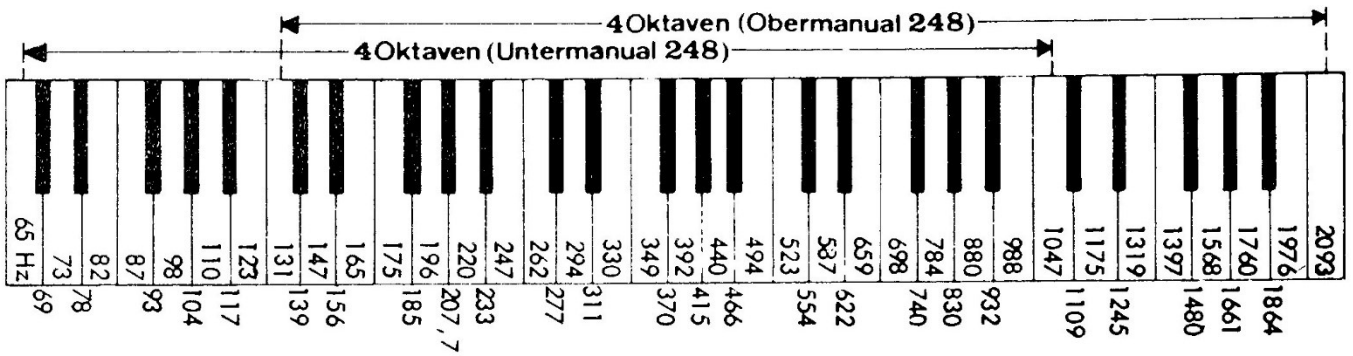


# Grundbauanleitung

(Alle Orgeltypen)

## 1. Manual mit Frequenzangabe für die Tonlage 8'.



## 2. Farbencode für Widerstände.



FARBE:	1.RING= 1.ZIFFER	2.RING= 2.ZIFFER	3.RING= Zahl der Nullen	4.RING= TOLERANZ
Schwarz	0	0	keine 0	----
Braun	1	1	0	----
Rot	2	2	00	2%
Orange	3	3	000	----
Gelb	4	4	0000	----
Grün	5	5	00000	----
Blau	6	6	000000	----
Violett	7	7	0000000	----
Grau	8	8	00000000	----
Weiss	9	9	000000000	----
Silber	-	-	$\times 0,01$	10%
Gold	-	-	$\times 0,1$	5%

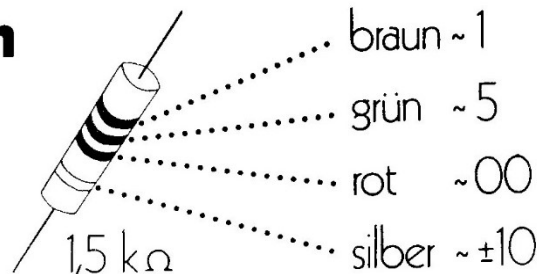
### 3. Umrechnung von Widerständen und Kondensatoren.

$$1 \text{ Megohm (M}\Omega\text{)} = 1000 \text{ Kiloohm (k}\Omega\text{)}$$

1 Kilohm = 1000 Ohm ( $\Omega$ )

1 Mikrofarad ( $\mu\text{F}$ ) = 1000 Nanofarad (nF)

1 Nanofarad = 1000 Picofarad (pF)



# Grund- bauanleitung



Alle Orgeltypen

<u>Inhalt der Grundbauanleitung</u>	Seite
Vorwort	3
A. Hinweise zu den Bauanleitungen	4
1. Grundbauanleitung	4
2. Einzel-Anleitung	4
3. Aufbauanleitung	4
B. Die Verpackung der einzelnen Baugruppen	4
C. Arbeitstechniken	6
1. Benötigte Werkzeuge	6
2. Grundregeln des Lötens	6
3. Der Umgang mit elektronischen Bauelementen	8
4. Die Prüfung von Bauelementen	13
5. Das Bestücken von gedruckten Leiterplatten	15
6. Die Behandlung von Litzen	17
7. Die Behandlung von Zwillingslitzen	18
8. Die Behandlung von abgeschirmten Leitungen	19
D. Reihenfolge des Aufbaus der Baugruppen	19
E. Prüfung der Baugruppen vor dem Einbau in die Orgel	20
1. Prüfung des Netzteils	21
2. Prüfung des Verstärkers 35 Watt	22
3. Prüfung des Verstärkers 120 Watt	24
4. Prüfung der Vorstufe zum Verstärker 120 Watt	26
5. Prüfung des Tongenerators	26
6. Prüfung des Vibrato	28
7. Prüfung der Tastenkontakte	28
a) vor der Montage an die Tastatur	28
b) nach der Montage an die Tastatur	28
8. Prüfung der Impedanzwandler für Festregister	29
9. Prüfung der Impedanzwandler für Zugriegel	30
10. Prüfung der Schiebesätze	30
11. Prüfung des Sustains	30
12. Prüfung des Pedalsustains	31
- a) mit zwei Fußlagen	31
- b) mit fünf Fußlagen	31
13. Prüfung der Effekte	31

## GRUNDBAUANLEITUNG

Kenn - Nummer 100

- gültig für alle Orgeltypen -

### Vorwort

Lieber Orgelfreund,

wenn Sie sich zum Bau einer WERSI-Elektronenorgel entschlossen haben, begrüßen wir Sie herzlich in unserem Kundenkreis. Wir wünschen Ihnen guten Erfolg während des Bauens und viel Freude am Musizieren auf dem von Ihnen geschaffenen Instrument.

Wir haben uns bemüht, Ihnen die schwierigsten Arbeiten abzunehmen, indem wir alle elektronischen Baugruppen auf gedruckte Platinen mit Positionsdruck gelegt haben. Dazu erhalten Sie ausführliche Bauanleitungen im Punkt - für - Punkt - System. Wir empfehlen Ihnen, diese Bauanleitungen vor Arbeitsbeginn genau zu lesen, und zwar zunächst diese Grundbauanleitung, um einen Überblick zu gewinnen, dann die Einzelbauanleitungen für die in der Orgel vorkommenden Baugruppen. Zuletzt benutzen Sie die Aufbauanleitung, wenn Sie die einzelnen Baugruppen untereinander verdrahten und prüfen. Auch wenn Ihnen der Aufbau und die Wirkungsweise vielleicht anfangs verwirrend erscheinen mögen, wird es Ihnen gelingen, in kürzester Zeit an Hand unserer Bauanleitungen ein hochwertiges und vielseitiges Instrument fertigzustellen.

Die in vielen unserer Bauanleitungen angegebenen Blockschaltbilder, Schaltbilder, Funktionsbeschreibungen und Meßdaten sind vorwiegend für den Fachmann bestimmt. Für den interessierten Laien jedoch, der sich weiter in die Elektronik der Orgel vertiefen möchte, können sie eine Hilfe zum Durchschauen der Wirkungsweise der Orgel bilden. Zum Aufbau des Instruments sind sie von untergeordneter Bedeutung, sie dürfen ohne weiteres auch überschlagen werden.

Das Kapitel E dieser Grundbauanleitung "Prüfung der Baugruppen vor dem Einbau in die Orgel" wendet sich speziell an den "Nicht-Fachmann". Es soll zeigen, wie man mit einfachen Mitteln alle Baugruppen überprüfen und möglicherweise auftretende Fehler lokalisieren und beheben kann.

In allen Fragen zur eventuellen Erweiterung, bei Sonderwünschen und eigenen Vorstellungen wenden Sie sich bitte an uns. Wir werden uns bemühen, Ihnen zu raten und zu helfen.

Mit freundlichen Grüßen und besten Wünschen für den erfolgreichen Nachbau unserer Orgeln

Ihre

WERSI-electronic GmbH & Co.KG

## A. HINWEISE ZU DEN BAUANLEITUNGEN

Die Bauanleitungen zu unseren Orgeln sind in drei Gruppen mit verschiedenen Zielsetzungen eingeteilt:

1. Grundbauanleitung
2. Einzel - Bauanleitungen zu den verschiedenen Baugruppen
3. Aufbau - Anleitung für die verschiedenen Orgeltypen.

### Zu 1. Grundbauanleitung

Die Grundbauanleitung, die Ihnen gerade vorliegt, enthält im Teil A Hinweise zu den Bauanleitungen, Teil B zeigt die Verpackung der Baugruppen, im Teil C werden ständig wiederkehrende Arbeitstechniken beschrieben und in den Teilen D und E werden die Reihenfolge des Aufbaus der Baugruppen und ihre Überprüfung vor dem Einbau in die Orgel gezeigt.

### Zu 2. Einzel - Bauanleitungen

Diese Anleitungen benötigen Sie beim Aufbau der einzelnen Baugruppen. Bitte, vergleichen Sie vor Arbeitsbeginn -besonders wenn Sie die Bauanleitung bereits vor dem Bezug des Bausatzes erhalten haben- die Kenn-Nr. des Bausatzes (auf der Verpackung aufgedruckt) mit der Kenn-Nummer der Bauanleitung. Beide Nummern müssen übereinstimmen.

In jeder Einzel-Bauanleitung finden Sie neben einer Funktionsbeschreibung und dem elektrischen Schaltbild eine genaue Stückliste sowie Schritt für Schritt die Anleitung bis zum einbaufertigen Aufbau dieser Baugruppe.

Im Zuge der kommenden Neuauflagen dieser Einzel-Bauanleitungen werden dort auch die Prüfanweisungen aufgenommen, die Sie im Augenblick noch in der Grundbauanleitung finden.

### Zu 3. Aufbau - Anleitung

Während alle anderen Bauanleitungen allgemeingültig sind, gibt es diese Bauanleitung in verschiedenen Versionen speziell für jeden Orgeltyp. Sie zeigt den Aufbau des Gehäuses, den mechanischen Einbau der Baugruppen (wobei die höchstmögliche Ausbaustufe berücksichtigt wird) und -als Hauptteil- die elektrische Verschaltung der einzelnen Baugruppen untereinander. Die Verdrahtung ist in kleine Abschnitte gegliedert, nach jedem Verdrahtungsabschnitt sind Zwischenprüfungen angegeben, die eventuelle Schaltfehler sofort erkennen lassen.

Wir empfehlen Ihnen -auch bei noch so großem Arbeitseifer- vor Arbeitsbeginn alle Bauanleitungen zunächst einmal orientierend so durchzulesen, daß Sie einen ersten Gesamteindruck vom Aufbau der Orgel und dem Zusammenspiel der einzelnen Baugruppen erhalten. Dabei werden sich anfänglich vielleicht fremde Begriffe mehr und mehr mit Inhalt füllen, die Vorstellung von "Ihrer" Orgel wird sich allmählich so weit formen und klären, daß Sie beim zweiten, genaueren Studium der Bauanleitungen bereits als erstes Erfolgserlebnis die Bestätigung Ihrer eigenen Überlegungen finden.

## B. DIE VERPACKUNG DER EINZELNEN BAUGRUPPEN

Alle Einzelteile einer Baugruppe sind in einem oder mehreren Kartons verpackt. Zusammengehörige Packungen tragen auch die gleiche Kenn-Nummer. Die Elektronikteile und eine Reihe mechanischer Teile sind zusätzlich noch einzeln in entsprechend beschriftete Kunststoffbeutel luft- und feuchtigkeitsdicht eingeschweißt.

Beim Aufbau empfehlen wir, jeweils nur eine Baugruppe in Angriff zu nehmen und die einzelnen Beutel –um Verwechslungen zu vermeiden– erst unmittelbar vor dem Verarbeiten des Inhalts zu öffnen.

Um etwaige längere Lieferfristen zu vermeiden, können die Werte einzelner Bauelemente vorübergehend von den Angaben der Stückliste abweichen. Solche Änderungen sind dann auf den Verpackungsbeuteln vermerkt. Sie sind von uns geprüft und haben keinen Einfluß auf die Funktion der betroffenen Baugruppe.

Aus Rationalisierungsgründen sind die Kleinteile für alle Baugruppen (Schrauben, Leitungen, Lötzinn, Lötstifte usw.) in dem Bausatz "Kleinteile" zusammengefaßt, bei einigen Baugruppen sind größere Bauteile oft gesondert, jedoch unter der gleichen Kenn-Nummer verpackt, wie die folgende Übersicht zeigt.

**Tabelle 1:** Übersicht über Baugruppen, deren Teile aus verpackungstechnischen Gründen in mehrere Kartons verpackt sind

Kenn-Nummer der Baugruppe u. der Bauanleitung	Bezeichnung der Baugruppe	Im 1. Karton verpackt	Getrennt verpackt
200	Netzteil	Elektronische Teile	Transformator 220/20 V
210	Tongenerator	Elektronische Teile	
230	Tastenkontakte	Mechanische Teile	Verharfungsplatine, Grundplatte dazu, Masseschienen
240 - 270 1)	Tonformung	Elektronische Teile	Schalter, Platine dazu
300	Sinus-Zugriegelsystem	Elektronische Teile	Schiebesätze
6500	Effekte	Elektronische Teile	Schalter
650	Sinusperkussion	Elektronische Teile	Schiebesatz
600	Sustain	Elektronische Teile	Schalter, Platine dazu, Kabelbäume
620	Pedal-Sustain mit 2 Fußlagen	Elektronische Teile	Schalter, Platine dazu
630	Pedal-Sustain mit 5 Fußlagen	Elektronische Teile	Schalter, Schiebesatz
400	Verstärker 35 W	Elektronische Teile	Trafo 220 / 45 / 50 V
410	Verstärker 120 W	Elektronische Teile	Trafo 220/ 2 x 25 V
440	Nachhall	Elektronische Teile	Hallspirale
510	Stummelpedal	Mechanische Teile	Holzleiste zur Montage der Pedale
510	Pedalkontakte	Mechanische Teile u. elektr. Teile	Montageschiene für die Kontaktplatten, Sammel-u. Masseschienen, Kabelbaum

1) Je nach Orgeltyp

Die Kenn-Nummern der Bauanleitungen beziehen sich auf den Stand vom 1. 3. 1973. Sie können sich in der dritten Ziffer im Laufe der Zeit ändern.

Alle in dieser Übersicht nicht erwähnten Baugruppen sind in nur einem Karton verpackt.

## C. ARBEITSTECHNIKEN

Der Aufbau einer WERSI-Orgel verlangt weder elektronische Fachkenntnisse noch besonderes manuelles Geschick, er setzt lediglich ein Minimum an handwerklichen Fähigkeiten und die Beherrschung einiger ständig wiederkehrender Fertigkeiten voraus. Wir können uns daher im folgenden auf einige wenige Hinweise beschränken.

### 1. Benötigte Werkzeuge

Wegen der weitgehenden Vorfertigung der WERSI-Orgeln sind zu ihrem Aufbau nur wenige Werkzeuge erforderlich.

- a) Ein elektrischer Lötkolben  
mit 15 - 30 Watt Leistung ist das Hauptwerkzeug. Er sollte möglichst eine feine, abgeschrägte Dauerlötspitze besitzen.
- b) Ein unfallsicherer Ständer für den Lötkolben  
verhindert Brandlöcher in Arbeitstisch, Fußboden und Kleidung.
- c) Ein Seitenschneider  
dient beim Bestücken von Platinen zum Abkneifen überstehender Drahtenden von Bauelementen und zum Durchschneiden von Leitungsmaterial.
- d) Ein kleiner Schraubenzieher  
mit 2 - 3 mm breiter Klinge wird zum Eindrehen kleiner Schrauben und zum Verstellen von Trimpotentiometern benötigt.
- e) Ein großer Schraubenzieher  
mit 4 - 6 mm breiter Klinge dreht große Holz- und Gewindeschrauben.
- f) Ein Vorstecher  
dient zum Vorbohren von Löchern in Holzteilen.
- g) Eine Kombi- oder Spitzzange  
hält Gewindemuttern fest.
- h) Ein scharfes Messer  
hilft beim Abisolieren von Drahtenden.
- i) Eine Pinzette  
hält kurze Drahtenden beim Anlöten fest und verhindert verbrannte Finger.
- k) Ein Voltmeter  
Mit einem Meßbereich von etwa 50 Volt oder ein Vielfach-Instrument zur Prüfung von Bauelementen und fertiggestellten Baugruppen.

### 2. Grundregeln des Lötens

- a) Als Lötkolben eignet sich am besten ein elektrischer 15 - 25 Watt Typ mit einer möglichst feinen Dauerlötspitze. (Spezial-Lötspitzen für IC-Lötungen können wir auf Wunsch liefern).
- b) Der Kolben soll möglichst heiß (400° C) sein.

- c) Vor Lötbeginn Kolben leicht verzinnen!
- d) Auf keinen Fall Lötwasser oder Lötfett verwenden!
- e) Das Lötzinn darf nicht mehr als 1,5 mm Durchmesser haben und kein säurehaltiges Flußmittel enthalten.  
Das mitgelieferte Fadenlötzinn enthält säurefreies Kollophonium und wurde speziell für Lötungen an Integrierten Schaltkreisen entwickelt.
- f) Eine der wichtigsten Regeln:  
Kolben und Zinn immer gleichzeitig an die Lötstelle bringen! Niemals erst den Kolben verzinnen und dann ohne weiteres Zinn löten! (Das oxydationshemmende Flußmittel würde bis zum Lötvorgang wirkungslos verbrannt sein.)
- g) Beim Löten auf gedruckten Leiterplatten muß das Zinn das durch das Lötauge ragende Bauteil völlig umfließen.
- h) Alle Bauteile (außer Transistoren) werden nach entsprechendem Abbiegen der Anschlußdrähte vollkommen an den dafür vorgesehenen Bohrungen der Leiterplatte hindurchgesteckt. (Positionsdruck beachten!) Um ein Herausfallen der Bauelemente beim Umdrehen der Platine zu vermeiden, genügt es, die abgebogenen Enden leicht zu spreizen. Ein scharfes Abknicken an der Lötstelle sollte vermieden werden, da ein evtl. Wiederauslöten dadurch sehr erschwert wird.  
3 - 4 mm Lötzinn sollten pro Lötstelle genügen.
- i) Zwei Sekunden Lötzeit pro Lötstelle sollten nicht überschritten werden.
- k) Während des Abkühlens einer Lötstelle darf das betreffende Bauteil nicht bewegt werden.
- l) Kolben von Zeit zu Zeit von verbrannten Flußmittelresten reinigen!
- m) Besonders auf durchkontaktierten Platinen (Pedalsustain, Rhythmusgerät) ist ein Wiederauslöten von Bauelementen sehr schwierig. Deshalb vor dem Löten Wert, Typ, Polung usw. der Bauteile nochmals überprüfen! Bei durchkontaktierten Platinen niemals auf der Positionsdruckseite löten!
- n) Wurden versehentlich zwei benachbarte Lötungen oder Leiterbahnen durch eine Zinnbrücke miteinander verbunden, so muß unter Hinzugebe von wenig weiterem Zinn (Flußmittel) und "trockenem" Kolben (immer wieder abwischen!) die Zinnbrücke nach und nach weggesaugt werden.
- o) Anschlußlitzen müssen vor dem Anlöten 1 - 2 mm weit abisoliert und verzinnt werden. Kolben und Zinn immer gleichzeitig an das Litzenende bringen!
- p) Gute Lötstellen sind glatt und glänzend, schlechte matt und "verschmiert".

Abb. 1: Schlechte und einwandfreie Lötung



### 3. Der Umgang mit elektronischen Bauelementen

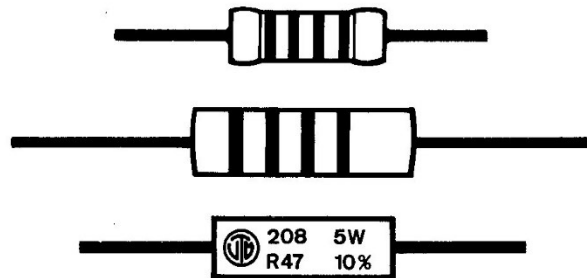
Die elektronischen Bauelemente unserer Orgeln sind zum einen handelsübliche Erzeugnisse namhafter Hersteller, zum anderen Spezialteile zum Teil aus eigener Fertigung. Alle Teile sind geprüft, robust und verlangen keine übertrieben vorsichtige Behandlung. Nur zwei Regeln sollten Sie beim Verarbeiten beachten: Knicken Sie die Anschlußenden nicht unmittelbar am Bauteil zu scharf ab und bringen Sie den LötKolben nicht direkt mit dem Bauteil in Berührung. Eine Reihe von Bauelementen ist auf der dritten Umschlagseite dieser Bauanleitung abgebildet, hier sei nur kurz nochmals auf einige davon eingegangen.

#### a) Widerstände

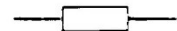
Abb. 2 zeigt einige in unserer Orgel gebräuchliche Widerstände. Sie bilden die größte Gruppe von Bauelementen (bis zu 5000 Stück pro Orgel) und sind unproblematisch in ihrer Verarbeitung. Sie werden meist liegend eingebaut.

Seit einigen Jahren ist es üblich, den Widerstandswert in Form von Farbringen zu verschlüsseln. Das hat den Vorteil, daß der Wert unabhängig von der Einbaulage jederzeit erkannt werden kann. Den Farbencode zur Entschlüsselung und die Umrechnung der verschiedenen Maßeinheiten finden Sie auf der zweiten Umschlagseite.

Abb. 2: Verschiedene Widerstände



Im elektrischen Schaltbild wird ein Widerstand wie folgt gezeichnet:



Die Polarität des Einbaus ist beliebig.

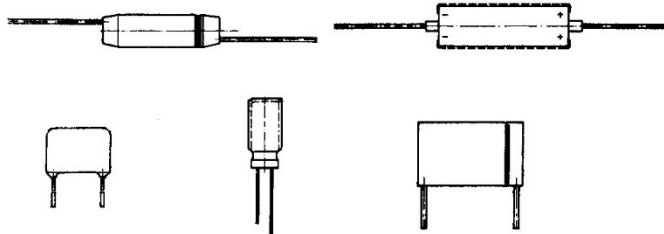
#### b) Kondensatoren

Einige der gebräuchlichsten Kondensatoren sind in Abb. 3 dargestellt. Je nach Bauform werden sie liegend oder stehend in die Leiterplatte eingebaut. In einigen Fällen sind auf unseren Platinen für einen Kondensator mehr als zwei Bohrungen vorgesehen. Benutzen Sie in diesem Fall die der gelieferten

Bauform entsprechenden Bohrungen.

Bei Elektrolytkondensatoren (abgekürzt: Elkos) ist auf die Polarität zu achten. Sie ist sowohl auf dem Elko mit +, - oder einem umlaufenden Ring = Minuspol angegeben und im Positionsdruck der Platinen mit + bezeichnet. Falsch gepolte Elkos werden heiß oder platzen.

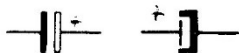
Abb. 3: Einige Kondensatoren



Im elektrischen Schaltbild wird ein Kondensator wie folgt gezeichnet:



Häufig findet man speziell für Elkos auch folgende Zeichen:



Hier liegt der Pluspol jeweils links.

Verschiedene Hersteller verwenden unterschiedliche Maßeinheiten bei der Bezeichnung der Kondensatoren. Zur Umrechnung gilt:

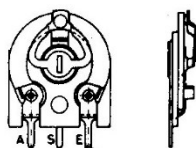
$$1 \mu\text{F (Mikrofarad)} = 1000 \text{ nF (Nanofarad)}$$

$$1 \text{ nF (Nanofarad)} = 1000 \text{ pF (Picofarad)}$$

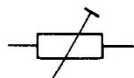
#### c) Trimpotentiometer

Ein Trimpotentiometer ist ein einstellbarer Widerstand mit drei Anschlüssen: Anfang - Schleifer - Ende. Es wird direkt in die Leiterplatte eingebaut und in der Regel mit einem Schraubenzieher nur einmal nach Angaben der Bauanleitung eingestellt. Meist sind auf den Platinen vier Bohrungen vorgesehen, von denen eine der mittleren - je nach Bauform des gelieferten Trimpotis - freibleibt.

Abb. 4: Trimpotentiometer



Im Schaltbild wird ein Trimpotentiometer wie folgt gezeichnet:



d) Potentiometer

Sie sind ebenfalls einstellbare Widerstände, im Gegensatz zu Trimpotentiometern jedoch von außen zugänglich und über Dreh- oder Schiebeknöpfe bedienbar.

Folgende Regelfunktionen sind mit den Potentiometern möglich:

Tabelle 2: Funktionen der Potentiometer

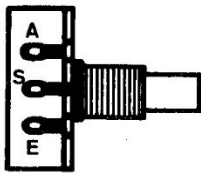
Regelfunktionen	Wert
Lautstärke der Festregister	100 K $\Omega$
Lautstärke der Pedalregister	100 K $\Omega$
Lautstärke des Pedalsustain	100 K $\Omega$
Lautstärke des Manualsustain	100 K $\Omega$
Lautstärke der Effekte	100 K $\Omega$
Lautstärke des Rhythmusgerätes	100 K $\Omega$
Intensität des Vibrato	100 K $\Omega$ 1)
Schnelligkeit des Vibrato	100 K $\Omega$
Intensität des Tremolo	100 K $\Omega$
Schnelligkeit des Repeat	500 K $\Omega$
Abklingzeit der Perkussion	1 M $\Omega$
Stärke des Nachhalls	100 K $\Omega$ 1)

1) Auch 10 K $\Omega$  möglich.

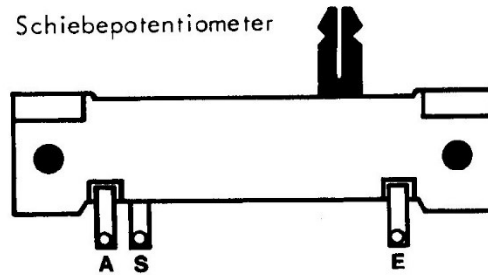
Alle erforderlichen Potentiometer sind als Drehpotentiometer den Bausätzen beige packt. Seit Oktober 1972 liefern wir auf Wunsch auch einen kompletten Reglersatz mit Schiebepotentiometern, die über Zugriegel betätigt werden. Diesem Satz liegt auch eine beschriftete Metallplatte bei, aus der die Funktion der einzelnen Regler (12 - 13, je nach Orgeltyp) hervorgeht. Sie wird über dem Reglersatz angebracht. Der ganze Satz wird auf dem gleichen Brett wie die Schiebepotentiometer für das Sinus-Zugriegel-System angebracht (unterhalb der Registerschalter.) Die Drehpotentiometer entfallen, die Seitenbrettchen neben den Manualen bleiben frei für evtl. sonstige Bedienungselemente.

Abb. 5: Potentiometer

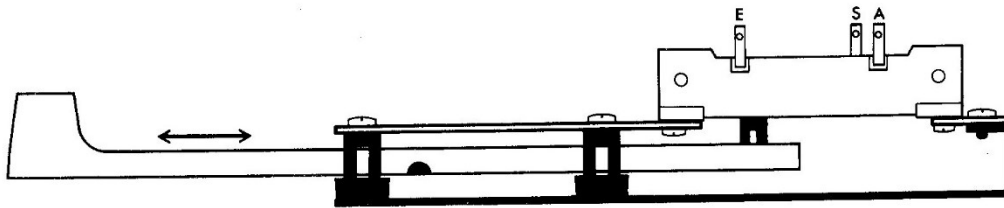
a) Drehpotentiometer



b) Schiebepotentiometer



c) Querschnitt durch den Reglersatz mit Zugriegeln



e) Halbleiter

In diese Gruppe fallen Dioden, Transistoren, Integrierte Schaltkreise, Foto-elektrische Halbleiter


1) Dioden

Abb. 6 zeigt eine in unseren Bausätzen häufig eingesetzte Diode etwa in natürlicher Größe.

Abb. 6: Diode



Im Schaltbild wird sie wie folgt gezeichnet:

Anode  Kathode

The diagram shows the standard electronic symbol for a diode, consisting of a triangle pointing to a vertical line. The left side is labeled 'Anode' and the right side is labeled 'Kathode'.

Eine Diode ist -in gewissen Grenzen- nur dann stromdurchlässig, wenn ihre Anode positiver als die Kathode ist.

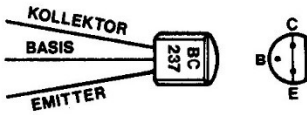
Beim Einbau ist auf die Polarität zu achten. In der Regel ist die Kathode durch einen auffälligen Farbring gekennzeichnet, bei abweichender Bezeichnung liegt den Verpackungsbeuteln ein entsprechender Hinweis bei. Auf den Platinen ist die Bohrung für die Kathode meist mit "K" bezeichnet, auf einigen Platinen ist auch das Schaltzeichen für eine Diode aufgedruckt.

2) Transistoren

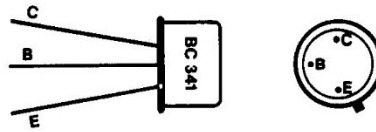
Transistoren sind aktive Bauelemente, die in unseren Orgeln u.a. zur Erzeugung, Entkopplung und Verstärkung von Tonsignalen, als Schalt-, Kipp- und Torstufen in den Effekten und zur Stabilisierung von Spannungen eingesetzt werden. Einige der häufigsten Transistoren sind in Abb. 7 dargestellt.

Abb. 7: Transistoren

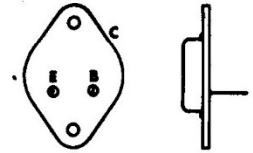
Transistor im Kunststoff-  
gehäuse, z.B. BC 237



Transistor im Metall-  
gehäuse, z.B. BC 341



Leistungstransistor  
z.B. ZN 3055



Im elektrischen Schaltbild wird ein Transistor wie folgt dargestellt:

a) NPN - Transistor



b) PNP - Transistor

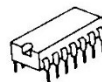
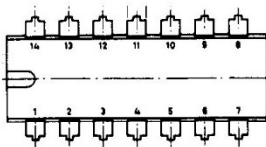


Die Verarbeitung von Transistoren ist problemlos, wenn auf den Positionsdruck der Leiterplatte geachtet wird. Ebenso gefahrlos ist das Einlöten, weil alle gelieferten Transistoren ausschließlich Silizium-Typen sind, deren Wärmeempfindlichkeit gegenüber Germanium-Transistoren wesentlich günstiger liegt. Besondere Kühlzangen und dergleichen sind nicht erforderlich.

### 3) Integrierte Schaltkreise

Sie zählen zu den modernsten Bauelementen der Elektronik und vereinigen in ihrem Innern auf engstem Raum oft Hunderte von aktiven und passiven Schaltungselementen. Sie arbeiten außerordentlich zuverlässig, sind robust und ersetzen vielfach eine ganze Baugruppe mit vielen Einzelteilen. Durch ihren Einsatz verringern sich auch der erforderliche Zeitaufwand und die Wahrscheinlichkeiten von Löt- und Schaltfehlern erheblich, der Raumbedarf wird kleiner und die Betriebssicherheit größer.

Abb. 8: Integrierter Schaltkreis



### 4) Foto-elektrische Halbleiter

In diese Gruppe fallen u.a. Foto-Widerstände (LDR), Foto-Transistoren und Foto-Dioden (LED).

Foto-Widerstände sind veränderliche Widerstände (abhängig von der Beleuchtungsstärke) und werden im Fußschweller unserer Orgeln zur Regelung der Gesamtlautstärke eingesetzt. Hier haben sie gegenüber Schleifer-Potentiometern den Vorteil, daß sie keinem mechanischen Verschleiß, der zu Kratzgeräuschen führen würde, unterliegen. Ihre Polung ist beliebig.

Foto-Dioden oder Leuchtdioden sind lichtaussendende Dioden von praktisch unbegrenzter Lebensdauer. Sie werden z.B. in unserem Verstärker Planar I in Verbindung mit einem LDR zur Erzeugung eines Tremolo und für dessen optische Anzeige eingesetzt. Bei Leuchtdioden ist auf die Polarität zu achten.

Abb. 9: Foto - Widerstand

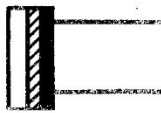


Abb. 10: Leucht-Diode



#### f) Spulen, Drosseln

Diese Bauteile tragen auf einen Ferritkern gewickelt eine oder mehrere Wicklungen aus Kupferdraht. Sie werden in den Tongeneratoren als Bestandteil von Schwingkreisen zur Erzeugung frequenzstabiler Töne und im Tonformungsteil in Resonanzfiltern eingesetzt. Auch im Scanner - Vibrato werden Spulen in einer elektronisch abgetasteten Laufzeitkette verwendet. Abb. siehe dritte Umschlagseite.

Der Einbau von Spulen ist unproblematisch, da die Wicklungsenden auf mechanisch stabile Anschlußstifte gelegt sind, die direkt in die Leiterplatte gesteckt und dort verlötet werden.

#### g) Transformatoren

Transformatoren dienen in unseren Orgeln der Herabsetzung der hohen Netzspannung auf niedrige, ungefährliche Werte. Sie haben meist zwei Wicklungen (Primär- und Sekundärwicklung) auf einem geschlossenen Eisenkern. Das Netz darf nur an die Primärwicklung angeschlossen werden. Aufdruck auf den Trafos beachten!

Wegen des elektromagnetischen Brummfeldes, das die Trafos umgibt, dürfen sie nicht in der Nähe von empfindlichen Baugruppen wie Vorverstärker, Hallspirale und Leitungen mit schwachem Tonsignal montiert werden. Ein Trafo ist auf der dritten Umschlagseite abgebildet.

### 4. Prüfung von Bauelementen

Bei allen von uns gelieferten Bauelementen garantieren wir für einwandfreie Funktion, eine Überprüfung erübrigt sich. Sollte bei einem bereits eingelöteten Bauteil der Verdacht auf Beschädigung bestehen, kann es nach den folgenden Hinweisen nach dem Wiederausbau geprüft werden.

#### a) Widerstände

Der Wert eines Widerstandes kann -soweit nicht aufgedruckt- an Hand der farbigen Ringe ermittelt werden (siehe Farbencode auf der 2. Umschlagseite.) Defekte Widerstände sind äußerst unwahrscheinlich, Prüfung geschieht am schnellsten mit dem Ohmmeter.

#### b) Kondensatoren

Der Wert ist meist aufgedruckt, wird jedoch von verschiedenen Herstellern oft in verschiedenen Maßeinheiten angegeben ( $\mu\text{F}$ , nF, pF). Zur Umrechnung siehe Seite 9. Die Prüfung des Wertes eines Kondensators ist mit einfachen Mitteln nur schwer möglich, jedoch können durchgeschlagene Kondensatoren sofort mit Hilfe eines Ohmmeters erkannt werden. Vorsicht bei Elektrolytkondensatoren. Beim Anlegen des Ohmmeters täuscht der Ladestrom des Elkos einen Kurzschluß vor.

#### c) Dioden

Bei Unklarheiten kann die Durchlaßrichtung einer Diode mit dem Ohmmeter bestimmt werden. Sperren oder Durchlassen in beiden Richtungen bedeutet defekte Diode. -Bei den meisten Dioden ist die Kathode mit einem kräftigen schwarzen oder farbigen Ring oder Punkt gekennzeichnet. Zur Bestimmung der Durchlaßrichtung einer Diode werden die beiden Meßleitungen des Ohmmeters (bei Vielfach-Instrumenten Ohm-Bereich einstellen!) mit den beiden Diodenanschlüssen verbunden. Zeigt das Instrument einen Ausschlag, so ist der an der negativen Meßleitung liegende Diodenanschluß die Kathode.

Achtung: Bei einigen Vielfach-Instrumenten stimmt die Polarität der Meßleitungen im Ohm-Bereich nicht mit den anderen Bereichen überein, was bei der Bestimmung der Durchlaßrichtung von Dioden (und sonstigen Halbleitern zu Fehlbeurteilungen führt. Es ist daher unerlässlich, die Polarität des Ohm-Bereichs vorher zu bestimmen. Am einfachsten geschieht das unter Zuhilfenahme eines NPN - Transistors (BC 171, BC 173, BC 237, BC 239, BC 341, BD 124, 2 N 1711, 2 N 3055 o.ä. ) nach folgender Anweisung:

- a) Meßgerät auf "Ohm" schalten
- b) Die mit "Plus" bezeichnete Meßleitung des Gerätes an die Basis (vgl. S. 12 ) legen.
- c) Die mit "Minus" bezeichnete Meßleitung des Gerätes an den Emitter legen.  
Zeigt das Instrument einen Ausschlag, so ist die angegebene Polarität richtig. Schlägt es jedoch erst nach dem Umpolen der beiden Meßleitungen am NPN-Transistor aus, ist die Polaritätsangabe für den Ohm-Meßbereich falsch, was bei allen Messungen an Halbleitern berücksichtigt werden muß.
- d) Z-Dioden (Zenerdioden)  
Sie werden genau wie Dioden geprüft. Bei Z-Dioden im Glasgehäuse ist die Kathode mit einem Ring markiert, bei Z-Dioden im Metallgehäuse bildet das Gehäuse die Kathode.

e) Transistoren

Transistoren lassen sich ebenfalls mit dem Ohmmeter prüfen. Sechs Messungen sind erforderlich, um mit Sicherheit einen defekten Transistor zu erkennen. (Tabelle 1)

Bei den Messungen muß berücksichtigt werden, ob es sich um einen NPN- oder PNP-Transistor handelt.

PNP-Transistoren sind: BC 251, BC 307, BC 361, BD 138

NPN-Transistoren sind: BC 171, BC 173, BC 237, BC 239, BC 341, BD 107, 2 N 1711, 2 N 3055

Tabelle 3: Prüfung eines Transistors

Messungen	Minus des Ohmmeters an	Plus des Ohmmeters an	Gefordertes Meßergebnis bei PNP-Transistoren	Gefordertes Meßergebnis bei NPN-Transistoren
1	Emitter	Basis	Sperren	Durchgang
2	Emitter	Kollektor	Sperren	Sperren
3	Basis	Kollektor	Durchgang	Sperren
4	Basis	Emitter	Durchgang	Sperren
5	Kollektor	Emitter	Sperren	Sperren
6	Kollektor	Basis	Sperren	Durchgang

Weicht das tatsächliche Meßergebnis auch nur in einer Messung vom geforderten ab, ist der Transistor defekt. Transistor-Anschlüsse s.S.

f) Schalter

Die Funktion eines Schalters kann am einfachsten mit dem Ohmmeter geprüft werden. Prüfleitungen an die Schalteranschlüsse legen und Schalter betätigen.

g) Transformatoren

Auf den von uns gelieferten Transformatoren sind Angaben über die Anschlüsse der Primär- und Sekundärwicklung aufgedruckt. Sollten trotzdem Unklarheiten bestehen, kann mit dem Ohmmeter der Gleichstromwiderstand der beiden Wicklungen gemessen werden. Für die Primärwicklung muß er höher liegen. Zwischen Primär- und Sekundärwicklung darf niemals eine Verbindung bestehen. Die 220 Volt aus dem Lichtnetz dürfen nur an die Primärwicklung angeschlossen werden.

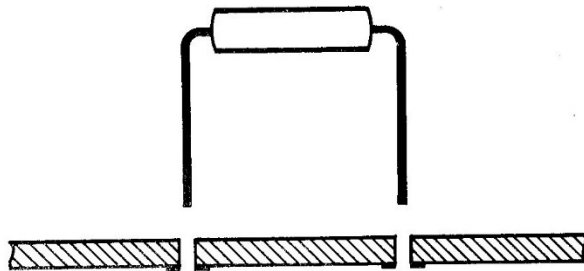
5. Das Bestücken von gedruckten Leiterplatten

Alle für eine bestimmte Baugruppe erforderlichen Bauelemente werden auf einer oder mehreren gedruckten Leiterplatten aufgebaut. Diese Platten- auch Platinen genannt- bestehen aus einem mechanisch stabilen Isoliermaterial, sind einseitig (einige Platinen auch zweiseitig) mit leitenden Kupferbahnen belegt und auf der anderen Seite mit einem meist weißen Positionsdruck versehen. Die Kupferbahnen ersetzen die früher übliche interne Verdrahtung der Bauelemente einer Gruppe und schließen damit Verdrahtungsfehler aus, der Positionsdruck gibt die

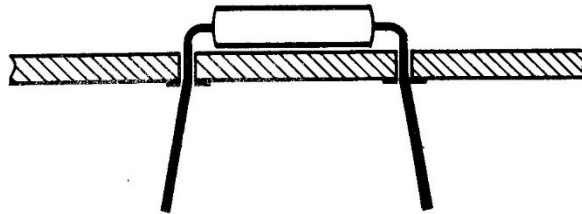


Abb. 12: Bestücken von gedruckten Leiterplatten

- a) Abknicken der Bauteil-Enden entsprechend dem Bohrungsabstand



- b) Einsetzen des Bauteils in die Platine von der Positionsdruckseite her und Spreizen der Drahtenden (nicht abknicken)!



- c) Abkneifen der Drahtenden auf 1 - 2 mm nach Umdrehen der Platine



- d) Verlöten des Bauteils



Die Anschlußdrähte von Transistoren sollten nicht gekürzt werden. Sie werden nur so weit durch die entsprechenden Bohrungen gesteckt, bis sie auf der Lötseite 1 - 2 mm herausschauen. Enden nicht abknicken, da ein evtl. Wiederauslöten dadurch sehr erschwert wird. Die Anschlußstifte von Leistungstransistoren, die auf der Platine verschraubt werden, dürfen erst nach dem Anschrauben verlötet werden. Überstehende Stifte abschneiden!

## 6. Die Verarbeitung von Litzen

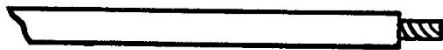
Litzen bestehen aus einer Anzahl von dünnen, blanken Kupferdrähten mit einer gemeinsamen Isolierung. Gegenüber Drähten mit nur einem einzigen, massiven Kupferleiter haben sie den Vorteil höherer Flexibilität.

Zur Verdrahtung der Orgeln werden neben abgeschirmten Leitungen, Vielfach-Kabeln sowie Zwillings- und Drillingsleitungen zwei Arten von Litzen gebraucht: Kräftige Litze von 0,75 bis 1,5 mm<sup>2</sup> Querschnitt dient im wesentlichen zur Verlegung der Versorgungsspannungen zu den einzelnen Baugruppen, dünne Litze wird z.B. in den Kabelbäumen zur Verbindung des Generators mit den Tastenkontakten benötigt.

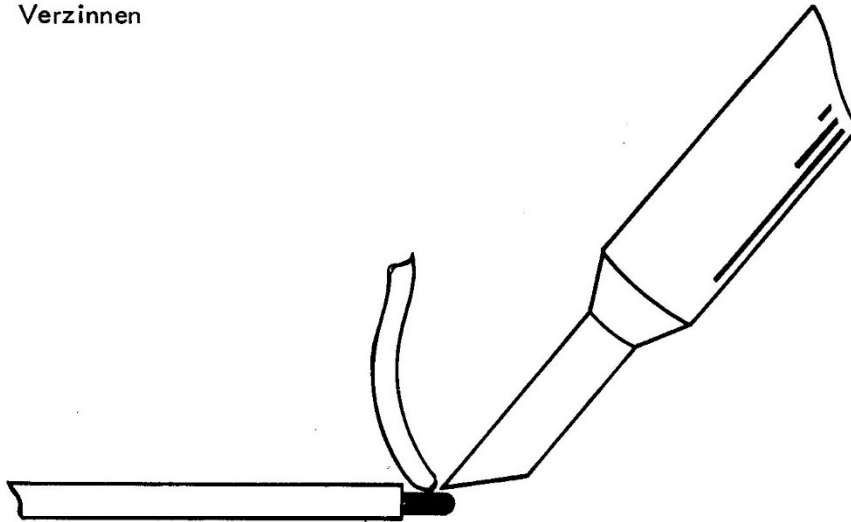
Vor dem Anlöten einer Litze muß die Isolierung an den Enden mit einem scharfen Messer 2 - 3 mm weit (nicht mehr!) abisoliert und die einzelnen dünnen Kupferdrähte verzinkt werden. Eine einwandfreie Verzinnung ist nur möglich, wenn Litzenende, LötKolben und Lötzinn gleichzeitig miteinander in Berührung gebracht werden. Wir weisen nicht ohne Grund auf diesen scheinbar nebensächlichen Arbeitsgang hin: Mangelhaft oder gar nicht verzinnte Litzenenden führen mit Sicherheit zu Kontaktfehlern! Auch der Lötstift, an den die Litze später angelötet wird, muß vorverzinnt werden.

**Abb. 13:** Die Verarbeitung von Litzen

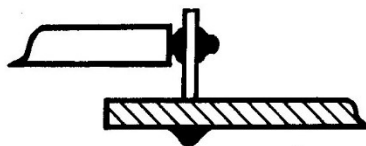
- a) Entfernen der Isolierung



- b) Verzinnen



- c) Anlöten an einen (vorverzinnten!) Lötstift



## 7. Die Verarbeitung von Zwillings- und Drillingslitzen

Diese Litzen ähneln in ihrem Aufbau den einfachen Litzen. In den Orgeln werden sie zur Verdrahtung der Wechselstrom- und Lautsprecherleitungen verwendet.

Ihre Vorbehandlung gleicht der der einfachen Litzen. Zur Kompensation des elektromagnetischen Brummfeldes, das sie umgibt, sollten sie verdreht werden.

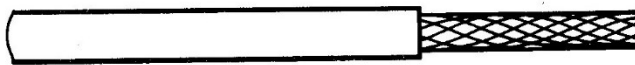
## 8. Die Verarbeitung von abgeschirmten Leitungen

Abgeschirmte Leitungen werden überall dort verwendet, wo Tonsignale mit relativ niedrigen Pegeln gegen Einstreuungen von Störspannungen geschützt werden sollen.

Eine abgeschirmte Leitung besteht aus einer kunststoffisolierten Ader, die das Signal führt und einem schlauchartig darübergezogenen Abschirmgeflecht, das in der Regel an der Signalquelle an Masse (Minus) gelegt wird und das seinerseits nochmals durch eine meist graue Kunststoffhülle gegen äußere mechanische Einflüsse geschützt ist.

Abb. 14: Vorbereitung einer abgeschirmten Leitung

- a) Äußere Isolierung etwa 15 mm weit entfernen



- b) Abschirmgeflecht seitlich zusammendrehen und verzinnen, Ader 2 - 3 mm weit abisolieren und ebenfalls verzinnen.



## D. Reihenfolge des Aufbaus der Baugruppen

Diese Arbeitsphase geschieht ausschließlich am Arbeitstisch, die Arbeit umfaßt im wesentlichen das Bestücken von Leiterplatten und das Vorbereiten der Baugruppen zum späteren Einbau in das Orgelgehäuse.

An Werkzeugen sind in dieser Phase nur ein Lötkolben, ein Seitenschneider, ein Schraubenzieher und eine Kombizange erforderlich.

Die Baugruppen werden nach Maßgabe der dazugehörigen Bauanleitungen fertiggestellt. Um Verwechslungen zu vermeiden, sollten die einzelnen Gruppen nacheinander und in der nachstehenden Reihenfolge aufgebaut werden.

Tabelle 4: Zweckmäßige Reihenfolge des Aufbaus der Baugruppen und Umfang der Baugruppen

	Bezeichnung der Baugruppe	Benötigte Platinen	Sonstige evtl. separat verpackte oder erst später benötigte Teile dazu
1	Netzteil	NTST 1569	Transformator 220 V/20V, Netzanschlußkabel, Netzschalter, Kontroll-Lampe, Kleinteile
2	Endverstärker a) 120 Watt oder b) 35 Watt	EV 10071 EV 3071	Transformator 220 V/2 x 25 V, Lautsprecher, Kleinteile Transformator 220 V/45 u. 50 V, Lautsprecher, Kleinteile

	Bezeichnung der Baugruppe	Benötigte Platinen	Sonstige evtl. separat verpackte oder erst später benötigte Bauteile
3	Vorstufe (nur für 120 Watt-Verstärker	VVH 71	Kleinteile
4	Tongenerator	RG 869	Montageblech, abgewinkelt, Kleinteile
5	Vibrato	RG 869	Zwei Regler, Kleinteile
6	Tastenkontakte	GV 4569 (Verharfung) KS 971	Entkopplungswiderstände, Tastatur, Auflageschiene, Grundplatte zur Verharfungsplatine, Kontaktschienen, Kleinteile, ein Kabelbaum pro Manual
7	Tonformung für Festregister	SVF 1072 (Impedanzwandler) SZ 470 (Sägezahnbildung) KF 2071 (Filter)	Registerschalter, ein Regler pro Manual, Kleinteile
8	Sinus-Zugriegel-System	KS 971 (Sinusformung) SVS 1072 (Impedanzwandler) ZR 1272 (Zugriegel-Platine)	Schiebesätze, Umschalter Zugriegel-Festregister, Kleinteile
9	Effekte	EF 72	Sechs Effektwahlschalter, sechs Fußlagenwahlschalter, drei Regler, evtl. ein Schiebesatz für Sinusperkussion, Kleinteile
10	Sustain	PMS 370 PMS 1370 KF 2071	Sechs Schalter, ein Regler, eine Kabelbaumgarnitur: a) Generator-Sustain, b) Tastatur-Sustain, Kleinteile
11	Glissando-Arpeggio	-	Eine Rollkontaktleiste, Abdeckblende dazu, drei Kabelbäume, Kleinteile
12	Pedalkontakte	KS 971	Pedal-Mechanik, Kabelbaum, Generator-Pedal mit eingebundener Verharfung Kleinteile, evtl. Standard-Kirchenorgel-Pedal
13	Pedaltönformung	SVS 1072 (Impedanzwandler) SZ 470 (Sägezahnbildung) KF 2071 (Filter)	6 bis 12 Registerschalter (je nach Orgeltyp) 1 Regler, Kleinteile
14	Pedalsustain a) zweichörig  b) fünfhörig mit Zugriegeln und Festregistern	PMS 370 PMS 1370 KF 2071 PS 172 (Logik) PS 272 (Tore) PS 372 (Stabilisierung 5 V)	Sechs Schalter ein Regler, Kleinteile  Sechs Schalter, ein Regler, Kleinteile
15	Nachhall	HV 972	Hallspirale, ein Regler, Kleinteile
16	Mehrkanalregelung	MR 471	Kleinteile
17	Fußschweller	-	Kleinteile
18	Hawaii-Effekt	KF 2071	Fußschweller (zur Montage des Schalters) Kleinteile
19	Rhythmusgerät "WERSIMATIC"	G 1172 WM 72-1 bis WM 72 - 8	Bedienungsplatte, 51 Drucktasten, 2 Regler, 1 Kabelbaum, 2 Hochtönlautsprecher, Kleinteile

## E. Prüfung der Baugruppen vor dem Einbau in die Orgel

Die meisten Baugruppen können bereits vor dem endgültigen Einbau in die Orgel in kurzer Zeit und mit einfachen Mitteln auf ihre Funktion überprüft werden. Als Meßgerät genügt bereits ein kleines Vielfach-Instrument für Gleich- und Wechselspannungen, vorteilhaft ist auch ein Widerstands-Meßbereich.

Bei allen Spannungsmessungen liegt -falls nicht ausdrücklich anders angegeben- der Minuspol des Instruments fest am Minuspol des Prüfobjektes, der Pluspol über Prüfleitung und Tastspitze am Meßpunkt.

Alle im folgenden angegebenen Meßwerte wurden mit einem Instrument mit 20 000 Ohm pro Volt gewonnen. Abweichungen von diesen Sollwerten bis zu 20 % liegen innerhalb der erlaubten Toleranzen. Zum Abhören von Tonsignalen genügt vielfach ein Kopfhörer. Bei den im folgenden beschriebenen Prüfungsmöglichkeiten wird unser Endverstärker als Signalverfolger benutzt; es kann aber auch jeder Fremdverstärker oder ein Rundfunkgerät (TA-Eingang) benutzt werden.

Beim Abhören von Tonsignalen wird die Verbindung zwischen Meßobjekt und Meßverstärker über eine abgeschirmte Leitung hergestellt. Falls unser Endverstärker verwendet wird, verbindet man die Ader mit E, die Abschirmung mit M. Punkt M muß außerdem mit Minus des Meßobjektes (Litze) verbunden werden. Das freie Ende der abgeschirmten Ader wird als Meßspitze (meist unter Zwischenschaltung eines Widerstandes oder Spannungsteilers) verwendet.

### 1. Prüfung des Netzteiles

- a) Netzanschlußkabel (braun und blau) an Primärwicklung (220 Volt) des Netzteil-Transformators löten. Sicherung einsetzen. Aufdruck auf dem Trafo beachten!
- b) Sekundärwicklung (20 V) über zwei Litzen mit den Punkten 1 und 2 der Netzteil-Platine (NTST 1569) verbinden.
- c) Minus-Meßleitung des Voltmeters an einem der mit "-" bezeichneten Lötstifte der Platine klemmen.
- d) Geeigneten Spannungsmeßbereich am Voltmeter einstellen (zu erwarten sind maximal 35 Volt Gleichspannung).
- e) Netzstecker einstecken.
- f) Plus-Meßschnur mit Prüfspitze an einen der mit "+" bezeichneten Lötstifte legen.
- g) Durch Drehen am Trimpotentiometer P 1 Spannung auf 15 Volt einregeln. Bei Drehung im Uhrzeigersinn (zum Kühlkörper des Leistungstransistors hin) muß sich die Spannung verringern. (Falls sie sich statt dessen erhöht, sind die Z-Diode und der Transistor T 2 zu überprüfen.)
- h) Zum Einkreisen evtl. Störungen seien hier einige Meßdaten angegeben. Sie gelten für eine eingestellte Ausgangsspannung von 15V.

**Tabelle 5:** Meßwerte an den Transistoren des Netzteils in Volt  
(In die Klammern können Sie Ihre eigenen Messungen eintragen.)

Transistor	Emitter (e)	Basis (b)	Kollektor (c)
T 1	15 ( )	15,5 ( )	25 - 30 <sup>1)</sup> ( )
T 2	5,6 ( )	6,2 ( )	15 - 16 <sup>2)</sup> ( )
T 3	15,5 ( )	15-16 <sup>2)</sup> ( )	25 - 30 <sup>1)</sup> ( )
T 4	15 ( )	15 ( )	15 - 16 <sup>2)</sup> ( )

1) Je nach augenblicklicher Netzspannung

2) Je nach Belastung des Netzteils

- i) Die Güte der Stabilisierung des Netzteils kann geprüft werden, indem man den Ausgang z.B. mit dem 27-Ohm-Widerstand aus dem Generator-Bausatz belastet. Die eingestellte Leerlaufspannung von 15 Volt darf sich dabei höchstens um 200 mV verringern.

## 2. Prüfung des Endverstärkers 35 Watt

- Netzanschlußkabel mit der braunen und blauen Ader an die Primärseite (220 V) des Verstärkertrafos löten. Aufdruck auf dem Trafo beachten!
- Die beiden Lötstifte T auf der Verstärkerplatine (EV 3071) mit zwei kräftigen Litzen mit der Sekundärseite des Trafos (50 V) verbinden. (Die Anzapfung 45 Volt bleibt unbenutzt.)
- Die beiden Lötstifte L auf der Verstärkerplatine mit zwei kräftigen Litzen mit dem Lautsprecher verbinden. (Der Lautsprecher sollte bereits eingebaut sein.)
- Schutzerde (gelb-grüne Ader des Netzkabels) mit Litze verlängern und an dem Lötstift M der Platine anlöten.
- Alle Trimpotis außer P 3 in Mittelstellung bringen.
- P 3 ganz nach links (zum daneben liegenden Elko C 15 hin) drehen.
- Voltmeter an die Lötstifte 10 und 11 der Platine legen, Minus an 10, Plus an 11.
- Meßbereich wählen, zu erwarten sind maximal 70 Volt Gleichspannung.
- Netzstecker einstecken.  
Das Voltmeter sollte jetzt (bei Mittelstellung von P 7) 30 - 40 Volt anzeigen.
- Trimmpoti P 7 zum Kühlkörper des daneben liegenden Transistors T 11 hin verdrehen.  
Die Spannung muß dabei ansteigen. (Fällt sie dagegen ab oder bleibt konstant, so arbeitet die Stabilisierung des Verstärker-Netzteils nicht. Löt-

stellen und Bestückung im Bereich der Transistoren T 10 bis T 13 untersuchen, am Emitter des T 13 müssen 22 Volt anliegen. Evtl. die Transistoren T 10 bis T 13 und die Z-Diode prüfen. Polung der Z-Diode? Trimpoti P 7 so einstellen, daß zwischen den Stiften 10 und 11 genau 45 Volt liegen.

- l) Positive Meßleitung des Voltmeters von Stift 11 wegnehmen und an den Pluspol des Elkos C 22 (2200  $\mu$ F) legen.
- m) Trimpoti P 4 langsam verstellen, bis die Spannung 22,5 Volt beträgt. (Halbe Betriebsspannung) Sollte sich diese Spannung nicht einstellen lassen, Lötstellen und Bestückung im Bereich der Transistoren T 5 bis T 9 sowie der Dioden D 1 - D 3, evtl. die Halbleiter selbst überprüfen.
- n) Trimpoti P 3 (Pegel) in Mittelstellung bringen.
- o) Mit dem Finger kurz an den Lötstift E (Eingang) tippen. Wenn hierbei ein kräftiger Brummtönen erscheint und die folgenden Sollwerte der Tabelle 5 eingehalten werden, (erlaubte Abweichung:  $\pm 20\%$ ) kann der Verstärker als funktionstüchtig angesehen werden.
- p) Trimpoti P 3 wieder auf Null zurückdrehen.
- q) Messungen gemäß Tabelle 6 vornehmen. Die negative Meßleitung des Voltmeters bleibt bei allen Messungen am Lötstift 10 der Platine.

Tabelle 6: Meßwerte an den Transistoren des 35-Watt-Verstärkers in Volt.  
(In die Klammern können Sie Ihre eigenen Messungen eintragen.)

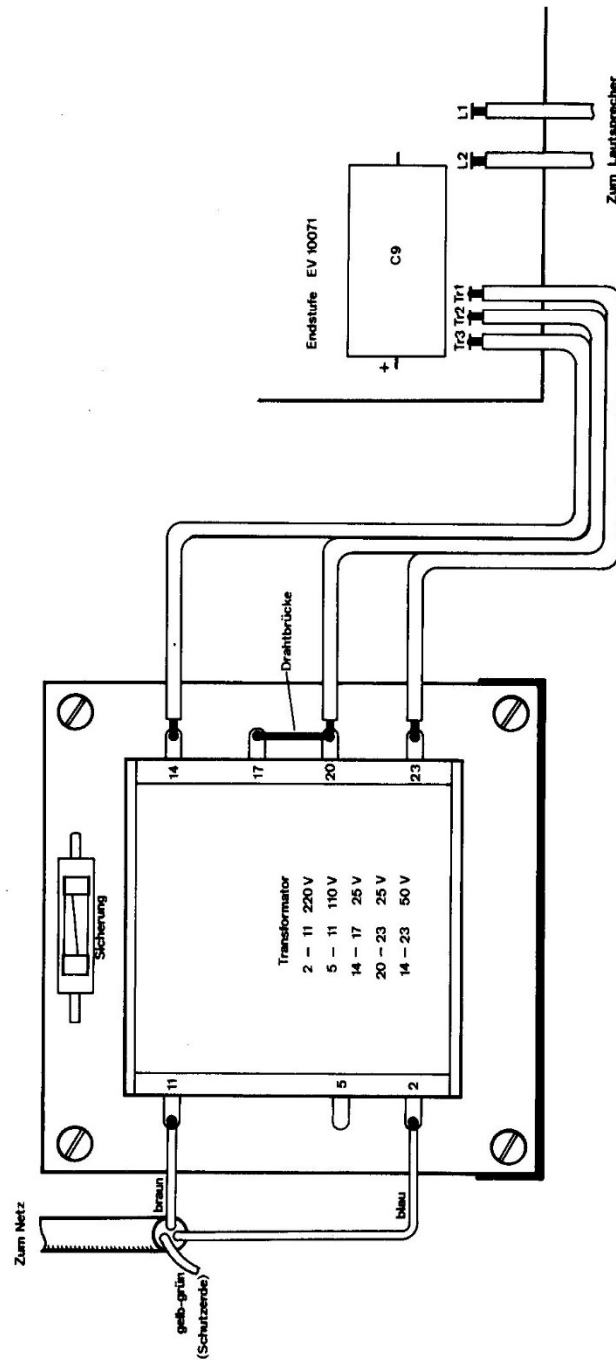
Transistor	Emitter (e)	Basis (b)	Kollektor (c)
T 1	0,1 ( )	0,7 ( )	1,5 ( )
T 2	0,9 ( )	1,5 ( )	8,6 ( )
T 3	8,0 ( )	8,6 ( )	22 ( )
T 4	2,3 ( )	2,9 ( )	10,8 ( )
T 5	0,6 ( )	1,2 ( )	22 ( )
T 6	22,5 ( )	22 ( )	0,5 ( )
T 7	23 ( )	23,5 ( )	45 ( )
T 8	22,5 ( )	23 ( )	45 ( )
T 9	0,0 ( )	0,5 ( )	22,5 ( )
T 10	45,5 ( )	46 ( )	60-70 <sup>1)</sup> ( )
T 11	45 ( )	45,5 ( )	60 - 70 <sup>1)</sup> ( )
T 12	45 ( )	45 ( )	46 ( )
T 13	22 ( )	22,6 ( )	46 ( )

1) Je nach augenblicklicher Netzspannung.

### 3. Prüfung des Endverstärkers (120 Watt)

- a) Verstärker-Transformator und Lautsprecher gemäß Abb. 15 mit der Verstärkerplatine verdrahten.

**Abb. 15:** Prüfaufbau für die 120 Watt-Endstufe



- b) Voltmeter mit negativer Meßleitung an den Lötstift L 2, mit positiver an den Lötstift L 1 klemmen. Litze zum Lautsprecher am Lötstift L 1 vorübergehend ablöten.
- c) Meßbereich etwa 50 Volt Gleichspannung einstellen.
- d) Netzstecker einstecken und dabei das Voltmeter beobachten. Es darf nur kaum merklich ausschlagen. Empfindlicheren Meßbereich (etwa 1 Volt) einstellen und die angezeigte Spannung durch Verdrehen des Trimpotentiometers P auf Null einregulieren.

Achtung: Zeigt das Instrument beim Einstecken des Netzsteckers eine hohe Spannung (20 - 30 Volt) an, so ist die Stromzufuhr sofort zu unterbrechen. Lötstellen im Bereich der Transistoren T 2, T 3, T 5, T 8 - T 10 und der Dioden D 1 bis D 8 untersuchen. Polung der Dioden?

- e) Litze zum Lautsprecher am Lötstift L 1 wieder anlöten. (Verstärker dabei ausschalten!) Falls sich die unter 2 d zu messende Spannung auf Null Volt einstellen läßt und die folgenden Prüfungen positiv verlaufen, ist der Verstärker in Ordnung.
- f) Meßbereich des Voltmeters auf etwa 50 Volt einstellen.
- g) Negative Meßleitung an den Lötstift M legen.
- h) Mit positiver Meßleitung die Pluspole der Elkos C 9 und C 10 abtasten. An beiden Elkos müssen etwa + 35 bis + 40 Volt anliegen.
- i) Positive Meßleitung an den Lötstift M legen.
- k) Mit negativer Meßleitung die Minuspole der Elkos C 11 und C 12 abtasten. An beiden Elkos müssen etwa -35 bis -40 Volt anliegen.
- l) Negative Meßleitung des Voltmeters an den Lötstift M legen.
- m) Mit positiver Meßleitung die Kathode der Z-Diode (beringte Seite, statt T 4) abtasten. Es müssen 12 Volt anliegen.
- n) Positive Meßleitung an den Kollektor des Transistors T 1 tasten. Hier müssen 3 - 5 Volt anliegen.
- o) Negative Meßleitung des Voltmeters an die Kathode der Diode D 7, positive Meßleitung an die Anode der Diode D 3 legen. Die hier anliegende Spannung (Diodenkette D 3 bis D 7) sollte nicht unter 1,4 und nicht über 1,8 Volt liegen.
- p) Mit dem Finger an den Lötstift E tippen. Im Lautsprecher muß ein Brummen erscheinen. (Es kann auch ein Tonsignal auf den Eingang gegeben werden. Die Eingangsempfindlichkeit beträgt etwa 120 mV eff, der Eingangswiderstand liegt bei etwa 68 K $\Omega$ .)
- q) Netzstecker ziehen.

#### 4. Prüfung der Vorstufe VVH 71 zum Verstärker 120 Watt

- a) Prüfaufbau der Endstufe nicht verändern.
- b) Lötstift A der Endstufe verbinden mit Lötstift -Ub der Vorstufe. (Litze)
- c) Lötstift B der Endstufe verbinden mit Lötstift + Ub der Vorstufe (Litze).
- d) Ausgang der Vorstufe (A) mit abgeschirmter Leitung mit Eingang der Endstufe (E) verbinden, Abschirmungen jeweils an die Stifte M. Die Vorbereitung von abgeschirmten Leitungen geht aus Abb. 14 hervor.
- e) Lautstärkeregler P 7 auf der Vorstufe nur geringfügig aufdrehen (Schleifer muß zum Baßregler P 5 zeigen)
- f) Alle übrigen Regler in Mittelstellung bringen.
- g) Schutz Erde des Netzkabels (gelb-grün) mit Litze verlängern und am Lötstift M der Vorstufe anlöten.
- h) Netzstecker einstecken.  
Wenn jetzt beim Antippen des Stiftes E der Vorstufe ein Brummtönen erscheint, der bei weiterem Aufdrehen des Lautstärkereglers P 7 stärker wird und wenn die folgenden Prüfungen positiv ausfallen, ist die Vorstufe in Ordnung.
- i) Lautstärkeregler P 7 ganz zudrehen.
- k) Negative Meßleitung des Voltmeters an den Lötstift M der Vorstufe klemmen.
- l) Alle Transistorenanschlüsse der Reihe nach abtasten und Meßergebnisse mit der folgenden Tabelle 7 vergleichen. (Abweichungen bis 20 % sind zulässig, berücksichtigen Sie auch bei allen Messungen die eventuelle Ungenauigkeit Ihres Instrumentes!)

Tabelle 7: Meßwerte an den Transistoren der Vorstufe in Volt  
(In die Klammern können Sie Ihre eigenen Meßwerte einsetzen.)

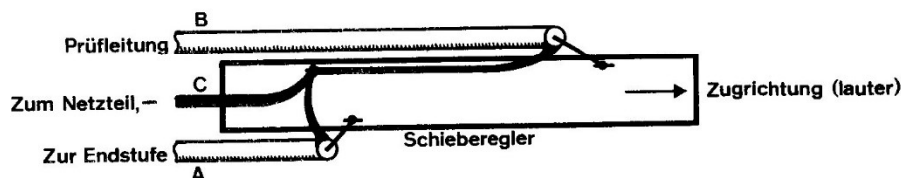
Transistor	Emitter	Basis	Kollektor
T 1	0,1 (   )	0,7 (   )	1,5 (   )
T 2	0,9 (   )	1,5 (   )	9,2 (   )
T 3	8,6 (   )	9,2 (   )	22 (   )
T 4	2,6 (   )	3,2 (   )	11 (   )

#### 5. Prüfung des Generators

- a) Generator "Minus" verbinden mit Netzteil "Minus".
- b) Generator "Plus" verbinden mit Netzteil "Plus".
- c) Netzteil einschalten.
- d) Spannung auf 15 Volt einstellen. Die Spannung nach dem Vorwiderstand RV (heiß!) muß dann etwa 8,8 Volt betragen.

- e) Zum Abhören der Generatorausgänge dient entweder ein Kopfhörer, unser Endverstärker oder ein Fremdverstärker (auch Rundfunkgerät). Falls ein Kopfhörer verwendet wird, verbindet man eine Klemme mit Minus Generator, die andere dient als Prüfspitze. Bei Kopfhörern unter 200  $\Omega$  Impedanz muß das Generatorausgangssignal über einen Vorwiderstand von etwa 100  $\Omega$  abgehört werden, um die integrierten Schaltkreise nicht zu gefährden. Bei Verwendung eines unserer Endverstärker (35 oder 120 Watt) muß das hohe Ausgangssignal des Generators (8,5 Vss) durch eine Spannungsteilerschaltung gemäß Abb. 16 herabgesetzt werden, um den Verstärker nicht zu übersteuern. (Dem 35 Watt-Verstärker dürfen nicht mehr als 10 mV eff., der 120 Watt-Endstufe ohne Vorstufe nicht mehr als 120 mV eff. zugeführt werden.)

**Abb. 16:** Spannungsteiler zur Prüfung des Generators



Die abgeschirmte Leitung A führt zum Endverstärker, Ader an E, Abschirmung an M. Die Ader der abgeschirmten Leitung B dient als Prüfspitze (Abschirmung am freien Ende wegschneiden und Ader verzinnen), die Litze C wird an Minus-Netzteil angelötet. Als Regler dient ein jetzt noch nicht benötigtes Potentiometer von 100 K $\Omega$  z.B. aus dem Bausatz Vibrato. Der Schleifer darf nur geringfügig in Richtung "lauter" eingestellt werden.

Nacheinander werden nun alle 96 Ausgänge (12 Kaskaden mit je 8 Tönen) des Generators abgehört. Am Ausgang 1 einer Kaskade liegt jeweils der höchste Ton, die folgenden Ausgänge 2,3... müssen jeweils eine Oktave tiefer klingen.

An einer einwandfreien Kaskade stellen sich folgende Meßwerte ein:

Emitter To	:	0 Volt
Basis To	:	- 2,8 Volt (Meßgerät umpolen!) Falls hier eine positive Spannung gemessen wird, schwingt der Hauptoszillator nicht. To und Spule untersuchen.
Kollektor To	:	+ 13 Volt
Emitter T 1	:	+ 3,6 Volt
Basis T 1	:	+ 6,2 Volt
Kollektor T 1	:	+ 8,8 Volt

An allen drei mit der Schaltung verbundenen Spulenanschlüssen müssen etwa 15 Volt anliegen.

## 6. Prüfung des Vibrato

Gleichzeitig mit dem Generator kann das Vibrato geprüft werden. Die beiden Regler brauchen nicht angeschlossen zu werden, wenn vorübergehend zwei Drahtbrücken von den Punkten 2 nach 3 und von 4 nach 5 gelötet werden. Es muß ein kräftiges, schnelles Vibrato zu hören sein.

## 7. Prüfung der Kontaktsätze

### a) Prüfung vor der Montage an die Tastatur

Beim Löten auf der Verharfungsplatine dürfen keine Zinnbrücken zwischen benachbarten Leiterbahnen entstehen. Besonders beim Anlöten des Kabelbaumes in der 16' - und 1' - Kontaktreihe sollte man jede Lötstelle genau betrachten. Falls beim Abisolieren der Litzenenden darauf geachtet wurde, daß die Isolierung höchstens 1 - 2 mm weit abgezogen und jedes Ende sauber verzinkt wurde, sind kaum Fehler zu erwarten. Ganz sicher lassen sich Zinnbrücken aufdecken, wenn man vor dem Aufschrauben der Metallgrundplatte alle benachbarten Leiterbahnen auf der Verharfungsplatine mit dem Ohmmeter (oder sonstigem Durchgangsprüfer) auf Kurzschlüsse untersucht. Es genügt, alle nebeneinanderliegenden Lötunkte in der 16' - Kontaktreihe und in der 1' - Reihe durchzuführen. (Am generatorseitigen Ende des Kabelbaumes dürfen sich die evtl. schon abisolierten Drahtenden nicht berühren.)

Man mißt also in der 16' Reihe zwischen C 1 und Cis 1, dann zwischen Cis 1 und D usw.; in der 1' Reihe zwischen c 2 und cis 2, cis 2 und d 2 usw.. Je nach -im Augenblick noch zufälliger- Lage der Kontaktfedern und der Anzahl der bestückten Fußlagen, ergeben sich bei diesen Messungen Widerstände zwischen 10 K $\Omega$  und einigen Megohm. Geringere Widerstände als 10 K $\Omega$  weisen auf einen Feinschluß, Widerstände von nahe null Ohm auf einen Kurzschluß zwischen den betreffenden Bahnen hin.

Eine Zinnbrücke läßt sich auch ohne Ohmmeter entdecken, wenn man den Generator an die Tastenkontakte anschließt und die Generatorausgänge am Generator nochmals abhört. (Die Ruheschienen müssen dabei mit Minus Generator und die 4-Volt-Leitung durch die Punkte "m" auf den KS-Platinen mit Netzteil, Punkt 3 verbunden sein). Falls alle Töne rein klingen, ist der Kontaktsatz in Ordnung. Zeigt sich jedoch bei zwei benachbarten Tönen ein heiseres Krächzen oder Klimplern, so liegt eine Brücke in der Verharfung vor. Die betroffenen Leiterbahnen müssen untersucht und der Fehler beseitigt werden.

### b) Prüfung des Kontaktsatzes nach der Montage an die Tastatur

- 1 Kontaktsatz gemäß Bauanleitung Tastenkontakte an die Tastatur montieren. (Das Untermanual hat gerade, das Obermanual schräge Tastenfronten!)
- 2 Netzteil und Generator anschließen (Kabelbaum!)
- 3 Minus Generator mit den Ruheschienen der Tastenkontakte verbinden.
- 4 Netzteil, Punkt 3 mit der Leitung "m" durch die KS-Platinen verbinden.
- 5 Montageschiene der Tastatur mit kurzer, kräftiger Litze mit den Ruheschienen verbinden.
- 6 Verstärker gemäß Punkt 5 e (Seite 27 ) dieser Bauanleitung vorbereiten.
- 7 Prüflleitung B (Abb.16) des Verstärkers an die 16' -Sammelleitung löten. (Diese Sammelleitung aus versilbertem Kupferdraht verläuft in gerader Richtung durch alle KS 971 - Platinen und ragt bei der KS-Platine auf der tiefsten Taste etwa 10 mm weit vor. Dort anlöten!)

## 8 Netzteil und Verstärker einschalten.

Falls jetzt –wenn noch keine Taste gedrückt ist– bereits ein Ton erklingt, liegt mindestens eine Kontaktfeder der 16' – Lage an der Kontaktschiene an. Betreffende Taste bzw. ganzen Kontaktsatz neu justieren.

Tasten der Reihe nach einzeln drücken. (Akkordspiel ist ohne angeschlossene Tonformung nur bedingt möglich.) Fehlt ein Ton, entsprechende Kontaktfeder der 16' überprüfen und ihr Schaltverhalten beobachten. Evtl. justieren. Fehlt der Ton immer noch, Kontaktstelle reinigen (Spiritus), fehlt er weiterhin, Prüflleitung des Verstärkers an der 16' Sammelleitung ablöten und direkt an die Schaltfeder halten, Feder dabei von der Ruheschiene abheben. Fehlt der Ton auch direkt an der Schaltfeder, sind ihre Verlötung mit dem Entkopplungswiderstand und die Zuleitung zum Generator zu überprüfen.

Falls alle Töne einer Oktave fehlen, ist die Verlötung des Widerstandes r 3 auf der betreffenden KS-Platine zu prüfen. Evtl. besteht auch eine Zinnbrücke zur Ruheschiene.

Wesentlich höhere Lautstärke einer Oktave gegenüber den anderen Oktaven deutet auf einen Lötfehler bei dem r 2 hin.

Übermäßiges Knallen im Lautsprecher beim Drücken und Loslassen einer Taste läßt ein Fehlen oder eine falsche Einstellung der 4 – Volt-Spannung vermuten. (Diese Spannung zur Klickunterdrückung darf nicht mit dem Voltmeter sondern muß nach Gehör eingestellt werden!)

Wenn alle Töne auf der 16' –Sammelleitung einwandfrei abhörbar sind, wird die Prüfung an der Sammelleitung des 1' (9. Kontaktreihe von unten) wiederholt. Wenn auch hier alle Töne fehlerfrei erklingen, ist der Generator in Ordnung und der Kabelbaum richtig angeschlossen.

Bei der nun analog durchzuführenden Prüfung der übrigen Fußlagen können evtl. auftretende Fehler jetzt noch im Tastenkontaktsatz selbst bzw. der Verharfung liegen.

Falls Zugriegel eingebaut werden und die sinusformenden Bauteile auf den KS-Platinen bereits montiert und die Sinus-Sammelleitungen verlötet sind (Bauanleitung Sinus-Zugriegelsystem), sollten die einzelnen Fußlagen ebenfalls schon jetzt überprüft werden. Die Sinus-Ausgänge liegen auf der Diskantseite des Manuals bei den Bohrungen 16', 8' usw. am hinteren Rand der letzten KS-Platine. Wenn auf den Rechtecksammelleitungen in allen Fußlagen alle Töne vorhanden waren, müßten sie auch an den Sinus-Ausgängen alle zu hören sein. Sind einzelne Abschnitte zu laut, zu leise oder unhörbar, Lötstellen auf der betreffenden KS-Platine untersuchen. Auf Zinnbrücken achten!

Bitte beachten! Die Lautstärke des Sinussignals ist wesentlich geringer als die des Rechtecksignals.

## 8. Prüfung der Impedanzwandler für Festregister

Die Platine SVF 1072 (vgl. Bauanleitung Tonformung) wird am besten in Verbindung mit dem fertigen und einwandfreien Manual geprüft. Platine gemäß Bauanleitung Tonformung (Best.-Nr. 1914) unter das Manual schrauben und wie folgt verdrahten:

- Netzteil, Minus verbinden mit SVF 1072, Minus.
- Netzteil, Plus (15 V) verbinden mit SVF 1072, Plus.

- c) Netzteil, Punkt 3 verbinden mit SVF 1072, Punkt E 4 V.
- d) SVF 1072, A 4 V verbinden mit Tastenkontakte, Leitung " m ". durch die KS-Platinen. (Die evtl. aus früheren Prüfungen noch an dieser Leitung liegende, direkte Verbindung zum Netzteil, Punkt 3 muß entfernt werden.)
- e) Netzteil und Generator betriebsfertig machen und mit den Tasten - kontakten verbinden. (Kabelbaum!)
- f) Minus Generator mit den Ruheschienen der Tastenkontakte verbinden.
- g) Endverstärker wie unter e (Seite 27 ) beschrieben, vorbereiten.
- h) Netzteil und Verstärker in Betrieb setzen.
- i) Beliebige Taste drücken und gedrückt lassen.
- k) Mit Prüflitung B (Abb.16) des Verstärkers zunächst die Eingänge der Platine SVS 1072 und dann die Ausgänge abhören. Falls alle Eingangssignale vorhanden sind, jedoch auf einem oder mehreren Ausgängen das Signal fehlt, sollten die betreffenden Stufen auf Bestückung, Zinnbrücken und Leiterbahnunterbrechungen auf der Platine untersucht werden.

#### 9. Prüfung der Impedanzwandler SVS 1072 für Zugriegel.

Falls Zugriegel in die Orgel eingebaut werden, kann die erforderliche Platine SVS 1072 in ähnlicher Weise wie die Platine SVF 1072 überprüft werden. Da ein Ausfall der Widerstände äußerst unwahrscheinlich ist, kann man sich, wenn überhaupt Störungen auftreten, auf die Prüfung der Kondensatoren und der Transistoren beschränken.

Die Lautstärke des Sinussignals ist sowohl an den Ein- als auch an den Ausgängen der Platine SVS 1072 wesentlich geringer als das Rechtecksignal an der Platine SVF 1072.

#### 10. Prüfung der Schiebesätze

Nach dem Bestücken der Platine und dem Wiederaufsetzen kann mit dem Ohmmeter zwischen M und dem Eingang eines beliebigen Zugriegels der Widerstand gemessen werden. Der Anfangswiderstand von 33 K $\Omega$  muß sich beim Herausziehen sprunghaft nach Wert der Abstufungswiderstände erhöhen und bei voll gezogenem Riegel etwa 60 K $\Omega$  erreichen.

#### 11. Prüfung des Sustain

- a) Fertigen Block polaritätsrichtig am Netzteil anschließen.
- b) Verstärker über Spannungsteiler ( Abb.16, Seite 27 ) an den Lötstift " 8' " der Platine PMS 370 anschließen.
- c) Eine Litze an beliebigen Generatorausgang löten.
- d) Eine Litze an Plus-Netzteil (15 Volt) löten.
- e) Netzteil, Generator und Verstärker in Betrieb setzen.
- f) Die vom Generator kommende Litze an der untersten Platine PMS 1370 an den Lötstift G 1 halten.
- g) Die von Plus Netzteil kommende Litze an der gleichen Platine an T 1 kurz antippen. Die Dioden öffnen und ein abklingendes Signal ertönt.
- h) Nacheinander alle Stufen durchtippen. Sollte eine Stufe nicht arbeiten, Dioden überprüfen.
- i) Die Funktion des Schalters Lang-Kurz kann simuliert werden, indem über die beiden Lötstifte eine Drahtbrücke gelötet wird. Am Trimpoti kann dann die gewünschte kurze Abklingzeit eingestellt werden.

## 12. Prüfung des Pedalsustains

- a) - mit zwei Fußlagen (Platinen PMS 370 und PMS 1370)

Prüfung verläuft analog zu der des Sustain nur mit dem Unterschied, daß die unter 11 d angegebene Litze an Minus Netzteil gelötet wird.

- b) - mit fünf Fußlagen auf Zugriegeln (Platinen PS 172, 272 und 372)

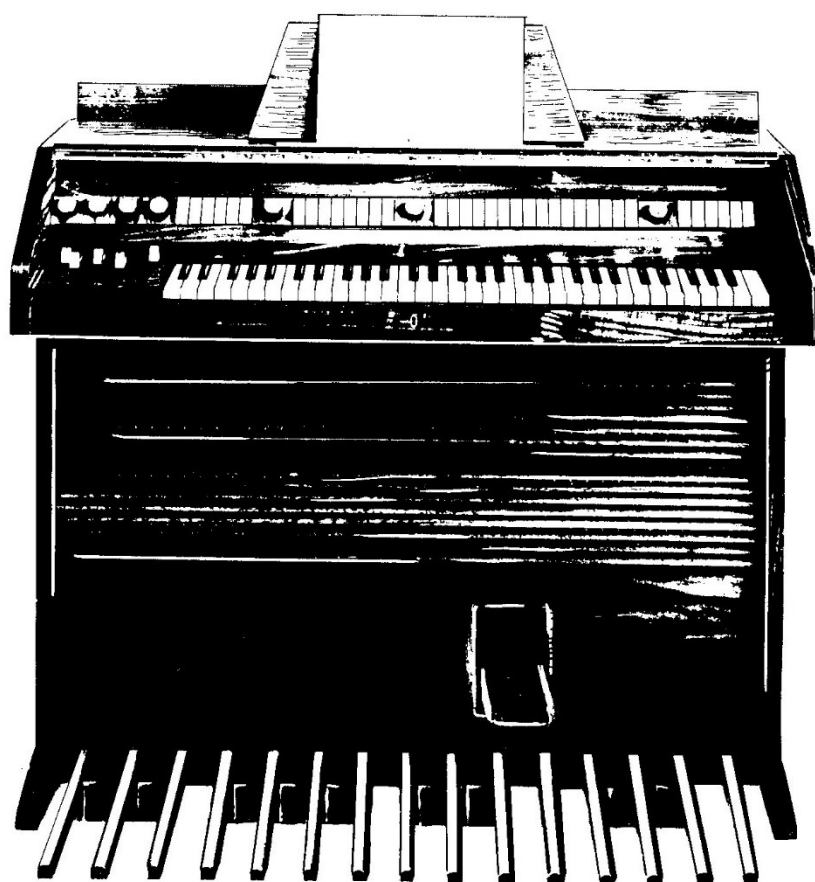
Die Prüfung dieser Baugruppe vor dem Einbau in die Orgel sei auf die Logik-Schaltung (Platine PS 172) beschränkt.

- 1) Netzteil, Minus verbinden mit Platine PS 372, Punkt - Ue.
- 2) Netzteil, Minus verbinden mit Platine PS 172, Punkt M.
- 3) Netzteil, Pluspol des Elkos C 1 verbinden mit Platine PS 372, Punkt + Ue.
- 4) Platine PS 372, Punkt + Ua verbinden mit Platine PS 172, Punkt + 5 V.
- 5) Generatorausgänge C 4, Cis 4 usw. bis H 4 und C 3 mit 13 Leitungen mit der Platine PS 172 verbinden.
- 6) Netzteil, Generator und Verstärker mit Spannungsteiler gemäß Abb. 16, (Seite 27) in Betrieb nehmen.
- 7) Anschlußpunkte für die Pedalkontakte (Seite "Ped" der Platine PS 172) der Reihe nach mit Masse (M) verbinden (kurzes Antippen genügt) und dabei mit dem Verstärker die Ausgänge SINUS 16' - 1' und SZ 16' und 8' abhören. Der zuletzt durchgeschaltete Ton muß so lange unverändert stehen bleiben, bis ein neuer Tastenanschluß auf Masse gelegt wird und damit ein neuer Ton erklingt. Benachbarte Sinus-Ausgänge und die beiden Sägezahn-Ausgänge müssen sich in der Tonhöhe jeweils um eine Oktave unterscheiden. Bei eventuellen Störungen Bestückung und Lötstellen prüfen.

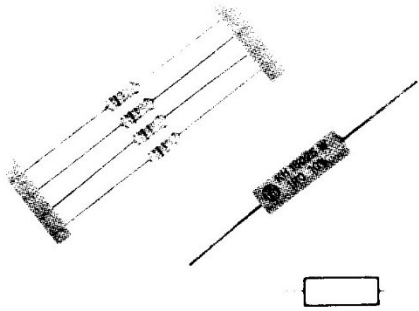
## 13. Prüfung der Effekte

Die Platine EF 72 kann innerhalb weniger Minuten überprüft werden, wenn Netzteil, Generator und Tastatur in Ordnung und betriebsfertig miteinander verbunden sind.

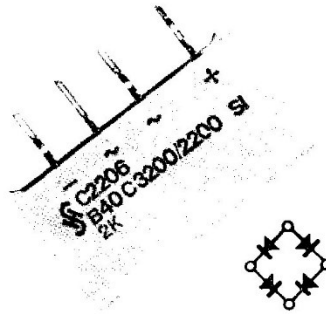
- a) Punkt m der Platine EF 72 verbinden mit Netzteil, Minus.
- b) Punkt k der Platine EF 72 verbinden mit Netzteil, Plus 15 V.
- c) Punkt a der Platine EF 72 verbinden mit der 4'-Rechtecksammelleitung der Tastatur.
- d) Punkt t der Platine EF 72 verbinden mit der 8'-Rechtecksammelleitung der Tastatur.
- e) Punkt u der Platine EF 72 verbinden mit Punkt c der gleichen Platine.
- f) Punkt i der Platine EF 72 verbinden mit Punkt f der gleichen Platine.
- g) Punkt v der Platine EF 72 verbinden mit Verstärker, E.
- h) Netzteil, Generator und Verstärker in Betrieb nehmen.
- i) Taste drücken und gedrückt lassen.  
Es muß ein Ton (der 8' - Lage) zu hören sein, dessen Lautstärke mit dem Trimpotentiometer P auf der Platine EF 72 auf ein Minimum gebracht werden muß.
- k) Taste lösen und (beliebige Tasten) erneut nacheinander drücken.  
Die einzelnen Töne müssen hart einsetzen und langsam ausklingen.
- l) Die am Punkt f angelötete Leitung auf Punkt e umlöten.
- m) Tasten drücken. Die Abklingzeit muß jetzt kürzer sein.
- n) Leitung an e wieder ablöten und am Schleifer des Reglers für die Repeatfrequenz anlöten.
- o) Beliebiges Ende dieses Reglers mit Punkt d der Platine EF 72 verbinden.
- p) Taste drücken. - Der erklingende Ton muß -je nach Reglereinstellung- in verschieden schneller Folge "zerhackt" werden.
- q) Leitung vom Ende des Reglers zum Punkt d vollkommen entfernen.
- r) Leitung am Schleifer des Reglers ablöten und am Punkt p der Platine EF 72 anlöten.
- s) Leitung am Punkt c der Platine ab- und am Punkt o wieder anlöten.
- t) Taste drücken. Der Ton muß langsam tremolieren.
- u) Leitung an p nach q umlöten.
- v) Taste drücken. Die Tremolo-Geschwindigkeit muß jetzt höher sein.



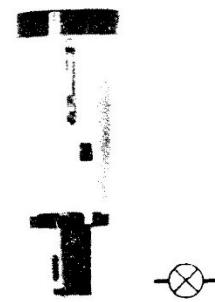
## 1. Widerstände



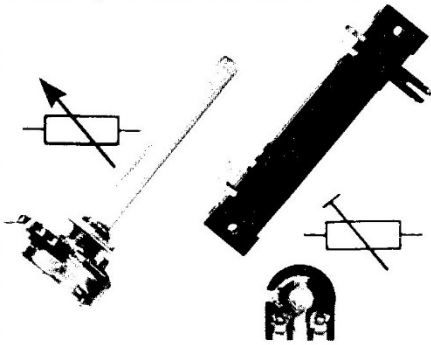
## 6. Gleichrichter



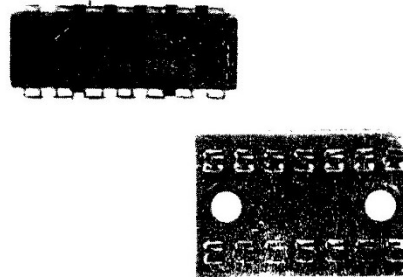
## 11. Lampen



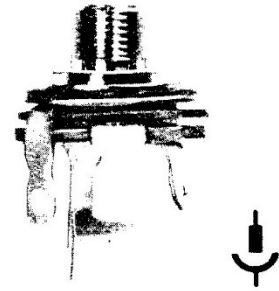
## 2. Potentiometer



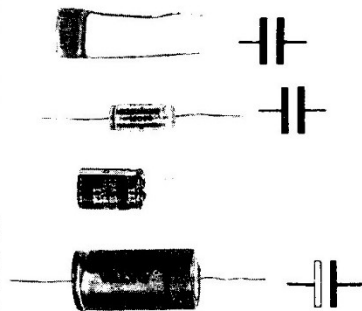
## 7. Integrierte Schaltkreise



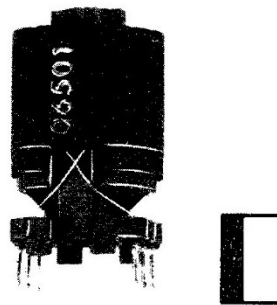
## 12. Buchse



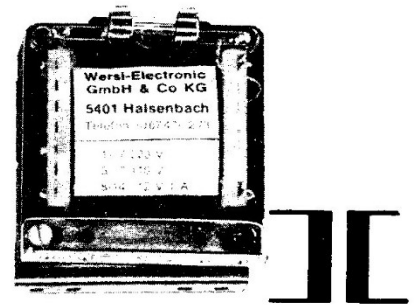
## 3. Kondensatoren



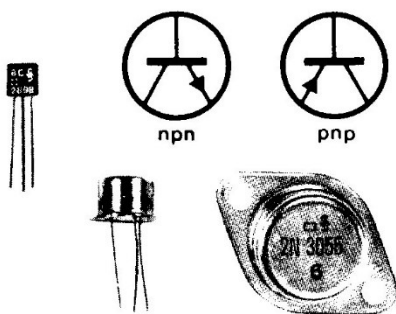
## 8. Spule



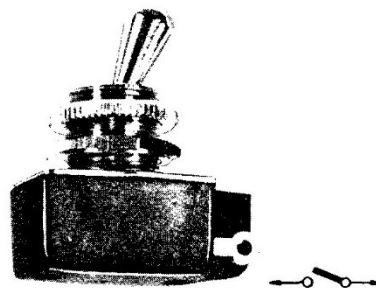
## 13. Transformator



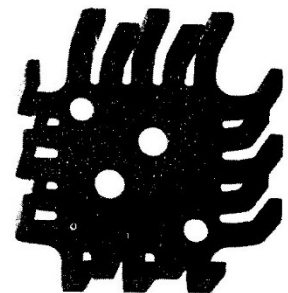
## 4. Transistoren



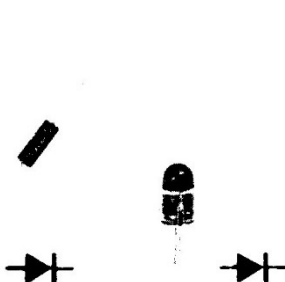
## 9. Schalter



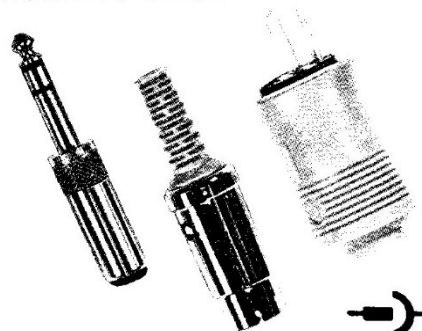
## 14. Kühlkörper



## 5. Dioden



## 10. Stecker



## 15. Schrauben

