



Elektronische Sicherung ESI 100

Die elektronische Sicherung ESI 100 verhindert das Auslösen von Haussicherungen beim Anschluss von fehlerhaften Elektrogeräten z. B. in einer Reparaturwerkstatt. Der Ansprechstrom ist von 1 A bis 5 A einstellbar.

Allgemeines

Bei fehlerhaften Elektrogeräten, z. B. in einer Reparaturwerkstatt, sind primärseitige Kurzschlüsse nicht auszuschließen. Bei der Inbetriebnahme kann es dann leicht zum Auslösen von Haussicherungen kommen. Besonders ärgerlich, wenn über die gleiche Haussicherung betriebene andere Geräte zwangsläufig mit ausfallen. Ein typisches Beispiel ist sicherlich der PC, wo ernsthafte Schäden in Form von Datenverlust nicht auszuschließen sind.

Mit dem ESI 100 steht nun eine elektronische Sicherung im Stecker-/Steckdosengehäuse zur Verfügung, die einfach zwischen den Verbraucher und das Netz zu schalten ist. Der Ansprechstrom ist beim ESI 100 von ca. 1 A bis ca. 5 A

einstellbar und somit an die individuellen Anforderungen anzupassen.

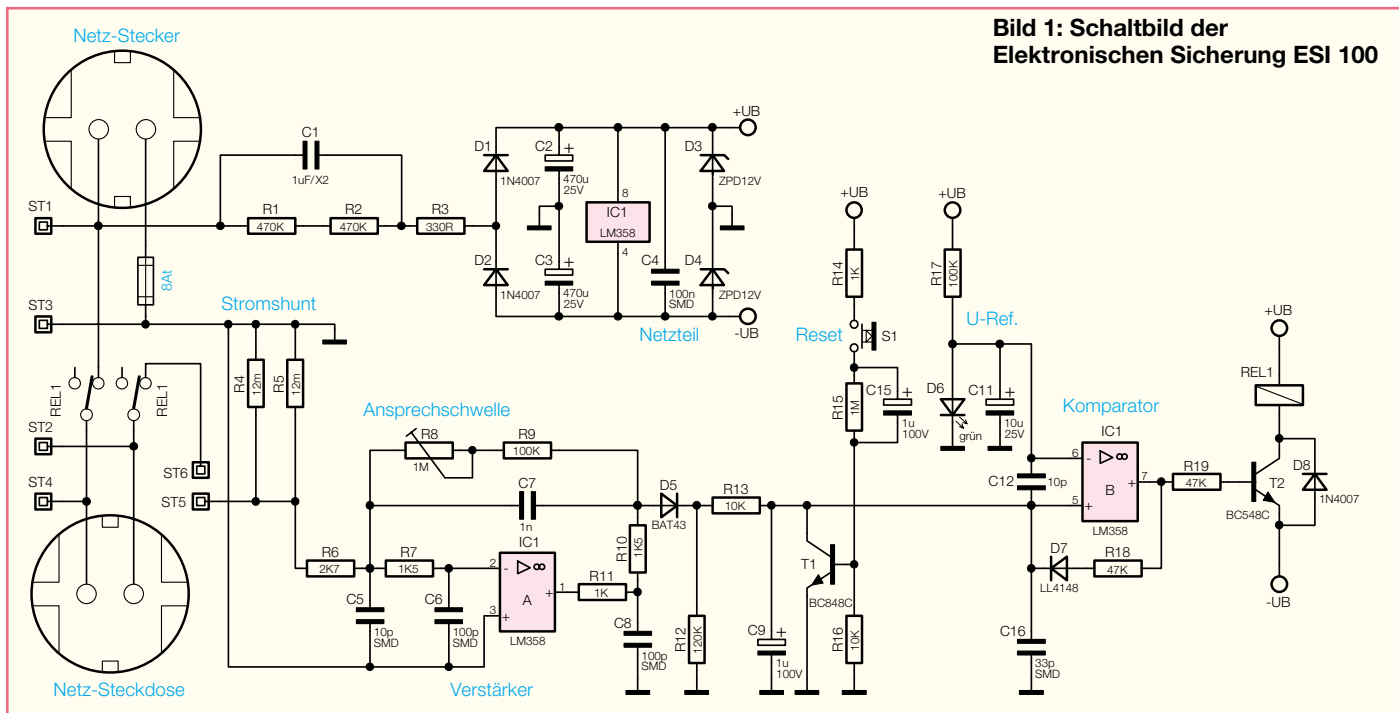
Die Anwendung in der Praxis ist einfach. Die elektronische Sicherung wird in die Netzsteckdose gesteckt und der Verbraucher an die Steckdose der elektronischen Sicherung ESI 100 angeschlossen. Mit dem auf der Frontseite zugänglichen Trimmer wird der gewünschte Ansprechstrom eingestellt, bei dem die Sicherung auslösen soll. Sobald die Stromaufnahme des extern angeschlossenen Gerätes den eingestellten Wert übersteigt, wird der Verbraucher vom Netz getrennt. Nach Beseitigung des Fehlers kann mit Hilfe der Reset-Taste die Sicherung jederzeit wieder zurückgesetzt werden.

Wichtiger Hinweis: Die elektronische Sicherung ist grundsätzlich zuerst mit dem Netz zu verbinden und dann der Ver-

braucher einzuschalten. Das gleichzeitige Einschalten von Verbraucher und elektronischer Sicherung ist nicht zulässig und führt zum verzögerten Ansprechen, da sich für die sichere Funktion zuerst die Betriebsspannungen aufbauen müssen. Für ein schnelles Ansprechen sollte also die

Technische Daten: Elektronische Sicherung ESI 100	
Ansprechstrom: einstellbar von ca. 1 A bis ca. 5 A
Schaltleistung: max. 1250 VA
Schaltspannung: max. 270 V
Betriebsspannung: 200 V bis 270 V
Abm.:	131 x 68 x 39 mm (ohne Stecker)
Gerät gilt nicht als Netz-Trenneinrichtung gemäß VDE	

Bild 1: Schaltbild der Elektronischen Sicherung ESI 100



elektronische Sicherung möglichst mit dem Netz verbunden bleiben.

Schaltung

Das Schaltbild der elektronischen Sicherung ESI 100 ist in Abbildung 1 dargestellt. Wie auf den ersten Blick zu sehen ist, hält sich der Schaltungsaufwand in Grenzen. Die Betriebsspannung des Gerätes wird mit Hilfe eines Kondensator-Netzteils direkt aus dem 230-V-Wechselspannungsnetz erzeugt. Dadurch besteht innerhalb des gesamten Gerätes keine Netztrennung und der Betrieb ist ausschließlich in dem dafür vorgesehenen, geschlossenen Gehäuse zulässig. Die entsprechenden VDE- und Sicherheitsbestimmungen sind unbedingt zu beachten.

Im oberen Bereich des Schaltbildes ist die Generierung der Versorgungsspannungen zu sehen. Ausgehend vom integrierten Netzstecker, gelangt die 230-V-Wechselspannung auf die Platinenanschlusspunkte ST1 und ST3. Der kapazitive Widerstand des X2-Kondensators C1 dient als Vorwiderstand für die Netzteilschaltung. Im Wesentlichen besteht das Netzteil aus zwei Spitzenwert-Gleichrichter-Schaltungen, aufgebaut mit D1, C2 und D2, C3 sowie den beiden Z-Dioden D3 und D4.

Zur Versorgung des Operationsverstärkers und der zugehörigen externen Beschaltung erhalten wir auf Schaltungsmasse bezogen +12 V und -12 V. Der Keramikkondensator C4 dient dabei zur hochfrequenten Störabblockung direkt an den Versorgungspins des Operationsverstärkers.

Wenn die Schaltung nicht mit dem Netz verbunden ist, dienen R1 und R2 zum

Entladen des X2-Kondensators C1 und R3 begrenzt im Einschaltmoment den Spitzenstrom. Im Verbindungszweig zwischen dem integrierten Netzstecker und der Netzsteckdose befinden sich die Schaltkontakte des Relais und die beiden parallel geschalteten Shuntwiderstände R4 und R5. Hier wurden zwei Manganindrahtabschnitte von 12 mΩ parallel geschaltet, damit kein zu hoher Spannungsabfall und damit eine zu große Verlustleistung am Shunt entstehen kann. In unserem Fall erhalten wir bei 5 A Laststrom lediglich einen Spannungsabfall von 30 mV.

Der Spannungsabfall an den Shuntwiderständen erfordert eine entsprechende Verstärkung, die mit Hilfe des Operationsverstärkers IC1 vorgenommen wird. Bei der externen Beschaltung von IC1 A handelt es sich um einen invertierenden Verstärker, dessen Verstärkung mit dem Poti R8 in einem weiten Bereich einstellbar ist. Im Wesentlichen wird die Verstärkung durch das Verhältnis der Widerstände R8 + R9 zu R6 bestimmt, während die weitere externe Beschaltung zur hochfrequenten Störunterdrückung dient. Insbesondere bei der HF-Bestrahlung reagieren OP-Schaltungen häufig sehr empfindlich, während C7 Schwingneigungen des OPs verhindert.

Es folgt ein Spitzenwert-Gleichrichter, aufgebaut mit D5, R12, R13 und C9. Die Ladezeitkonstante des Elkos C9 wird dabei durch R13 bestimmt (10 ms), und die Entladezeitkonstante bestimmt die Reihenschaltung aus R12 und R13.

Die proportional zum Laststrom am Elko C9 anliegende Gleichspannung wird direkt auf den positiven Eingang des mit IC1 B realisierten Komparators gegeben.

Am negativen Komparatorausgang liegt eine Referenzspannung an, die durch den Spannungsabfall an der Leuchtdiode D6 bestimmt wird. Die als Spannungsstabilisator fungierende Leuchtdiode verfügt über eine wesentlich steilere Kennlinie als eine Z-Diode.

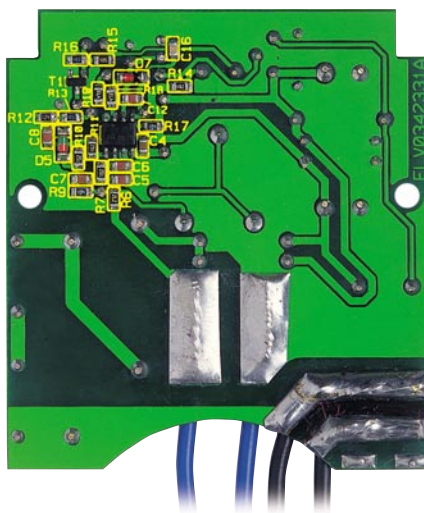
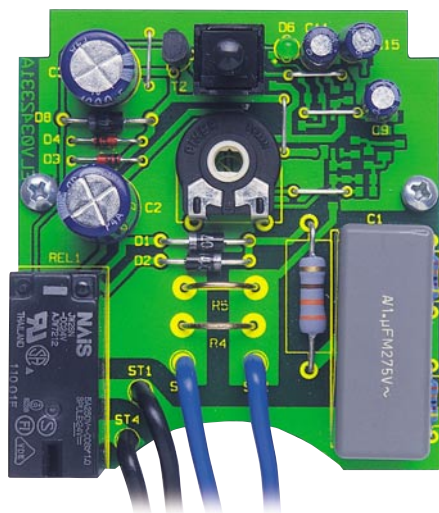
Sobald nun die Spannung an Pin 5 über den Wert der an Pin 6 anliegenden Referenzspannung steigt, wechselt der Pegel am Ausgang (Pin 7) von Low nach High. Über R19 wird der Transistor T2 in den leitenden Zustand versetzt, und die Kontakte von REL1 trennen den Verbraucher vom Stromkreis.

Die mit D7, R18 realisierte Selbsthaltefunktion sorgt dafür, dass dieser Zustand erhalten bleibt, auch wenn am Shunt kein Spannungsabfall mehr auftritt. D8 schützt den Transistor T2 vor zu hohen Gegeninduktionsspannungen.

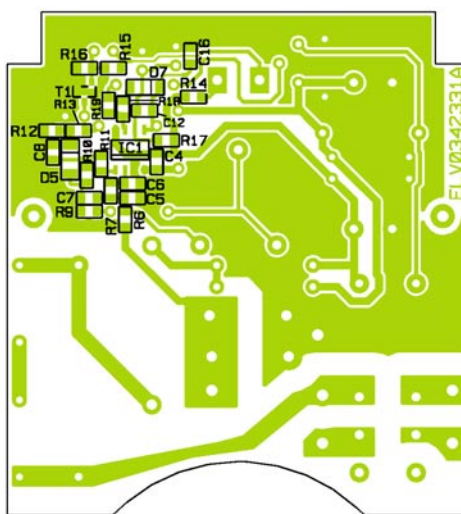
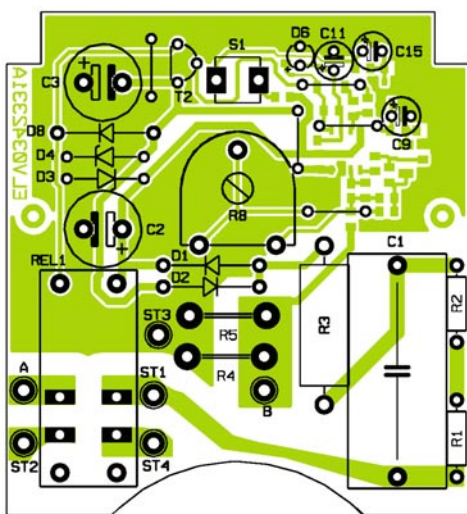
Ein Zurücksetzen der elektronischen Sicherung ist mit Hilfe des Reset-Tasters S1 möglich. Mit Betätigung des Tasters S1 wird über R14, C15 ein Impuls auf die Basis von T1 gekoppelt. Dadurch wird über die Kollektor-Emitterstrecke der Elko C9 nahezu schlagartig entladen und der Komparator (IC1 B) zurückgesetzt. In diesem Zusammenhang verhindert der Elko C15, dass bei ständig gedrückter Taste die elektronische Sicherung zurückgesetzt bleibt. Bei geöffnetem Taster hingegen wird C15 über R15 entladen.

Nachbau

Zum praktischen Aufbau der elektronischen Sicherung ESI 100 steht eine Leiterplatte mit den Abmessungen 66 x 61 mm zur Verfügung. Die Leiterplatte wird an



Fertig aufgebaute Platine der elektronischen Sicherung ESI 100 mit zugehörigem Bestückungsplan, links von der Bestückungsseite, rechts von der Lötseite mit den SMD-Komponenten



der Oberseite mit konventionell bedrahteten Bauelementen und an der Platinenunterseite mit SMD-Komponenten für die Oberflächenmontage bestückt.

Wichtiger Sicherheitshinweis: Aufgrund der im Gerät frei geführten Netzspannung dürfen Aufbau und Inbetriebnahme nur von Fachkräften durchgeführt werden, die aufgrund ihrer Ausbildung dazu befugt sind. Die einschlägigen Sicherheits- und VDE-Bestimmungen sind unbedingt zu beachten. Insbesondere ist es bei der Inbetriebnahme zwingend erforderlich, zur sicheren galvanischen Trennung einen entsprechenden Netz-Trenntransformator vorzuschalten, da beim ESI 100 keine Netztrennung vorhanden ist.

Die Bestückungsarbeiten beginnen wir mit den SMD-Komponenten an der Platinenunterseite. Dazu sollte allerdings ein Minimum an Spezialwerkzeugen zur Verfügung stehen wie ein LötKolben mit sehr feiner Lötspitze, dünnes SMD-Lötzinn, eine Pinzette zum Fassen der winzigen Bauteile und eine Lupe oder Lupenleuchte.

Wir beginnen mit dem SMD-IC, wo zuerst ein LötPad der Leiterplatte, vorzugsweise an einer Gehäuseecke, vorzuverzinnen ist. Dann wird das IC exakt mit der Pinzette positioniert, wobei die kor-

Stückliste: Elektronische Sicherung ESI 100	
Widerstände:	
4,5 cm Manganindraht, 0,659 Ω/m	R4, R5
330 Ω/Metalloxid	R3
1 kΩ/SMD	R11, R14
1,5 kΩ/SMD	R7, R10
2,7 kΩ/SMD	R6
10 kΩ/SMD	R13, R16
47 kΩ/SMD	R18, R19
100 kΩ/SMD	R9, R17
120 kΩ/SMD	R12
470 kΩ	R1, R2
1 MΩ/SMD	R15
PT15, liegend, 1MΩ	R8
Kondensatoren:	
10 pF/SMD	C5, C12
33 pF/SMD	C16
100 pF/SMD	C6, C8
1 nF/SMD	C7
100 nF/SMD	C4
1 µF/275 V/X2	C1
1 µF/100 V	C9, C15
10 µF/25 V	C11
470 µF/25 V	C2, C3
Halbleiter:	
LM358/SMD	IC1
BC848C	T1
BC548C	T2
1N4007	D1, D2, D8
ZPD12/1,3W	D3, D4
BAT43/SMD	D5
LL4148	D7
LED, 3 mm, grün	D6
Sonstiges:	
Relais, 24 V, 5 A, 2 x um	REL1
Print-Taster, 1 x ein, schwarz	S1
2 Lötstifte mit Öse	
1 Sicherung, 8 A, träge	
1 PT15-Trimmerachse für OM53-Gehäuse, weiß	
1 Typenschild-Aufkleber ESI 100	
1 Stecker-Steckdosengehäuse, komplett	
15 cm Schaltdraht, blank, versilbert	
35 cm flexible Leitung, ST1 x 0,75 mm ² , schwarz	
15 cm flexible Leitung, ST1 x 0,75 mm ² , blau	

rekte Polarität daran zu erkennen ist, dass die Pin 1 zugeordnete Gehäuseseite leicht

angeschrägt ist. Diese abgeschrägte Seite muss mit der Doppellinie im Bestückungs-

druck übereinstimmen. Wenn das IC mit allen Anschluss-Pins auf den vorgesehenen Löt pads aufliegt, folgt das vollständige Verlöten.

Weiter geht es dann mit den beiden SMD-Dioden, deren Polarität durch einen Ring an der Katodenseite (Pfeilspitze) zu erkennen ist.

Es folgen die SMD-Widerstände, deren Widerstandswert direkt auf dem Gehäuse aufgedruckt ist. Grundsätzlich gibt hierbei die letzte Ziffer die Anzahl der Nullen an.

Die im Anschluss hieran aufzulötenden SMD-Kondensatoren sind im Gegensatz zu den Widerständen nicht gekennzeichnet, so dass hier eine hohe Verwechslungsgefahr besteht.

An SMD-Komponenten bleibt jetzt nur noch der Transistor T 1 an der Platinenunterseite aufzulöten.

An der Platinenoberseite beginnen wir mit fünf Brücken aus versilbertem Schalt draht. Diese werden auf Rastermaß abgewinkelt, von oben durch die zugehörigen Platinenbohrungen geführt und an der Platinenunterseite leicht angewinkelt. Nach dem Umdrehen der Platine werden alle Brücken in einem Arbeitsgang verlötet und die überstehenden Drahtenden direkt oberhalb der Lötstellen abgeschnitten.

In liegender Position folgen dann die Widerstände R 1 bis R 3 und die 5 Dioden. Auch bei den bedrahteten Dioden ist die Katodenseite mit einem Ring gekennzeichnet.

Als dann wird die Leuchtdiode D 6 bestückt, deren Anodenanschluss durch einen längeren Anschluss gekennzeichnet ist.

Die Elektrolyt-Kondensatoren sind am Minuspol gekennzeichnet und unbedingt mit korrekter Polarität zu bestücken, da bei falsch gepolten Elkos die Gefahr der Explosion besteht.

Nach dem Einlöten des Transistors T 2 werden an der Platinenunterseite alle überstehenden Drahtenden mit einem scharfen Seitenschneider direkt oberhalb der Lötstellen abgeschnitten.

Nun sind der X2-Kondensator C 1 und das Schaltrelais einzusetzen und unter Zugabe von ausreichend Löt zinn zu verlöten.

Die beiden parallel geschalteten Shunt-Widerstände R 4 und R 5 von jeweils 12 mΩ werden aus Manganindrahtabschnitt

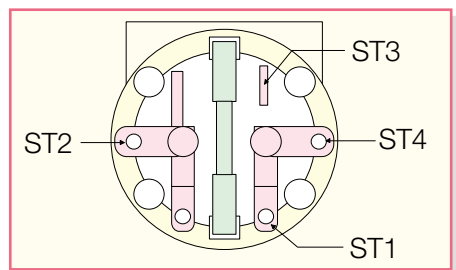
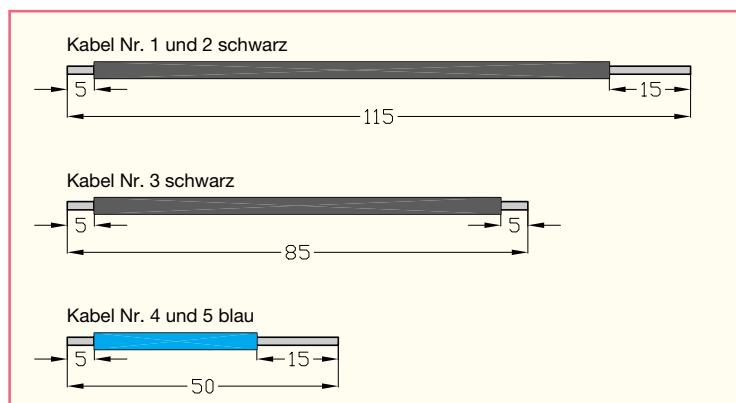


Bild 3: Stecker-Anschlussbelegung

Bild 2: Anzufertigende Kabelabschnitte



ten mit 0,659 Ω/m hergestellt. Um auf den erforderlichen Widerstandswert zu kommen, sind nach dem Einlöten 18,2 mm wirksame Drahtlänge erforderlich. Da zum Verlöten an beiden Enden ca. 1–1,5 mm zusätzlich erforderlich sind, muss die Gesamtlänge somit ca. 21 mm aufweisen. Die Montage erfolgt, wie auf dem Platinenfoto zu sehen ist, jeweils in einem Bogen nach oben.

Beim Einlöten des Einstelltrimmers R 8 ist eine zu große und/oder zu lange Hitze einwirkung auf das Bauteil zu vermeiden.

Jetzt bleibt an Komponenten nur noch der Reset-Taster einzubauen. Dazu werden zuerst zwei Lötstifte mit Öse stramm in die Platine gepresst (die schmalen Seiten der Lötösen müssen zum Trimmer weisen) und sorgfältig verlötet. An die Lötstifte ist dann der Taster anzulöten, wobei auf einen korrekten Sitz des Tasters zu achten ist. Die Unterseite des Tasters muss beim Lötvorgang ca. 2 mm Abstand zur Oberseite der Lötösen aufweisen.

Nachdem die Bauteile der Leiterplatte alle bestückt sind, werden die Verbindungsleitungen zum Netzstecker bzw. zur Netzsteckdose hergestellt. Die dazu erforderlichen Leitungen mit einem Mindestquerschnitt von 0,75 mm² sind in Abbildung 2 dargestellt. Neben den erforderlichen Leitungslängen ist auch zu sehen, wie weit die einzelnen Adern abzuisolieren und vorzuzerzinnen sind.

Über die zuvor beschriebenen Leitungsabschnitte mit dem Querschnitt von 0,75 mm² sind die entsprechenden Anschlusspunkte der Leiterplatte mit dem Steckereinsatz zu verbinden. Die Anschlussbelegung ist in Abbildung 3 dargestellt. Ein weiteres Kabel verbindet die Platinenanschlusspunkte A und B.

Unter Zugabe von ausreichend Löt zinn werden mit Kabel Nr. 3 die Platinenanschlusspunkte A und B verbunden.

Danach wird Kabel Nr. 1 mit dem 15 mm abisolierten Ende durch die Lötöse von ST 2 geführt, umgebogen und sorgfältig verlötet. In der gleichen Weise ist Kabel Nr. 2 an die Lötöse ST 3, Kabel Nr. 4 an die Lötöse von ST 1 und Kabel Nr. 5 an die Lötöse von ST 4 anzulöten. Die Leitungen sind jeweils durch die Lötösen zu führen,

sorgfältig umzubiegen, und beim Lötvorgang ist auf einwandfreien Verlauf des Löt zinn zu achten.

Danach sind die freien Kabelenden von oben durch die zugehörigen Platinenbohrungen zu führen und an der Platinenunterseite unter Zugabe von reichlich Löt zinn zu verlöten (Kabel Nr. 1 an ST 2, Kabel Nr. 2 an ST 3, Kabel Nr. 4 an ST 1 und Kabel Nr. 5 an ST 4). Alle Kabelenden werden im Anschluss hieran auf der Platinenoberseite mit Klebstoff gesichert, so dass bei einem versehentlichen Lösen der Lötstelle das entsprechende Kabel keinen Kurzschluss auslösen kann. An der Platinenunterseite werden die überstehenden Kabelenden direkt oberhalb der Lötstellen abgeschnitten, ohne die Lötstelle selbst dabei zu beschädigen.

Die komplett aufgebaute und verkabelte Einheit wird in die Gehäuseunterhalbschale eingesetzt und mit zwei Knippingschrauben 2,5 x 5 mm verschraubt.

Es folgt die Montage der Kindersicherung, die so auf die Achse des Steckdoseneinsatzes gesetzt wird, dass die abgechrägten Seiten des Kunststoffteils zur Steckdose weisen. Nun ist die Druckfeder einzubauen, so dass die Löcher der Steckdose durch die Laschen der Kindersicherung abgedeckt werden. Danach ist die Abdeckplatte auf die komplett montierte Einheit aufzusetzen.

Der Sicherungskontakt und der Schutzleiterbügel werden in die Führungsnuten gesetzt und die Steckdoseneinheit so montiert, dass die Führungsstifte in die entsprechenden Gegenlöcher des Steckers fassen.

Mit Hilfe der Steckachse wird der Trimmer R 8 an den Linksanschlag (entgegen des Uhrzeigersinns) gebracht. Die Steckachse ist so einzusetzen, dass der Anschlag nach rechts oben weist.

Nun wird das Gehäuseoberteil aufgesetzt, wobei darauf zu achten ist, dass die Reset-Taste exakt in die zugehörige Gehäusebohrung ragt. Mit den vier zugehörigen Gehäuseschrauben ist das Gehäuseoberteil fest zu verschrauben und von unten ist im Steckereinsatz die 8 A träge Feinsicherung einzusetzen. Die elektronische Sicherung ESI 100 ist nun einsatzbereit.