



Drehfeld-Richtungsanzeige DR 2000

Das Wissen um die Phasenlagen und die daraus folgende Drehrichtung des 3-Phasen-Drehstrom-Netzes ist für eine Vielzahl von so genannten 3-phasigen Verbrauchern, z. B. 3-Phasen-Asynchron-Motoren, wichtig, um sie ordnungsgemäß betreiben zu können. Die Drehfeld-Richtungsanzeige DR 2000 zeigt sowohl die Drehrichtung als auch die Phasenlagen im 3-Phasen-Netz an.

Richtige Richtung?

Im normalen Haushaltsgebrauch finden wir ein einphasiges 230-V-Wechselspannungsnetz vor, das neben einem Schutzleiteranschluss einen Außenleiter (Phase) und einen Null-Leiter anbietet. Zwischen Phase und Null-Leiter liegt die übliche 230-V-Wechselspannung. Eine Vertauschung von Phase und Null hat hier keine Folgen für den angeschlossenen Verbraucher, man kann also den Netzstecker so herum einstecken, wie man möchte. Wichtig ist lediglich bei Geräten mit Schutzleiteranschluss das Vorhandensein dieses Schutzleiters an der Steckdose, um Unfälle durch interne Geräteschäden (Isolationsfehler) zu vermeiden.

Anders verhält es sich dagegen im 3-Phasen-Netz, das ja generell vom Energieversorgungsunternehmen am Hausanschluss installiert wird, um so genannte „Starkstromverbraucher“ zu versorgen. Hier wird die Last auf drei Phasen verteilt. Zusätzlich findet man den gemeinsamen Null-Leiter und einen PE-Leiter (Erdpotential). Solch ein Anschluss ist z. B. in vielen Küchen für die Installation des Elektroherdes zu finden, also nicht nur eine

typische Handwerks- oder Industriestromversorgung. Bereits eine leistungsfähige Kreissäge oder eine andere Elektromaschi-

Technische Daten:

Messbereich: 100 V bis 500 V
Frequenzbereich: 45 Hz bis 70 Hz
Abmessungen
(Gehäuse): 149 x 80 x 32 mm

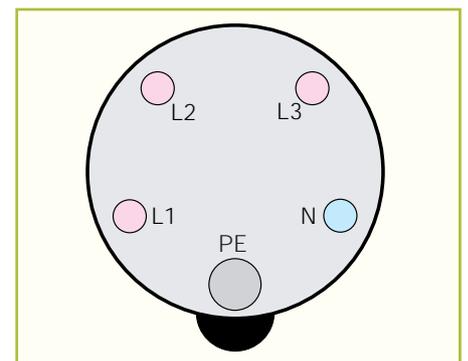


Bild 1: CEE-Steckdose

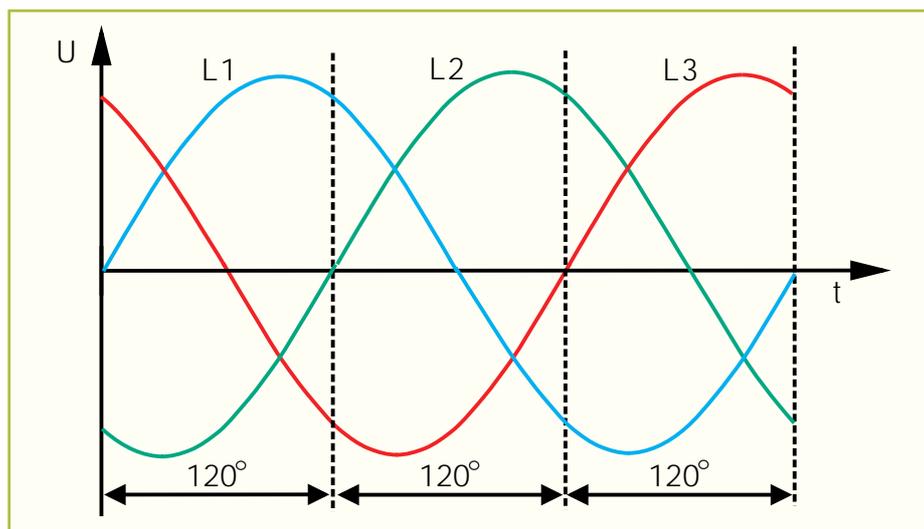


Bild 2: Phasenlagen der drei Außenleiter

ne, die von einem 3-Phasen-Asynchron-Elektromotor angetrieben wird, erfordert einen 3-Phasen-Anschluss, will man nicht erhebliche Leistungseinbußen in Kauf nehmen. Da die drei Phasen also ohnehin im Haus liegen, liegt für solche Fälle die Installation einer so genannten CEE-Steckdose (Abbildung 1) nahe. Dass diese nur von einer Elektrofachkraft installiert werden darf, wollen wir nur am Rande erwähnen. Im gewerblichen Bereich gelten diese Elektroanschlüsse, früher landläufig „380-V-Steckdose“ oder „Drehstromsteckdose“ genannt, als Standard. Inzwischen ist aus dem 380-V-Netz ein 400-V-Netz geworden, wie aus den alten 220 V auch 230 V Wechselspannung wurden.

Um diese Stromquelle richtig nutzen zu können, ist es wichtig, die Beziehungen der drei Phasen zueinander und zum Null-Leiter zu kennen. Jede der drei Phasen hat gegen den Null-Leiter eine Spannung von 230 V. Jede der Phasen L 1, L 2 und L 3 bzw. (landläufige Bezeichnung) R, S, und T ist um 120 Grad gegen die anderen phasenverschoben. Abbildung 2 zeigt diese Beziehung. Spätestens jetzt erkennt man den Hintersinn des landläufigen Begriffs „Drehstrom“. Aus dieser Beziehung ergibt sich eine Spannung von 400 V von Phase zu Phase.

Für den Anschluss von Motoren an diese drei Phasen ist die Anschlussreihenfolge der Motoranschlüsse für die Drehrichtung entscheidend. Vertauscht man zwei Phasen untereinander, ändert sich sofort auch die Verschiebung der einzelnen Phasen und damit deren Drehrichtung. Bei einem üblichen 3-Phasen-Asynchron-Motor ändert sich damit ebenfalls die Drehrichtung des Ankers - der Motor läuft „linksrum“. Doch die Drehrichtung dieser Motoren ist vorgeschrieben, will man keine Zerstörung riskieren. Für einen Richtungswechsel ist hier stets ein Getriebe einzuschalten.

Daher schreibt auch die VDE 0100, Teil 600 eine genormte Beschaltung der Drehstromsteckdose vor. Ist die Beschaltung korrekt, so muss die Anschlussfolge (vgl. Abbildung 1) rechtsdrehend sein. So ergibt sich die standardisierte Beschaltung der heute üblichen CEE-Steckdose (Abbildung 1, für 400 V, Ansicht von vorn auf die Steckdose). Die Außenleiter L 1/L 2/L 3 sind in dieser Reihenfolge mit den Motoranschlüssen U 1/V 1/W 1 zu verbinden.

Der hier vorhandene Kontakt PE erfüllt die Funktion des Schutzleiters und ist mit dem Erdpotential zu verbinden.

Hersteller entsprechend dreiphasig zu beschaltender Geräte und Maschinen richten sich nach dieser Vorschrift und liefern diese so aus, dass rechtsdrehendes Drehfeld vorausgesetzt wird.

Trotz dieser Standards kommt es in der Praxis immer wieder vor, dass die Reihenfolge L 1, L 2 und L 3 bei der Beschaltung einer solchen Steckdose nicht eingehalten wird. Folge können teure Maschinenschäden, Verletzungen und Unfälle sein.

Der Gesetzgeber hat daraus Schlussfolgerungen gezogen und z. B. für die Installation von Neuan schlüssen oder Neuanlagen zwingend eine Drehfeldprüfung vorgeschrieben.

Deshalb leistet eine Drehfeld-Richtungsanzeige wie die DR 2000 eine wertvolle Hilfestellung beim Test von Drehstrom-

verkabelungen. Dieses praktische Prüfgerät zeigt sowohl das Vorhandensein aller drei Phasen als auch deren Drehrichtung an.

Bedienung und Funktion

Damit das Prüfgerät universell einsetzbar ist, haben wir einen Anschluss der drei Phasen per isolierter Messbuchse gewählt.

So kann man z. B. das Prüfgerät über einen Messadapter direkt an eine CEE-Steckdose anschließen oder aber über entsprechend isolierte Messleitungen (IEC 1010 beachten!) die richtige Beschaltung eines Elektromotors kontrollieren, indem die Messbuchsen über die isolierten Messleitungen an die Eingangsklemmen des Motors angeschlossen werden, bevor die Brücken zu den Motorklemmen selbst geschlossen werden.

Dazu sollte man für den schnellen Einsatz in der Praxis verschieden gefärbte oder deutlich gekennzeichnete Messleitungen verwenden, um jede Verwechslungsgefahr zu vermeiden. Dass diese Leitung entsprechend spannungsfest, durch Schiebehülsen berührungssicher und sicher haltend ausgeführt sein müssen, versteht sich von selbst.

Will man öfter CEE-Steckdosen auf korrekte Anschlussfolge kontrollieren, ist es zweckmäßig, sich einen Messadapter, bestehend aus einem 5-poligen CEE-Stecker, einer ca. 1 m langen 5-poligen Anschlussleitung und drei Sicherheitssteckern anzufertigen. Es dürfen ausschließlich **Sicherheitsstecker** verwendet werden, um eine versehentliche Berührung mit einer der drei Phasen auszuschließen.

Die Stecker sollten entsprechend mit L 1, L 2 und L 3 gekennzeichnet sein, sodass im späteren Betrieb eine Verwechslung ausgeschlossen ist.

In der Tabelle 1 sind alle möglichen Kombination der fünf Anzeigelampen dargestellt.

Ist die Steckdose korrekt angeschlossen, leuchten die Lampen für L 1 bis L 3 sowie die Lampe für Drehfeld rechtsdrehend auf. Alle anderen fehlerhaften Kombinationen können der Tabelle 1 entnommen werden. Hierbei ist zu beachten, dass zum Auf-

Tabelle 1: Anzeigen der Drehfeld-Richtungsanzeige DR 2000					
L 1	L 2	L 3	links	rechts	
●	●	●		●	Drehfeld rechtsdrehend
●	●	●	●		Drehfeld linksdrehend
	●	●	●	●	Phase L 1 fehlt
●		●	●	●	Phase L 2 fehlt
●	●		●	●	Phase L 3 fehlt

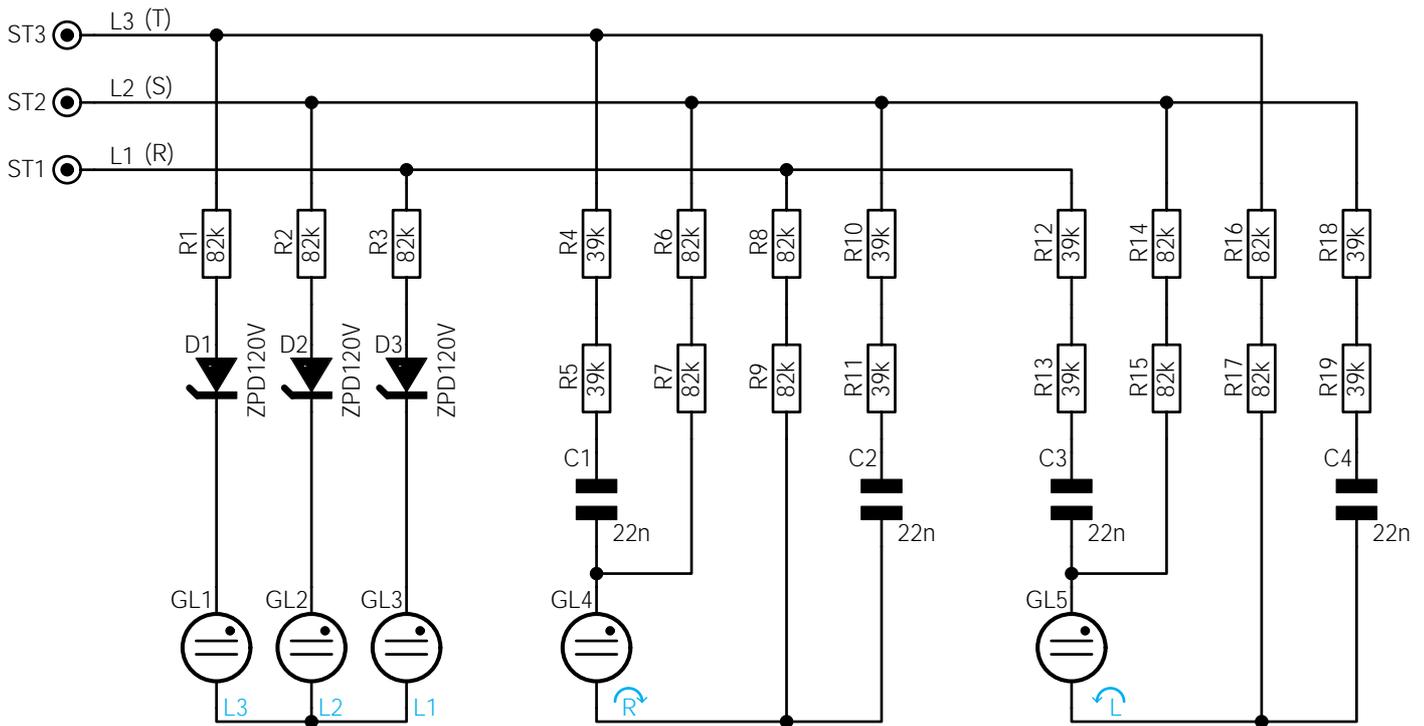


Bild 3: Schaltbild des DR 2000

leuchten der Kontrolllampen mindestens zwei Phasen vorhanden sein müssen. Leuchtet also keine Lampe auf, ist es möglich, dass trotzdem eine Phase (gegen Null gemessen) Spannung führt.

Sind z. B. alle drei Phasen vorhanden, das Drehfeld jedoch als linksdrehend angezeigt, so muss ein Vertauschen zweier beliebiger Außenleiter der Drehstromzuführung erfolgen.

Schaltung

Abbildung 3 zeigt die Schaltung des Prüfgerätes, die aus relativ wenigen Bauelementen besteht.

Über die Anschlüsse ST 1 bis ST 3 werden die Phasen L 1 bis L 3 zugeführt. Zur optischen Kontrolle der einzelnen Phasen dienen die Glimmlampen GL 1 bis GL 3. Jeder Glimmlampe ist ein Widerstand sowie eine Z-Diode vorgeschaltet, die als Vorwiderstand fungieren. Die Z-Diode sorgt dafür, dass die Glimmlampen erst ab einer Spannung von ca. 100 V zu leuchten beginnen.

Zur Kontrolle der Drehrichtung kommen ebenfalls Glimmlampen (GL 4 und GL 5) zum Einsatz. Für die Auswertung der Drehrichtung werden jeweils die Phasenverschiebungen zweier Leitungen verglichen. Schauen wir uns dies am Beispiel von GL 5 an:

Hinweis: Bei allen Betrachtungen zur Phasenlage dient die Außenleiterspannung L 1 mit 0° Phasenlage als Bezug.

Über die Impedanz aus C 3 und R 12 bis R 15 fließt ein Strom von L 1 nach L 2, der gegenüber L 1 eine Phasenverschiebung

von 60° aufweist. Dieser Strom ruft über R 14 und R 15 einen Spannungsabfall hervor, der mit dem Strom in Phase ist, d. h. eine Phasenlage von $+60^\circ$ besitzt.

Um nun die Spannung am oberen Anschluss von GL 5 zu bestimmen, werden der Spannungsabfall über den Widerständen (Phasenlage: $+60^\circ$) und Spannung L 2 (Phasenlage: $-120^\circ = +240^\circ$) addiert. Bei entgegengesetzter Phasenlage, d. h. 180° Phasendifferenz zwischen der Spannung ($60^\circ - (-120^\circ) = 180^\circ$) und gleichen Amplituden ergibt sich eine Spannung von ≈ 0 V.

Würde man jetzt zwei Phasen vertauschen, so trifft die obige Betrachtung nicht mehr zu. Dann ergeben sich die Zustände, wie sie beim rechtsdrehenden System schon an GL 4 gelten. Zur Betrachtung der Funktionsweise wird hier vereinfacht davon ausgegangen, dass die Glimmlampe zunächst nicht eingebaut ist. Unter diesen Voraussetzungen ergeben sich folgende Zustände:

Der Strom über C 1 und R 4 bis R 7 besitzt eine relative Phasenlage von 120° . Der daraus resultierende Spannungsabfall über R 7 und R 6 liegt hiermit in Phase. Addiert man hierzu die Außenleiterspannung U_{L2} , so ergibt sich am oberen Anschluss von GL 4 eine Spannung von 230 V mit einer Phasenlage von 180° .

Der über C 2 und R 8 bis R 11 fließende Strom hat eine Phasenlage von -120° . Hier addiert man den Spannungsabfall über R 8 und R 9 (Phasenlage: -120°) zur Außenleiterspannung L 1 (0°) und erhält am unteren Anschluss von GL 4 eine Spannung von 230 V mit einer Phasenlage von -60° . Als Differenzspannung über die Anschlüsse

von GL 4 ergibt sich somit eine Spannung von ≈ 400 V in 150° Phasenlage. Diese Spannungsdifferenz würde ausreichen um die Glimmlampe zum Leuchten zu bringen. Diese Betrachtungen gelten aber nur, wie erwähnt, ohne die Glimmlampe. Mit Glimmlampe verschieben sich die Potentiale ein wenig, so dass Spannungsamplitude und Phasenlage nicht ganz mit der obigen theoretischen Betrachtung überein-

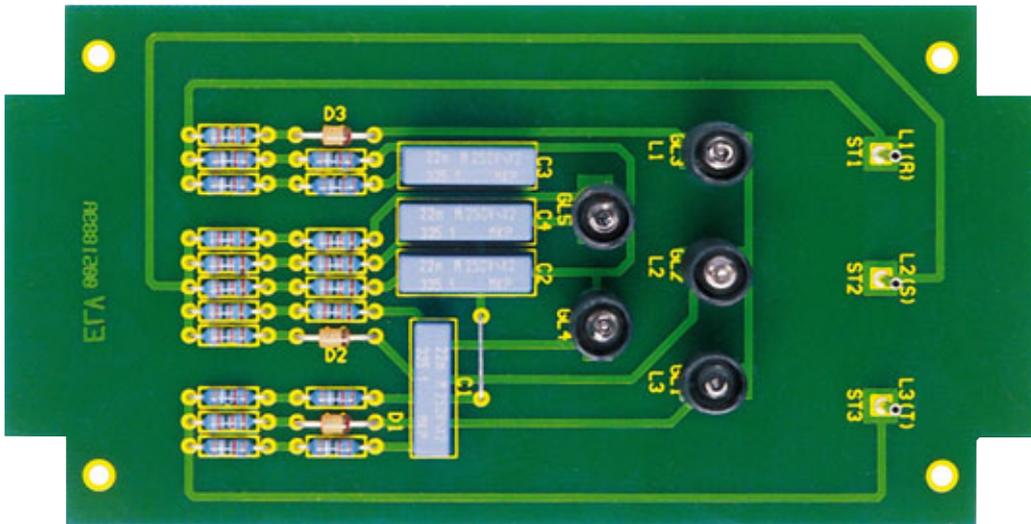
Stückliste:
Drehfeld-Richtungs-
anzeige DR 2000

Widerstände:
39k Ω R4, R5, R10 - R13
R18, R19
82k Ω R1-R3, R6 - R9,
R14 - R17,

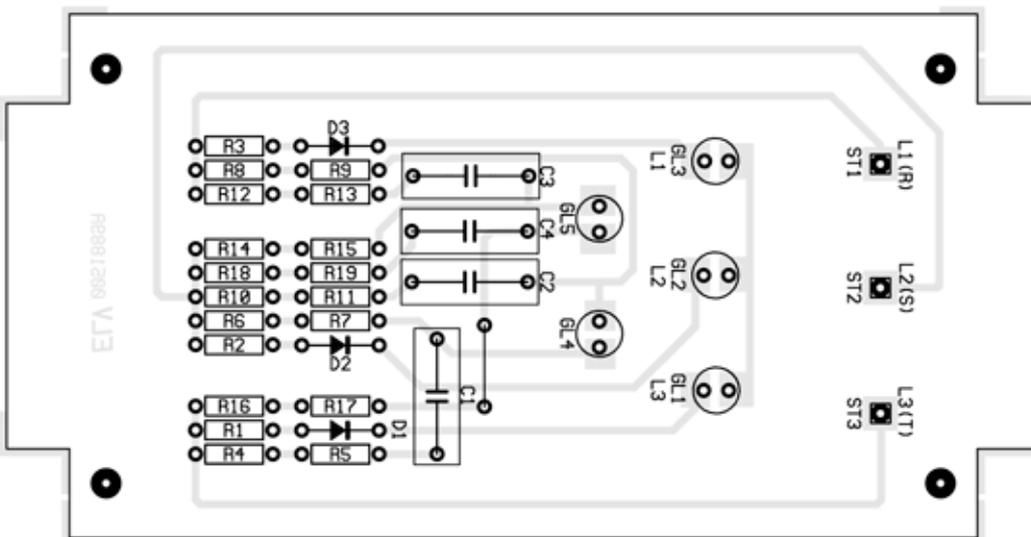
Kondensatoren:
22nF/250V~/X2/MKT C1-C4

Halbleiter:
ZPD120V/1,3W D1-D3

Sonstiges:
Glimmlampen GL1-GL5
Lötstifte, 1,3 x 20 mm ST1-ST3
3 Sicherheits-Buchsen, schwarz
Buchsen, 4 mm
5 LED-Abstandshalter, 6 mm
4 Knippingschrauben, 2,9 x 6,5 mm
1 Kunststoff-Element-Gehäuse,
Typ G443, bearbeitet und bedruckt
5 Kunststoff-Sichtfenster, rund
10 cm Schrumpfschlauch, \varnothing 8 mm
5 cm Schaltdraht, blank, versilbert



Ansicht der fertig bestückten Platine der Drehfeld-Richtungsanzeige DR 2000 mit zugehörigem Bestückungsplan



stimmen, die grundsätzliche Funktionsweise läßt sich so aber herleiten.

Nachbau

Achtung! Der Aufbau und die Inbetriebnahme des DR 2000 ist nur Fachkräften erlaubt, die dazu aufgrund ihrer Ausbildung befugt sind. Die entsprechenden Sicherheits- und VDE-Vorschriften sind dabei einzuhalten. Das gilt auch für den späteren Anschluss des Prüfgerätes an zu überprüfende Stromkreise und die Prüfung selbst.

Die Schaltung des Prüfgerätes wird auf einer einseitigen Platine aufgebaut, die in ein Norm-Kunststoffgehäuse passt.

Die Bestückungsarbeiten erfolgen anhand der Stückliste und des Bestückungsplans. Wir weisen an dieser Stelle ausdrücklich darauf hin, dass ausschließlich Bauteile in der Dimensionierung eingesetzt werden dürfen, die in der Stückliste angegeben sind. Anderenfalls kann es zu lebensgefährlichen Durchschlägen, Brand- und Kurzschlussgefahr kommen.

Bei der Bestückung ist mit der Drahtbrücke zu beginnen, gefolgt von den Wi-

derständen und den Z-Dioden, die in einem Abstand von ca. 2 mm zur Platine zu bestücken sind. Die Z-Dioden sind dabei entsprechend Bestückungsplan und Platinenfoto polrichtig zu bestücken, der schwarze Ring kennzeichnet die Katode.

Nach dem Verlöten sind die überstehenden Drahtenden auf der Platinenunterseite mit einem scharfen Seitenschneider knapp über dem Lötspunkt abzuschneiden, ohne die Lötstelle selbst zu beschädigen.

Danach sind die Kondensatoren C 1 bis C 4 zu bestücken, gefolgt von den Glimmlampen GL 1 bis GL 5, die jeweils auf einem 6 mm hohen Kunststoffsockel montiert werden (siehe Platinenfoto). Über die verlötete Glimmlampe wird je ein 19 mm langes Isolierschlauchstück geschoben und mit ein wenig Heißkleber an der Platine befestigt.

Abschließend ist an den Anschlusspunkten ST 1 bis ST 3 jeweils ein Lötstift zu bestücken und zu verlöten.

Damit ist die Bestückung der Platine bereits abgeschlossen. Anschließend erfolgt das Einsetzen der drei isolierten Einbaubuchsen in die vorbereitete Stirnplatte

des Gehäuses. Jetzt ist die bestückte Platine in das Gehäuseunterteil einzusetzen und mit vier Knippingsschrauben zu befestigen.

Danach wird die mit den drei Messbuchsen bestückte Stirnplatte in die Frontseite eingesetzt.

Da die Lötstifte etwas überstehen, sind sie mit einem Seitenschneider zu kürzen. Die Anschlüsse der drei Buchsen sind mit den korrespondierenden Lötstifte mit reichlich Lötzinn zu verlöten.

Bevor nun das Gehäuse zusammengebaut werden kann, sind die fünf Anzeigefenster in die dafür vorgesehenen Bohrungen zu pressen. Ein zusätzliches Verkleben der Sichtfenster ist nicht erforderlich, da die exakten Bohrungen einen sicheren Halt gewährleisten.

Abschließend ist das Gehäuseoberteil aufzusetzen und mit dem Gehäuseunterteil zu verschrauben.

Für die Nutzung des fertig aufgebauten Gerätes weisen wir nochmals darauf hin, nur Sicherheitsstecker mit isolierten Schieböhlsen einzusetzen, die den geltenden Sicherheits- und VDE-Vorschriften entsprechen. **ELV**