmen des angeschlossenen Akkus verbunden.

Gesteuert wird die Funktion vom zentralen Mikrocontroller, der bei aktivierter Funktion alle 30 Sek. einen 100-µs-Impuls über R 65 auf die Basis des Transistors T 7 gibt. Der Basis-Spannungsteiler des Transistors T 5 ist wiederum mit dem Kollektor von T 7 verbunden, so dass bei durchgesteuertem Transistor T 7 auch T 5 durchgesteuert wird.

Während der 100-µs-Impulsdauer liegt am Kollektor von T 5 und somit auch am Gate von T 8 nahezu die volle Betriebsspannung an. Dadurch wird die Drain-Source-Strecke des Transistors T 8 extrem niederohmig, so dass für die Dauer von 100 µs die Reihenschaltung, bestehend aus D 5, R 59 und der Drain-Source-Strecke von T 8, den Akku belastet. T 8 kann Impulsbelastungen bis zu 240 A und D 1 bis zu 200 A verkraften.

Die Anzeige-LED wird über den Transistor T 6 und den Widerstand R 64 mit Spannung versorgt und dient gleichzeitig zur Funktionskontrolle. Da aber zur Anzeige ein 100 µs langer Impuls zu kurz ist, wird bei Aktivierung des Impulses der

Elko C 37 nahezu schlagartig über R 62, D 6 und die Drain-Source-Strecke des Transistors entladen. Nach Abschalten des Impulses erfolgt hingegen das Aufladen von C 37 recht langsam über R 60, so dass T 6 wesentlich länger durchgeschaltet bleibt. Die Leuchtdauer der Kontroll-LED wird im Wesentlichen von der mit R 60, C 37 realisierten Zeitkonstante bestimmt.

### Spannungsversorgung und Lüftersteuerung

In Abbildung 56 ist die Spannungsversorgung des ALC 5000 Mobile und die Steuerung für den Lüfter des Kühlkörper-Lüfteraggregats und des externen Akku-Kühl Lüfters zu sehen.

Die von einer Kfz-Batterie oder einem geeigneten Netzgerät kommende Spannung wird an BU 7 angelegt und gelangt über eine an ST 13 bis ST 16 angeschlossene Ferritspule und die Eingangssicherung SI 4 direkt zu den Lade-Endstufen des Gerätes. Die Diode D 9 dient zum Verpolungsschutz und sorgt für das Ansprechen der Sicherung SI 4, bevor es zur Beschädigung des ALC 5000 Mobile kommen kann.

Für eine Siebung der Versorgungsspannung sorgen der Widerstand R 68 und der Elko C 40. Am Ausgang des Spannungsreglers IC 11 steht dann eine stabilisierte Spannung von 5 V zur Verfügung, wobei die Kondensatoren C 41, C 42 und der Elko C 43 zur hochfrequenten Stör- und Schwingneigungsunterdrückung dienen.

Die im ALC 5000 Mobile erforderliche negative Spannung von -5 V wird mit dem Spannungsinverter IC 12 generiert. Dieser Baustein benötigt an externer Beschaltung nur 3 Kondensatoren C 44, C 47 und C 48.

Der Lüfter des eingebauten Kühlkörperaggregates wird mit einem PWM-Signal über den Transistor T 9 gesteuert. Im Kollektorkreis dieses Transistors befindet sich der Lüfter (angeschlossen an ST 11 und ST 12), der über den Schutzwiderstand R 69 mit Spannung versorgt wird. Der Elko C 38 und der Keramik Kondensator C 39 dienen zur Störunterdrückung und die Diode D 7 verhindert, dass am Lüfter eine Gegeninduktionsspannung entsteht.

Die weitestgehend identisch aufgebaute Schaltung im unteren Bereich des Schaltbildes dient zur Steuerung eines extern anzuschließenden Akku-Kühl Lüfters. Der Transistor T 10 wird ebenfalls mit einem PWM-Signal vom Mikrocontroller gesteuert und der externe Akku-Kühl Lüfter ist an die Buchse BU 8 anzuschließen. Im Kurzschlussfall (an BU 8) schützt der Polyswitch R 71 vor Beschädigungen.

### Nachbau

Außergewöhnliche Leistungsmerkmale

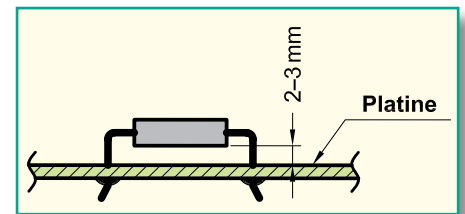


Bild 57: Einbaulage der Leistungswiderstände und Dioden

erfordern natürlich auch einen hohen Schaltungsaufwand. Beim ALC 5000 Mobile erweckt das zunächst den Eindruck eines sehr aufwändigen und komplizierten Nachbaues. Da aber bei einem Großteil der Schaltung Komponenten in SMD-Ausführung zum Einsatz kommen und diese bereits werkseitig vorbestückt sind, ist in Wirklichkeit der praktische Aufbau verhältnismäßig einfach und recht schnell erledigt. Auch die übersichtliche mechanische Konstruktion und der softwaremäßig durchzuführende Abgleich tragen wesentlich zur Nachbausicherheit bei.

Von Hand zu bestücken sind nur noch die Bauelemente in konventioneller Ausführung, wobei es sich vorwiegend um die Leistungselektronik handelt.

Insgesamt sind im ALC 5000 Mobile 3 Leiterplatten vorhanden, wobei natürlich der wesentliche Teil der Komponenten auf der großen Basisplatine untergebracht ist. Neben der Basisplatine ist noch eine Frontplatine mit den Anzeige- und Bedienelementen sowie eine USB-Schnittstellenplatine vorhanden.

### Bestückung der Basisplatine

Wie bereits erwähnt, sind bei der großen Basisplatine sämtliche SMD-Komponenten an der Platinenunterseite vorbestückt. Bei den bedrahteten Bauelementen sind zuerst die Widerstände dem Bestückungsplan entsprechend einzulöten. Zu beachten ist dabei, dass einige Widerstände mit ca. 2 bis 3 mm Leiterplattenabstand zu montieren sind (Abbildung 57). Dies betrifft die Widerstände R 29, R 30, R 59, R 68, R 69, R 203, R 208 und R 223.

Die Anschlüsse der Widerstände werden auf Rastermaß abgewinkelt, von oben durch die zugehörigen Platinen geführt, an der

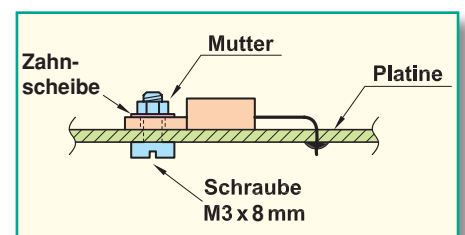
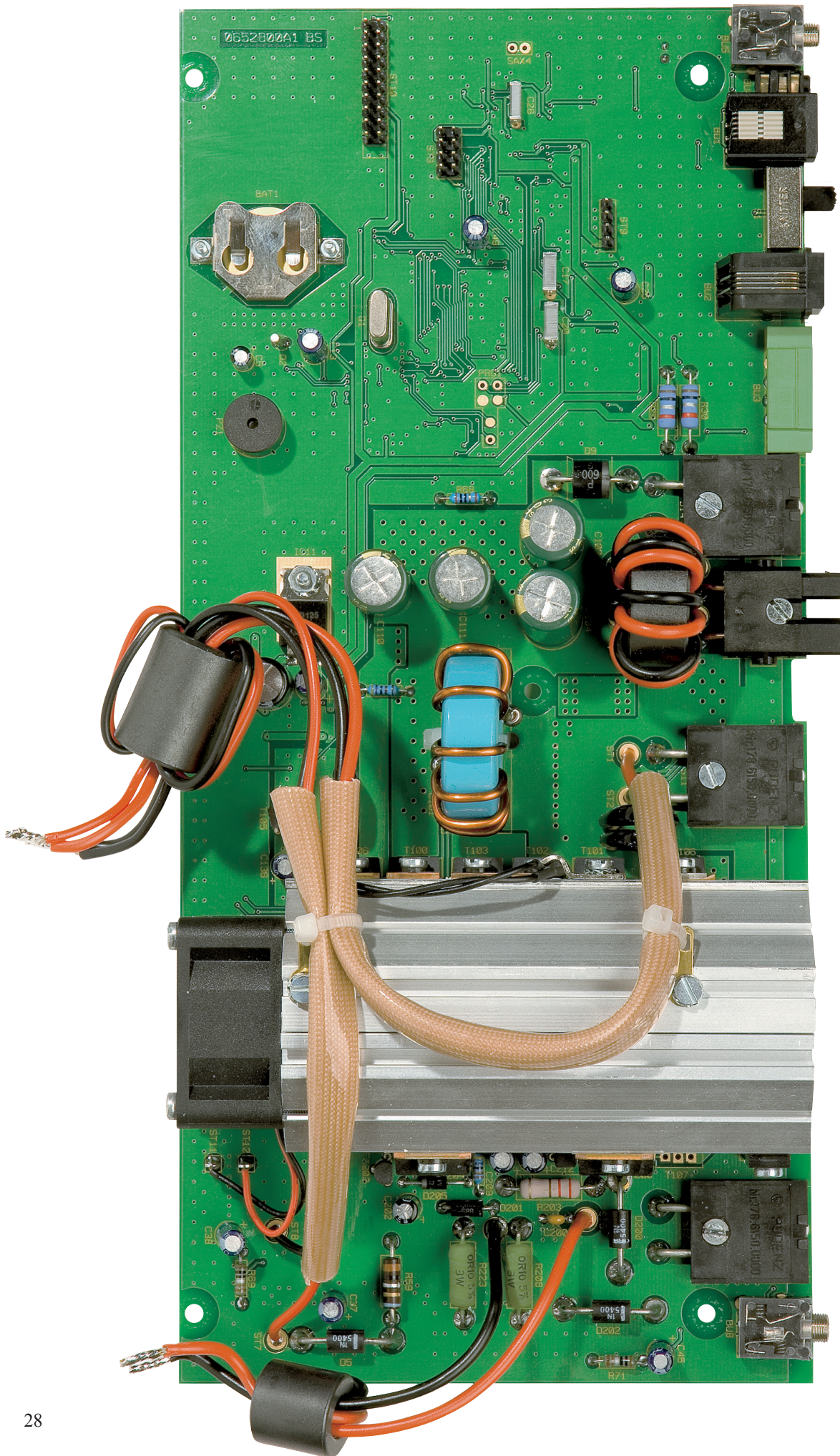


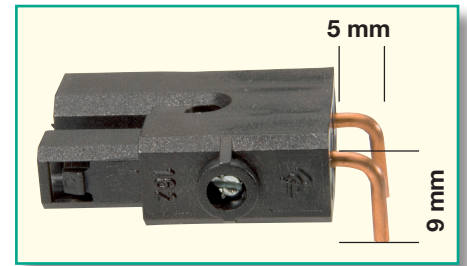
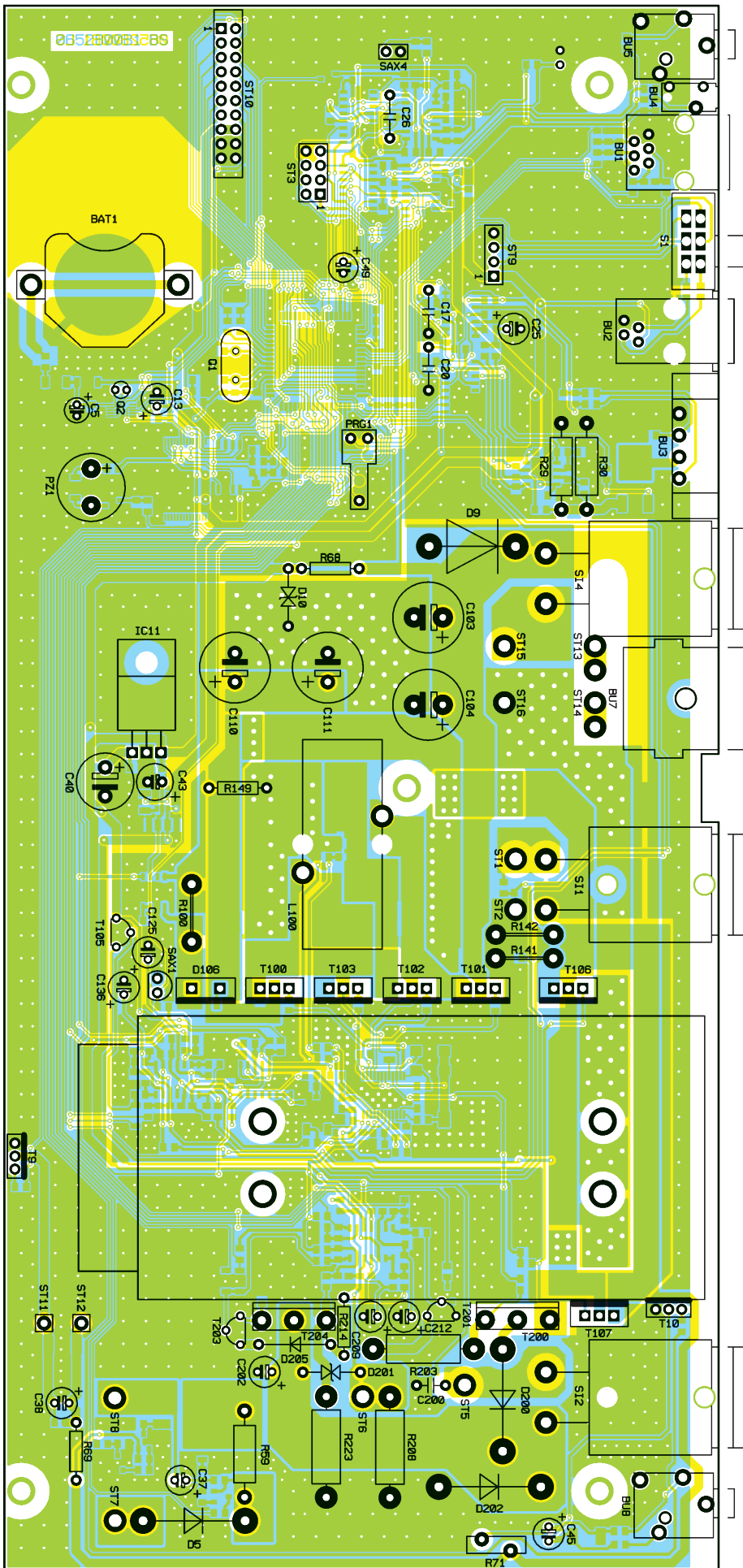
Bild 58: Einbau des Spannungsreglers IC 11





Ansicht der fertig bestückten Basisplatine (links) des ALC 5000 Mobile mit zugehörigem Bestückungsplan (rechts) von der Bestückungsseite (Darstellung 92 % der Originalgröße)





**Bild 59: Bestückung der Niederspannungs-Anschlussbuchse mit Kupferdrahtabschnitten**

Platinenunterseite leicht angewinkelt und verlötet. Danach werden die überstehenden Drahtenden, wie auch bei allen nachfolgend zu bestückenden Bauteilen, mit einem scharfen Seitenschneider direkt oberhalb der Lötstellen abgeschnitten.

Im nächsten Arbeitsschritt erfolgt die Bestückung der Dioden, wobei unbedingt die korrekte Polarität zu beachten ist. Dioden sind üblicherweise an der Kathoden-seite (Pfeilspitze) durch einen Ring gekennzeichnet. Eine Ausnahme bilden hier die Transil-Schutzdioden (D 10, D 201), die mit beliebiger Polarität bestückt werden dürfen.

Bei folgenden Dioden ist ein Leiterplattenabstand von 2 bis 3 mm (siehe Abbildung 57) erforderlich: D 5, D 9, D 200, D 202.

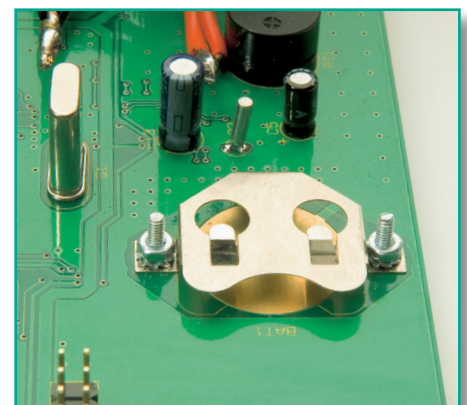
Zum Anschluss des Lüfters werden 2 Lötstifte mit Öse in die zugehörigen Platinenbohrungen von ST 11 und ST 12 gepresst und sorgfältig verlötet.

Es folgen die Kleinsignal-Transistoren (T 105, T 201, T 203), deren Anschlüsse vor dem Verlöten möglichst weit durch die zugehörigen Platinenbohrungen zu führen sind.

Der Transistor T 9 ist stehend mit möglichst kurzen Anschlüssen einzulöten.

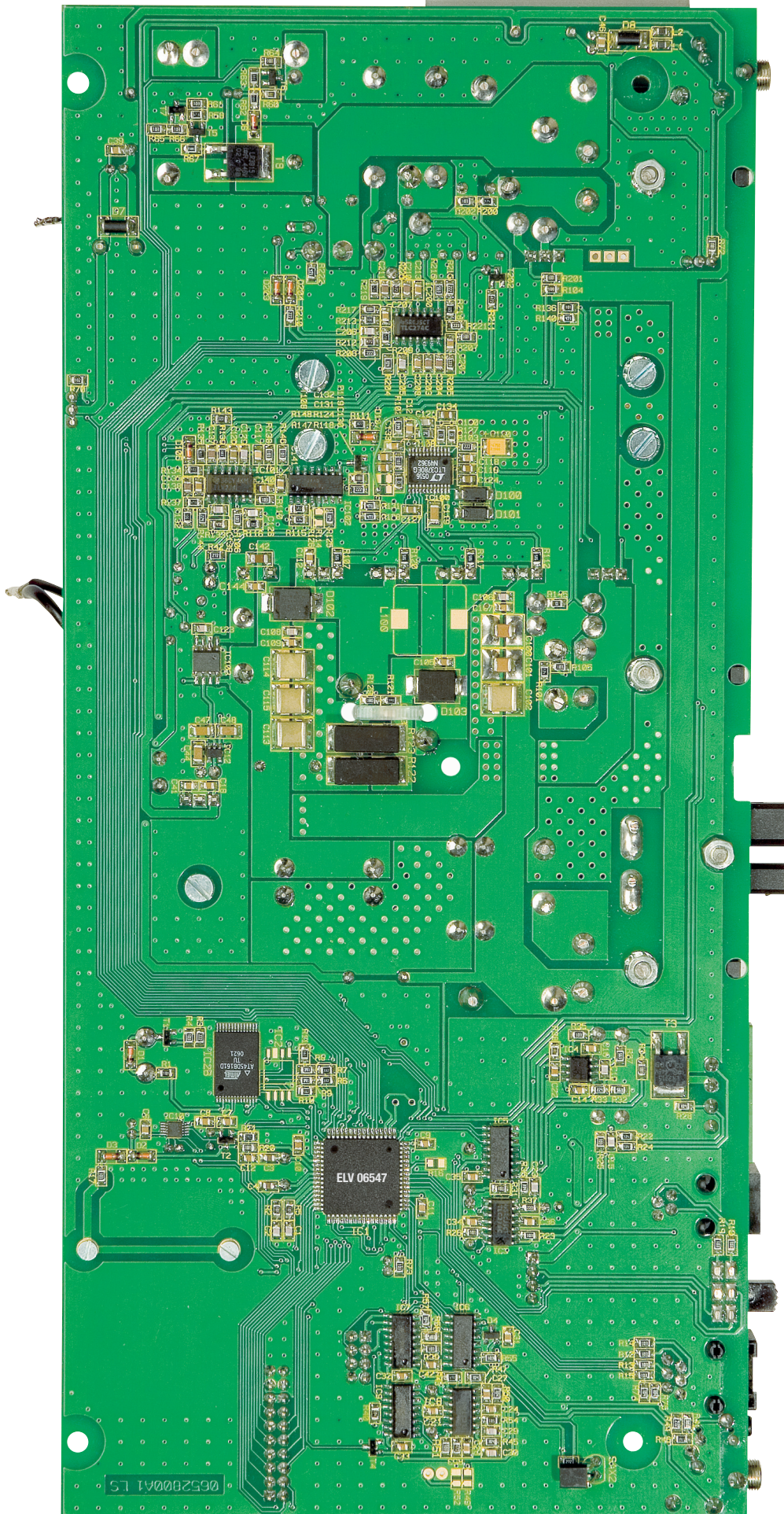
Der Spannungsregler IC 11 wird in liegender Position mit einer Schraube M3 x 8 mm, Zahnscheiben und Mutter auf die Platine montiert (Abbildung 58). Erst wenn das IC festgeschraubt ist, erfolgt das Verlöten der Anschlüsse.

Die Anschlüsse der Keramik- und Fo-lienkondensatoren sind vor dem Verlöten



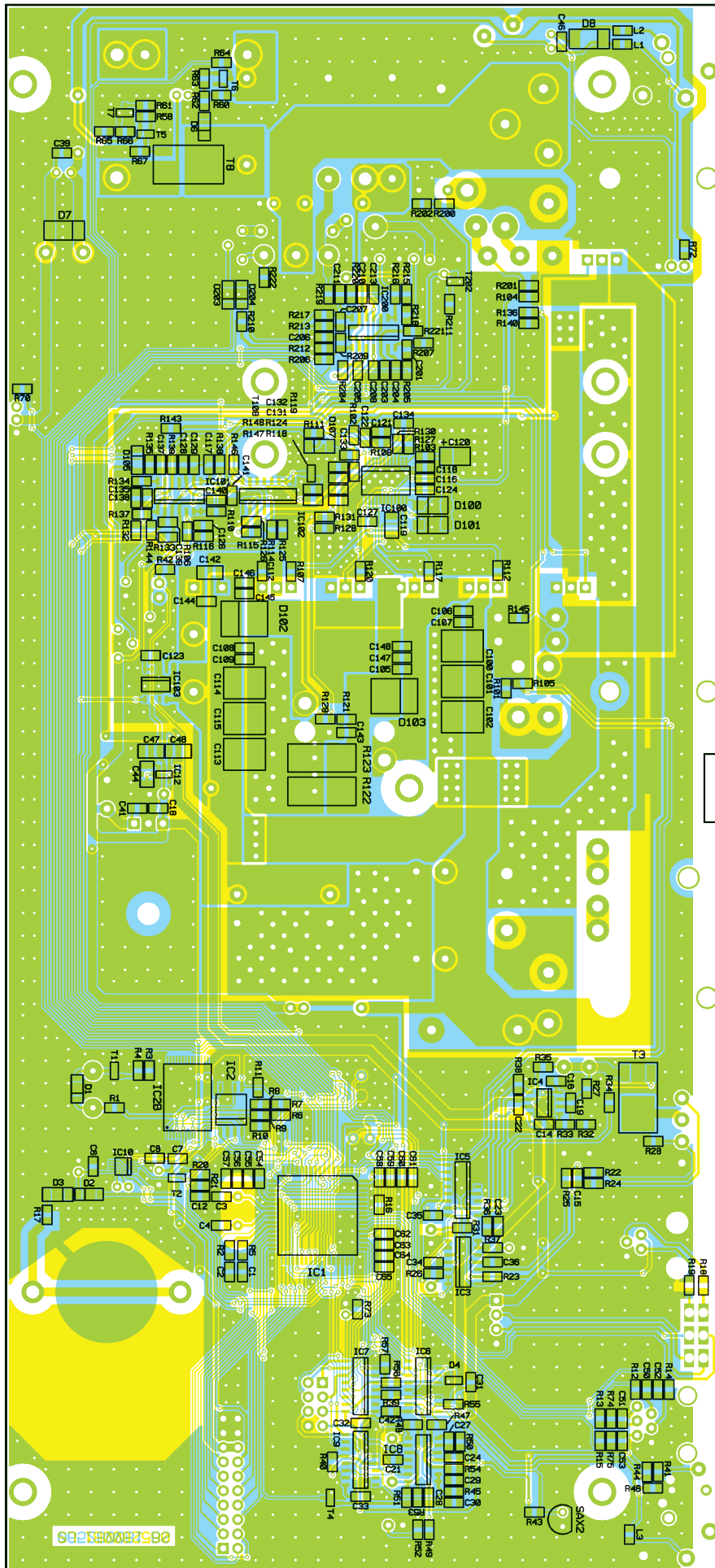
**Bild 60: Montage des Batteriehalters**





Ansicht der fertig bestückten Basisplatine (links) des ALC 5000 Mobile mit zugehörigem Bestückungsplan (rechts) von der SMD-Seite (Darstellung 92 % der Originalgröße)





**Stückliste: Akku-Lade-Center ALC 5000 Mobile Basiseinheit**

**Widerstände:**

0 Ω/SMD/0805 ..... R127, R130, R145  
 0,1 Ω/0,75 W/5 %/  
 Drahtwiderstand..... R29, R30, R59  
 0,1 Ω/3 W ..... R208, R223  
 18 mΩ/SMD/5020 ..... R122, R123  
 15 cm Manganindraht,  
 0,376 Ω/m ..... R100, R141, R142  
 1 Ω/SMD/0805 ..... R121, R129  
 1 Ω/0,5 W/Metalloxid..... R69  
 5,6 Ω/SMD/0805 ..... R107, R112,  
 R117, R120  
 10 Ω/SMD/0805 ..... R104  
 10 Ω/0,5 W/Metalloxid..... R68  
 47 Ω/SMD/0805 ..... R48  
 47 Ω ..... R214  
 100 Ω/SMD/0805 .... R1, R2, R5, R136  
 150 Ω/SMD/0805 ..... R62, R67  
 220 Ω/2 W/Metalloxid..... R203  
 390 Ω/SMD/0805 ..... R8, R9  
 470 Ω/SMD/0805 ..... R128, R131,  
 R140, R222  
 1 kΩ/SMD/0805 ..... R20, R26, R31,  
 R34, R46, R64, R70, R72, R134,  
 R148, R201, R207, R217  
 2,2 kΩ/SMD/0805 ..... R3, R103, R147,  
 R206, R210, R215  
 2,7 kΩ/SMD/0805 ..... R42–R44  
 3,3 kΩ/SMD/0805 ..... R6, R7  
 3,9 kΩ/SMD/0805 ..... R21  
 4,7 kΩ/SMD/0805 ..... R53, R211,  
 R212, R220  
 4,7 kΩ ..... R149  
 5,6 kΩ/SMD/0805 ..... R10, R11  
 8,2 kΩ/SMD/0805 ..... R111, R135  
 10 kΩ/SMD/0805 ..... R4, R12–R15,  
 R17–R19, R23, R25, R35, R39, R41,  
 R51, R55, R61, R65, R66, R73, R105,  
 R106, R110, R119, R138, R146, R202  
 12 kΩ/SMD/0805 ... R116, R143, R218  
 18 kΩ/SMD/0805 ..... R139  
 22 kΩ/SMD/0805 ..... R37, R205, R221  
 33 kΩ/SMD/0805 ..... R63  
 47 kΩ/SMD/0805 ..... R58, R126, R137,  
 R209, R219  
 56 kΩ/SMD/0805 ..... R27, R32, R216  
 68 kΩ/SMD/0805 ..... R38, R60  
 100 kΩ/SMD/0805 ..... R28, R45, R47,  
 R50, R57, R74, R75, R108, R125, R204  
 120 kΩ/SMD/0805 ..... R22, R24,  
 R101, R115, R200  
 180 kΩ/SMD/0805 ..... R40  
 220 kΩ/SMD/0805 ..... R33, R144  
 330 kΩ/SMD/0805 ..... R36, R102  
 560 kΩ/SMD/0805 ..... R56  
 1 MΩ/SMD/0805 ..... R54  
 4,7 MΩ/SMD/0805 ..... R133  
 10 MΩ/SMD/0805 ..... R132, R213

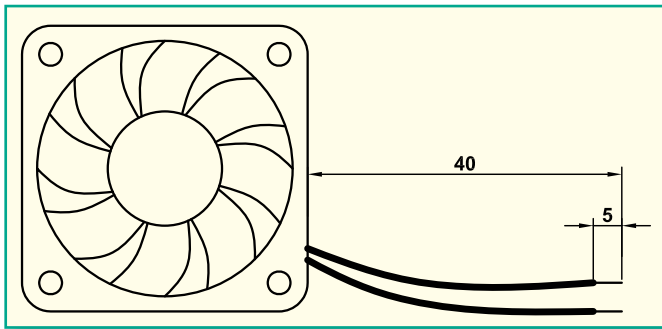
**Kondensatoren:**  
 10 pF/SMD/0805 .... C1, C2, C15, C19,  
 C23, C29, C50–C53, C126,  
 C129, C139, C205, C206  
 18 pF/SMD/0805 ..... C3, C4  
 22 pF/SMD/0805 ... C137, C138, C203,  
 C204, C210, C211  
 47 pF/SMD/0805 ..... C121  
 100 pF/SMD/0805 ..... C30, C46, C106,  
 C108, C123, C146, C148  
 1 nF/SMD/0805.... C22, C27, C56, C60,  
 C64, C131, C145, C147

1,5 nF/SMD/0805 ..... C134  
 10 nF/5 %/SMD/0805... C8, C55, C59,  
 C63, C105, C107, C109, C112, C122,  
 C132, C133, C135, C201, C207  
 10 nF/SMD/1206 ..... C142  
 100 nF/SMD/0805 .. C6, C7, C12, C14,  
 C16, C18, C21, C24, C28, C31–C36,  
 C39, C41, C42, C54, C58, C62, C118,  
 C140, C141, C143, C208, C213  
 100 nF/ker ..... C200  
 100 nF/250 V ..... C17, C20  
 220 nF/SMD/0805 ... C124, C127, C128  
 270 nF/100 V ..... C26  
 330 nF/SMD/0805 ..... C117  
 470 nF/SMD/0805 ..... C57, C61,  
 C65, C116  
 1 µF/SMD/1206 ... C44, C47, C48, C119  
 1 µF/100 V ..... C37, C49  
 3,3 µF/16 V/SMD/3216... C100, C101  
 4,7 µF/20 V/Tantal/SMD ..... C120  
 10 µF/16 V ..... C5  
 10 µF/25 V ..... C13, C38, C45  
 22 µF/SMD/1210 ..... C102  
 22 µF/35 V/SMD/5750 ..... C113–C115  
 47 µF/25 V ..... C202  
 100 µF/16 V ..... C25, C125, C136,  
 C209, C212  
 100 µF/25 V ..... C43  
 470 µF/16 V ..... C40  
 470 µF/50 V/105 °C ..... C110, C111  
 1000 µF/35 V/105 °C ..... C103, C104

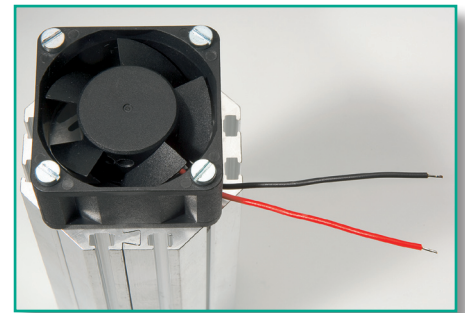
**Halbleiter:**  
 ELV06547/SMD ..... IC1  
 AT45DB161D-TU/SMD ..... IC2B  
 TLC274C/SMD ..... IC3, IC8, IC200  
 TLC272/SMD ..... IC4  
 CD4053/SMD ..... IC5, IC9, IC102  
 CD4051/SMD ..... IC6, IC7  
 R2043T, SMD ..... IC10  
 7805 ..... IC11  
 TPS60400/SMD ..... IC12  
 LTC3780EG/SMD ..... IC100  
 TLV274/SMD ..... IC101  
 LMP8275/SMD ..... IC103  
 BC848C ... T1, T2, T4, T7, T108, T202  
 IRLR3915/SMD ..... T3, T8  
 BC858C ..... T5, T6  
 BD675 ..... T9, T10  
 IRL1004 ..... T100–T103  
 BC337-40 ..... T105, T201, T203  
 IPP80N06S2-05 ..... T106  
 BD250C ..... T200  
 BD249C ..... T204  
 LL4148... D1, D2, D6, D105, D203, D204  
 BAT43/SMD ..... D3, D107  
 LM385-2,5 V/SMD ..... D4  
 1N5400 ..... D5, D200, D202  
 SM4001/SMD ..... D7, D8  
 P600G ..... D9  
 BZW06-13 ..... D10  
 10MQ060N/SMD ..... D100, D101  
 B540C/SMD ..... D102, D103  
 STPS10L60D ..... D106  
 BZW06-58B ..... D201  
 1N4001 ..... D205

**Sonstiges:**  
 Quarz, 16 MHz, HC49U ..... Q1  
 Quarz, 32,768 kHz ..... Q2  
 Chip-Ferrit, 805, 60 Ω ..... L1, L2, L3  
 Speicherdrossel, 8 µH, 15 A ..... L100

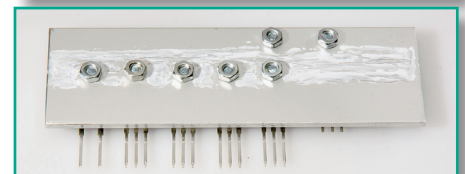
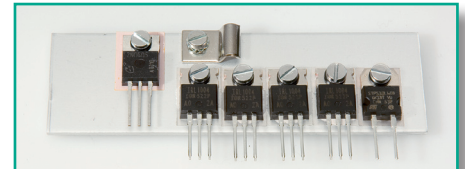
Western-Modular-Buchse 6P6C ... BU1  
 Modulare-Einbaubuchse, 4-pol. .... BU2  
 Mini-Buchsenleiste, 3,81 mm ..... BU3  
 Klinkenbuchse, 2,5 mm, stereo. .... BU4  
 Klinkenbuchse, 3,5 mm,  
 stereo ..... BU5, BU8  
 Niederspannungs-Steckverbinder ... BU7  
 Schiebeschalter, 2 x um ..... S1  
 Sound-Transducer, 3 V, print ..... PZ1  
 Temperatursensor ..... SAX1, SAX2  
 Polyswitch RXEF075V ..... R71  
 Kfz-Flachsicherung, 20 A ..... SI1, SI4  
 Kfz-Flachsicherung, 3 A ..... SI2  
 Kfz-Sicherungshalter ..... SI1, SI2, SI4  
 Lithium-Knopfzelle CR2032 ..... BAT1  
 Batteriehalter für  
 CR2016/2025 ..... BAT1  
 Sicherheitsbuchse, Rot ..... ST1, ST5  
 Sicherheitsbuchse, Schwarz .. ST2, ST6  
 Stiftleiste, 2 x 4-polig, gerade ..... ST3  
 Stiftleiste, 1 x 4-polig, gerade ..... ST9  
 Stiftleiste, 2 x 10-polig, gerade .... ST10  
 Lötstift mit Lötöse ..... ST11, ST12  
 3 Stiftleisten, 1 x 3-polig, gerade, print  
 6 Lötstifte, 1,3 mm  
 Glimmerscheiben:  
 5 x TOP-66, 1 x TO-220, 2 x TO-3P  
 1 Kapton-Isolierscheibe, TO-220  
 8 Isolierbuchsen, TO-220  
 Zylinderkopfschrauben:  
 2 x M2 x 8 mm  
 7 x M3 x 5 mm  
 10 x M3 x 5 mm Inbus  
 9 x M3 x 6 mm  
 8 x M3 x 8 mm  
 1 x M3 x 12 mm  
 4 x M3 x 14 mm Inbus  
 4 x M3 x 16 mm  
 4 x M3 x 30 mm  
 4 x M4 x 6 mm  
 Senkkopfschrauben:  
 6 x M3 x 6 mm, 3 x M3 x 12 mm  
 Muttern: 2 x M2, 25 x M3  
 Fächerscheiben: 2 x M2, 17 x M3  
 4 Zahnscheiben, M4  
 2 Lötösen, 3,2 mm  
 1 Sensorschelle  
 2 Lüfterkühlkörper, LK40  
 1 Kühlkörper-Isolierplatte, bearbeitet  
 1 Alu-Kühlplatte, bearbeitet  
 1 Axiallüfter, 12 V, 40 x 40 x 20 mm  
 1 Tube Wärmeleitpaste  
 Ferrit-Ringkern:  
 1 x 16,5 (8) x 16 mm  
 1 x 18,6 (10,2) x 25 mm  
 1 x 25 (15) x 12 mm  
 3 Kabelbinder, 90 x 2,5 mm, 105 °C  
 1 USB-Modul UO100, komplett  
 1 Gehäuse, komplett  
 1 Niederspannungs-Anschlussleitung  
 1 RIM-Messleitung mit Stecker  
 1 Temperatursensor mit Leitung/Stecker  
 4 cm Schrumpfschlauch  
 15 cm Gewebeisolierschlauch,  
 ø 2 mm ..... R100, R141, R142  
 30 cm Gewebeisolierschlauch, ø 4 mm  
 6 cm starrer Kupferdraht, 1,5 mm<sup>2</sup>  
 26 cm flexible Leitung, ST1 x 0,22 mm<sup>2</sup>  
 80 cm flexible Leitung, ST1 x 1,5 mm<sup>2</sup>  
 80 cm flexible Leitung, ST1 x 1,5 mm<sup>2</sup>



**Bild 61: Vorbereiten der Anschlussleitungen des Lüfters**



**Bild 62: Korrekt platzierte Anschlussleitungen des Lüfters**



**Bild 63 und 64: Vorbereitung der zu montierenden Kühlplatte**

### Montage des Lüfter-Kühlkörper-Aggregates

Besonders im Entladebetrieb entsteht Abwärme, die mit Hilfe eines Lüfter-Kühlkörper-Aggregates im ALC 5000 Mobile abgeführt wird. Alle Lade- und Entlade-Endstufen-Transistoren, der Transistor T 10 sowie die Diode D 106 werden an diesen Kühlkörper montiert, der aus zwei Profilhälften besteht.

Die beiden Hälften des Profils werden zunächst mittels der Schwalbenschwanz-Führungen zusammengefügt und danach mit einer Öffnung nach oben auf die Arbeitsplatte gestellt (die Fugerillen sollen zum Betrachter weisen).

so weit wie möglich durch die zugehörigen Platinenbohrungen zu führen.

Weiter geht es dann mit dem Einbau der Elektrolyt-Kondensatoren, deren korrekte Polarität sehr wichtig ist. Falsch gepolte Elkos können explodieren oder auslaufen. Bei den Elkos ist die Polarität meistens am Minuspol gekennzeichnet. Die Elkos C 103, C 104, C 110 und C 111 werden nicht jetzt, sondern zu einem späteren Zeitpunkt bestückt.

Auch der Sound-Transducer PZ 1 ist gepolt. Das Plusymbol am Bauteil muss mit dem Symbol im Bestückungsdruck übereinstimmen.

Zum Anschluss der Transistoren T 100 und T 106 dienen dreipolige Stiftleisten, die direkt in die zugehörigen Bohrungen der Platine zu löten sind. 1,3-mm-Lötstifte werden zum Anschluss der Transistoren T 200 und T 204 benötigt. Diese Stifte werden ebenfalls von oben in die zugehörigen Platinenbohrungen gepresst und an der Unterseite sorgfältig verlötet.

Eine danach einzulötende 20-polige Stiftleiste (ST 10) stellt die Verbindung zur Frontplatine her, eine 4-polige Stiftleiste (ST 9) dient zum Anschluss der USB-Schnittstelle. Und eine 8-polige Stiftleiste (ST 3) dient für zukünftige Erweiterungen. Die Stiftleisten müssen vor dem Verlöten an der Platinenunterseite plan auf der Platinenoberfläche aufliegen.

Im nächsten Arbeitsschritt werden die Klinkenbuchsen BU 4, BU 5 und BU 8

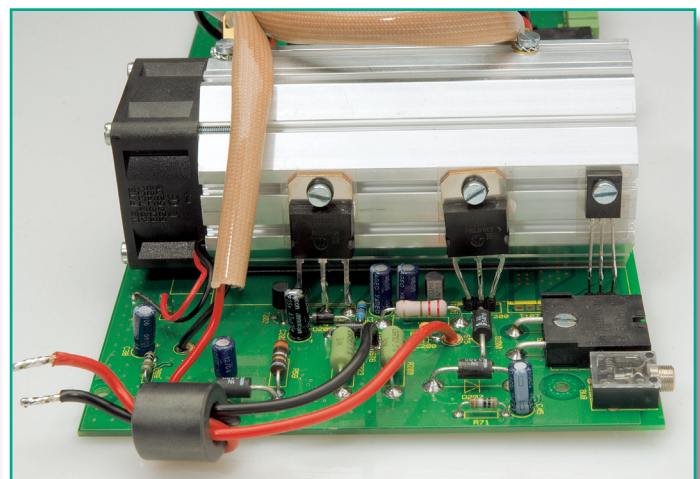
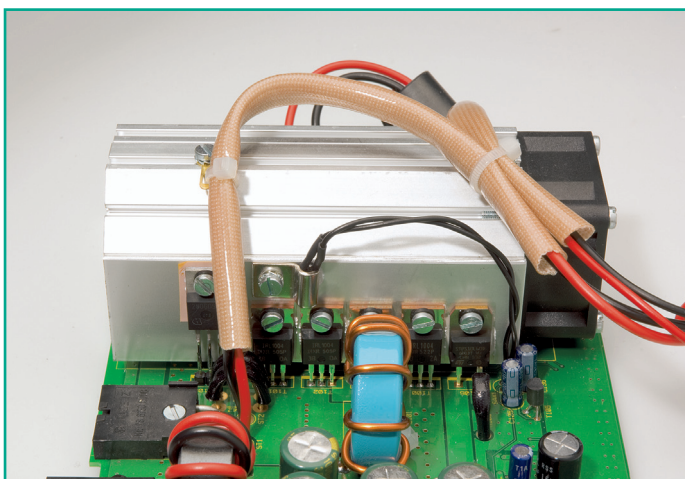
sowie die Western-Modular-Buchsen BU 1 und BU 2 eingelötet. Dabei ist zu beachten, dass die Buchsen beim Verlöten plan aufliegen müssen und keine zu lange Hitzeeinwirkung auf die Bauteile besteht.

Die Buchse BU 3 und der Schiebeschalter S 1 sind an der Platinenunterseite mit ausreichend Lötzinn festzusetzen.

Die 3 Platinen-Sicherungshalter für Kfz-Sicherungen werden zuerst jeweils mit einer Senkkopfschraube M3 x 12 mm, Zahnscheibe und Mutter auf die Leiterplatte montiert. Erst danach werden die Anschlüsse unter Zugabe von reichlich Lötzinn verlötet.

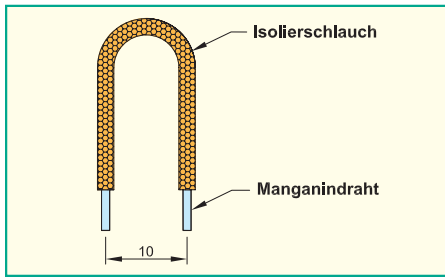
Entsprechend Abbildung 59 ist die Niederspannungs-Anschlussbuchse BU 7 zuerst mit 30 mm langen Kupferdrahtabschnitten zu bestücken. Nach dem Festsetzen der Drahtenden mit den seitlichen Schrauben erfolgt das Abwinkeln, wie in der Abbildung zu sehen ist. Wichtig ist dabei die Beachtung der korrekten Polarität. Mit einer Schraube M3 x 12 mm, Zahnscheibe und Mutter wird die Buchse dann stramm auf die Platine montiert. Erst danach sind an der Platinenunterseite die durch die Platine geführten Drahtenden mit reichlich Lötzinn festzusetzen.

Für die 3-V-Lithium-Pufferbatterie der Echtzeituhr ist ein Metall-Batteriehalter auf die Oberseite der Leiterplatte zu montieren. Die Montage erfolgt dabei mit Schrauben M2 x 8 mm, Zahnscheiben und Muttern, wie in Abbildung 60 zu sehen ist.



**Bild 65 und 66: Am Kühlkörper montierte Bauelemente der Lade-/Entladestufe 1 und 2**

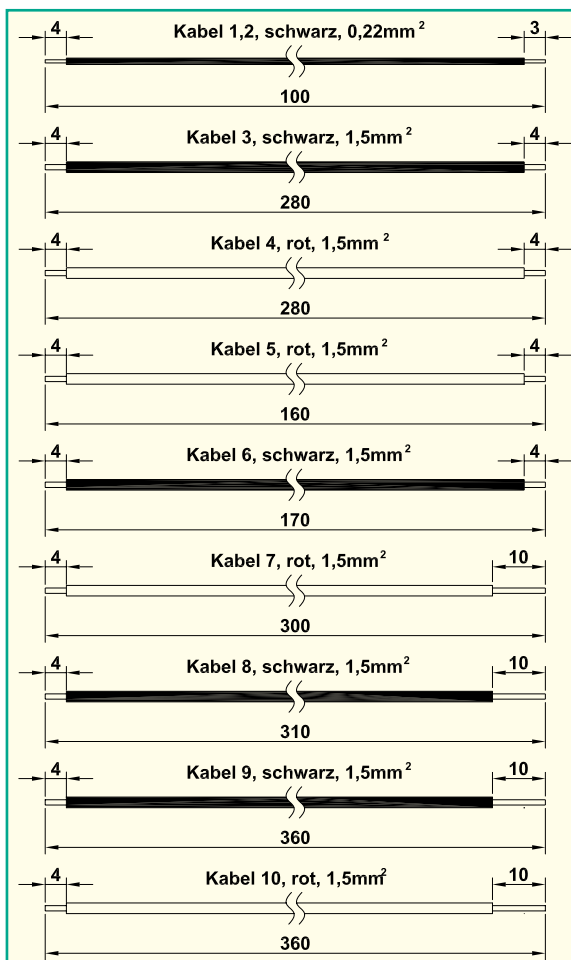




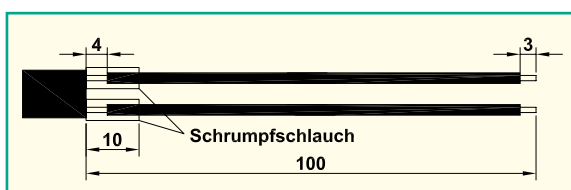
**Bild 67: Hochstrom-Shunt-Widerstände aus Manganindraht**

Die Anschlussleitungen des Lüfters sind entsprechend Abbildung 61 vorzubereiten.

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



**Bild 68: Konfektionierung der im ALC 5000 Mobile verwendeten Anschlussleitungen**



**Bild 69: Verlängerung der Temperatursensor-Anschlüsse mit Leitungsabschnitten**

Zuleitungspaar des Lüfters (schwarz-rote Leitung) muss sich vorne rechts befinden (Abbildung 62).

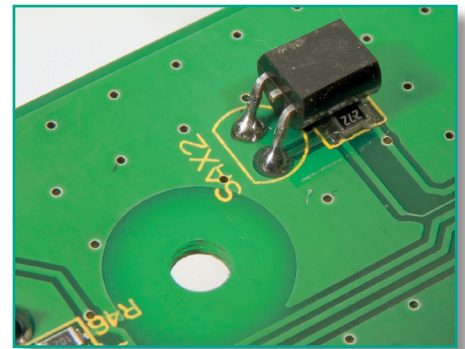
Der Kühlkörper weist an 4 seiner Außenflächen mittig konturierte Rundnuten auf, die für die Aufnahme von M3-Schrauben ausgelegt sind und genau zu den 4 Montagebohrungen des Lüfters passen. Es werden Montageschrauben M3 x 30 mm verwendet, die jeweils durch die Montageflansche des Lüfters zu führen sind. Mittels eines Schraubendrehers dreht man die Schrauben dann mühelos fest. In die 4 Kühlkörper-Montagebohrungen der Basisplatine werden nun von unten Schrauben M3 x 6 mm mit je einer Zahnscheibe gesteckt. Auf der Bestückungsseite folgt eine Isolierplatte aus Leiterplattenmaterial. Die Schrauben werden danach mit M3-Muttern versehen, die jedoch nur mit einer Windung aufzuschrauben sind. Jetzt wird die am Kühlkörperaggregat zu montierende Kühlplatte mit den Leistungsbau-elementen der Lade-/Entladestufe 1 entsprechend den Abbildungen 63 und 64 vorbereitet.

Die Transistoren T 100 bis T 103 sowie die Diode D 106 werden jeweils mit einer Glimmerscheibe versehen, die beidseitig dünn mit Wärmeleitpaste bestrichen wurde. Jeweils mittels einer Isolierbuchse und einer Schraube M3 x 8 mm werden die Komponenten an die Kühlplatte montiert, jedoch noch nicht fest verschraubt. Die Muttern an der Rückseite der Kühlplatte sind jeweils mit nur einer Windung locker aufzudrehen.

Beim Entladetransistor T 106 kommt eine Spezialisolierscheibe mit besonders geringem Wärme-Übergangswiderstand zum Einsatz. Dieser Transistor wird ebenfalls noch nicht fest verschraubt. Das Gleiche gilt auch für die Metallschelle zur Aufnahme des Temperatursensors. Die Rückseite der Kühlplatte ist im gekennzeichneten Bereich mit ausreichend Wärmeleitpaste zu bestreichen.

Die Anschlüsse der Transistoren T 100 bis T 103 und der Diode D 106 werden von der Platinenoberseite durch die zugehörigen Platinenbohrungen geführt, aber noch nicht verlötet.

Danach ist das Kühlkörper-Lüfter-Aggregat mit dem vormontierten Lüfter voran



**Bild 70: Anlöten des Temperatursensors an der Platinenunterseite**

aufzuschieben. Je 2 Muttern der Basisplatine verschwinden dabei in die unteren Nuten des Kühlkörpers und die Muttern an der Rückseite der Kühlplatte in die seitlichen Nuten des Kühlkörperaggregats. Der Kühlkörper ist so weit aufzuschieben, dass in der Endposition das hintere Ende ca. 2 mm vom Platinenrand entfernt ist (siehe Kennzeichnung im Bestückungsdruck).

Von der Platinenunterseite sind nun die 4 Befestigungsschrauben festzuziehen. Die an der Kühlplatte montierten Komponenten werden genau ausgerichtet und ebenfalls fest verschraubt.

Sehr wichtig ist ein geringer Wärme-Übergangswiderstand beim Entladetransistor T 106. Die Schraube dieses Transistors ist daher so stramm wie möglich festzuziehen.

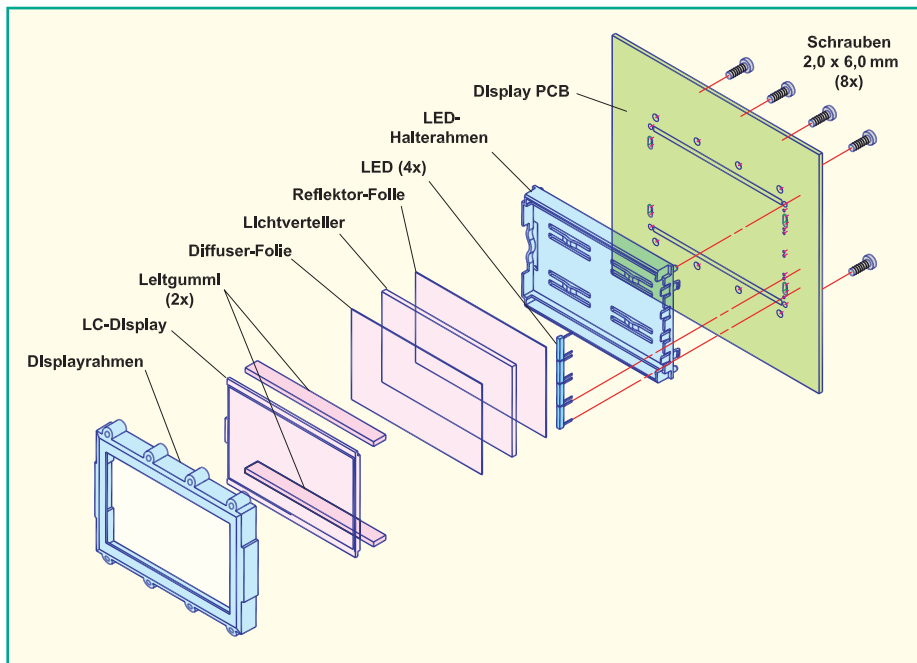
Die Anschlüsse von T 106 sind nach dem Verschrauben an die zugehörige Siffleiste anzulöten und die übrigen Komponenten werden im Anschluss hieran an der Platinenunterseite verlötet.

Die vom Lüfter kommenden Anschlussleitungen sind durch die Ösen der Lötstifte von ST 11 (schwarz) und ST 12 (rot) zu führen und sorgfältig zu verlöten.

Auf der noch freien Kühlkörperseite sind in die obere Einschubnut 3 Muttern M3 einzuschieben. Die Muttern gehören mittig über die Anschlüsse der noch zu montierenden Leistungstransistoren. Diese Bauteile (T 10, T 200, T 204) werden ebenfalls mit einer beidseitig mit Wärmeleitpaste versehenen Glimmerscheibe bestückt und jeweils mit einer Isolierbuchse (nur T 200



**Bild 71: Durch den Ferritkern gefädelt Leitungsabschnitte**



**Bild 72: Aufbau und Montage des hinterleuchteten LC-Displays**

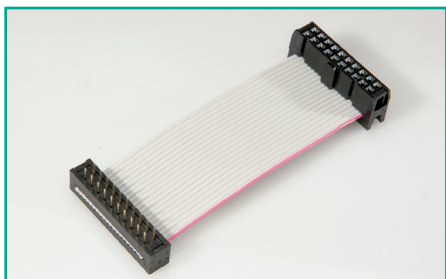
und T 204) und einer Schraube M3 x 6 mm fest am Kühlkörper angeschraubt. Die Anschlusspins sind danach an die zugehörigen Lötstifte anzulöten.

Es ist zweckmäßig, nun alle am Kühlkörper montierten Komponenten auf eventuelle Kurzschlüsse zum Kühlkörper hin zu überprüfen.

Abbildung 65 zeigt die am Kühlkörper montierten Bauelemente der Lade-/Entlade-Endstufe 1 und Abbildung 66 die entsprechenden Bauteile für die Endstufe 2.



**Bild 73: Die Führungsnase des Inkrementalgebers (rechts) wird abgeschnitten (links).**



**Bild 74: 20-poliges Flachbandkabel zur Verbindung der Platinen**

Danach sind unter Beachtung der korrekten Polarität die noch fehlenden Elektrolyt-Kondensatoren C 103, C 104, C 110 und C 111 einzulöten.

Die Anschlüsse der Speicherdrossel L 100 sind von der Platinenoberseite durch die zugehörigen Bohrungen zu führen. Bevor das Verlöten der Anschlüsse an der Platinenunterseite erfolgt, ist die Spule mit einem hitzebeständigen Kabelbinder festzusetzen. Nach dem Verlöten mit viel Lötzinn werden an der Platinenunterseite die überstehenden Drahtenden direkt oberhalb der Lötstellen abgeschnitten.

Im nächsten Arbeitsschritt sind die Shunt-Widerstände R 100, R 141 und R 142 aus Manganindrahtabschnitten von 37 mm Länge herzustellen (Abbildung 67).

Diese Manganindrahtabschnitte werden mit 32 mm langen Glasfaser-Isolierschläuchen überzogen und entsprechend Abbildung 55 gebogen. Nach dem Einlöten in die Platine müssen jeweils 32 mm Länge des Widerstandsdrahtes wirksam bleiben.

Für den weiteren Aufbau werden Leitungsabschnitte entsprechend Abbildung 68 vorbereitet. Die Leitungsabschnitte sind entsprechend der angegebenen Längen abzuisolieren, zu verdrillen und vorzuverzinne.

Am Kühlkörper-Tempersensord sind danach die Leitungsabschnitte 1 und 2 anzulöten und entsprechend Abbildung 69 erfolgt am Sensor die Isolierung mit Schrumpfschlauchabschnitten.

Zur besseren thermischen Kopplung ist der Sensor an der abgeflachten Seite leicht mit Wärmeleitpaste zu bestreichen. Die Befestigung am Kühlkörper ist mit einer Metallschelle, einer Schraube M3 x 8 mm und einer Zahnscheibe vorzunehmen.

Nun werden die Leitungen des Sensors verdrillt, von oben durch die zugehörigen Platinenbohrungen geführt und an der Platinenunterseite verlötet.

Der zur Erfassung der Umgebungstemperatur dienende Tempersensord SAX 2 ist an der Platinenunterseite (SMD-Bestückungsseite) wie in Abbildung 70 dargestellt anzulöten.

Die Leitungsabschnitte 3 und 4 werden entsprechend Abbildung 71 jeweils mit 5 Windungen durch den zugehörigen Ferritkern gefädelt. Nachdem diese zur Entstö-

### **Stückliste: Akku-Lade-Center ALC 5000 Mobile Displayeinheit**

#### **Widerstände:**

33 Ω/SMD/0805 .....	R501–R504
1 kΩ/SMD/0805 .....	R505, R517–R520
2,2 kΩ/SMD/0805 .....	R514–R516
22 kΩ/SMD/0805 .....	R500
82 kΩ/SMD/0805 .....	R507
100 kΩ/SMD/0805 .....	R508–R512

#### **Kondensatoren:**

22 pF/SMD/0805 .....	C501, C502
4,7 nF/SMD/0805 .....	C503, C504
100 nF/SMD/0805.....	C500, C505–C509
100 µF/16 V .....	C510

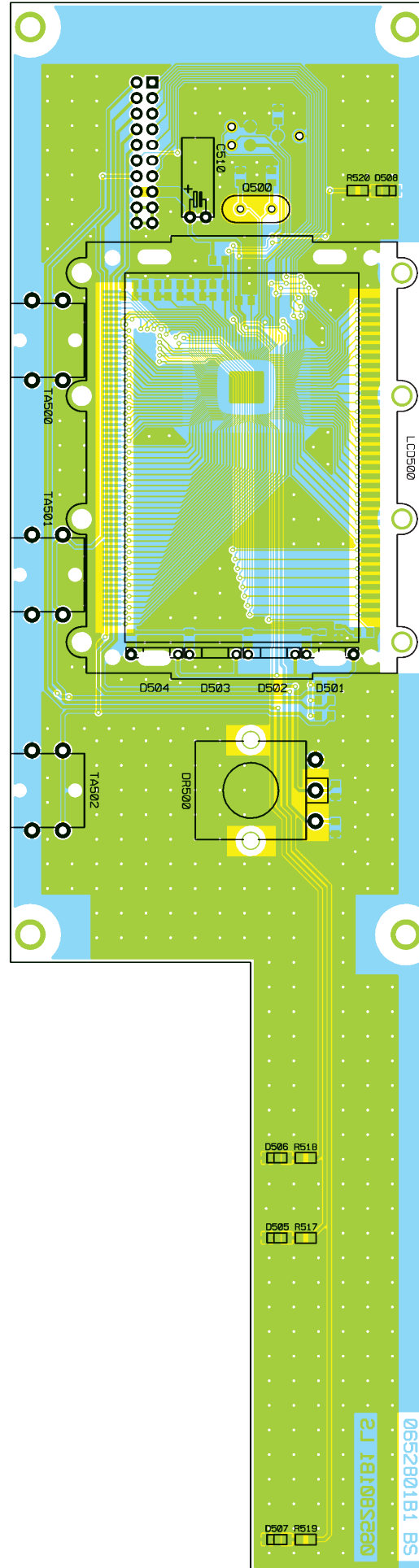
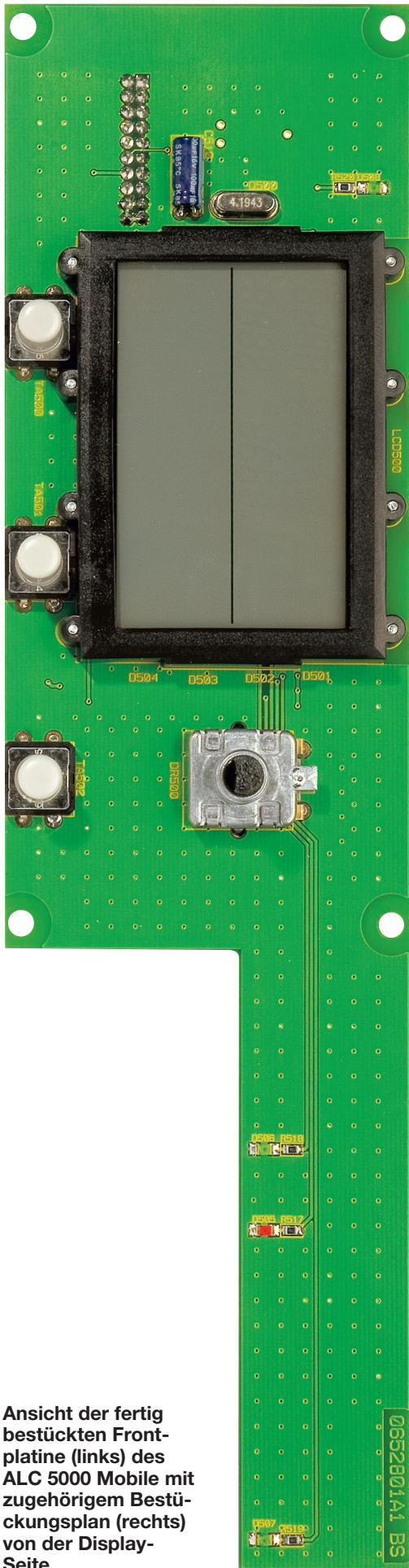
#### **Halbleiter:**

ELV06548 .....	IC500
BC848C .....	T500
Side-Looking-Lamp, Grün	
.....	D501–D504
LED, SMD, Rot, low current.....	D505
LED, SMD, Grün,	
low current .....	D506–D508
LC-Display IS13168E01.....	LCD500

#### **Sonstiges:**

Quarz, 4,194304 MHz, HC49U4....	Q500
Inkrementalgeber .....	DR500
Alu-Drehknopf mit Steckeinsatz,	
28 mm .....	DR500
Mini-Drucktaster, B3F-4050,	
1 x ein.....	TA500–TA502
Tastkappe, 10 mm,	
Grau .....	TA500–TA502
Leiterplattenverbinder,	
20-polig .....	ST500
1 LCD-Rahmen	
2 Leitgummis	
1 Diffusorfolie	
1 Lichtverteilterplatte, bedruckt	
1 Reflektorfolie	
1 LCD-Grundrahmen	
8 Kunststoffschrauben, 2,5 x 8 mm	
1 Pfostenverbinder, 20-polig	
8 cm Flachbandkabel, 1,27 mm,	
20-adrig	

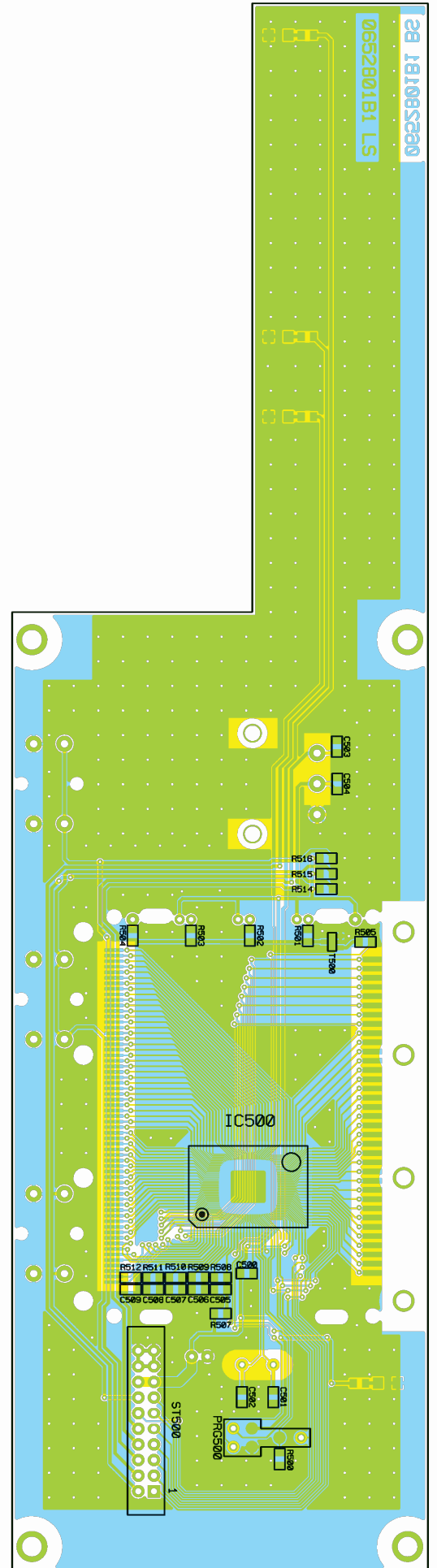
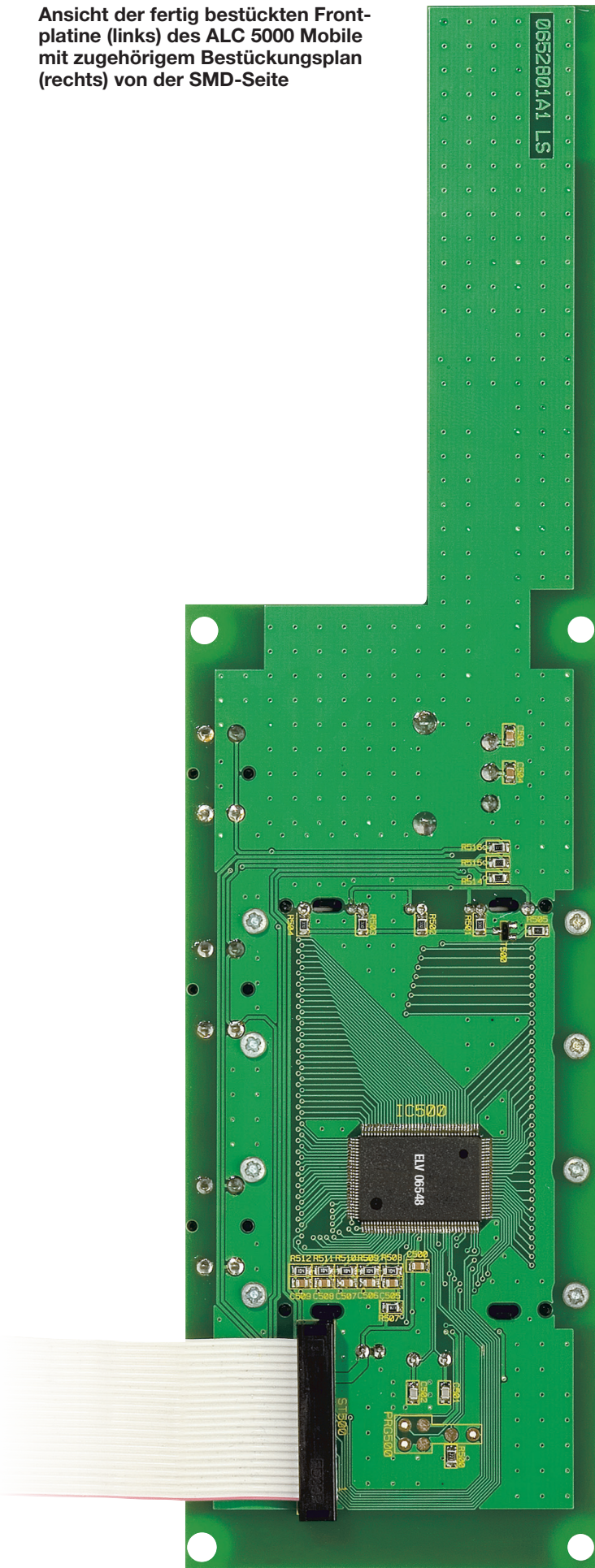




Ansicht der fertig bestückten Frontplatte (links) des ALC 5000 Mobile mit zugehörigem Bestückungsplan (rechts) von der Display-Seite



Ansicht der fertig bestückten Frontplatte (links) des ALC 5000 Mobile mit zugehörigem Bestückungsplan (rechts) von der SMD-Seite





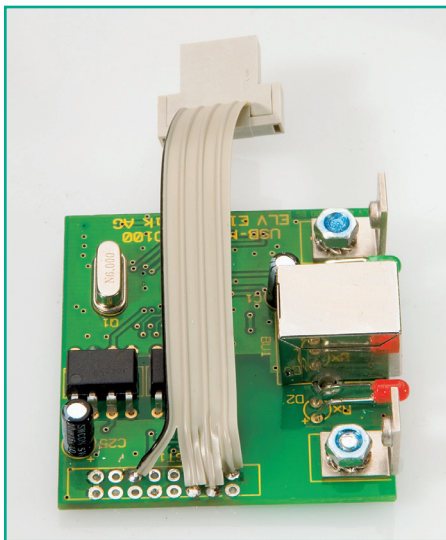


**Bild 75: 4-poliges Flachbandkabel**

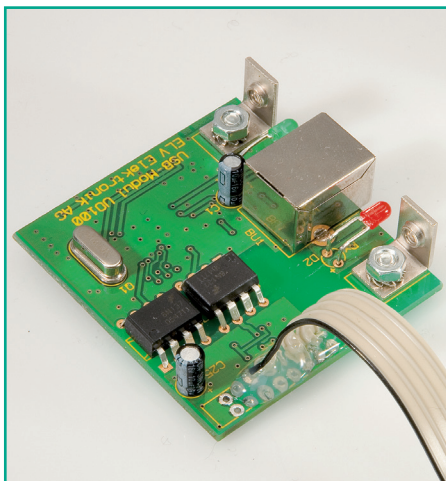
nung dienende Drossel fertiggestellt ist, sind die Drahtenden der roten Leitung von oben durch die Platinenbohrungen von ST 13, ST 15 und die Drahtenden der schwarzen Leitung durch die Bohrungen von ST 14 und ST 16 zu führen. Danach erfolgt das Verlöten an der Platinenunterseite.

## Bestückung der Frontplatine

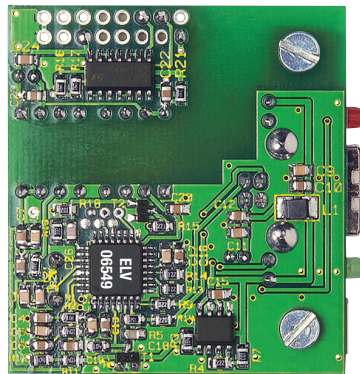
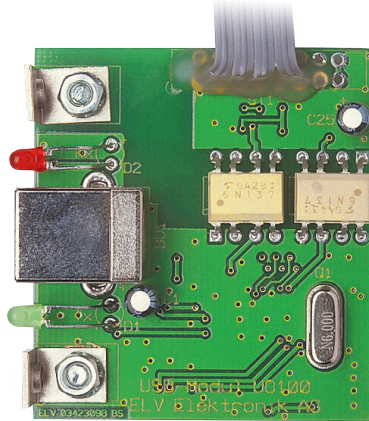
Nachdem die Basisplatine fertig aufgebaut ist, erfolgt die Bestückung der Frontplatine. Auch hier sind nur noch wenige Komponenten von Hand aufzulöten. Bei dieser Platine beginnen wir die Bestückung



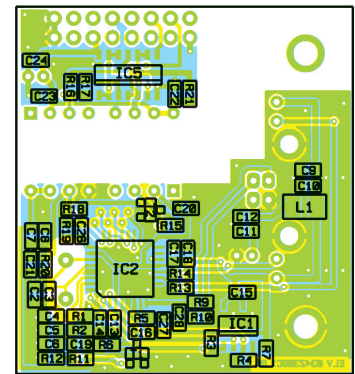
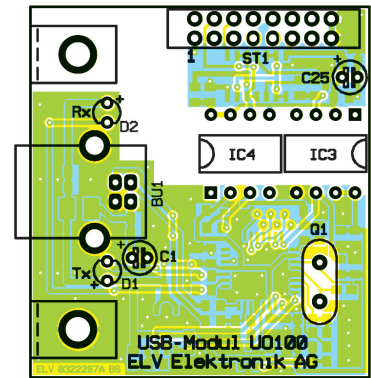
**Bild 76: Anschluss des Flachbandkabels an die Platine**



**Bild 77: Sicherung des Flachbandkabels mit Heißkleber**



**USB-Platine mit Bestückungsplan, oben von der Platinenoberseite, unten von der SMD-Seite**



mit der Montage des großen, hinterleuchteten Displays. Die Explosionszeichnung in Abbildung 72 verdeutlicht den Aufbau des Displays und somit auch die einzelnen Montageschritte, die erforderlich sind.

Zuerst wird der Halterahmen bis zum Einrasten auf die Platine gesetzt.

Danach werden die 4 „Side-Looking-Lamps“ so eingelötet, dass jeweils die Bauelemente-Unterseite plan auf dem Halterahmen aufliegt.

Im nächsten Arbeitsschritt sind die Leitgummistreifen in die dafür vorgesehenen Schlitze des Halterahmens zu positionieren. In die Mitte des Rahmens wird nun ein weißes Stück Papier (Reflektorfolie) gelegt, gefolgt von der Reflektorscheibe, die mit der Bedruckung (Punktraster) nach unten einzusetzen ist. Des Weiteren ist unbedingt zu beachten, dass die silberbeschichtete Seite der Reflektorscheibe an der gegenüberliegenden Seite der „Side-Looking-Lamps“ liegen muss. Auf die Reflektorscheibe kommt die Diffusorfolie

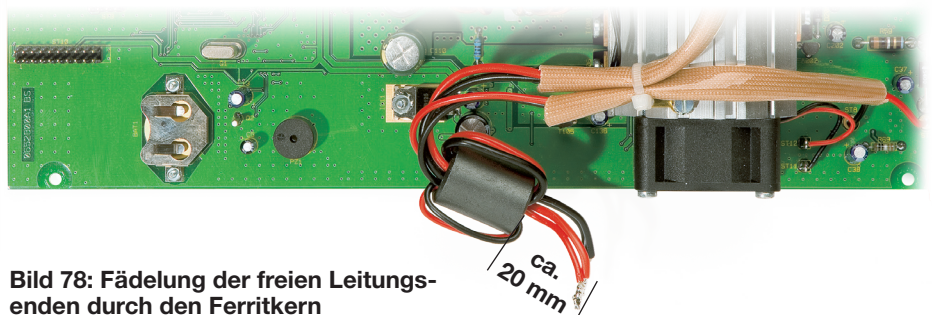
und darauf das Display. Zuletzt wird der Displayrahmen aufgesetzt und mit den 8 zugehörigen Schrauben verschraubt.

Die 3 Printraster zur Bedienung des Gerätes werden nacheinander eingesetzt und an der Platinenunterseite verlötet. Gleich im Anschluss hieran sind die zugehörigen Tastkappen aufzupressen.

Danach werden der Elko C 510 in liegender Position (unter Beachtung der korrekten Polarität) und der Quarz Q 500 eingelötet.

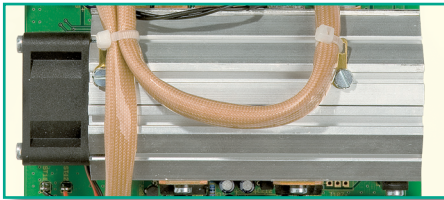
Beim Drehimpulsgeber (Inkrementalgeber) ist vor dem Einbau eine kleine Führungsnase (siehe Abbildung 73) mit einem scharfen Seitenschneider abzutrennen und die Achse ist auf 6 mm Länge zu kürzen. Danach wird das Bauteil plan auf die Platine gesetzt und sorgfältig verlötet.

Die Verbindung der Buchsenplatine mit der Frontplatine erfolgt mit einem 20-poligen Flachbandkabel (Abbildung 74). Dieses Kabel wird fertig konfektioniert geliefert und ist bereits werkseitig mit einem



**Bild 78: Fädung der freien Leitungsenden durch den Ferritkern**





**Bild 79: Fixierung der Kabel am Kühlkörper**

20-poligen Leiterplattenverbinder und einem 20-poligen Flachbandkabel-Steckverbinder ausgestattet. Die Stifte des Flachbandkabel-Leiterplattenverbinders sind von der Platinenrückseite durch die zugehörigen Bohrungen zu führen und so zu verlöten, dass der Verbinder plan aufliegt. Die korrekte Einbaurichtung ist in der Abbildung der Leiterplatte von der SMD-Seite zu sehen.

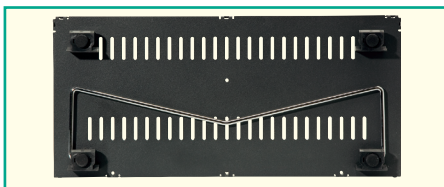
### Bestückung der USB-Platine

Bei der USB-Platine sind alle elektronischen Komponenten bereits werkseitig vorbestückt. Die verbleibenden Arbeiten stellen somit keine große Herausforderung mehr dar.

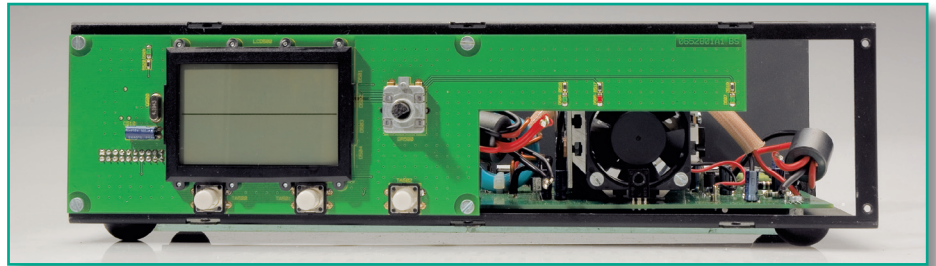
Zur Montage des USB-Moduls an die Innenseite der Gehäuserückwand dienen zwei Metallwinkel, die mit Schrauben M3 x 6 mm, Zahnscheiben und Muttern auf die Platine montiert werden, wie auch auf dem Platinenfoto zu sehen ist.

Ein werkseitig bereits mit Stecker vor-konfektioniertes, 4-poliges Flachbandkabel (Abbildung 75) dient zum Anschluss des USB-Moduls an die Basisplatine. Abbildung 76 zeigt im Detail, wie dieses Kabel an die Platine anzuschließen ist. Damit es durch Bewegungen nicht leicht zum Kabelbruch an den Lötstellen kommen kann, sollte eine zusätzliche Sicherung mit Heißkleber entsprechend Abbildung 77 vorgenommen werden.

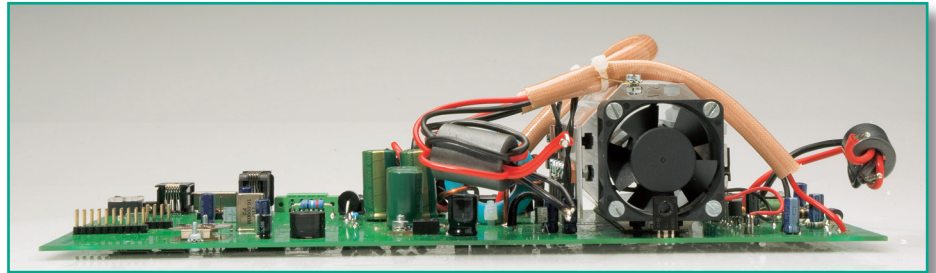
Damit sind nun alle Leiterplatten des ALC 5000 Mobile fertig bestückt.



**Bild 780 und 81: Montage der Gehäusefußmodule**



**Bild 82: Befestigung der Frontplatine an das Gehäuseunterteil**



**Bild 83: Fertige Basisplatine**

### Zusammenbau des ALC 5000 Mobile

Ein wesentlicher Teil der Arbeiten zum Aufbau des ALC 5000 Mobile ist mit der Bestückung von allen Leiterplatten erledigt. Für den Zusammenbau der Komponenten wenden wir uns nun wieder der Basisplatine zu, wo im nächsten Arbeitsschritt die Verkabelung zu den Lade-/Entladebuchsen herzustellen ist. Dazu werden die konfektionierten und bisher noch nicht verwendeten Leitungsabschnitte (Abbildung 68) benötigt.

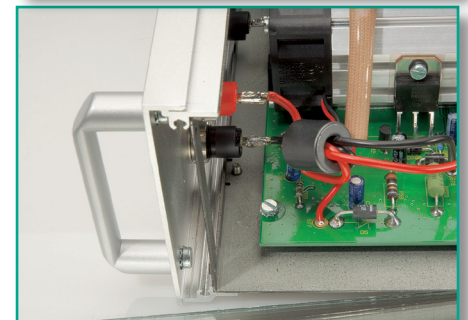
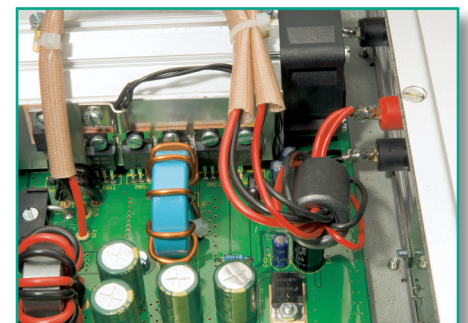
Kabel Nummer 9 ist von der Platinenoberseite mit dem 4 mm abisolierten Ende durch die Bohrung an ST 2 und Kabel Nummer 10 entsprechend durch die Bohrung von ST 1 zu führen. Nach dem Verlöten an der Platinenunterseite wird über diese beiden Leitungen ein 17 cm langer, hitzebeständiger Isolierschlauch aus Glasfasergewebe geschoben.

Die Kabel Nummer 7 und Nummer 8 werden mit dem 4 mm abisolierten Ende durch die Platinenbohrungen ST 7 (rot) und ST 8 (schwarz) geführt und ebenfalls sorgfältig an der Platinenunterseite verlötet. Über diese Leitungsabschnitte ist dann ein 12 cm langer Isolierschlauch aus Glasfasergewebe zu ziehen.

Die 4 freien Leitungsenden sind nun

jeweils mit einer Windung so durch einen 25 mm langen Ferritkern zu fädeln, dass vom Leitungsende bis zum Ferritkern ein Abstand von ca. 20 mm entsteht (Abbildung 78).

Zur Fixierung der Kabel am Kühlkörper dienen Lötösen, die mit Schrauben M3 x 5 mm, Zahnscheibe und Muttern



**Bild 84 und 85: Anlöten der Ausgangsleitungen an die Sicherheitsbuchsen**

**Tabelle 3: Zuordnung der Ausgangsleitungen zu den Ausgangsbuchsen und zu den Platinenanschlusspunkten**

Ausgangsbuchse	Kabel-Nr.	Kabelfarbe	Platinenanschluss
Kanal 1 (Plus)	7, 10	Rot	ST 1, ST 7
Kanal 1 (Minus)	8, 9	Schwarz	ST 2, ST 8
Kanal 2 (Plus)	5	Rot	ST 5
Kanal 2 (Minus)	6	Schwarz	ST 6

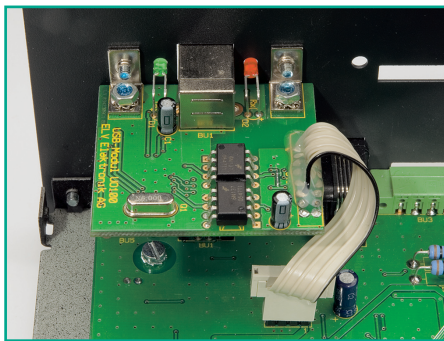




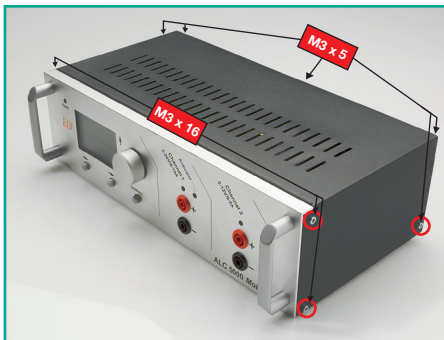
**Bild 86: Fertig montiertes Frontprofil**



**Bild 87: Montierte Rückwand am Gehäuseunterteil mit USB-Modul**



**Bild 88: Verbindung von USB-Modul und Steckverbinder**



**Bild 89: Fertig verschraubtes Gerät**

entsprechend der Abbildung 79 auf den Kühlkörper zu montieren sind. An diese Lötösen sind dann mit Hilfe von 2 Kabelbindern die Ausgangsleitungen zu befestigen.

Im nächsten Arbeitsschritt wird Leitung Nummer 5 an Platinenanschlusspunkt ST 5 und Leitung Nummer 6 an Platinenanschlusspunkt ST 6 angeschlossen. Die freien Leitungsenden sind danach mit jeweils einer Windung durch einen 16,5 mm langen Ferritkern zu fädeln. Dieser Ferritkern sollte dabei so positioniert sein, dass auch hier ein Abstand von ca. 20 mm, gemessen vom Leitungsende bis zum Ferritkern, entsteht.

Kommen wir nun zum Einbau der Komponenten in das Gehäuse. Dazu werden zuerst die Gehäusefußmodule mit

Schrauben M3 x 16 mm montiert und im vorderen Bereich des Gehäuses der Aufstellbügel entsprechend Abbildung 80 und 81 eingerastet. Nach dem Verschrauben werden die selbstklebenden GummifüÙe in die Fußmodule eingeklebt.

Mit Schrauben M3 x 5 mm ist danach die Frontplatte an das Gehäuseunterteil zu befestigen, wie in Abbildung 82 zu sehen ist.

Jetzt wird die große Basisplatte (Abbildung 83) eingesetzt und mit 4 Muttern M3 sowie mit einer Schraube M3 x 5 mm fest verschraubt. Damit die Schrauben und die Muttern sich nicht versehentlich lösen können, sollte eine zusätzliche Sicherung mit Lack erfolgen.

Das Alu-Frontprofil wird danach mit den Sicherheits-Ausgangsbuchsen und den Gehäusegriffen bestückt. Zur Griffbefestigung dienen Schrauben M4 x 6 mm, die zuvor je mit einer Zahnscheibe zu bestücken sind. Die Ausgangsleitungen werden entsprechend Tabelle 3 an die Sicherheitsbuchsen des Frontplattenprofils angelötet (Abbildungen 84 und 85). Dabei ist ein LötKolben mit großer Lötspitze zu verwenden. Um die Lötzeit kurz zu halten, sollte der LötKolben möglichst auf eine hohe Temperatur eingestellt sein. Wirkt die Hitze zu lange auf die Buchsen ein, kann es zur Deformierung des Kunststoffes kommen.

Danach erfolgt die Befestigung des Frontprofils am Gehäuseunterteil mit 6 Senkopfschrauben M3 x 6 mm. Auf die Achse des Drehimpulsgebers ist gleich am Anschluss der Drehknopf aufzupressen (Abbildung 86).

Der Flachbandkabel-Steckverbinder der Frontplatte wird mit der Stiftleiste ST 10 der Basisplatte verbunden.

Das bereits fertig bestückte USB-Modul ist mit 2 Inbusschrauben M3 x 5 mm von der Innenseite an die Gehäuserückwand zu schrauben. Drei weitere Inbusschrauben dienen dann zur Montage der Rückwand am Gehäuseunterteil, wie in Abbildung 87 gezeigt. Der vom USB-Modul kommende Steckverbinder ist, wie in Abbildung 88 zu sehen, mit ST 9 der Basisplatte zu verbinden.

Die Pufferbatterie der Echtzeituhr wird in den Platinenbatteriehalter eingeschoben und die Sicherungshalter an der Geräterückseite sind mit den zugehörigen Kfz-Sicherungen zu bestücken.

Das Gehäuseoberteil ist im hinteren Bereich mit 5 Inbusschrauben M3 x 5 mm und im Bereich des Frontprofils mit 4 Inbusschrauben M3 x 14 mm zu verschrauben (Abbildung 89). Der praktische Aufbau ist damit abgeschlossen.

Bleibt nur noch der softwaregesteuerte Abgleich der einzelnen Kanäle und Funktionen, der nachfolgend detailliert beschrieben wird.

## Abgleich

Zum Abgleich sind keine Einstellungen innerhalb des Gerätes erforderlich, da sämtliche Abgleichschritte über die Software des Gerätes menügesteuert durchgeführt werden. Des Weiteren werden zum Abgleich nur Standard-Messgeräte benötigt.

Folgendes wird benötigt:

- **stabilisiertes Netzgerät mit folgenden Einstellmöglichkeiten:**
  - 3 V ( $\pm 0,1$  V) und 2 A
  - 10 V ( $\pm 0,1$  V)
  - 14 V ( $\pm 0,05$  V)
  - 15 V ( $\pm 0,1$  V)
  - 28 V ( $\pm 0,1$  V).
- **Multimeter**
  - 10-A-Messbereich und 1 mA Auflösung
- **Akku-Pack mit 2 bis 4 Zellen**
  - Mindestbelastbarkeit 8 A Lade-/Entladestrom.

Zum Abgleich ist das ALC 5000 Mobile an eine Spannungsquelle anzuschließen, die eine Gleichspannung zwischen 12 V und 14 V mit mindestens 10 A Strombelastbarkeit liefert. Im Idealfall sollte die Ausgangsspannung zusätzlich auf 10 V ( $\pm 0,1$  V) und auf 15 V ( $\pm 0,1$  V) einstellbar sein.

Steht nur ein einstellbares Netzgerät mit geringer Strombelastbarkeit zur Verfügung, ist zunächst nur dieses anzuschließen und vor dem Stromabgleich (Schritt 19) ein Festspannungsnetzgerät (12 V bis 14 V) mit entsprechender Strombelastbarkeit oder ein Kfz-Akku parallel zu schalten, ohne dabei die Spannungsversorgung zum ALC 5000 Mobile zu unterbrechen.

Nach dem ersten Anlegen der Betriebsspannung (12 V–14 V) wird zuerst ein Displaytest durchgeführt. Dabei werden alle Segmente des Displays und alle Anzeige-LEDs gleichzeitig aktiviert. Danach leuchtet nur noch die Power-LED und das ALC 5000 Mobile führt bei der Initialisierung automatisch eine Hardwareprüfung durch. Werden dabei alle Stufen des Gerätes erkannt, wird dies wie folgt im Display dargestellt:

init ALC wait	detecting hardware	found RI BA DF 2CH
------------------	-----------------------	-----------------------

- RI = Akku-Innenwiderstandsmessfunktion
- BA = Bleiakku-Aktivatorfunktion
- DF = Data-Flash-Speicher
- 2 CH = 2-Lade-/Entladekanäle

## Wichtiger Hinweis:

Wenn bei der automatischen Hardware-Erkennung nicht alle vorhandenen Funktionsgruppen erkannt werden, liegt ein Fehler vor. Bevor mit dem Abgleich

fortgefahren wird, ist unbedingt zuerst der Fehler zu beseitigen.

Wird der Abgleich durchgeführt, ohne dass alle 4 Hardware-Funktionsmodule erkannt wurden, bleibt das fehlende Funktionsmerkmal dauerhaft deaktiviert. Eine spätere Aktivierung ist nicht möglich. Bevor mit dem eigentlichen Abgleich begonnen wird, sollte eine Aufwärmphase von ca. 10 Minuten erfolgen. Um in den Kalibriermodus zu gelangen, wird kurz die „OK/Menü“-Taste betätigt.

Entsprechend der nachfolgenden Tabellen wird der Abgleich dann Menügesteuert durchgeführt.

Während des Abgleichs können auch einzelne Abgleichpunkte mit Hilfe der Pfeiltasten oder mit dem Drehimpulsgeber übersprungen werden. Dies ist z.B. erforderlich, wenn für die Akku- Innenwiderstands Messfunktion kein Messkabel zur Verfügung steht. Bei Bedarf kann dieser Abgleich dann zu einem späteren Zeitpunkt nachgeholt werden. Auch das Zurückspringen zu einem vorherigem Abgleichpunkt ist in der gleichen Weise möglich.

Der zum Abgleich des Temperatur- Messeingangs erforderliche Klinkenstecker, sowie ein Widerstand von 1,2 kOhm und ein 250 Ohm Trimmer liegen dem Bausatz bei. Zum Abgleich sind der Widerstand und der Trimmer in Reihe über die Anschlüsse des Klinkensteckers zu löten und ein Widerstandswert von 1286 Ohm einzustellen (Abgleichschritt 42).

Spannungsabgleich Lade- / Entladekanal 1			
Schritt	Taste betätigen	Displayanzeige	Durchzuführende Aktion
1	„OK / Menu“		
2	„OK / Menu“		Plus und Minusbuchse des Ladekanal 1 sind mit einer Messleitung zu verbinden.
3	„OK / Menu“		
4			28 V ( $\pm 0,1$ V) an Ladekanal 1 anlegen.
5	„OK / Menu“		
6			Alle Verbindungen am Ladekanal 1 werden getrennt.
Spannungsabgleich Lade- / Entladekanal 2			
Schritt	Taste betätigen	Displayanzeige	Durchzuführende Aktion
7			
8	„OK / Menu“		Plus und Minusbuchse des Ladekanal 2 sind mit einer Messleitung zu verbinden.
9	„OK / Menu“		
10			14 V ( $\pm 0,1$ V) an Ladekanal 2 anlegen
11	„OK / Menu“		
12			Alle Verbindungen am Ladekanal 2 werden getrennt.
Spannungsabgleich Eingangsspannung			
Schritt	Taste betätigen	Displayanzeige	Durchzuführende Aktion
13			
14	„OK / Menu“		Die Speisespannung (Eingangsspannung) des Gerätes ist auf 10 V ( $\pm 0,1$ V) einzustellen.
15	„OK / Menu“		
16			Die Eingangsspannung des ALC 5000 Mobile ist auf 15 V ( $\pm 0,1$ V) einzustellen.

17	„OK / Menu“		
18			Die Eingangsspannung wird auf einen Wert zwischen 12 V und 14 V eingestellt.
Im Bedarfsfall ist jetzt ein Festspannungsnetzgerät oder ein Kfz-Akku parallel zur Eingangsspannungsquelle zu schalten, um die erforderliche Strombelastbarkeit sicherzustellen. Bei Verwendung eines Kfz-Akkus ist die Spannung am einstellbaren Netzteil so einzustellen, dass keine Überladung des Akkus erfolgen kann.			
Stromabgleich Lade- / Entladekanal 1			
Schritt	Taste betätigen oder Einstellung	Displayanzeige	Durchzuführende Aktion
19			
20	„OK / Menu“		Sicherstellen, dass an Ladekanal 1 keine Leitungen angeschlossen sind.
21	„OK / Menu“		
22			Ein zu 50% geladener Akkupack (2 bis 4 Zellen) mit in Reihe geschaltetem Amperemeter wird an Lade-/Entladekanal 1 angeschlossen
23	„OK / Menu“		
24	Mit dem Drehimpulsgeber wird die Stromanzeige des ALC 5000 Mobile mit der Amperemeter-Anzeige in Übereinstimmung gebracht. Die max. zulässige Abweichung beträgt $\pm 5$ mA.		Der am Amperemeter abzulesende Ladestrom soll zwischen 3200 mA und 4500 mA liegen.
25	„OK / Menu“ (Wenn beide Werte übereinstimmen.)		Die Stromanzeige muss auf 0 ( $\pm 2,5$ mA) abfallen.
26	„OK / Menu“		
27	Mit dem Drehimpulsgeber wird die Stromanzeige des ALC 5000 Mobile mit der Amperemeter-Anzeige in Übereinstimmung gebracht. Die max. zulässige Abweichung beträgt $\pm 5$ mA.		Der am Amperemeter abzulesende Entladestrom soll zwischen 6900 mA und 9200 mA liegen.



28	„OK / Menu“ (Wenn beide Werte übereinstimmen.)		Die Stromanzeige muss auf 0 ( $\pm 2,5$ mA) abfallen. Danach werden alle Verbindungen am Ladekanal 1 getrennt.
----	---	--	---

### Stromabgleich Lade- / Entladekanal 2

Schritt	Taste betätigen oder Einstellung	Displayanzeige	Durchzuführende Aktion
29			
30	„OK / Menu“		Sicherstellen, dass an Ladekanal 2 keine Leitungen angeschlossen sind.
31	„OK / Menu“		
32			Ein zu 50% geladener Akkupack (2 bis 4 Zellen) mit in Reihe geschaltetem Amperemeter wird an Lade- /Entladekanal 2 angeschlossen
33	„OK / Menu“		
34	Mit dem Drehimpulsgeber wird die Stromanzeige des ALC 5000 Mobile mit der Amperemeter-Anzeige in Übereinstimmung gebracht. Die max. zulässige Abweichung beträgt $\pm 5$ mA.		Der am Amperemeter abzulesende Ladestrom soll zwischen 1300 mA und 2000 mA liegen.
35	„OK / Menu“ (Wenn beide Werte übereinstimmen.)		Die Stromanzeige muss auf 0 ( $\pm 2,5$ mA) abfallen.
36	„OK / Menu“		
37	Mit dem Drehimpulsgeber wird die Stromanzeige des ALC 5000 Mobile mit der Amperemeter-Anzeige in Übereinstimmung gebracht. Die max. zulässige Abweichung beträgt $\pm 5$ mA.		Der am Amperemeter abzulesende Entladestrom soll zwischen 1300 mA und 2000 mA liegen.
38	„OK / Menu“ (Wenn beide Werte übereinstimmen.)		Die Stromanzeige muss auf 0 ( $\pm 2,5$ mA) abfallen. Danach werden alle Verbindungen am Ladekanal 2 getrennt.

Abgleich Temperatur-Messeingang			
39			
40	„OK / Menu“		Am Eingang des externen Temperatursensors wird ein 3,5mm Klinckenstecker (Stereo) angeschlossen, dessen vordere beiden Anschlüsse miteinander zu verbinden sind (0 Ohm).
41	„OK / Menu“		Zur Funktionskontrolle muss nun der Lüfter des Kühlkörper- Aggregates laufen.
42			Am Eingang des externen Temperatursensors wird ein 3,5mm Klinckenstecker (Stereo) angeschlossen, dessen vorderen beiden Anschlüsse über einen Widerstand von 1286 Ohm (Trimmer) miteinander verbunden sind.
43	„OK / Menu“		Der Lüfter des Kühlkörper- Aggregates stoppt.
44			

Spannungsabgleich der Akku-Innenwiderstands-Messfunktion			
45			
46	„OK / Menu“		Alle Kontakte des Vierleiter Ri Messkabels sind direkt über eine kurze massive Leitung miteinander zu verbinden.
47	„OK / Menu“		
48			Am Vierleiter Ri Messkabel wird eine Spannung von 28V ( $\pm 0,1V$ ) angelegt. Die beiden Kontakte der Plus-Messleitung sind dabei mit + und die beiden Kontakte der Minus-Messleitung mit – zu verbinden.
49	„OK / Menu“		
50			Alle Anschlüsse am Vierleiter Ri Messkabel werden getrennt.

Stromabgleich der Akku-Innenwiderstands-Messfunktion			
51		Calibrate I Resist?	
52	„OK / Menu“	'xxx.x, xxxx Prepare B-Res. 0A	Es ist sicherzustellen, dass die Vierleiter Ri Messkabel offen sind.
53	„OK / Menu“	'xxx.x, xxxx wait B-Res. 0A	
54		'xxx.x, xxxx Prepare B-Res. IT	Am Vierleiter Messkabel der Akku Ri Messfunktion wird ein stabilisiertes Netzgerät mit in Reihe geschaltetem Amperemeter angeschlossen, dessen Ausgangsspannung auf 3V und dessen Strombegrenzung auf 0 (Linksanschlag) gestellt wird.
55	„OK / Menu“	'xxx.x, xxxx Calibrate B-Res. IT	Nun wird der Ausgangsstrom des Netzgerätes auf exakt 2,00A ( $\pm 0,1$ A) erhöht.
56	Mit dem Drehimpulsgeber wird die Stromanzeige des ALC 5000 Mobile mit der Amperemeter-Anzeige in Übereinstimmung gebracht. Die max. zulässige Abweichung beträgt $\pm 1$ mA.	'xxx.x, xxxx Calibrate B-Res. IT	
57	„OK / Menu“ (Wenn beide Werte übereinstimmen.)	Calibrate QC-Test?	Alle Anschlussleitungen werden vom ALC 5000 Mobile getrennt.
Der eigentliche Abgleich des ALC 5000 Mobile ist damit bereits vollständig abgeschlossen. Zur Überprüfung von sämtlichen Stufen und der zuvor durchgeführten Abgleichschritte verfügt das ALC 5000 Mobile über einen sogenannten QC – Test. Da die Durchführung des Tests aber nicht zwingend erforderlich ist, kann die Funktion gegebenenfalls auch durch mehrfaches Drücken der OK-Taste übersprungen werden.			

QC – Test			
Überprüfung Lade- / Entladekanal 1			
58		Calibrate QC-Test?	
59	„OK / Menu“	'x.xxx, xxxx Put Batt. to CH. 1	Ein zu 50% geladener Akkupack (2 bis 4 Zellen) mit in Reihe geschaltetem Amperemeter wird an Lade- /Entladekanal 1 angeschlossen. Die Akkuspannung wird mit einem Multimeter gemessen und mit der Displayanzeige verglichen (max. Abweichung $\pm 0,2$ V).
60	„OK / Menu“	'x.xxx, xxxx xxx.x, xxxx Test CH.1 Char. low	Es fließt ein Ladestrom zwischen 100 mA und 1000 mA, wobei eine Abweichung von max. $\pm 50$ mA zwischen der Displayanzeige und der Anzeige des Amperemeters zulässig ist.
61	„OK / Menu“	'x.xxx, xxxx xxx.x, xxxx Test CH.1 Char. med	Es fließt ein Ladestrom zwischen 1000 mA und 2000 mA, wobei eine Abweichung von max. $\pm 50$ mA zwischen der Displayanzeige und der Anzeige des Amperemeters zulässig ist.
62	„OK / Menu“	'x.xxx, xxxx xxx.x, xxxx Test CH.1 Dis. low	Es fließt ein Entladestrom zwischen 100 mA und 1000 mA, wobei eine Abweichung von max. $\pm 50$ mA zwischen der Displayanzeige und der Anzeige des Amperemeters zulässig ist.
63	„OK / Menu“	'x.xxx, xxxx xxx.x, xxxx Test CH.1 Dis. med	Es fließt ein Ladestrom zwischen 2000 mA und 4000 mA, wobei eine Abweichung von max. $\pm 50$ mA zwischen der Displayanzeige und der Anzeige des Amperemeters zulässig ist.
Die Überprüfung des Lade- / Entladekanals 2 erfolgt in der gleichen Weise wie bei Kanal 1			

Überprüfung Lade- / Entladekanal 2			
64	„OK / Menu“	<pre> x .xxx, xxx.x, xxxx Put Batt. to CH. 2 </pre>	
65	„OK / Menu“	<pre> x .xxx, xxx.x, xxxx Put Batt. to CH. 2 </pre>	Ein zu 50% geladener Akkupack (2 bis 4 Zellen) mit in Reihe geschaltetem Amperemeter wird an Lade- /Entladekanal 3 angeschlossen. Die Akkuspannung wird mit einem Multimeter gemessen und mit der Displayanzeige verglichen (max. Abweichung $\pm 0,2$ V).
66	„OK / Menu“	<pre> x .xxx, xxx.x, xxxx Test CH. 2 Char. low </pre>	Es fließt ein Ladestrom zwischen 10 mA und 300 mA, wobei eine Abweichung von max. $\pm 5$ mA zwischen der Displayanzeige und der Anzeige des Amperemeters zulässig ist.
67	„OK / Menu“	<pre> x .xxx, xxx.x, xxxx Test CH. 2 Char. med </pre> <p style="text-align: center;">4</p>	Es fließt ein Ladestrom zwischen 100 mA und 800 mA, wobei eine Abweichung von max. $\pm 5$ mA zwischen der Displayanzeige und der Anzeige des Amperemeters zulässig ist.
68	„OK / Menu“	<pre> x .xxx, xxx.x, xxxx Test CH. 2 Dis. Low </pre>	Es fließt ein Entladestrom zwischen 10 mA und 300 mA, wobei eine Abweichung von max. $\pm 5$ mA zwischen der Displayanzeige und der Anzeige des Amperemeters zulässig ist.
69	„OK / Menu“	<pre> x .xxx, xxx.x, xxxx Test CH. 3 Dis. med </pre>	Es fließt ein Ladestrom zwischen 100 mA und 800 mA, wobei eine Abweichung von max. $\pm 5$ mA zwischen der Displayanzeige und der Anzeige des Amperemeters zulässig ist.
Überprüfung der Temperatur- Messfunktion			
70	„OK / Menu“	<pre> 0600 0305 0441 Check Temp. </pre>	Am Eingang des externen Temperatursensors wird ein 3,5 mm Klinkestecker (Stereo) angeschlossen, dessen vordere beiden Anschlüsse über einen Widerstand von 1286 Ohm (Trimmer) miteinander verbunden sind. Der im oberen Bereich des Displays angezeigte Wert muss zwischen 0596 und 0604 liegen. Die Anzeigewerte im unteren Displaybereich müssen zwischen 250 und 500 liegen.

71	„OK / Menu“	<pre> Put Batt. to Resist </pre>	Am Vierleiter Ri Messkabel wird ein Akku angeschlossen.
72	„OK / Menu“	<pre> x .xxx, xxx.x, xxxx R: XXX.XmR finished </pre>	Der Innenwiderstand des angeschlossenen Akkus, bzw. Akkupacks wird gemessen und angezeigt.
73	„OK / Menu“	<pre> Calibrate End </pre>	
74	„OK / Menu“	<pre> x .xxx, xxx.x, xxxx 1 2 - - - </pre>	







**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!

