

Der Automatlader Spectra II ist ein universell einsetzbares Lade- und Pflegegerät für NC- und NiMH- Akkus mit 1 bis 32 Zellen, Bleiakku bis 24V, Lithium- Akkus bis 12 und RAM- Akkus bis 30 Zellen. Er wurde ausgelegt für den Betrieb am Autoakku oder einem heimischen 12V-Netzteil. Der leistungsfähige Prozessor macht es möglich, vielfältige Lade- und Entladefunktionen zu kombinieren mit hoher Leistung, und das alles bei möglichst einfacher Bedienung. Das zweizeilige LCD- Display informiert auf einen Blick über das gewählte Programm, die ge- oder entladene Kapazität, die Lade- oder Entladezeit, den Lade- oder Entladestrom und die Akkuspannung.

Grundsätzlich laufen alle Programme automatisch ab, solange Sie mit den Tasten keine Veränderung vornehmen. Sobald Sie den Lade- oder Entladestrom verändern, verlassen Sie den Automatik-Mode. Diese Einstellung kann jederzeit während eines laufenden Automatikprogramms vorgenommen werden, um z.B. den Ladestrom zu erhöhen. Die Abschalt- und Sicherheitskriterien wie Delta- Peak, Lade- oder Entladeschlußspannung und Timeout bleiben auch im manuellen Betrieb erhalten. Neu hinzugekommen sind die Einstellmöglichkeiten der Ladeparameter.

Die Software befindet sich auf einem auswechselbaren Eprom, sodaß sie leicht gegen eine neue Version ausgetauscht werden kann.

Sicherheitshinweise

- Denken Sie beim Laden von Akkus immer daran, dass hohe Energien umgesetzt werden und daher sehr sorgfältig vorgegangen werden muß.
- Halten Sie das Gehäuse des Spectra trocken und sauber.
- Das Gehäuse und der Kühllkörper können scharfe Kanten und Grate aufweisen, Verletzungsgefahr.
- Das Gehäuse und der Kühllkörper erwärmen sich im Betrieb zum Teil erheblich.
- Die Öffnungen im Gehäuse des Spectra sind notwendig, um die entstehende Wärme abzuführen. Verschießen Sie diese Öffnungen nicht und nehmen Sie das Gerät nur in Betrieb, wenn allseitig für eine gute Belüftung gesorgt ist.
- Schalten Sie den Lader sofort aus, wenn sich der Lader oder der angeschlossene Akku zu stark erhitzt, Explosionsgefahr.
- Stellen Sie den Lader und den zu ladenden Akku auf eine feuerfeste, elektrisch nichtleitende Unterlage.
- Lassen Sie den Spectra nicht unbeaufsichtigt, wenn er in Betrieb ist.
- Beachten Sie beim Laden die Angaben der Akkuhersteller. Unsachgemäßes Laden kann eine Überhitzung des Ladegerätes und der Akkus zur Folge haben und Brände auslösen.
- Laden Sie nur Akkus, die vom Hersteller für die hohen Ladeströme des Spectra zugelassen sind.
- Akkus, die nicht schnellladefähig sind, dürfen nur mit dem Programm "Formieren" mit 1/10C geladen werden.
- Stellen Sie im Zweifelsfall den Ladestrom beim Schnellladen manuell auf ca. 1C ein.
- Bleiakku können beim Laden Gase abgeben, sorgen Sie für gute Belüftung, Explosionsgefahr.
- Laden Sie keine vollen oder warmen Akkus.
- Zu Frühabschaltungen neigen besonders tiefentladene, neue oder Akkus mit geringer Zellenzahl.
- Vergleichen Sie die eingeladene Kapazität mit der Akkukapazität. Wenn diese nicht annähernd übereinstimmen, nehmen Sie den Akku nicht in Betrieb, Absturzgefahr.
- Beachten Sie auch, daß an den Akku- Anschlußbuchsen eine Spannung von bis zu 60 V anliegen kann, verwenden Sie deshalb nur isolierte Sicherheitsstecker an Ihrem Ladekabel.
- Die im Display angezeigten Werte können von den tatsächlich gemessenen abweichen.
- Für Schäden, die mittelbar oder unmittelbar durch den Betrieb des Ladegerätes entstehen, wird grundsätzlich keine Haftung übernommen.

Bedienungsanleitung

Sie können das Ladegerät an Autoakku ebenso wie an Netzteilen mit 12 bis 14V und einem Strom von 20A betreiben. Wenn Sie nicht mit voller Leistung laden wollen, reicht ein Netzteil mit ca. 5A Ausgangsstrom, zum Formieren und Entladen genügt schon 1A Ausgangsstrom am Netzteil.

Microprozessoren mögen keine Wackelkontakte, verwenden Sie deshalb nur hochwertige Ladekabel. Die 4mm- Stecker zum Ladegerät sowie die Stecker zum Akku sollten gelötet sein, das Kabel dazwischen muß einen Querschnitt von 1,5 qmm (besser 2,5) aufweisen und darf nicht zu lang sein (bis ca. 30 cm, bei größerer Länge größeren Querschnitt wählen). Einzelzellen sollten an das Ladekabel gelötet werden oder in einem Akkuhalter mit guter Kontaktgabe ge- und entladen werden. Klepse oder Krokodilklemmen sind wegen zu hoher Übergangswiderstände ungeeignet.

Beim Anschließen des Ladegerätes an den Autoakku oder das heimische Netzteil ertönt ein Signalton und das Gerät überprüft die Eingangsspannung. Bei weniger als 12 V kann der Lader durch 2 Sekunden langes Drücken der Enter- Taste gestartet werden, die Eingangsspannung muß aber mindestens 11,5 V betragen. Nach einer kurzen Initialisierung, während der im Display die Software- Version angezeigt wird, ist der Spectra betriebsbereit. Sie befinden sich nun im Auswahlmenü, das Ihnen das angewählte Programm und die Spannung der Stromquelle anzeigt. Mit der Ab-Taste kann das Menü durchlaufen werden, die Enter- Taste startet dann das gewünschte Programm, mit der Esc- Taste kann es wieder abgebrochen werden. Alle Programme laufen automatisch ab, wenn nicht anders gewünscht. Weder Zellenzahl noch Ladestrom und -zeit müssen voreingestellt werden (ausser Lithium- Programm), lediglich das Anschließen des Akkus an den Lader und die Wahl des gewünschten Programms bleibt Ihnen überlassen.

Sie haben aber auch die Möglichkeit, Ladeparameter zu verändern. Drücken Sie dazu nach dem Einschalten die Auf-Taste und Sie kommen in das Menü "Konfigurieren". Mit Enter und anschließend mit den Auf- Ab-Tasten durchlaufen Sie die Konfiguration und bekommen die aktuellen Werte angezeigt. Möchten Sie einen Parameter ändern, geht es weiter mit Enter. Nun können Sie innerhalb bestimmter Grenzen den Parameter verändern. Diese Einstellung bleibt so lange erhalten, bis Sie die Esc-Taste 2x drücken (Versions-Anzeige erscheint) oder das Ladegerät ausgeschaltet wird.

Während des laufenden Programms kann jederzeit mit den beiden Auf- und Ab- Tasten der Strom manuell eingestellt sowie mit der Esc- Taste abgebrochen werden. Wenn Sie beim Delta- Peak- und Reflex- Laden den Ladestrom selbst einstellen, bleibt dieser Wert auch beim nächsten Ladezyklus bestehen und muß nicht wieder eingestellt werden. Erst wenn mit der Esc- Taste in das Start- Display (Versions-Anzeige) gewechselt oder der Lader ausgeschaltet wird, geht dieser eingestellte Wert verloren.

Sinkt während eines Ladevorgangs die Spannung des Autoakkus unter 11V ab, wird akustisch gewarnt und im Display erscheint der Hinweis: "Autoakku!" Bei weiterem Absinken der Spannung unter 10,5V wird der Ladevorgang abgebrochen. Solange ein Ladeprogramm läuft, muß die Eingangsspannung konstant gehalten werden. Besonders schnelle Spannungsanstiege können zu starken Ladestromerhöhungen führen.

Ebenso wird die Temperatur des Laders permanent überwacht. Bei Bedarf wird der Lüfter eingeschaltet, vor einer Überhitzung wird akustisch gewarnt und es erscheint: "Übertemp" im Display.

Beim Verbinden des Spectra mit Ihrem PC über die serielle Schnittstelle ist zu beachten, dass das Gehäuse des Spectra dann nicht mehr potentialfrei ist. Über das Verbindungskabel wird das Gehäuse auf Massepotential gelegt, beim Hantieren mit unisolierten Ladekabeln ist also Vorsicht geboten!

Zeichenerklärung

- * Wenn der Stern im Display erscheint, wird der Wandler zur Erzeugung einer Spannung, die größer als die Betriebsspannung ist, zugeschaltet.
- ! Das Ausrufezeichen hinter der Ladestromanzeige bedeutet, daß der Ladestrom verändert worden ist und der Automatik- Betrieb verlassen wurde.
- Mit einem Minuszeichen vor der Stromanzeige wird der Entladestrom gekennzeichnet.
- ^ Das Dach erscheint hinter der Fertigmeldung, wenn der Delta-Peak-Sensor die Ladung beendet hat.
- ° Das Grad-Zeichen bedeutet, dass der Temperatursensor die Ladung beendet hat.
- + Mit dem Plus-Zeichen hinter der Fertigmeldung wird die Abschaltung nach Timeout angezeigt.

Die Programmdateien im Überblick

Programm	Zellen	Strom auto	Strom manuell	Abschaltung	Zeit	Bemerkung
Delta-Peak-Laden	1 bis 32	0, 7 bis 5 A	0, 1 bis 8 A	Delta-Peak	Timeout 10 bis 240 min	150 Watt max.
Reflex-Laden	1 bis 32	0, 7 bis 5 A	0, 1 bis 8 A	Delta-Peak	Timeout 10 bis 240 min	150 Watt max.
Senderakku laden	1 bis 8	1 A		Delta-Peak	Timeout 10 bis 240 min	kein Spannungscheck
Bleiakku laden	2, 6, 12, 18, 24 V	2 A bis 6 V 4 A ab 12 V	0, 1 bis 8 A	Ladestrom =0	14 Stunden Timeout	Schutz vor Überladung
Lithiumakku laden	1 bis 12	1 A	0, 1 bis 8 A	Ladestrom < 10%	6 Stunden	mit Vorformierung
RAM- Akku laden	1 bis 30	1 A	0, 1 bis 8 A		6 Stunden	
Formieren	1 bis 32	0, 2 A	0,02 bis 0,8 A	Timer	14 Stunden	mit 1/10 C
Entladen	1 bis 32	bis 3 A	0, 1 bis 3 A	< 0, 9 V/ Zelle	kein Timeout	25 Watt max.
Entladen + Formieren	1 bis 32	bis 3 A 0, 2 A	0, 1 bis 3 A 0,02 bis 0,8 A	< 0, 9 V/ Zelle Timer	14 Stunden	Zyklen manuell oder auto
Entladen + Delta-Peak- Laden	1 bis 32	bis 3 A 0, 7 bis 5 A	0, 1 bis 3 A 0, 1 bis 8 A	< 0, 9 V/ Zelle Delta-Peak		Zyklen manuell oder auto
Entladen + Reflex- Laden	1 bis 32	bis 3 A 0, 7 bis 5 A	0, 1 bis 3 A 0, 1 bis 6 A	< 0,9 V/ Zelle Delta-Peak		Zyklen manuell oder auto
Spannung messen	1 bis 32					

Konfigurieren

Parameter ändern
 Delta-Peak: 1.0%

Hier haben Sie die Möglichkeit, Ladeparameter und andere Geräteeinstellungen zu verändern. Nehmen Sie aber Einstellungen, die den Ladevorgang beeinflussen, nur mit Bedacht vor. Bei Fehleinstellungen kann ein Überladen und damit eine Zerstörung des Akkus die Folge sein. Es folgt eine Aufstellung der Parameter mit den vorgegebenen Werten und der jeweiligen Erklärung:

- Delta-Peak: 1%** In 0,5 %-Schritten können Sie von 0 bis 9,5 % wählen. Für NiMh ist ein Wert von 0,5 oder 1% zu wählen, bei NC ist 1% richtig. Wenn Sie Ihre Akkus über 100% laden möchten oder der bestimmte Akkutypen zu Fehlabschaltungen neigen, kann ein höherer Wert eingestellt werden. Ein zu hoher Wert kann aber zur Überhitzung und Zerstörung des Akkus führen. Bei einem eingestellten Wert von 0 wird abgeschaltet, sobald die Akkuspannung um geringsten messbaren Betrag zurückgeht.
- DP-delay: 3min** Veränderbar von 0 bis 30 Minuten. Um durch Zellenrauschen verursachte Frühabschaltungen zu vermeiden, wird der Delta-Peak-Sensor verzögert aktiviert. Wenn Ihre Akkus (besonders tiefentladene) zu Frühabschaltung neigen, kann dieser Wert höher gewählt werden. Bedenken Sie aber, dass während dieser eingestellten Delay-Zeit die Ladung bei vollen Akkus nicht beendet wird.
- DP-tmout: 90min** Das Timeout beendet eine Ladung, unabhängig von einer Fertigmeldung durch Delta-Peak oder Temperatursensor. Dieser Wert sollte etwas höher als die erwartete Ladezeit eingestellt werden, um einen sicheren Schutz vor Überladung sicherzustellen. Der einstellbare Wert beträgt 10 bis 240 Minuten.
- Beeper: ein** Hier kann ausgewählt werden, ob eine akustische Vollmeldung gewünscht ist oder nicht. Der Piep beim Tastendruck bleibt aber immer erhalten.
- Autostart: aus** Bei eingeschaltetem Autostart beginnt bei den Programmen DP- und RX-Laden der Ladevorgang automatisch, sobald ein Akku angeschlossen wird.
- ext.Temp: 40 °C** Wenn Sie die Option Temperatursensor installiert haben, können Sie hier die gewünschte Abschalttemperatur einstellen. Beachten Sie aber, dass es sich nur um ca.-Angaben handelt, die tatsächliche Akkutemperatur kann um mehr als +/- 10% von diesem Wert abweichen.

Mit dieser Konfiguration eröffnen sich vielfältige Möglichkeiten. So können Sie beispielsweise mit einem hohen Delta-Peak-Wert und angeschlossenen Temperatursensor ausschliesslich nach Temperatur abschalten. Sie können aber auch ausschliesslich nach Zeit abschalten, indem Sie den Delta-Peak-Wert hoch und mit Timeout die gewünschte Ladezeit einstellen. Alle Parameter werden beim Ausschalten oder beim zweimaligen Drücken der Esc-Taste (Versions-Anzeige) auf den entsprechenden Vorgabewert zurückgesetzt.

Delta- Peak- Laden

Dp-Laden	0mAh
00:00	8.0A 30.7V

Mit diesem Programm können alle schnellladefähigen NC- und NiMH- Akkus geladen werden, ohne Rücksicht auf deren Ladezustand. Beim automatischen Delta- Peak- Laden wird aus dem Innenwiderstand des angeschlossenen Akkus der optimale Ladestrom ermittelt und selbstständig eingestellt. Dieser Vorgang kann am langsamen Ansteigen des Ladestroms

verfolgt werden. Bei den allgemein verwendeten niederohmigen NC- Zellen mit einer Kapazität ab 1200mAh wird sich bei gut konditionierten Akkus bis 20 Zellen ein Ladestrom von 5A einstellen. Bei höheren Zellenzahlen liegt der Ladestrom entsprechend der maximalen Leistung niedriger.

Sobald der Soll- Ladestrom erreicht ist, läuft die Anzeige der Ladezeit los, die geladene Kapazität wird vorher schon aufaddiert. Während der Ladung wird der Ladestrom ständig überwacht und eventuell heruntergeregelt, um bei steigender Akkuspannung eine Überlastung des Ladegerätes zu verhindern. Ein Druck auf die Enter- Taste informiert Sie über die Spannung des Autoakkus, nach 5 Sekunden wechselt die Anzeige automatisch wieder zurück.

Jederzeit können Sie den gewünschten Ladestrom mit den Auf- und Ab- Tasten auch selbst einstellen. 5 Sekunden nach Ihrer Wahl wechselt die Stromanzeige wieder zur Anzeige des tatsächlich gemessenen Ladestroms. Jetzt erfolgt das Nachregeln des Ladestroms, allerdings nun ohne Berücksichtigung der berechneten optimalen Werte. Bedenken Sie dabei aber, daß bei einem Absenken des Ladestroms die Akkuspannung auch absinkt, was zu einer vorzeitigen Abschaltung des Delta- Peak- Sensors führen kann. Der einmal eingestellte Ladestrom bleibt auch beim nächsten Ladezyklus bestehen und braucht nicht neu eingestellt zu werden. Erst beim Wechseln in das Start-Menü (SPECTRA- Version...) oder Abschalten des Laders geht Ihre Einstellung verloren und das Programm startet wieder im Automatik- Mode. Die manuelle Wahl des Ladestroms empfiehlt sich bei Akkus mit geringer Kapazität bis ca. 1000mAh, bei nicht schnellladefähigen Akkus jeglicher Kapazität ist sie unumgänglich. Einstellung hier bis maximal 1C, Timeout beachten.

Der Delta- Peak- Sensor schaltet bei einem 1-prozentigen Spannungsrückgang (15 mV/ Zelle, wenn nicht anders eingestellt) ab. Wird dieser Spannungsrückgang nicht erreicht, erfolgt die Abschaltung nach einem Timeout von ca. 90 Minuten (wenn nicht anders eingestellt). Nach Ablauf von 60 Minuten Ladezeit wechselt die Zeitanzeige im Display von Minuten:Sekunden (mm:ss) auf Stunden h Minuten (hh h mm).

Das Ende der Ladezeit wird einige Male akustisch sowie optisch im Display mit "fertig^" gemeldet. Das Zeichen hinter "fertig" gibt an, was zum Ladeende geführt hat (^ = Delta-Peak, ° = Temperatursensor oder + = Timeout). Alle Anzeigen bleiben bis zum Drücken der Esc- Taste oder eine Minute nach dem Abklemmen des Akkus stehen. Danach wechselt das Display wieder ins Startmenü.

Reflex- Laden

Rx-Laden	0mAh
00:00	6.0A 20.4V

Diese Lademethode ist eine Variante der Delta- Peak- Ladung, bei der in einem Rhythmus von 1 Sekunde ein kurzer Entlade- Impuls erzeugt wird. Die Größe des Impulses beträgt etwa das Doppelte des Ladestroms. Zur Verhinderung des Memory- Effektes oder zur Auffrischung altersschwacher Zellen kann dieses Programm gewählt werden. Der Ablauf ist sonst identisch mit dem Delta- Peak- Programm.

Senderakku laden

Sender	0mAh
00:00	1.0A 12.5V

Bei allen Programmen ist aus Sicherheitsgründen ein Start erst möglich, wenn auch ein Akku an den Ladeanschluß angeschlossen ist. Nur bei diesem Senderakku- Programm nicht. Die in den Sendern eingebaute Schutzdiode verhindert bekanntlich, daß an der Ladebuchse die Akkuspannung gemessen werden kann. Daher fehlt bei diesem Programm diese Funktion, es kann daher auch zum Aufpäppeln tiefentladener Akkus (Null Volt) eingesetzt werden kann. Der Ladestrom ist auf 1 A eingestellt und kann nicht manuell verändert werden. Auch das hat den tieferen Sinn im Sender zu suchen, häufig verhindert hier nämlich eine 1 A- Sicherung eine Schnellladung mit höherem Strom. Time-out ist wie bei allen Schnellladeprogrammen auch hier bei ca. 90 Minuten.

Bleiakku laden

Pb-Laden	0.0Ah
00:00	4.0A 12.5V

Nach dem Programmstart können Sie zunächst wählen, ob Sie Bleisäure- oder Bleigel- Akkus laden wollen. Akkus mit 2 und 6 V werden automatisch mit 2 A geladen, 12 und 24 V- Akkus mit 4 A. Bei Akkus mit geringer Kapazität müssen Sie den Strom manuell auf ca. 1/10 C einstellen. Bis zur Ladeschluss-spannung von 2,4 V bzw. 2,3 V pro Zelle bei Bleigel (14,4 V bei einem 12 V- Säureakku, 13,8 V bei Gel) bleibt dieser Ladestrom konstant und wird dann so herunterge-regelt, daß die Ladeschlussspannung nicht überschritten wird. Damit ist eine Überladung des Bleiakkus ausgeschlossen. Auch im manuellen Betrieb mit beliebig eingestelltem Ladestrom (bei Bleigel wird 1/10 C empfohlen) bleibt der Überladungsschutz erhalten. Die Ladung ist beendet, sobald der Ladestrom auf Null heruntergeregt ist, Timeout ist nach 14 Stunden.

Lithium- und RAM- Akku laden

Li-Laden	0mAh
00:00	.20A 12.5V

RAM-Ldn.	0mAh
00:00	.20A 12.5V

Dieses Programm ermöglicht das Laden von Lithium-Ionen-, Lithium-Polymer, Lithium-Tadiran- und sog. RAM- Akkus (**R**echargeable **A**lkaline **M**anganese = aufladbare Alkali-Mangan- Akkus). Nach dem Starten des Programms werden Sie zunächst aufgefordert, den Akkutyp, die Zellenzahl und den Ladestrom zu wählen. Der Ladestrom ist mit 1A vorgegeben, er sollte auf 0,5 bis 1,5C eingestellt werde. Um Beschädigungen des Akkus zu vermeiden, hier besonders die Herstellerangaben berücksichtigen. Zum Nachladen eines nahezu vollen Akkus darf der Ladestrom höchstens auf 0,5C eingestellt werden. Eine Veränderung des Ladestroms während der Ladung ist nicht möglich. Bei tiefent-ladenen Akkus wird zunächst mit 20% des gewählten Ladestroms vorformiert, dann mit Konstantstrom bis zur Ladeschlussspannung (4,1V pro Zelle bei Lil-on, 4,2V bei Li-Polymer, 3,45V bei Tadiran und 1,65V bei RAM) geladen. Ist diese erreicht, wird umgeschaltet auf Konstantspannung. Sobald der Ladestrom auf annähernd 0 herunterge-regelt ist, erfolgt die Fertigmeldung. Timeout ist nach 6 Stunden.

Formieren

Formiere	0mAh
00h00	.20A 12.5V

Neue NC- Akkus erreichen ihre volle Kapazität erst nach einigen Formierzyk-len. Aber auch ältere Exemplare danken eine von Zeit zu Zeit (etwa nach 5 bis 10 Schnelladezyklen) durchgeführte Formierung mit längerem Leben. Nach dem Programmstart fällt eine länger Kalibrierphase auf. Da beim Formieren der Strom mit erhöhter Genauigkeit gemessen werden muß, wird die Verstär-kung des Stromverstärkers umgeschaltet. Dementsprechend ändert sich auch die Stromanzeige in Display. Die Formierstrom- Änderung erfolgt in 20mA- Schritten, der voreingestellte Wert beträgt 200mA. Eine Ab-schaltung erfolgt nach 14 Stunden, diese Voreinstellung entspricht also der Formierung eines 2000mA- Akkus. Bei anderen Akkukapazitäten muß der Formierstrom manuell auf 1/10 der Nennkapazität eingestellt werden. Bei diesem Programm erfolgt keine Abschaltung nach Delta-Peak oder Temperatur.

Entladen

Entladen	0mAh
00:00 - 3.0A	12.5V

Wo geladen wird, muß auch entladen werden. Automatisch geschieht dies mit max. 3 A, abhängig von der Zellenzahl. Die Entladeenergie muß in Wärme umgewandelt werden, daher ist eine Begrenzung auf 25 Watt notwendig. Bis zu 16 Zellen können in einem Gang entladen werden. Zu Beginn des Entladeprogramms wird die aus der gemessenen Spannung berechnete Zellenzahl angezeigt. Sollte die angezeigte Zahl nicht stimmen, kann mit den Auf- Ab-

Tasten korrigiert werden. Wenn Sie keine Veränderung vornehmen, startet nach 5 sec der Entladevorgang automatisch und der maximal mögliche Entladestrom wird eingestellt. Sie können aber auch den Entladestrom innerhalb der Grenzen beliebig selbst wählen. Beendet wird das Programm bei Unterschreitung der Entladeschlußspannung von 0,9 V pro Zelle, ein Timeout ist nicht vorgesehen. Während des Entladevorgangs läuft der Lüfter permanent.

Natürlich können Sie mit diesem Programm auch Akkus mit anderen Zellenspannungen als 1,2V (z.B. Blei oder Lithium) entladen. Sie müssen dann nur die Zellenzahl entsprechend der gewünschten Entladeschlußspannung berechnen und einstellen:

Zellenzahl = Entladeschlußspannung : 0,9

Eine Entladeschlußspannung von 6,3 V (z.B. bei 2 Lipo-Zellen) entspricht also einer Einstellung von 7 Zellen. Die Entladung wird dann bei Erreichen von 6,2 V beendet.

Entladen + Formieren

Entl. 1	0mAh
00:00 - 3.0A	12.5V

Dieses Programm kombiniert die beiden vorigen. Der Akku wird zunächst bis zur Entladeschlußspannung von 0,9 V pro Zelle entladen und danach 14 Stunden lang formiert. Nach dem Start des Programms können Sie zunächst die Zahl der Entlade- und Formierzyklen einstellen. Bei "auto" wird so lange entladen und formiert, bis die entladene Kapazität nicht mehr ansteigt. Als nächstes

wird der gewünschte Formierstrom von 20 bis 800mA eingestellt, die vorgewählten 200mA werden mit Enter übernommen. Eine Einstellung des Entladestroms (und die eventuelle Korrektur der Zellenzahl) erfolgt anschließend ebenfalls wieder manuell oder automatisch bis 3A oder 25 Watt. Während des laufenden Programms wird die Zahl der durchlaufenen Zyklen angezeigt. Bei Fertigmeldung des Programms kann mit der Auf- Taste auf die Anzeige der zuletzt entladenen (maximalen) Kapazität umgeschaltet werden.

Entladen + DP- Laden

Analog zum vorherigen Programm wird auch bei diesem zuerst bis zur Entladeschlußspannung entladen und anschließend Delta- Peak geladen. Eine Voreinstellung des Ladestroms ist ebenfalls möglich, bei "auto" wird dieser automatisch eingestellt. Alle anderen Funktionen wie unter Entladen + Formieren beschrieben.

Entladen + RX- Laden

Entladen bis zur Entladeschlußspannung und anschließend Reflexladen analog vorherigem Programm.

Spannung messen

Spannung	messen
00:00	12.5V

Dieses Programm zeigt die am Ladeausgang anliegende Spannung an. Wenn Sie Ihre Akkus mit hohem Strom über einen externen Hochlastwiderstand entladen wollen, können Sie mit diesem Programm die Akkuspannung messen und die Entladekurve für spätere Vergleiche mit SpectraView aufnehmen.

Stückliste

R1, R2, R4, R5, R6, R7, R8, R26, R29, R35, R38, R40, R48, R50, R54, R56, R57	10k
R3, R9, R13, R17, R18, R25, R28, R37, R42, R44, R59	1k
R10, R11, R19, R31, R45, R46, R58	39k
R12, Reihenschaltung aus R12A und R12B	9k1 + 200 = 9k3
R15, R23, R62	100
R32, R33, R34, R36, R53	22k
R27	13k
R30, R43	62k
R39	9k1
R41	560
R47	6k8
R49, Reihenschaltung aus R49A und R49B	180k + 13k = 193k
R51	0,01 4Watt
R55	entfällt
R60	820
R61	0,1 4Watt
NTC1	10k
C1, C2, C3, C7, C8, C9, C13, C17, C21, C26, C29, C30, C31, C32, C33	100nF
C4, C5	33p
C6, C25	10uF 25V
C10, C11	220uF 25V
C12, C16, C22, C23, C28	100uF 25V
C15	3n3
C19	470p
C24	22uF 25V
C20 (C20A entfällt)	220uF 63V
C27	entfällt
IC1	80 C 515
IC2	27 C 256 / 512
IC3	74 LS 573
IC4	UC 3843
IC6	LM 7805
IC7	MAX 232 o.Ä.
U1	LM 358
QU1	Quarz 11 MHz
Q1, Q15	BC 517
Q2	BSN 10A
Q12, Q16	BS 170
Q13, Q17	BC 547
Q9	BC 557
Q7	IRF 1405
Q10	BC 546
Q11	IRF 4905 (P-Kanal)
Q14	IRF 540
D1	1N 4007
D2	MBR 1060
D3	ZPD 4,7
D4	ZPD 51
D5	ZPD 18
D6	BY 550 / SB 560
Rel1	Relais 12V, 20A
L1	Drossel 100uH

LCD- Modul, 4 Tasten, Beeper, IC- Fassungen, Lüfter, Platine, Tastenplatine, Gehäuse, Pfostenstecker 20polig, Buchse 20polig, Flachbandkabel, SubD- Buchse 9- polig, 4mm Buchse rot, 4mm Buchse schwarz, 2x 4qmm Kabel, Stromzange rot, Stromzange schwarz, Kühlkörper, Isolierplättchen und -ringe, Wärmeleitpaste, Kleinteile.

Die Bauteile mit den 100er Nummern gehören zum 2. Ladeausgang und liegen dem Bausatz in der Grundversion nicht bei.

Schaltungsbeschreibung

Beim Blick auf das Schaltbild erkennt man die Microcontroller- Steuerung (digital) in der oberen Hälfte, darunter den Leistungs- und Steuerteil (analog) der Schaltung. Zunächst zu Steuerung. Das Herz der Schaltung ist der Siemens- Microcontroller IC1, ein 8 Bit Mikroprozessor mit 12 MHz Taktfrequenz. Die Software steckt im EPROM IC2, dessen Datenbus ist über das Latch IC3 mit dem Controller verbunden. Das IC7 ist zuständig für die Kontaktaufnahme mit einem PC über die serielle Schnittstelle. Über den Pfostenstecker JP1 läuft das Flachbandkabel zum LCD- Display und der Tastenplatine im Gehäuseoberteil. Der Spannungsteiler NTC1 / R9 erzeugt eine temperaturabhängige Spannung AN4, die der Prozessor zur Steuerung des Lüfters auswertet. Ein ähnlicher Spannungsteiler R17, R18 und Sensor ist für die Option Temperatursensor vorgesehen. Über die Treibertransistoren Q1 bzw. Q15 werden Beeper und Lüfter gesteuert.

Der analoge Teil der Schaltung teilt sich auf in:

Pulsbreiten- Modulator und DC- Wandler.

Der Pulsbreitenmodulator IC4 steuert direkt den Leistungs- MOSFET Q7. Zusammen mit der Drossel L1, der Diode D2 und dem Elko C20 sorgt er für die Erzeugung der Ladespannung von bis zu 55V. Das Steuersignal TEA wird mit R11 und C16 in eine Gleichspannung gewandelt und steuert über Q2 den Pulsbreiten- Modulator IC4.

Längs- FET

Zum Laden von Akkus mit weniger als 12V muß die Betriebsspannung heruntergeregelt werden, gesteuert über Q10 mit dem Steuersignal LFET. Mit Q16 wird der Längsfet schnell ein- und ausgeschaltet, z.B. beim Reflexladen.

Entlade- FET

Die Entladestufe besteht aus dem Entlade- FET Q14, Steuertransistor Q13 und Ein- Ausschalter Q17. Der Entladestrom fließt über J3, R61, D6, Q14, R51 und J4 und wird gesteuert von dem Signal EFET. Zur Stabilisierung der Regelung wird jeweils ein Regelsignal des Operationsverstärkers zu den Steuerstufen geführt (über R10, R34 und R45).

Stromverstärkung

Die 2 Operationsverstärker von U1 haben die Aufgabe, die dem Lade- oder Entladestrom proportionale Spannung am Meßwiderstand R51 in Pegel und Polarität so anzupassen, daß sie u.a. vom Analogeingang AN5 des Prozessors verarbeitet werden kann. Q12 schaltet die Verstärkung des Operationsverstärkers U1A von normalerweise 10 auf 25 beim Formieren um.

Spannungsmessung

Die Eingangsspannung wird über R12 und R13 mit dem Faktor 10 heruntergeteilt und dem Prozessor über den Analogeingang AN7 zugeführt.

Zur Messung und Auswertung des Spannungsrückgangs wird die Spannung des angeschlossenen Akkus zwei unterschiedlichen Spannungsteilern zugeführt: R49 und R50 (teilt 20:1) sowie R19 und R27 (teilt 4:1)

Aufbau und Inbetriebnahme

Bevor Sie mit dem Aufbau beginnen, lesen Sie bitte die gesamte Anleitung aufmerksam durch. Bei der recht komplexen Schaltung sollte man sich schon vorher Gedanken machen über die später folgende Inbetriebnahme. Es ist nicht sinnvoll, die Platine in einem Gang komplett zu bestücken und dann in Betrieb zu nehmen, da eventuell eingebaute Fehler dann nur schwer zu lokalisieren sind. Besser ist es, die Schaltung schrittweise aufzubauen und zu testen. So lassen sich unliebsame Überraschungen beim Einschalten vermeiden. Solange eine Stufe nicht wie beschrieben arbeitet, sollte auf keinen Fall die nächste Stufe begonnen werden. Benutzen Sie zur schrittweisen Inbetriebnahme ein 12 V- Netzteil mit einem maximalen Strom von 1 bis 2 A. So sind Schäden an den Leistungshalbleitern auch dann ausgeschlossen, wenn sie nicht richtig angesteuert werden (Netzteil verhindert hohen Stromfluß).

Ein versierter Elektroniker wird natürlich die schnellere Montage nach der Höhe der Bauteile (Widerstände und Dioden, IC-Sockel, Kondensatoren, Prozessorsockel, Elkos, und zuletzt Transistoren) vorziehen. So kann ein Test aber erst mit komplett aufgebauter Platine erfolgen. Soweit wie möglich soll diese Methode aber auch bei dem schrittweisen Aufbau angewandt werden.

Wenn Sie sich beim Bestücken Zeit lassen, die Bauteile lieber einmal mehr prüfen und sorgfältig löten, kann aber eigentlich nichts schief gehen. Aus Sicherheitsgründen ist nach dem Test jeder Stufe ein Entladen der Elkos C10 und C20 mit einem niederohmigen Widerstand (10 bis 50 Ohm) zu empfehlen. MOS-Halbleiter sind sehr empfindlich auf Spannungsentladungen, und C20 kann sich auf über 55 V aufladen!

Schauen Sie auf den Bestückungsplan, wenn der Platinenaufdruck nicht deutlich zu erkennen ist. Achten Sie auch auf die richtige Position der IC- Sockel, besonders beim Prozessor ist nur so ein richtiger Einbau möglich.

1. Die Mechanik

Zunächst sollten die erforderlichen mechanischen Arbeiten vorgenommen werden. Wenn die Öffnungen der Gehäuse- Frontplatte nicht gefräst sind, müssen diese noch mit Hilfe einer Laubsäge nach der Skizze ausgesägt werden. Vor dem Einbau von Tastenplatine, Display und Lüfter ist es ratsam, den Aufkleber anzubringen. Der Lüfter wird so montiert, daß er die Luft nach oben aus dem Gehäuse bläst (Pfeil auf dem Lüfter beachten). Beim Bestücken der Tastenplatine mit den 4 Digitasten darauf achten, daß diese mit der abgeflachten Seite nach oben gerade eingebaut werden, zunächst für ein leichteres Ausrichten nur je 2 Stifte verlöten. Zur Montage dieser Platine kleben Sie mit 5- Minuten- Epoxy die entsprechend angepasste Einschlagmutter genau in das Kreuz zwischen die Tastenöffnungen. Nach dem Aushärten schrauben Sie dann die Platine mit dem Abstandshalter so an, daß die Tasten leichtgängig bleiben. Die Montagerichtung ist auf den Abbildungen zu erkennen. Nach dem Anpassen können dann die restlichen Stifte verlötet werden.

Das Display wird an seinem Rahmen so mit dem Gehäusedeckel verklebt (wieder mit 5- Minuten- Epoxy oder Silikon), daß der obere Rand des Rahmens bündig mit diesem ist. Nach Belieben kann der Rahmen aber auch weiter durch die Öffnung gesteckt werden. Damit das Gehäuse später potentialfrei bleibt, muß der Display- Rahmen natürlich ebenfalls potentialfrei sein. Im Urzustand liegt der Rahmen über die biegsamen Befestigungsglaschen auf Masse. Hier ist es also notwendig - wenn noch nicht geschehen - die Leiterbahnen zu den Laschen vorsichtig zu durchtrennen.

Die Verbindung zur Hauptplatine übernimmt das 20adrige Flachbandkabel, auf dessen einem Ende der Pfostenverbinder aufgepresst wird. Stecken Sie dazu das Flachbandkabel so in den Pfostenverbinder, daß die rote Kabelmarkierung mit dem Pfeil des Pfostenverbinders korrespondiert und drücken Sie das ganze dann vorsichtig im Schraubstock zusammen. Wenn Sie den Pfostenverbinder nun so an die Stelle des Pfostensteckers auf die Platine halten, daß das Flachbandkabel über dem Prozessor liegt, befindet sich links die rote Ader Nummer 1.

Dies ist wichtig beim Anlöten der ersten 14 Adern an das Display. Führen Sie die Anschlußdrähte nicht durch die Löcher der Lötunkte, sondern löten Sie diese einfach direkt auf die Lötunkte. So verhindern Sie eventuelle Kurzschlüsse zur Frontplatte. Ebenso sind die Adern 15 bis 20 an die Tastenplatine zu löten. Ein zusätzlicher kurzer Draht verbindet den Anschluß 2 der Tastenplatine mit dem des Displays. Der Lüfter bekommt seine Spannung direkt von der Tastenplatine, sodaß der gesamte Gehäusedeckel nur über das steckbare Flachbandkabel mit der Hauptplatine verbunden ist.

Entsprechend der Skizze sind noch die anderen Gehäuseteile zu bohren und anschließend zu entgraten.

2. Der Mikroprozessor

Bestücken Sie die Platine nach der Höhe der Bauteile. Wenn Sie nach jedem Arbeitsgang (Bauhöhe) eine Pappe o.Ä. auf die bestückte Platine legen, lässt sich das Ganze zum Löten problemlos umdrehen.

Beginnen Sie gemäß der Stückliste mit allen Widerständen ausser R51, R61 und NTC1 sowie allen Dioden ausser D2 und D6. Nun können die IC-Sockel ausgenommen Prozessorsockel IC1 eingelötet werden. Es folgen alle Kondensatoren ausser Elkos. Zum Schluss löten Sie dann den Pfostenstecker JP1 und den Prozessorsockel IC1 ein. Beim Prozessorsockel muß der Pfeil nach oben zeigen. Nun ist schon der größte Teil der Bestückungsarbeiten erledigt, und es kann an die erste Inbetriebnahme gehen.

Zunächst muß die Prozessor-Steuerung Ihre Arbeit aufnehmen. Dazu sind folgende Bauteile einzulöten:

Temperaturfühler NTC1,
Elkos C6, C10, C11,
Quarz QU1, Beeper, IC6, Q1, Q15

Der 5V-Stabi IC6 wird nur provisorisch an seinen Platz gelötet, die endgültige Montage geschieht erst später.

Sicherheitshalber sollte aber schon das Verpolungsschutz- Relais REL1 eingelötet werden, damit die Elektronik bei der ersten Inbetriebnahme geschützt ist. Der NTC1 sollte so eingelötet werden, daß seine Beinchen in vollerer Länge erhalten bleiben. So kann er später problemlos rechts neben Q7 an die Rückwand geklebt werden, er darf aber keinen elektrischen Kontakt mit dieser haben. Hier ist es u.U. ratsam, die Anschlußdrähte zu isolieren.

Nun werden IC1, IC2, IC3 und IC7 vorsichtig in die Sockel gesteckt. Dabei auf richtige Position achten (beim Prozessor IC1 steht die Schrift auf dem Kopf, bei IC7 ist die Kerbe rechts!).

Um zu verhindern, daß bei einem eventuellen Fehler Rauch aufsteigt, benutzen Sie für die Inbetriebnahme und die ersten Funktionstests immer ein Netzteil, das bei 12 V nicht mehr als 1 bis 2 A liefert.

Wenn alles soweit gediehen ist, steht einem ersten Test nichts mehr im Weg. Löten Sie dazu provisorisch dünne Kabel an die Spannungszuführung neben REL1 und schließen diese an das besagte Netzteil an. Nach einem kurzen Startsignal und Anlaufen des Lüfters sollte das Display nun lesbaren Text anzeigen, nämlich das angewählte Programm und die Eingangsspannung. Mit den Auf- und Ab- Tasten sollten Sie nun das Menü durchlaufen können.

Die erste Hürde ist geschafft, wenn bei Ihnen diese Stufe wie beschrieben arbeitet. Bestücken Sie auf keinen Fall weiter, wenn die Prozessorsteuerung nicht wie beschrieben funktioniert. Ein Fehlsteuerung der folgenden Stufen mit evtl. Zerstörung von Bauteilen ist sonst nicht ausgeschlossen. Wenn Sie keinen Fehler finden können, setzen Sie sich mit uns zwecks Fehlereingrenzung per Telefon in Verbindung. Funktioniert die Schaltung soweit, löten Sie die Anschlußkabel zur leichteren Weitermontage wieder ab.

Bild: Platine.jpg

3. Stromverstärkung

Es folgt die Stufe mit dem Doppel- Operationsverstärker U1, bestückt werden:

Widerstand R51,
Elko C12, C23, C25, C28,
Q12 (Vorsicht MOSFET).

Der Widerstand R51 erwärmt sich im Betrieb, er sollte deshalb 1mm Abstand von der Platine halten. Nachdem U1 in den Sockel gesetzt wurde, kann diese Stufe in Betrieb gehen. Ob sie richtig arbeitet, läßt sich schnell mit zwei Messungen gegen Masse (- Pol der Eingangsspannung) am Operationsverstärker feststellen, die Spannung muß innerhalb der Toleranzgrenzen liegen:

Pin 1: 0,8 V (+/- 0,02 V)

Pin 7: 3,1 V (+/- 0,1 V)

Gezählt wird immer von links unten nach rechts und dann oben von rechts nach links.

4. Längs- FET

Als nächstes wird die Schaltung um den P- Kanal- MOSFET Q11 bestückt:

Elko C22,
Q10, Q16 (Vorsicht MOSFET)

Nun ist es auch an der Zeit, die Leistungshalbleiter an die Gehäuserückwand zu montieren. Wenn noch nicht geschehen, bohren Sie die Rückwand entsprechend der Skizze, diese kann dann gleich als Schablone zum Anzeichnen der Löcher im Kühlkörper und dem Zwischenblech benutzt werden. Entgraten Sie hier sorgfältig, damit sich die Silikon-Unterlegplättchen nicht durchdrücken. Es können alle Leistungshalbleiter IC6, Q7, D2, Q11 und Q14 in einem Arbeitsgang montiert werden, jeder einzelne muß aber isoliert montiert werden, damit das Gehäuse potentialfrei bleibt. Benutzen Sie dazu die Isolierringe und Unterlegplättchen. Beachten Sie bitte, daß MOSFET-Transistoren empfindlich sind gegen statische Aufladung. Zur Dämpfung von hochfrequenten Schwingungen schieben Sie vor der Montage je eine Dämpfungssperle auf den rechten Anschluss von Q7 (Source) und D2 (Anode).

Das beiliegende Zwischenblech wird zwischen Transistoren (Diode) und Gehäuserückwand montiert und sorgt für einen besseren Wärmeübergang zum Kühlkörper, verwenden Sie hier zusätzlich jeweils etwas Wärmeleitpaste. Der Aufbau erfolgt also in der Reihenfolge: Kühlkörper, Gehäuserückwand, Wärmeleitpaste, Zwischenblech, Isolierung, Halbleiter. Biegen Sie die Anschlußdrähte so, daß die Halbleiter zur optimalen Wärmeabgabe gut am Zwischenblech anliegen. Damit die Isolierplättchen nicht gequetscht werden, sollten die Befestigungsschrauben nicht zu fest angezogen werden. Zur Vermeidung von mechanischen Spannungen werden die Anschlußdrähte der Halbleiter erst nach dem Anschrauben verlötet. Mit etwas Sekundenkleber sollten die Muttern gegen Lösen durch thermische Belastung gesichert werden.

Ein Test dieser Stufe erfolgt erst zusammen mit dem nächsten Schritt.

5. Pulsbreitenmodulation und DC- Wandler

Die nächste Stufe ermöglicht das Laden von mehr als 7 Zellen. Sie erzeugt eine Spannung von über 50 V, gesteuert von dem Pulsbreitenmodulator IC4.

Elko C16, C20,
Q2 (Vorsicht MOSFET), Q9, IC4, L1.

Die Spule L1 muß exakt positioniert werden, sie hat später nicht viel Platz zwischen Display und Lüfter des Gehäusedeckels. Nachdem die Anschlußdrähte mit Hilfe eines Messers von der Lackschicht befreit wurden, müssen sie so gebogen werden, daß der Ferritkern 42mm Abstand vom rechten Seitenblech hat. Nach dem Einstecken von IC4 können nun beide Ladestufen nacheinander getestet werden.

Schließen Sie dazu die Platine wieder an das Netzteil mit 1 bis 2 A an und schalten Sie ein. Es gibt eine einfache Methode (die Sie auch bei Problemen später jederzeit anwenden können), um die Ladestufen "offline" schnell auf Funktion zu prüfen:

1. keinen Akku an den Ladeanschluss anschließen
2. das Delta-Peak-Ladeprogramm starten

3. es muß die Meldung "kein Akku oder Akku verpolt" erscheinen
4. wenn das Ladeprogramm ohne Meldung startet, liegt ein Fehler des Längs-FET vor.
5. erscheint die Meldung wie erwartet, kann das Delta-Peak-Ladeprogramm durch 2 Sekunden langes Drücken der Enter-Taste trotzdem gestartet werden.
6. nun läuft die Spannungsanzeige von 0V auf fast Betriebsspannung langsam hoch.
7. der Wandler wird zugeschaltet (Sternchen erscheint)
8. die Spannungsanzeige läuft langsam auf etwa Betriebsspannung zurück und steigt einige Sekunden später wieder auf über 50 V an.
9. Abbruch des Ladeprogramms

Wenn alles so abläuft, sind die Ladestufen o.k. Sie können jetzt die Ladestufen auch unter realen Bedingungen testen. Dazu müssen aber die 4mm Buchsen zunächst provisorisch angelötet werden. Einen Akku mit bis zu sieben Zellen anschließen und ein Ladeprogramm starten. Wenn der Ladestrom langsam ansteigt, funktioniert die LängsFet- Stufe und das Programm kann abgebrochen werden (das macht es aber auch bald von selbst, da das Netzteil bei höherem Ladestrom zusammenbricht). Nun folgt der Test des DC-Wandlers. Ein 10- oder mehrzelliger Akku wird angeschlossen und das Delta- Peak- Programm gestartet. Eine korrekte Funktion dieser Stufe ist gegeben, wenn der Ladestrom langsam ansteigt. Auch hier wird das Netzteil bald zu wenig Strom liefern und der Ladevorgang abgebrochen werden.

Denken Sie jetzt besonders an das Entladen von C10 / 11 und C20!

6. Entlade- FET

Zum guten Schluß fehlen noch die restlichen Bauteile um die Entladestufe herum:

R61

C24

D6, Q13 und Q17.

D6 und R61 erwärmen sich beim Entladen und sollten deshalb auf Abstand zur Platine gelötet werden. Beim letzten Einzeltest muß nun diese Stufe ihre Funktion beweisen. Starten Sie das Entladeprogramm, korrigieren die Zahl der Zellen oder bestätigen Sie mit Return und warten einige Sekunden, bis der Entladestrom langsam ansteigt. Damit ist auch diese Hürde genommen.

Front_innen.jpg

Den Abschluß bilden nun die restlichen Arbeiten:

Die 9- polige SubD- Buchse wird an die linke Seitenwand montiert. Das Anschlußkabel mit den Stromzangen bestücken (vorher an den Lötflächen anschleifen), durch das mit der Gümmitülle geschütztes Durchführungsloch führen und gut auf der Platine verlöten (Polarität beachten). Nun kann das linke Seiten-

teil mit der Rückwand verschraubt und danach die Stifte 2 und 5 der SubD- Buchse mit der Platine verbunden werden. Die beiden 4mm Buchsen in das rechte Seitenblech drücken, mit der Platine entsprechend dem Bestückungsplan verbinden und das Seitenteil an die Rückwand schrauben. Überprüfen Sie noch einmal, ob alle Anschlußdrähte auf der Platinen- Lötseite kurz abgeschnitten sind, damit ein Kurzschluss zum Gehäuseboden ausgeschlossen ist. Nach einem abschließenden Test kann das Gehäuse nun endgültig zusammengebaut werden und das Gerät ist betriebsbereit.

Noch ein Wort zur Genauigkeit der Spannungsmessung, wichtig beim Laden von Lithium-Akkus: Der 5V-Stabi als Referenzspannungsquelle des AD-Wandlers hat im Allgemeinen einen Fehler <1% (trotz 5% laut Datenblatt). Die Widerstände (R40a, R49b, R50) im Spannungsteiler haben 1% Toleranz. Da wir auf Einstellregler verzichten wollen, wurde der Spannungsteiler so ausgelegt, dass die gemessene (und angezeigte) Akkuspannung etwas höher ist als die tatsächliche Spannung. Dadurch ist man beim Laden von Litium-Akkus immer auf der sicheren Seite, Überladungen sind ausgeschlossen. Natürlich kann der Spannungsteiler optimiert werden, damit der Lithium-Akku das letzte an Kapazität hergibt. Man nehme eine Spannungsquelle mit einer Spannung von 20- 40V und schließe sie an den Akkuan-schluss an. Das Programm "Spannung messen" zeigt nun die gemessene Spannung. Wenn diese Spannung z.B. 1,5% größer ist als die mit einem genauen Multimeter direkt am Akku gemessene, kann der Widerstand R50 um ca. 1% verkleinert werden, also 1M parallel löten (oder R49b von 13k auf 15k erhöhen). Aus Sicherheitsgründen sollte eine Differenz von 0,5% zu hoch angezeigter Spannung bestehen bleiben. Mit diesem Abgleich hat man den evtl. vorhandenen Fehler der Referenzspannungsquelle ebenfalls ausgeglichen.

Ich wünsche Ihnen nun viel Spaß beim Bau des Ladegerätes und natürlich immer volle Akkus.

© Horst-Rüdiger Ginzler, Februar 2004