

**Mit dem HET 20 ist die Kapazitätsmessung von Einzelzellen mit bis zu 20 A Entladestrom und somit unter realistischen Einsatzbedingungen möglich. Unterstützt werden alle wichtigen Akku-Technologien wie NC, NiMH, Blei-Säure, Blei-Gel, Lithium-Ionen und Lithium-Polymer.**

### Nachbau

Beim HET 20 kommen sowohl konventionelle bedrahtete Bauelemente als auch SMD-Bauteile zum Einsatz. Besonders einfach wird der praktische Aufbau dadurch, dass die Leiterplatte mit komplett bestückten SMD-Komponenten ausgeliefert wird. Aufgrund der Miniatur-Bauweise und der geringen Pin-Abstände, insbesondere beim Mikrocontroller, wird die Handbestückung der SMD-Komponenten sonst zu schwierig. Zu leicht können dabei Kurzschlüsse zwischen benachbarten IC-Pins entstehen.

Das für 2 x 16 Zeichen ausgelegte Punktmatrix-LCD-Modul mit Hinterleuchtung

wird anschlussfertig als komplett aufgebaute Einheit geliefert.

Da von Hand nur noch die konventionell bedrahteten Bauteile wie Taster, Buchsen usw. zu bestücken sind, entsteht in recht kurzer Zeit ein fertig aufgebautes Gerät.

Wie bereits im ersten Teil des Artikels erwähnt, gibt es zwei unterschiedliche Montagemöglichkeiten für die Displayeinheit, wodurch der Einbau in ein Gehäuse sehr flexibel möglich ist. Bei liegender Displaymontage bleibt die Basisplatine als eine große Einheit bestehen. Soll hingegen das Display in stehender Position genutzt werden, besteht die Möglichkeit, die Platine entlang der Sollbruchstelle in zwei Hälften zu brechen. Damit aber keine Bauteile beschädigt werden, sollte das Brechen der

Platinen entlang der Sollbruchstelle vor der weiteren Bestückung mit Bauteilen erfolgen.

Die Displayeinheit mit den Bedientasten wird dann nach der Bestückung mit Hilfe von zwei Montagewinkeln rechtwinklig an die Hauptplatine geschraubt, und alle korrespondierenden Leiterbahnen sind mit viel Lötzinn zu verbinden.

Im weiteren Verlauf der Nachbaubeschreibung gehen wir von der zweiten Variante (Display und Bedientaster im 90°-Winkel zur Hauptplatine montiert) aus, wobei die Bestückung ansonsten identisch ist.

Die eigentlichen Bestückungsarbeiten beginnen wir mit dem Einlöten des Widerstandes R 8 in stehender Position.

Es folgen die Elektrolyt-Kondensatoren, wobei unbedingt die korrekte Polarität zu beachten ist. Falsch gepolte Elkos können sogar explodieren. Üblicherweise ist die Polarität bei Elkos am Minuspol gekennzeichnet. Nach dem Einlöten sind, wie auch bei allen danach zu bestückenden bedrahteten Bauelementen, die überstehenden Drahtenden mit einem scharfen Seitenschneider direkt oberhalb der Lötstellen abzuschneiden.

Im nächsten Arbeitsschritt ist der Einstelltrimmer R 1 einzulöten, wobei eine zu große oder zu lange Hitze einwirkung auf das Bauteil zu vermeiden ist.

Der aus zwei Hälften bestehende Platinen-Sicherungshalter wird gleich nach dem Einlöten mit der dazugehörigen Glas-Feinsicherung bestückt.

Mit einer Senkkopfschraube M3 x 12 mm, Zahnscheibe und Mutter wird der Kfz-Sicherungshalter auf die Leiterplatte montiert, und anschließend sind die Anschlüsse mit viel Lötzinn festzusetzen. Danach ist die 25-A-Kfz-Sicherung in den Sicherungshalter zu drücken.

Es folgt der Einbau des Spannungsreglers IC 4 mit möglichst kurzen Anschlussbeinchen.

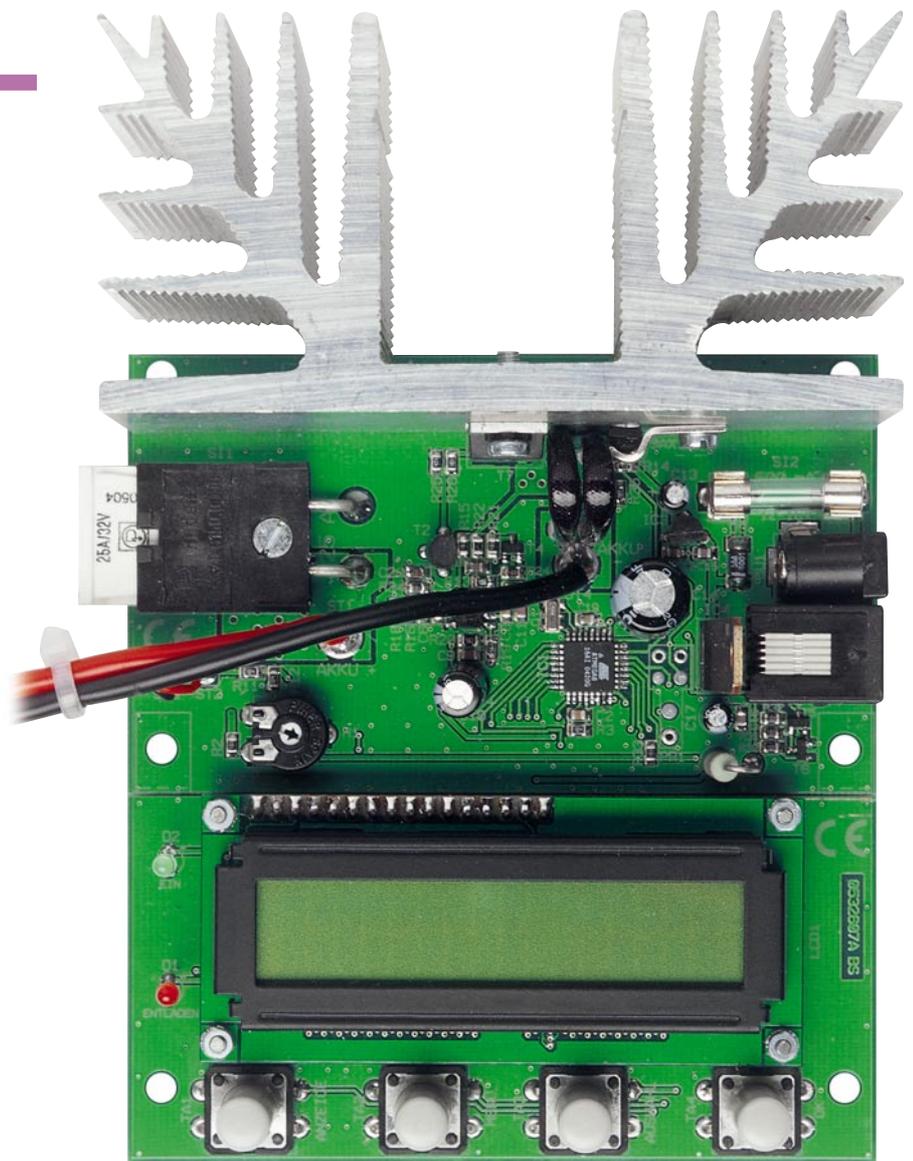
Die Western-Modular-Buchse BU 2 und die DC-Buchse BU 1 müssen vor dem Verlöten plan auf der Platinenoberfläche aufliegen.

Die Shunt-Widerstände R 27 und R 28 sind aus Manganindrahtabschnitten von 58 mm Länge herzustellen. Über die beiden Manganindrahtabschnitte ist jeweils ein 53 mm langer Isolierschlauch zu ziehen, bevor die Widerstände in einem Bogen nach oben in die Leiterplatte gelötet werden. Nach dem Einlöten müssen jeweils 53 mm Länge des Widerstands-Drahtes wirksam bleiben.

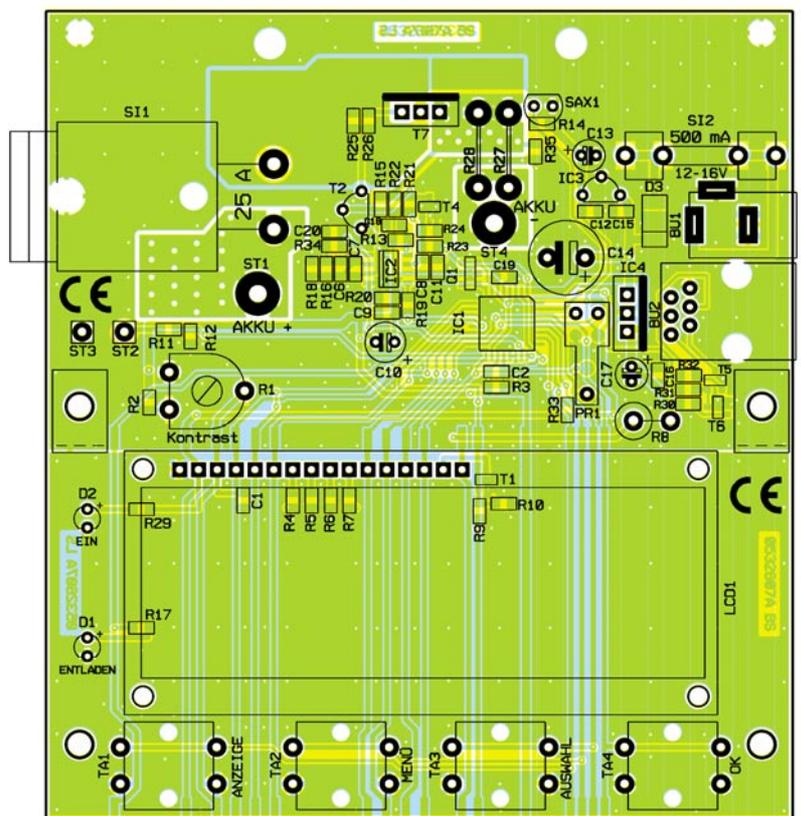
Zur Wärmeabfuhr wird der Leistungstransistor T 7 an einen großflächigen Kühlkörper montiert. Da die Kühlfahne des Transistors gegenüber dem Kühlkörper isoliert werden muss, sind eine Glimmerscheibe und eine Isolierbuchse erforderlich. Die Glimmerscheibe wird zur Verringerung des Wärme-Übergangswiderstandes beidseitig dünn mit Wärmeleitpaste bestrichen. Danach erfolgt die Montage mit einer Schraube M3 x 10 mm, Zahnscheibe und Mutter am Kühlkörper.

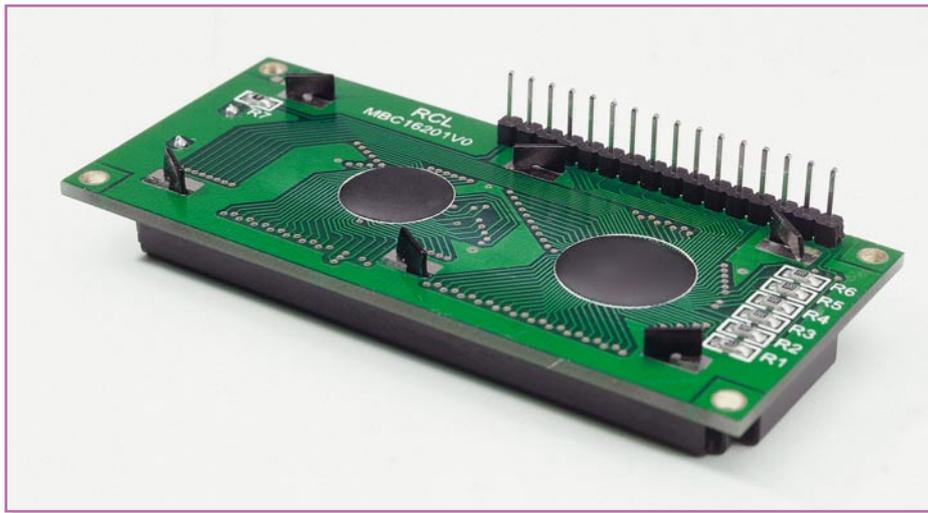
Zur Befestigung des Temperatursensors SAX 1 dient eine Metallschelle und eine gewindeschneidende 3-mm-Schraube. Auch der Temperatursensor ist zur Verringerung des Wärmeübergangswiderstandes an der abgeflachten Seite dünn mit Wärmeleitpaste zu bestreichen.

Danach werden die Anschlüsse des Leistungstransistors und des Temperatursensors von oben durch die zugehörigen Platinenbohrungen geführt und der Kühlkörper



**Ansicht der fertig bestückten Platinen des Hochstrom-Entlade-Testgerätes mit zugehörigem Bestückungsplan**





**Bild 5: LCD-Modul mit angelöteter 16-poliger Stiftleiste**

mit zwei selbstschneidenden 3-mm-Schrauben fest auf die Leiterplatte montiert. Im nächsten Arbeitsschritt sind danach die Anschlusspins sorgfältig zu verlöten.

Auf der Frontplatte werden zuerst die Printtaster zur Bedienung des Gerätes nacheinander eingesetzt und an der Platinenunterseite verlötet. Gleich im Anschluss hieran werden die zugehörigen Tastkappen stramm aufgespreßt.

Die beiden Leuchtdioden benötigen eine Einbauhöhe von 17 mm, gemessen von der LED-Spitze bis zur Platinenoberfläche.

Danach wird das Displaymodul für den Einbau vorbereitet, indem eine 16-polige Stiftleiste entsprechend Abbildung 5 angelötet wird. Die Montage des Moduls erfolgt auf der Bedienplatine, die entweder im rechten Winkel vor die Hauptplatine geschraubt wird oder Teil der Hauptplatine bleibt, wenn keine Trennung entlang der Sollbruchstelle erfolgt.

Der Abstand des Displaymoduls zur Bedienplatine wird durch vier Abstandsröllchen von 8 mm Länge bestimmt. Zur

Montage sind vier Schrauben M2 x 14 mm von oben durch die Befestigungsbohrung der Displayplatine zu führen, die Schraubenenden werden dann jeweils mit einem Abstandsröllchen bestückt und durch die zugehörigen Bohrungen der Bedienplatine geführt. An der Platinenunterseite erfolgt letztendlich das Verschrauben mit vier Muttern M2, wobei jeweils zwischen die Platine und die Muttern eine M2-Fächerscheibe zu legen ist. Damit sind die Leiterplatten bereits vollständig bestückt.

Im nächsten Arbeitsschritt werden die Anschlussleitungen zum Prüfling angefertigt und angeschlossen. Das Gerät besitzt zum Anschluss an der zu entladenden Zelle jeweils zwei Leitungen für den Pluspol und zwei Leitungen für den Minuspol, die direkt an die Anschlusspole des Prüflings anzuschließen sind.

Bei den zusätzlichen Leitungen handelt es sich um so genannte Sense(Sensor)- Leitungen für das Messprinzip des 4-Leiter-Messverfahrens. Aufgrund der hohen Entladeströme würden sonst Spannungsabfälle an den Anschlussleitungen und Übergangswiderstände das Messergebnis zu stark verfälschen. Für genaue Messungen ist es natürlich wichtig, dass die „Sense“-Leitungen auch wirklich die Spannung an der Zelle erfassen und nicht etwa über gemeinsame Anschlussleitungen zusammen mit den stromdurchflossenen Leitungen zur Zelle geführt werden. In diesem Fall würden die Übergangswiderstände der Anschlussleitungen mit in das Messergebnis eingehen.

Besonders einfach kann der Anschluss bei Akkus mit

Lötflanke realisiert werden, wie das Beispiel in Abbildung 6 zeigt.

Doch kommen wir nun zur Konfektionierung und zum Anschluss der einzelnen Leitungen. Dazu werden jeweils eine rote und eine schwarze Leitung von 50 cm Länge mit einem Mindestquerschnitt von 2,5 mm<sup>2</sup> und jeweils eine rote und eine schwarze „Sense“-Leitung gleicher Länge benötigt, bei denen der Querschnitt eine untergeordnete Rolle spielt. Hier sind dünne Leitungen mit einem Querschnitt von 0,22 mm<sup>2</sup> vorgesehen.

Alle freien Leitungsenden werden auf 6 mm Länge abisoliert, verdreht und vorverzinkt. Das Leitungsende der roten Leitung mit 2,5 mm<sup>2</sup> Querschnitt ist von oben durch die Platinenbohrung von ST 1 und das schwarze Leitungsende mit gleichem Querschnitt durch die Bohrung von ST 4 zu führen. Mit ausreichend Lötzinn erfolgt dann das Verlöten an der Platinenunterseite. Die dünnen Sensorleitungen sind an ST 2 (Rot) und ST 3 (Schwarz) anzuschließen.

Die Kontaktierung am Prüfling ist abhängig von den individuellen Einsatzbedingungen. Bei Zellen mit Lötflanke kann z. B. der Anschluss erfolgen wie in Abbildung 6 gezeigt.

### Abgleich

Um genaue Messergebnisse zu erhalten, ist vor der ersten Inbetriebnahme ein Softwareabgleich durchzuführen.

Beim ersten Anlegen der Betriebsspannung sind noch keine Kalibrierparameter im internen nicht-flüchtigen Speicher (EEPROM von IC 1) abgelegt. Daher wird nach der Anzeige „Hochstromentladegerät Version x.x.“ (Version zeigt die aktuelle Firmwareversion des Mikrocontrollers) automatisch der Kalibriermode aufgerufen.

Befinden sich bereits Kalibrierparameter im EEPROM, wird nach der Initialisierung das Gerät in den normalen Betriebsmode gehen. Natürlich kann auch jederzeit eine Neukalibrierung erfolgen. Dazu ist das HET 20 auszuschalten, die Tasten „Anzeige“ und „Menü“ sind gedrückt zu halten und danach ist die Betriebsspannung wieder anzulegen. Auf dem Display erscheint nun nach der Initialisierung, wie zuvor beschrieben, folgende Anzeige:



Soll kein Stromabgleich erfolgen, ist die Taste unterhalb von „Nein“ zu betätigen. Ohne Veränderungen vorzunehmen, geht das Programm dann zum Spannungsab-



**Bild 6: Anschluss des HET 20 bei Akkus mit Lötflanke**

gleich. Wird hingegen mit der Taste unterhalb von „Ja“ der Stromabgleich bestätigt, erfolgt zuerst der Nullpunkt-Abgleich für die Strommessung.

Nullpkt. Abgleich  
OK

Zum eigentlichen Abgleich ist bei offenen Anschlussleitungen die Taste unterhalb von „OK“ kurz zu betätigen. Daraufhin geht das Programm zum eigentlichen Stromabgleich.

Abg. Strom: 5.00A  
< OK > I

Zum Abgleich ist nun ein Akku (der einen Mindestentladestrom von 5 A liefern kann) mit in Reihe geschaltetem Amperemeter anzuschließen und mit Hilfe der Tasten unterhalb der Pfeilsymbole der Entladestrom von 5 A  $\pm$  1 % einzustellen. Soll der Abgleich nicht bei 5 A, sondern bei einem beliebigen anderen Strom erfolgen, ist der gewünschte Stromwert mit Hilfe der Taste unterhalb von I einzustellen.

Sobald die Anzeige des Multimeters mit dem eingestellten Stromwert übereinstimmt, erfolgt die Speicherung des Kalibrierwertes mit der Taste OK. Danach geht das Programm weiter zum Menü Spannungsabgleich.

Sp9.-Abgleich  
Nein Ja

Soll kein Spannungsabgleich erfolgen, ist die Taste unterhalb von „Nein“ kurz zu betätigen. Das HET 20 geht daraufhin automatisch in den normalen Betriebsmode über. Wird hingegen mit „Ja“ bestätigt, ruft das Programm zuerst den Nullpunkt-Abgleich für die Spannungsmessung auf.

Nullpkt. Abgleich  
OK

Zum Nullpunkt-Abgleich sind alle Anschlussleitungen einfach kurzzuschließen (besonders die Sense-Leitungen), und mit der Taste unterhalb von „OK“ wird dann der Abgleichwert für den Nullpunkt im EEPROM gespeichert. Das Programm geht

## Stückliste: Hochstrom-Entlade-Testgerät HET 20

### Widerstände:

12 cm Manganindraht,	
0,376 $\Omega$ /m .....	R27, R28
39 $\Omega$ /1 W .....	R8
100 $\Omega$ /SMD/0805 .....	R26, R35
220 $\Omega$ /SMD/0805 .....	R17
470 $\Omega$ /SMD/0805 .....	R25, R29
1 k $\Omega$ /SMD/0805 .....	R9
4,7 k $\Omega$ /SMD/0805 .....	R14
5,6 k $\Omega$ /SMD/0805 .....	R20
10 k $\Omega$ /SMD/0805 ....	R2, R4–R7, R10,
R15, R18, R21, R23, R24, R30–R34	
39 k $\Omega$ /SMD/0805 .....	R16
47 k $\Omega$ /SMD/0805 .....	R22
56 k $\Omega$ /SMD/0805 .....	R19
100 k $\Omega$ /SMD/0805 .....	R3, R11, R12
10 M $\Omega$ /SMD/0805 .....	R13
PT10, liegend, 1 k $\Omega$ .....	R1

### Kondensatoren:

10 pF/SMD/0805 .....	C7
22 pF/SMD/0805 .....	C9, C11
100 pF/SMD/0805 .....	C6
1 nF/SMD/0805 .....	C2
10 nF/SMD/0805 .....	C8
100 nF/SMD/0805 .....	C1, C12, C15,
	C16, C18–C20
10 $\mu$ F/16 V .....	C13, C17
100 $\mu$ F/16 V .....	C10
470 $\mu$ F/25 V .....	C14

### Halbleiter:

ELV05470/SMD .....	IC1
TLC277C/SMD .....	IC2
78L05 .....	IC3
7810 .....	IC4
BCW66H/Infineon .....	T1
BC337-40 .....	T2
BC848C .....	T4, T6
BC858C .....	T5
IPP03N03LA .....	T7
SM4001/SMD .....	D3
LED, 3 mm, Rot .....	D1
LED, 3 mm, Grün .....	D2
LCD MBC1620B, 2 x 16 Zeichen	
LCD1	

### Sonstiges:

Keramikschwinger, 4 MHz, SMD ..	Q1
Temperatursensor,	
KTY81-121 (SAA 965) .....	SAX1
Hohlsteckerbuchse, 2,1 mm,	
print .....	BU1
Western-Modular-Buchse 6P6C,	
print .....	BU2
Mini-Drucktaster, B3F-4050,	
1 x ein .....	TA1–TA4
Tastknopf, 18 mm .....	TA1–TA4
Lötstift mit Lötöse .....	ST2, ST3
Stiftleiste, 1 x 16-polig, 13,9 mm,	
gerade, print .....	LCD1
Flachsicherung, 25 A .....	SI1
Kfz-Sicherungshalter, print,	
abgewinkelt .....	SI1
Sicherung, 0,5 A, träge .....	SI2
Platinensicherungshalter (2 Hälften),	
print .....	SI2
1 Kühlkörper, SK88, Typ 3,	
bearbeitet	
1 Isolierbuchse, TO-220	
1 Glimmerscheibe, TO-220	
4 Zylinderkopfschrauben, M2 x 14 mm	
4 Zylinderkopfschrauben, M3 x 6 mm	
3 Zylinderkopfschrauben, selbst-	
schneidend, M3 x 6 mm	
1 Zylinderkopfschraube, M3 x 12 mm	
1 Senkkopfschraube, M3 x 12 mm	
4 Muttern, M2	
4 Muttern, M3	
4 Fächerscheiben, M2	
6 Fächerscheiben, M3	
1 Sensorschelle	
2 Befestigungswinkel, vernickelt	
4 Distanzrollen, M2 x 8 mm	
11 cm Gewebeisolierschlauch, 2 mm	
50 cm flexible Leitung,	
ST1 x 0,22 mm <sup>2</sup> , Rot .....	ST2
50 cm flexible Leitung,	
ST1 x 0,22 mm <sup>2</sup> , Schwarz .....	ST3
50 cm flexible Leitung,	
ST1 x 2,5 mm <sup>2</sup> , Rot .....	ST1
50 cm flexible Leitung,	
ST1 x 2,5 mm <sup>2</sup> , Schwarz .....	ST4

daraufhin zum Spannungsabgleich im oberen Messbereich, der bei 4 V durchgeführt wird.

Abg. Spannung:  
4.00 V OK

Sobald an die Messleitungen eine Spannung von genau 4 V angelegt wird, erfolgt

wieder in gewohnter Weise die Speicherung des Messwertes mit der Taste unterhalb von „OK“. Der vollständige Abgleich des HET 20 ist damit bereits abgeschlossen und der normale Betriebsmode wird aufgerufen.

Nun ist das Gerät voll einsatzbereit, und falls gewünscht, kann der Einbau in ein geeignetes Gehäuse erfolgen. Bei der Gehäuseauswahl ist unbedingt im Bereich des Kühlkörpers für eine ausreichende Luftkonvektion zu sorgen.