

Allgemeines

Der Generator enthält viele kleine Einzelgeneratoren, von denen jeder eine elektrische Schwingung erzeugt, die den benötigten Tönen entspricht und durch einen Kopfhörer oder Verstärker mit Lautsprecher direkt abgehört werden kann. In der Orgel geht der Weg des Tonsignals jedoch von den Generatorausgängen erst in die Tastenkontakte, dann in die Klangformung und erst danach zum Verstärker und Lautsprecher.

Obwohl der Generator keine direkten Töne, sondern elektrische Schwingungen erzeugt und als Ausgangsspannung abgibt, spricht man auch schlechthin vom "Tongenerator".

Es bereitet viel Freude, mit wenigen Einzelteilen einen Ton erzeugen zu können, der zudem konstant ist und sich für eine Orgel gut eignet. Auch für den ganzen Generator ist der technische und arbeitsmäßige Aufwand relativ gering, so daß sich leicht hochwertige Generatoren großen Tonumfangs bauen lassen, die den Bau wirklich guter und klangschöner elektronischer Orgeln mit bester Betriebssicherheit ermöglichen.

Die für unsere Generatorbausätze entwickelten gedruckten Platinen erleichtern die Arbeit und verbessern das Ergebnis. Jede Platine ist mit einem großen T kenntlich gemacht und jeweils für eine Generatorkaskade bestimmt. Die Unterteilung des Generators in 12 einzelne Platinen, die heute auch von Herstellern hochwertiger fertiger elektronischer Orgeln bevorzugt wird, bringt Vorteile beim Aufbau, beim Service und auch beim Bezug der Bausätze, falls Einzelbezug gewünscht wird. Die Platinen sind gleich groß wie die des Netzteils und des Vibratos, auch untereinander völlig gleich und relativ klein. Dies erhöht die Übersichtlichkeit und ermöglicht wirkliche Serienarbeit. Da die Platinen beim Bestücken und Löten oft gewendet werden müssen, ist ihre handliche Größe besonders günstig. Der Zusammenbau des Generators ist sehr einfach und ergibt eine relativ kleine, leichte, gut aussehende, servicefreundliche und besonders stabile Einheit.

Die einzelnen Platinen bestehen aus erstklassigem, überstarken Pertinax und enthalten auf der Rückseite sämtliche Anschluß- und Verbindungsleitungen als fest aufgebrachte Kupfer-Folien-Belege. Diese Leitungen und Anschlußpunkte sind großflächig genug, um einfache und zuverlässige Lötungen "ohne Lupe" zu ermöglichen. Die Platinen sind gegen Oxydation geschützt und bleiben daher ständig gut lötfähig.

Die Platinen haben Löcher zur Aufnahme der Einzelteile und einen aufgedruckten Bestückungsplan, der genau zeigt, wo jedes Einzelteil hingehört. Es ist somit spielend leicht, die Einzelteile in die richtigen Löcher zu stecken und auf der Rückseite an den Kupferbelag der Platine festzulöten. - Darüberhinaus liegt die den theoretisch interessierten Orgelbauer ein genaues Schaltbild den Bausätzen bei. Dessen Einzelteilnummer stimmen mit der Stückliste überein.

Selbstverständlich kommen nur langjährig bestens bewährte und mehrfach geprüfte Einzelteile zum Versand, deren einwandfreie Beschaffenheit garantiert wird und die sich für den Orgelbau besonders gut eignen. Die Trafos brauchen neuerdings nicht mehr vorverzinnt, sondern nur noch eingesteckt und festgelötet zu werden. Die Transistoren lassen sich ohne vorheriges Abbiegen der Anschlußdrähte einstecken und festlöten, da die von uns gefundene Form der Anschlußstellen auf der Platine eng zusammenliegende Löcher ergibt. Alle Koppelkondensatoren können jetzt wie die übrigen Teile an der Pertinaxseite der Platine angebracht werden.

Näheres zum neuen System "Dr. Böhm 67"

Nachdem vor langen Jahren Dr. Böhm erstmalig in Europa eine elektronische Orgel mit gedruckter Schaltung gebaut und erstmalig in der Welt für seine elektronischen Orgeln einen transistorisierten Tongenerator entwickelt und benutzt hatte, folgte im Jahre 1962 die Umstellung auf das jetzige, niederohmige System, das sich seitdem allerbestens bewährt und durchgesetzt hat. Es besitzt eine sehr große Betriebssicherheit und Tonkonstanz. Es ermöglicht durch den obertonreichen Hauptoszillator und die Sägezahn-Frequenzteiler die bestmöglichen Klangergebnisse.

Wir wollen dieses System im wesentlichen beibehalten, weil es klangliche und technische Vorzüge in idealer Weise vereinigt, haben es aber in unserem Labor nach langjähriger Entwicklungsarbeit unter Leitung von Dr. Böhm noch weiter verfeinert und verbessert. Zwar ändert es sich äußerlich nur wenig und der Nachbau bleibt genau so einfach wie bisher, aber es erforderte umso mehr konstruktive Festlegungen und bringt eine weiter gesteigerte Qualität.

Für den Hauptoszillator wurde ein ganz neuer Spezialtransistor entwickelt, der von uns nach einem geheimen Verfahren nochmals nachbehandelt und selektiert wird. Für die Schaltungen wurden einfache, aber wesentliche Änderungen nach umfangreichen Versuchs- und Meßreihen ermittelt. Diese Neuheiten wurden übrigens zum patentamtlichen Schutz angemeldet.

Das neue System bringt insbesondere folgende Vorteile: Noch weiter verbesserte Stimmkonstanz, feinere und somit leichtere und genauere Einstellbarkeit der Stimmpotis, noch größerer Bereich des Gesamtstimmknopfes und ein auch bei laienhaftem Nachbau stets sicheres Anschwingen der Generatoren. Trotz gestiegener Unkosten wollen wir unsere Verkaufspreise weiterhin konstant halten.

Wirkungsweise

Unsere Generatoren arbeiten nach dem bewährten Dauertonverfahren, das von Dr. Böhm schon in den Jahren 1958 bis 1960 in Fachzeitschriften veröffentlicht wurde und in seinem kleinen Buch (Z 65) näher beschrieben ist.

Jede der 12 Platinen enthält eine Frequenzteilerkaskade, bestehend aus dem Hauptoszillator und 5 - 7 Frequenzteilern. Der Hauptoszillator erzeugt den höchsten Ton der Kaskade. Er ist besonders konstant und kann mit seinem Trimpotentiometer (Trimmpoti) Nr. 6 fein gestimmt werden.

Die Frequenzteiler erzeugen jeweils einen Ton, der eine Oktave tiefer liegt. Sie bilden eine Frequenzteiler - Kette. Die Töne einer Kaskade haben somit jeweils Oktavabstand voneinander. Auf einer C-Kaskade zum Beispiel liegen alle C-Töne, die die Orgel erzeugt, vom höchsten bis zum tiefsten C. Die beim 6-Oktaven-Generator von der C-Kaskade erzeugten Töne heißen: c₄, c₃, c₂, c', c und C. Der Hauptoszillator schwingt auf der Tonhöhe c₄.

Ein Generator enthält jeweils 12 solcher Kaskaden, entsprechend den 12 Halbtönen der Tonleiter: C, Cis, D, Dis, E, F, Fis, G, Gis, A, B (=Ais) und H. Ordnet man die 12 Kaskaden senkrecht und nebeneinanderstehend an, so kann man zeilenweise lückenlos ansteigend die Tonleiter sämtlicher Halbtöne abhören oder durch Leitungen den Tastenkontakten zuführen. Jede wagerechte Zeile enthält ja lückenlos alle 12 Halbtöne einer Oktave.

Die Glieder innerhalb jeder Frequenzteilerkette (Kaskade) sind durch kleine Koppelkondensatoren miteinander verbunden. Dies bewirkt eine Synchronisation der ganzen Teilerkette durch den Hauptoszillator. Die einzelnen Sperrschwinger werden mit ihren Trimpotis Nr. 29 nur grob auf den Oktavton eingestellt und vom jeweils darüberliegenden Ton

ganz exakt auf Oktavstimmung (im Frequenzverhältnis 1 : 2) festgehalten. Sie können sich nie verstimmen. Wenn man an ihrem Trimpoti dreht, ändert sich der Ton über einen großen Drehbereich hin überhaupt nicht. Erst an den Endpunkten dieses Bereiches springt er, wie durch einen Schalter umgeschaltet, plötzlich eine Oktave höher (in das Frequenzverhältnis 1 : 1) bzw. nach der anderen Seite hin eine Quinte tiefer (in das Frequenzverhältnis 1 : 3). Man braucht die Trimpotis nur ganz grob etwa in die Mitte des richtigen Tonbereiches, also der Oktave unter dem nächsthöheren Glied der Kette, einzustellen. Dies wird weiter unten genau beschrieben.

Infolge der durch die Koppelkondensatoren bewirkten Synchronisation im Oktavabstand brauchen zum Stimmen der ganzen Orgel nur die Trimpotis der 12 Hauptoszillatoren eingestellt zu werden. Alle anderen Töne gehen automatisch genau mit. Auch dieses Stimmen wird später genau beschrieben und erfordert wie der gesamte Orgelbau keine besonderen Vorkenntnisse oder Hilfsmittel.

An den Punkten 1 und 2 wird den Hauptoszillatoren die Betriebsspannung in Höhe von etwa 12 Volt von den gleichnamigen Punkten des Netzteiles her zugeführt. In den Punkten 3 wird die Vibratospannung vom gleichnamigen Punkt der Vibratoplatine her eingespeist. Die von dort herkommende sehr langsame Wechselspannung erzeugt im Tempo ihres Wechsels eine periodisch wechselnde Stimmungsänderung der 12 Hauptoszillatoren und somit aller Töne der Orgel. Dieses Vibrato lässt sich natürlich auf Wunsch abschwächen oder abstellen.

Der gleiche Punkt 3 dient zur Einspeisung der Gesamtstimmspannung vom gleichnamigen Punkt des Netzteiles her, so daß die am Gesamtstimmknopf eingestellte Gleichspannung die Tonhöhen (Stimmung) des gesamten Generators festlegt und verschiebbar macht. Die Orgel lässt sich dadurch im ganzen auf Wunsch von außen her mit einem Drehknopf höher stimmen oder tiefer, so daß man sie leicht anderen Instrumenten anpassen kann. Der Nachstellbereich beträgt nach beiden Seiten hin fast je einen Halbton.

Falls ein Hawaieffekt eingebaut wird, kann die Stimmung der Orgel unabhängig von der Stellung des Gesamtstimmknopfes durch einen Hebeldruck kurzzeitig nochmals um etwa einen Halbton gesenkt werden. Dieser für Unterhaltungsmusik beliebte Effekt wird auf einfache Weise laut Anleitung Z 35 durch Änderung der am Punkt 3 eingespeisten Gleichspannung erzeugt.

Der Hauptoszillator enthält zwei neue Spezialtransistoren. Er bildet eine spezielle Art Multivibrator. Vom Kollektor des einen Transistors gelangt die erzeugte Tonspannung über den Auskoppelkondensator A (Nr. 14) zum Ausgang (Nr. 15), vom Kollektor des anderen Transistors über den Koppelkondensator K1 (Nr. 25) zum obersten Sperrschwinger.

Die Sperrschwinger erhalten ihre Betriebsspannung in Höhe von ca. 6 V über den Anschluß Nr. 16 vom gleichnamigen Punkt des Netzteiles her. Der andere Pol dieser Spannung (Pluspol, Nr. 1) ist mit dem Hauptoszillator gemeinsam, so daß insgesamt zur Stromversorgung des Generators drei Leitungen (1, 2 und 16) dienen.

Die Sperrschwinger erzeugen die musikalisch wertvolle Sägezahn-schwingung, die bekanntlich sämtliche Obertöne enthält. Sie enthalten nur vier Einzelteile: Einen Spezialtransistor, einen kleinen, steckbaren Transformator (Trafo), ein Trimpoti und einen frequenzbestimmenden Kondensator. Die Tonhöhe des Sperrschwingers ist, wenn man von der Synchronisation absieht, außer von der Einstellung des Trimpotis noch von der Größe dieses Kondensators C (Nr. 27) abhängig. Während die übrigen Bauteile aller Sperrschwinger unter sich gleich sind, hat dieser Kondensator bei den einzelnen Sperrschwingern einer Kaskade verschiedene Werte. Näheres folgt. Etwas verein-

fachend kann man sagen, daß der Sperrschwinger durch die Synchronisation fein gestimmt wird, durch das Trimpoti grob eingestellt und durch den Kondensator ganz grob in der Tonhöhe festgelegt wird.

Auch die Koppelkondensatoren zwischen den einzelnen Sperrschwingern sind verschieden groß. Ihren Wert und die unterschiedliche Anschlußweise zeigt die nachstehende Tabelle. Beim Bau muß man lediglich auf die richtige Größe achten, während die Anschlußweise durch die Kupferbahnen der Platine schon von uns richtig festgelegt ist.

Die Ausgänge der Sperrschwinger liegen stets an den Punkten Nr. 26.

Die Einzelteile:

Die Einzelteilnummern der untenstehenden Stückliste stimmen mit dem Schaltplan überein, der dem Bausatz beiliegt. Sie brauchen sonst nicht weiter beachtet zu werden, da auf den Platinen nochmals genau aufgedruckt ist, wo jedes Einzelteil hingehört.

Stückliste:

- | | |
|--|---|
| 1 = + (vom Netzteil Nr. 1) | 18 = Widerstand 10 K Ω |
| 2 = - 12 V (vom Netzteil Nr. 2) | 19 = Spezialtransistor E 9 für Hauptoszillator (hat kurze Anschlußdrähte) |
| 3 = Vibratospannung (vom Vibrato Nr. 3), gleichzeitig Gesamtstimmspannung (vom Netzteil Nr. 3) | 20 = Widerstand 330 Ω |
| 4 = Widerstand 100 K Ω | 21 = Trafo, Anfang 400 Wdg. |
| 5 = Widerstand 10 K Ω | 22 = Trafo, Ende 400 Wdg. |
| 6 = Trimpoti 1 K Ω | 23 = Trafo, Anfang 200 Wdg. |
| 7 = Widerstand 1 K Ω | 24 = Trafo, Ende 200 Wdg. |
| 8 = Widerstand 10 K Ω | 25 = Koppelkondensator K zur nächsten Stufe (s.u.) |
| 9 = Spezialtransistor E 9 für Hauptoszillator (hat kurze Anschlußdrähte) | 26 = Ausgang des Sperrschwingers |
| 10 = Widerstand 330 Ω | 27 = Frequenzbestimmender Kondensator des Sperrschwingers (C) |
| 11 = Kondensator C 1 | 28 = Spezialtransistor E 1 für Sperrschwinger (hat lange Anschlußdrähte) |
| 12 = Kondensator C 2 | 29 = Trimpoti 47 oder 50 K Ω |
| C 1 und C 2 sind die frequenzbestimmenden Kondensatoren des Hauptoszillators | X = Brücke aus flexibler Litze (nur beim 6-Oktaven-Generat.) |
| 14 = Auskoppelkondensator A des Hauptoszillators, 4700 pF | Die Nummern 20 - 29 gehören zum ersten Sperrschwinger. Sie wiederholen sich ebenso bei den folgenden Sperrschwingern. |
| 15 = Ausgang des Hauptoszillators | |
| 16 = - 6 V (vom Netzteil Nr. 16) | |
| 17 = Widerstand 1 K Ω | |

Die Bestückung der 12 Hauptoszillatoren ist gleich bis auf die beiden frequenzbestimmenden Kondensatoren C1 und C2 (Nr. 11 und 12). Diese sind bei jeder Kaskade verschieden. Sie bestimmen ja die unterschiedliche Tonhöhe der einzelnen Kaskaden. Die Tonhöhe ist den Kondensatoren aufgedruckt. Da C1 und C2 einer Kaskade stets gleich groß sind, ist es gleich, welchen von beiden man als C1 und als C2 einsetzt.

Bei Bestellung einzelner Kaskadenbausätze bitten wir um Angabe, welche Tonhöhe für den Hauptoszillator gewünscht wird. Normalerweise liegen die Hauptoszillatoren beim

6-Oktaven-Generator
auf c⁴, cis⁴, d⁴, dis⁴, e⁴, f⁴, fis⁴, g⁴, gis⁴, a⁴, b⁴ und h⁴

und beim 8-Oktaven-Generator
auf c⁵, cis⁵, d⁵, dis⁵, e⁵, f⁵, fis⁵, g⁵, gis⁵, a⁵, b⁵ und h⁵.

Der 8-Oktaven-Generator reicht also nach oben und nach unten je eine Oktave weiter als der 6-Oktaven-Generator. Er umfasst die Töne von C bis h⁵, während der 6-Oktaven-Generator von C bis h⁴ reicht.

Bei Bestellung von Kaskadenbausätzen genügt die Angabe ihrer Größe und der Tonhöhe des Hauptoszillators, z.B.: "1 Kaskade 6fach c⁴".

Zu den Bausätzen gehören jetzt auch unsere neuen Spezialtrafos B 100, die wir eigens für unsere Orgeln fertigen. Sie haben ein grünes Kunststoffgehäuse und vier feste Anschlußstifte, mit denen sie in die Platine gesteckt und festgelötet werden.

Auskoppelkondensator A (14) des Hauptoszillators und frequenzbestimmende Kondensatoren C (27) der Sperrschwinger können räumlich verschiedene Größen haben. Der Bestückungsplan der Platine enthält nur eine dieser möglichen Raumformen. Es sind aber zusätzliche Löcher in den Platinen vorhanden, um auch andere Größen leicht einsetzen zu können.

Für unsere Hauptoszillatoren werden die frequenzbestimmenden Widerstände mit einer Genauigkeit von 1 oder 2 % geliefert, die frequenzbestimmenden Kondensatoren mit einer Genauigkeit von 1 % ! Vorteilhaft ist ferner die hervorragende Langzeitkonstanz aller Einzelteile.

Die neuen Spezialtransistoren für den Hauptoszillator, Typ E 9, die von uns nochmals nachbehandelt und selektiert wurden, sind kenntlich an den kurzen Anschlußdrähten. Es werden nach unserer Wahl zwei Arten geliefert: Entweder eine Art mit Metall-Gehäuse oder eine andere Art mit schwarzem Kunststoffgehäuse. Werden von uns die beiden Transistoren in der gleichen Art geliefert, so ist es gleichgültig, welcher Transistor als Nr. 9 und welcher als Nr. 19 eingesetzt wird. Werden aber diese beiden Transistoren gemischt geliefert, so wird pro Hauptoszillator ein Transistor von der einen Art und ein Transistor von der anderen Art gewählt. Jeder Hauptoszillator erhält dann zwei verschiedene Transistoren, wovon als Nr. 9 die Ausführung im Kunststoffgehäuse gewählt werden sollte. Durch diese Sortierung gleichen wir die bei Transistoren unvermeidlichen Exemplarstreuungen aus.

Alle Sperrschwinger sind unter sich bis auf die Kondensatoren gleich. Die Werte der Koppelkondensatoren betragen, wie auch im Bestückungsbild angegeben, anfangend beim Hauptoszillator:

K1	=	1. Koppelkondensator	200 pF	(von Kollektor nach Basis)
K2	=	2. Koppelkondensator	100 pF	(von Basis nach Kollektor)
K3	=	3. Koppelkondensator	100 pF	(von Basis nach Kollektor)
K4	=	4. Koppelkondensator	100 pF	(von Basis nach Kollektor)
K5	=	5. Koppelkondensator	50 pF	(von Basis nach Kollektor)
K6	=	6. Koppelkondensator	22 pF	(von Kollektor nach Basis)
K7	=	7. Koppelkondensator	10 pF	(von Kollektor nach Basis)

Die Koppelkondensatoren K2 und K7 werden beim 6-Oktaven-Generator nicht benötigt. Da dieser nur 5 Sperrschwinger enthält, werden auch nur 5 Koppelkondensatoren eingebaut.

Die in Klammern angegebene Schaltweise braucht beim Bau, wie erwähnt, nicht beachtet zu werden. Sie ist auf den Platinen bereits richtig vorgesehen und dient nur zur Vervollständigung des elektrischen Schaltbildes. Sie bedeutet z.B. bei K7: Vom Kollektor des 6. zur Basis des 7. Sperrschwingertransistors.

Allgemeines zum Aufbau

Wie schon zu Beginn des Kapitels "Die Einzelteile" erwähnt, ist das Bestücken der Platinen sehr einfach. Es kann ohne Vorkenntnisse leicht, rasch, einwandfrei und sicher ausgeführt werden.

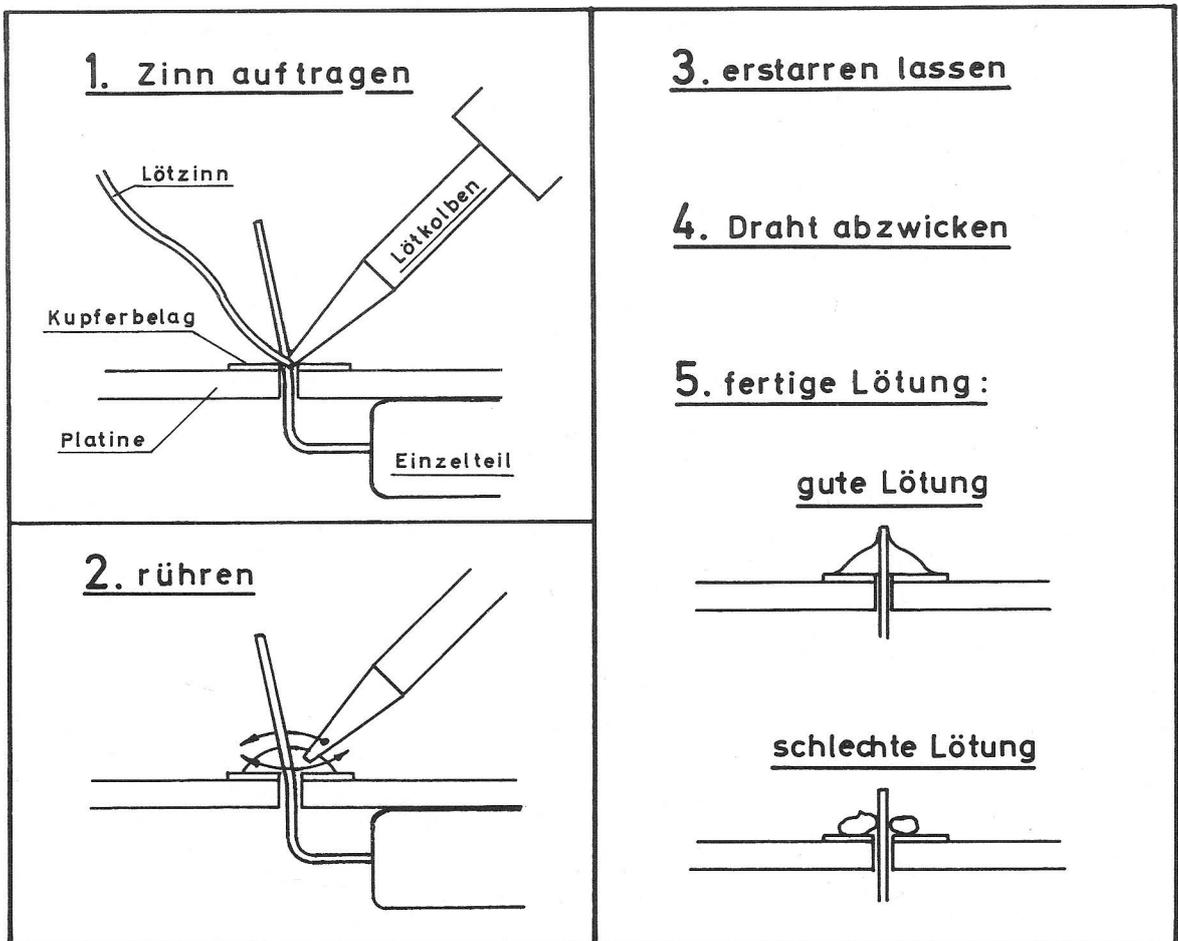
Die Einzelteile werden, wie auf der Platine aufgedruckt, in deren Löcher gesteckt und an der Kupferseite festgelötet. Die Plätze der Einzelteile sind also von uns genau angegeben. Sie lassen sich leicht finden. Damit ergibt sich auf Anhieb ein richtiger Aufbau. Von uns fertig bestückte Musterplatinen sind daher nicht erforderlich.

Das Löten ist die einfachste und sicherste Verbindungsart und sei hier trotz seiner Einfachheit näher beschrieben:

Man verwendet am besten einen mittelheißen, schutzgeerdeten LötKolben, keine Lötpistole, und nur unser Speziallötzinn. Dieses und das darin enthaltene wirksame Flußmittel besitzen die genügende Reinheit für gedruckte Schaltungen. Selbstverständlich werden beim Orgelbau niemals Löt fett, Lötwasser oder Salmiakstein verwendet, weil diese Mittel die Isolation zwischen den Leitern aufheben und deshalb in der ganzen Elektrotechnik verpönt sind.

Den LötKolben legt man in den LötPausen am besten auf ein Stück Aluminiumblech, das so gebogen wird, daß es den Heizkörper des Kolbens großflächig berührt und überschüssige Wärme aufnimmt, so daß der Kolben nicht zu heiß wird und lange sauber bleibt.

Beim ersten Anheizen des LötKolbens reibt man mit dem Lötzinn die Spitze kräftig ein, bis diese gut verzinkt ist. Sollten sich nach längerem Löten auf der Spitze schwarze Rückstände ansammeln, so entfernt man diese mit einem Lappen, damit sie nicht auf die Platine geraten.



Die in die Platine gesteckten Anschlüsse der Einzelteile berührt man gleichzeitig mit dem LötKolben und dem Lötzinn, bis etwas Zinn schmilzt und das im Zinn enthaltene Flußmittel verdampft und die erhitzten Metallteile somit säubert und für den Lötvorgang vorbereitet. Das Flußmittel ist nur wirksam im Augenblick des Verdampfens, daher soll man in der Regel stets den LötKolben und das Lötzinn zugleich an die Lötstelle bringen und nicht das Lötzinn vorher nur auf den LötKolben geben.

Nachdem nun etwas Zinn auf die Lötstelle geflossen ist, wird kein weiteres Zinn mehr zugegeben und das geschmolzene Zinn durch Bewegen des LötKolbens auch auf der Kupferfolie der Platine gut verteilt. Dieses Hin- und Herbewegen des LötKolbens oder Umfahren der Lötstelle ist wichtig, da die Metallteile in der Hitze gut mit dem geschmolzenen Zinn benetzt werden müssen. Geht die Grenze des Lötzinns flach auslaufend auf die Kupferfolie und den Draht über, so ist die Benetzung gut. Steht das Zinn kugelig auf dem anderen Metall wie ein Wassertropfen auf einem gut gewachsenen Auto, so ist die Lötstelle schlecht.

Man nehme nicht zuviel, aber auch nicht zuwenig Lötzinn. Für die Trafos nimmt man soviel Lötzinn, daß die kleinen Hohlknoten, aus denen die Anschlußstifte bestehen, voll Zinn bleiben, weil im Inneren dieser Anschlußstifte der eigentliche Anschlußdraht der Trafos von uns angelötet wurde.

Der Lötvorgang dauert nur wenige Sekunden. Er soll sauber und gründlich unter Bewegen des LötKolbens erfolgen. Bei den Transistoren und den silberfarbenen Styroflexkondensatoren (25, C1 und C2) sollte man etwas rasch lötten, damit sich nicht zuviel Hitze über die Anschlußdrähte ins Innere dieser Teile überträgt.

Das Zinn braucht einige Sekunden zum Erstarren. Solange dürfen die Teile nicht bewegt werden. Die Abkühlzeit kann man durch Blasen verkürzen.

Für Lötverbindungen außerhalb gedruckter Schaltungen gilt obige Arbeitsweise ebenfalls, sofern die Einzelteile vor dem Anlöten in ihrer Lage irgendwie fixiert werden können, z.B. durch Einstecken von Drähten in Lötösen oder durch Verdrillen. Andernfalls ist es richtiger, erst jede der beiden zu verbindenden Teile für sich allein, wie oben beschrieben, zu verzinnen. Erst dann werden die beiden Teile ohne weitere Lötzinngabe flächig nebeneinander gehalten und mit dem LötKolben verbunden. Litzenenden werden vorher verdrillt.

Vor dem Einsetzen werden die Anschlußdrähte der Widerstände und Kondensatoren passend abgebogen. Dazu faßt man den Draht nahe der Austrittsstelle mit einer Spitzzange oder Pinzette und biegt das freie Ende mit der Hand passend ab. So wird die Austrittsstelle geschont. Ein Drehen der Anschlußdrähte ist aus demselben Grunde zu vermeiden.

Die Drähte der Widerstände, die auf Klebestreifen geliefert werden, sollen nicht von diesen abgerissen, sondern zur Schonung abgeschnitten oder abgekniffen werden.

Bei Widerständen und Kondensatoren soll die Lötzinngrenze mindestens 2 mm vom Körper dieser Teile entfernt bleiben. Die Umhüllung der silberglänzenden Styroflexkondensatoren darf nicht mit dem LötKolben berührt werden, weil die Kondensatoren sonst leicht zerstört werden.

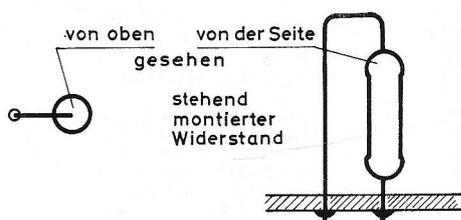
Nach dem Einsetzen der Widerstände und Transistoren (die Reihenfolge wird unten im Kapitel "Arbeitsgang beim Bestücken" angegeben) biegt man die herausstehenden Anschlußdrähte ein wenig ab, damit diese Teile nicht wieder herausfallen können, lötet sie, wie oben erwähnt, fest und schneidet dann die überstehenden Drahtenden ab.

Die Transistoren werden beim Einlöten gekühlt, damit sich übermäßige Löthitze nicht über die Anschlußdrähte ins Innere übertragen kann. Hierzu gibt es viele Methoden. Wir bitten aber, die folgende anzuwenden, weil sie einfach und sicher ist, Kriechspannungen kurzschließt, und weil man mit Sicherheit wirklich den Draht kühlt, den man an der anderen Platinenseite festlötet. Sie hat sich am besten bewährt.

Man stellt ein kleines Gefäß mit kaltem Wasser bereit, steckt die Transistoren so in die zugehörigen Löcher, wie unten genauer angegeben, befeuchtet drei Finger der linken Hand gründlich und hält damit alle drei Anschlußdrähte zwischen Austrittsstelle und Platine gut fest. Danach nimmt man mit dem LötKolben von dem Lötzinn, das entgegen der sonstigen Arbeitsweise auf dem Tisch liegt, etwas Zinn ab und bringt es rasch auf die Lötstelle, die man nach der üblichen Arbeitsweise fertigstellt. Die Abkühlzeit wird durch Blasen verkürzt. Erst nach dem Abkühlen der dritten Lötstelle läßt man den Transistor los.

Wie herum die Transistoren eingesetzt werden, ist auf den Platinen aufgedruckt. Die richtige Polung ergibt sich schon von selbst, da die Anschlußlöcher auf der Platine in derselben Dreieckform angeordnet sind wie die Anschlußdrähte der Transistoren.

Die Anschlußdrähte sollen übrigens bei Transistoren immer an den Austrittsstellen gerade bleiben, da sonst das Gehäuse undicht werden kann. Ein Abbiegen der Drähte ist ja beim Generator ohnehin nicht erforderlich.



Bei Widerständen und Kondensatoren ist es gleich, wie herum (in welcher Polung) sie eingesetzt werden.

Wie auf der Platine angegeben, werden einige Widerstände liegend, einige stehend eingebaut. Letzteres zeigt obiges Bild.

Auf der Platine sind diejenigen Einzelteile, die beim 6-Oktaven-Generator fehlen, gestrichelt gezeichnet. Dies betrifft das erste und das letzte Sperrschwingerfeld. Beide werden ja beim 6-Oktaven-Generator nicht bestückt. Das erste freibleibende Feld wird beim 6-Oktaven-Generator durch die strichpunktiert auf die Platine gezeichnete isolierte Litze X überbrückt.

Die Tonausgänge der Sperrschwinger sind auf der Platine mit der Tonhöhe, z.B. "c² - h²" bedruckt.

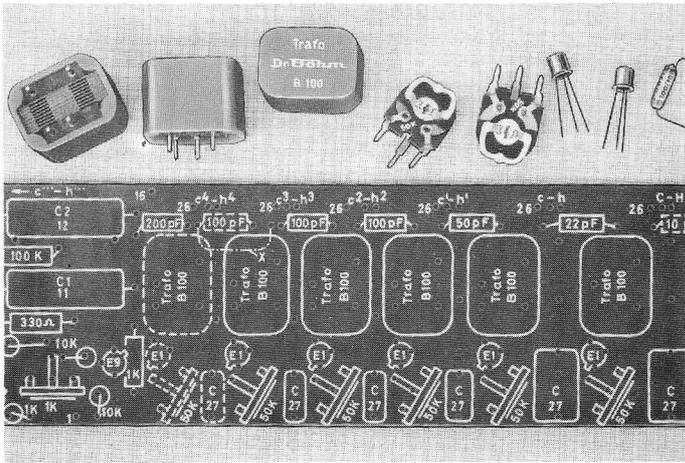
Arbeitsgang beim Bestücken

Alle Einzelteile werden dort, wo sie auf der Platine aufgedruckt sind, eingesteckt und festgelötet. Das Bestücken unserer Platinen erfordert weniger Zeit als das Studium vorstehender Einführungen. Man wählt am besten die folgende Reihenfolge:

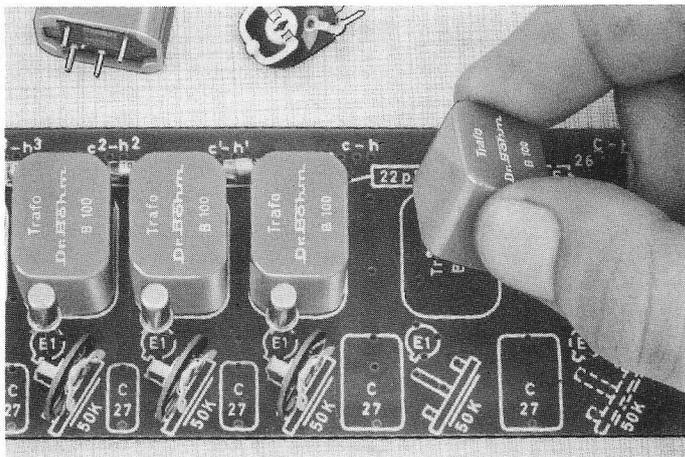
Trafos einsetzen und festlöten.

Sperrschwingertransistoren (E1) mit den drei Anschlußdrähten in die zugehörigen Löcher einstecken (Emitter weist zum Platinenrand). Kopf-oberkante auf 20 - 24 mm Abstand von der Platine bringen und wie oben beschrieben unter Kühlung festlöten.

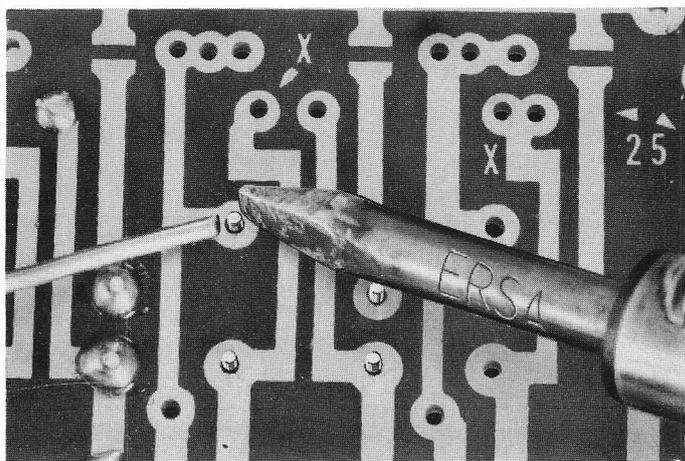
Trimpotis der Sperrschwinger (50 K) einsetzen. Der mittlere der drei Anschlußpunkte ist auf der Platine zweimal vorgesehen, damit sowohl Trimpotis mit versetzten als auch solche mit in einer geraden Linie liegenden Anschlüssen eingesetzt werden können. Ein Anschlußloch bleibt daher jeweils frei. Erst den mittleren Anschluß festlöten, dann Platine wenden, Anschluß nochmals nachlöten und Trimpoti gleichzeitig gut senkrecht stehend andrücken. Dann die anderen beiden Anschlüsse festlöten.



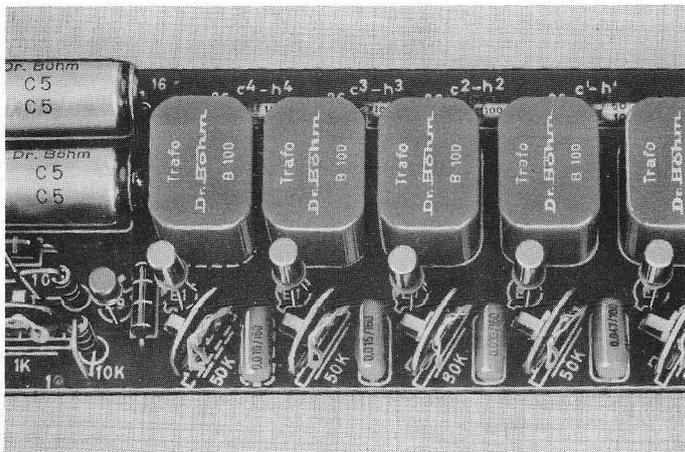
Die Platinen haben Löcher zum Einsetzen der Einzelteile



Die Einzelteile werden laut aufgedrucktem Bestückungsplan in die Löcher gesteckt



Auf der Rückseite der Platine lötet man die Anschlüsse der Einzelteile am Kupferbelag fest



Die fertige Platine ist betriebsicher

Koppelkondensatoren (10 pF - 200 pF) einsetzen und festlöten. Isoliermantel nicht mit LötKolben berühren.

Beim 6-Oktaven-Generator Brücke aus Litze X einsetzen und festlöten.

Frequenzbestimmende Kondensatoren C 1 und C 2 des Hauptoszillators (Nr. 11 und 12) einsetzen und festlöten. Dürfen innerhalb einer Platine unter sich vertauscht werden. Tonhöhe ist aufgedruckt. Jeweils zwei Kondensatoren mit der betreffenden, gleichen Tonhöhe einsetzen, also zwei Kondensatoren mit Aufdruck "c4" für den Hauptoszillator der C-Kaskaden des 6-Oktavengenerators usw.

Auf der Platine befinden sich zusätzliche Löcher für einen eventuell parallel zu C 2 zu schaltenden Kondensator, die in der Regel frei bleiben und nur für seltene Korrekturzwecke benötigt werden.

Auskoppelkondensator A des Hauptoszillators (4700 pF) einsetzen und festlöten.

Spezialtransistoren E 9 für Hauptoszillator, wie auf der Platine aufgedruckt und wie es aus der Anordnung der Anschlußlöcher hervorgeht, einsetzen (also anders herum als bei den Sperrschwingern; Kollektor weist zum Platinenrand). Nur soweit einstecken, daß die Drähte später nicht gekürzt zu werden brauchen. Unter Kühlung festlöten.

Widerstände - laut Platinenaufdruck - teils liegend, teils stehend einstecken und festlöten. Die Körper der den Transistoren benachbarten Widerstände sollen zu den Transistoren zeigen, damit deren Metallgehäuse nicht von den Anschlußdrähten berührt werden können.

Trimpoti 1 k Ω des Hauptoszillators wie die übrigen einsetzen und festlöten.

Die Platinen können in ca. je 15 Minuten bestückt werden. Sie sehen sauber aus und sind betriebssicher. Das Einsetzen der noch fehlenden Kondensatoren C (Nr 27) in die Sperrschwingerfelder ist nachstehend beschrieben und erfordert nochmals etwa 10 Minuten pro Platine.

|| Das Intonieren

Während die Hauptoszillatoren ohne weiteres betriebsfertig sind, müssen die frequenzbestimmenden Kondensatoren der Sperrschwinger zum Intonieren der Kaskade zunächst probeweise eingesetzt, notfalls nochmals umgesetzt und erst dann endgültig festgelötet werden. Auch dieser einfache Arbeitsgang kann, wie nachstehend beschrieben, ohne technische und musikalische Vorkenntnisse rasch und sicher ausgeführt werden.

Jede Platine wird zunächst einzeln für sich auf dem Arbeitstisch intoniert und abgehört. Zuerst verbindet man ihre Stromversorgungsanschlüsse Nr. 1, 2 und 16 mit den gleichnamigen Anschlüssen des ebenfalls lose auf dem Tisch liegenden Netzteils durch flexible Litzen.

|| Dann stellt man laut Netzteilanleitung die beiden Spannungen mit Hilfe der Drahtwiderstände der Netzteilplatine ein.

Zum Abhören der Töne dient der Plattenspielereingang eines Radios. Man verbindet ihn mit einem Stück abgeschirmter Leitung. Deren anderes Ende wird mit dem Abschirmmantel an Nr. 1 (Masse) der Generatorplatine angeschlossen und mit der inneren Ader an einen Widerstand 1 M Ω , dessen freies Ende versuchsweise an den Ausgang des Hauptoszillators (Nr. 15) gehalten wird. Es muß ein hoher, sauberer Ton zu hören sein, dessen Höhe sich etwas ändert, wenn man an dem Poti 6 dreht. Das benutzte Ende des Widerstands wird beiseite gelegt. Es dient auch später dazu, um die Töne zu kontrollieren.

Statt eines Radios kann auch ein Kopfhörer mit 2 000 Ω oder mehr in Reihe mit einem Widerstand 1 M Ω zum Abhören benutzt werden.

Man schaltet den Strom wieder aus, was stets durch Herausziehen des Netzsteckers aus der Steckdose geschieht, und stellt sämtliche

Trimpotis in Mittelstellung. Es folgt das eigentliche Intonieren. Man überbrückt beim obersten, nahe dem Hauptoszillator gelegenen Sperrschwinger die doppel-T-förmige Unterbrechung der Zuleitung der Betriebsspannung zum Trafoanschluß 23. Dies läßt sich durch Auftragen von r e i c h l i c h Lötzinn bei waagrecht liegender Platine sehr einfach erreichen. Ebenso leicht kann man diese Stelle bei senkrecht stehender Platine für eventuelle Prüfzwecke wieder einmal auftrennen.

Dann schließt man den frequenzbestimmenden Kondensator C dieses Sperrschwingers zunächst provisorisch an. Hierzu wählt man aus unserem Sortiment einen Kondensator von etwa 6,8 - 10 nF (für den 8-Oktaven-Generator) oder 8,2 - 15 nF (für den 6-Oktaven-Generator) und heftet ihn mit etwas Lötzinn an die Kupferseite der Platine in der Nähe seiner Anschlußpunkte, so daß diese frei bleiben, oder an andere, damit verbundene Lötstellen, ohne seine Anschlußdrähte zu kürzen. Bei einer neueren Ausführungsform dieser Kondensatoren mit V-förmig gebogen gelieferten Anschlußdrähten genügt auch meist einfaches Einstecken von der Kupferseite her ohne Festlöten.

Nach Einstecken des Netzsteckers berührt man mit der Abhörleitung den Ausgang dieses Sperrschwingers und hört nun einen Ton. Dieser soll eine Oktave tiefer sein als der des Hauptoszillators. Um zu prüfen, ob es sich wirklich um die Oktave handelt, dreht man das Trimpoti aus der Mittelstellung heraus vorsichtig (bitte nicht ganz!) nach rechts, bis der Ton des Hauptoszillators erscheint.

Wie schon erwähnt, kann ja der Sperrschwinger nur aus derselben Tonhöhe wie der Hauptoszillator oder eine Oktave tiefer oder auf bestimmten, noch tieferen Tönen schwingen. Jedesmal kann man am Poti ziemlich weit drehen, ohne daß der Ton sich ändert. Erst bei einem bestimmten Punkt springt der Ton in eine andere Lage.

Ist der Ton nun in die Tonlage des Hauptoszillators gesprungen, was man durch Vergleich deutlich hört, so dreht man wieder nach links. Der erste jetzt erscheinende Ton ist der richtige, nämlich die Suboktave zum Hauptoszillator. Beim Intonieren braucht das Ohr also nur zu unterscheiden, ob es sich um zwei gleiche oder um zwei weit auseinanderliegende Töne handelt.

Nun verstellt man das Poti vorsichtig nach beiden Seiten hin und prüft, von welchem Punkt bis zu welchem Punkt der richtige Ton kommt. Dann stellt man das Poti etwa in die Mitte dieses Bereiches.

Steht der Schleifer des Potis nun etwa im mittleren Teil der Widerstandsbahn, so ist es gut. Steht er jedoch im rechten Drittel der Widerstandsbahn, also bei sehr kleinen Ohmwerten, so wählt man den nächstkleineren Kondensator; steht er ziemlich weit links, so muß der nächstgrößere Kondensatorwert eingesetzt werden, um den richtigen Ton etwa in Mittelstellung des Potis zu erhalten.

Danach wird in derselben Weise der zweite Sperrschwinger intoniert, der wiederum eine Oktave tiefer liegen soll. Der Kondensator muß meist etwa doppelt so groß sein wie vorher, jedoch gelten alle diese Größenangaben der Kondensatoren nur als Anhaltspunkt und erst der Versuch bringt letzte Klarheit. Der Vergleichston ist nun der nächsthöhere Sperrschwinger, nicht mehr der Hauptoszillator.

In gleicher Weise werden der Reihe nach die übrigen Sperrschwinger intoniert. Stets werden erst dann die Unterbrechungen auf der Platine durch einen Lötzintropfen überbrückt und die Kondensatoren eingesetzt, wenn der betreffende Sperrschwinger an der Reihe ist. - Bei den ganz tiefen Tönen darf der Schleifer des Trimpotis auch etwas links stehen; der Ton soll aber ganz links nach Möglichkeit noch einmal tiefer springen.

Das Intonieren ist also einfach und gelingt auch ohne Vorkenntnisse stets auf Anhieb. Man braucht stets nur durch Vergleich mit dem Hauptoszillator oder dem nächsthöheren Sperrschwinger den gleichen, dann den nächsttieferen Ton einzustellen und zu sehen, ob dieser etwa in der Mitte des Potibereiches liegt. Hin und wieder wird es erforderlich sein, den jeweils nächstliegenden Kondensatorwert zu wählen.

Abschließend werden die Kondensatoren sauber auf die andere Platinnenseite umgesetzt und festgelötet. Danach hört man die Platine nochmals ab, legt sie zur Seite und stellt in gleicher Weise die übrigen 11 Kaskaden fertig.

Sonstiges

Die neuen Platinen und Einzelteile ermöglichen einen überaus raschen, einfachen, sauberen und betriebssicheren Aufbau, so daß auch anspruchsvollste Kunden begeistert sind.

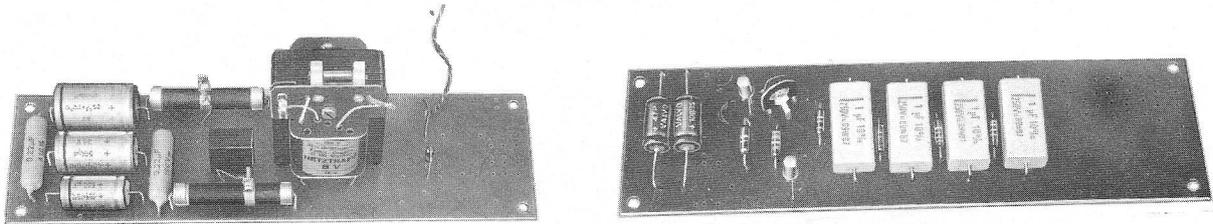
Später werden laut Vibratoanleitung Z 13 die 12 Kaskaden mit Netzteil und Vibrato zu einer festen Einheit verbunden. Alle Einzelteile, Trimpotis, Ausgänge und Lötstellen liegen dann übersichtlich und gut von einer Seite erreichbar.

Die Hauptoszillatoren brauchen nicht intoniert zu werden. Sie schwingen von Anfang an etwa auf der richtigen Tonhöhe. Mit dem Trimpoti 6 können sie ganz fein eingestimmt werden. Dies erfolgt jedoch erst nach dem Zusammenbau der Orgel, da sich der Ton nach Anschluß der Tastenkontakte noch geringfügig ändert. Das Stimmen ist genauestens in der Anleitung für Klangformung (Z 16) beschrieben.

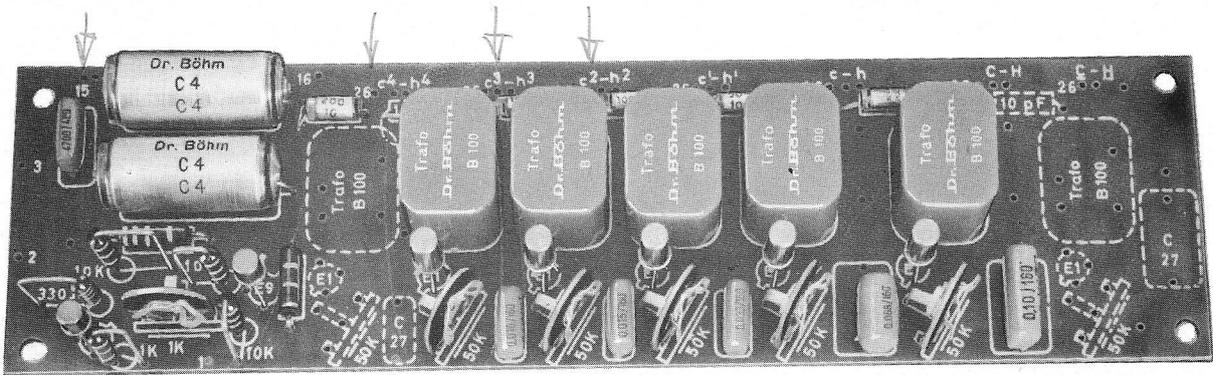
Kunden, die größere Stückzahlen von Orgeln bauen, können sich zum Intonieren ein praktisches Intoniergerät anfertigen und erhalten dann von uns gern eine nähere Mitteilung.

Wir wünschen Ihnen viel Erfolg. Der Aufbau wird glatt vor sich gehen. Wer ausnahmsweise das Intonieren nicht selbst vornehmen möchte, kann die Platinen zum Abgleich an unsere Intonierabteilung einsenden und erhält sie in betriebsfertigem Zustand zurück, wobei wir nur geringe Pauschal-Arbeitspreise berechnen (vergl. Preisliste).

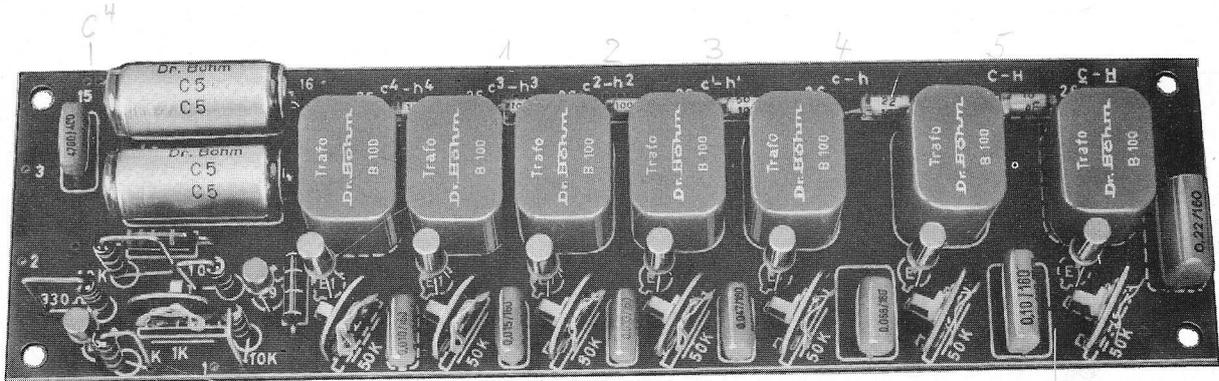
Als nächstes folgen Klaviatur und Kontakte, nach deren Anschluß die Orgel schon gut klingend gespielt werden kann, jedoch steigert sich die Tonqualität erst nach Einbau einiger Klangfilter zu einem wahren Erlebnis.



Netzteil und Vibrato
(ohne die Teile, die außerhalb der Platine sitzen).

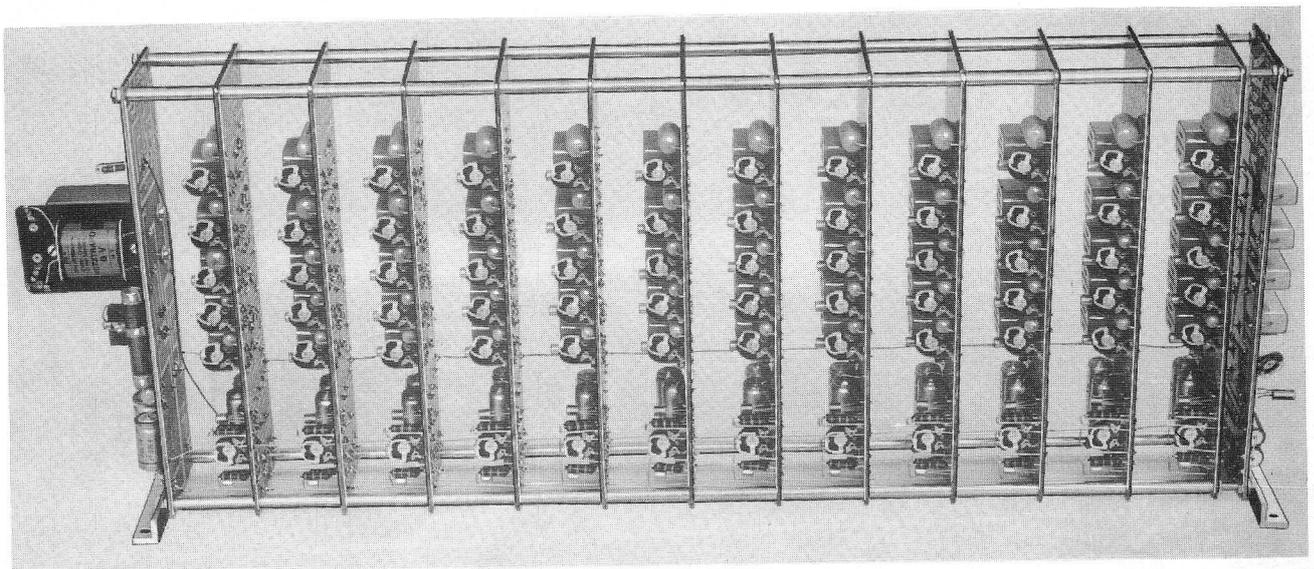


Fertige 6-fache Kaskade



Fertige 8-fache Kaskade

Fertiger Generator mit 6 Oktaven



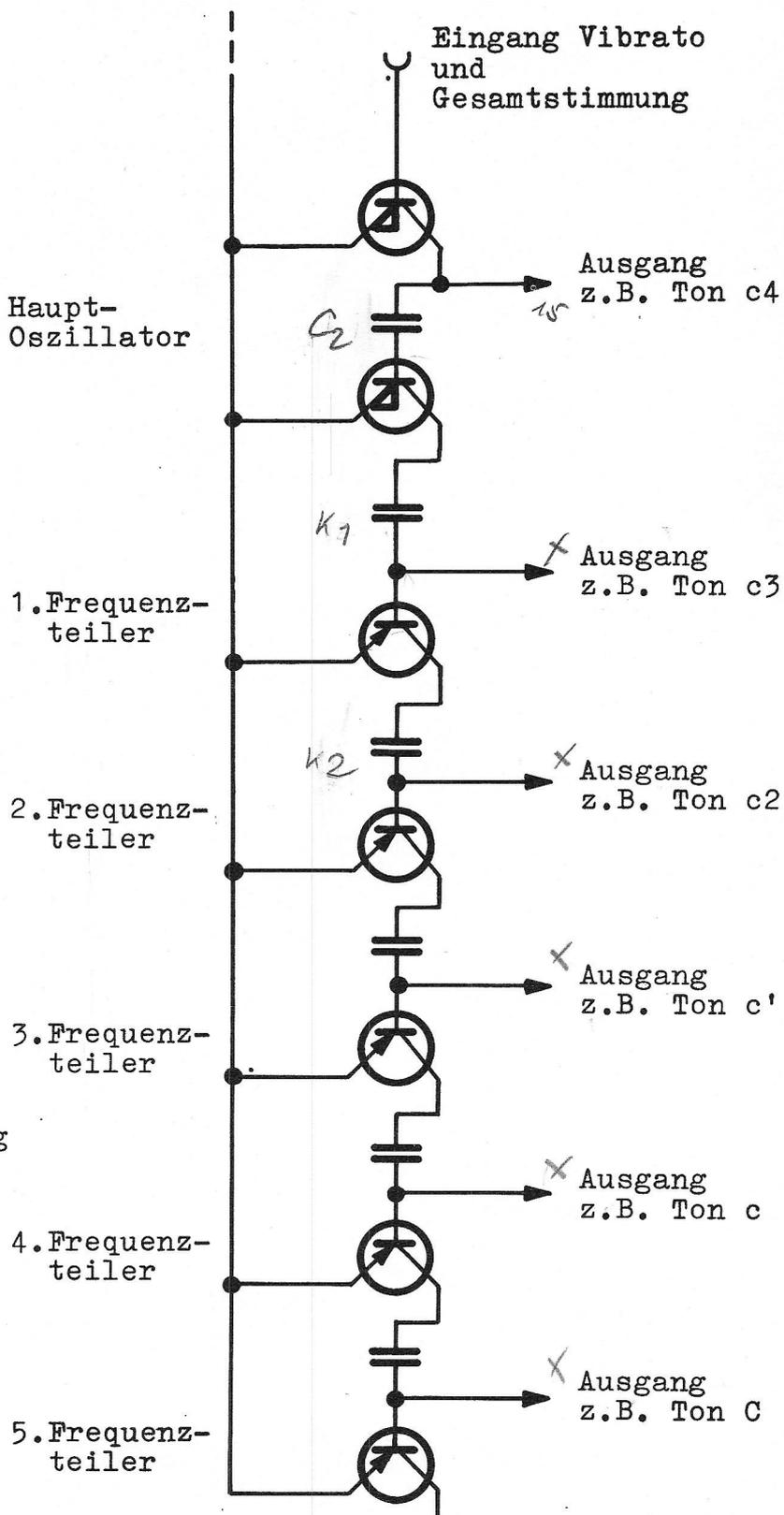
Die Generatorschaltung entspricht wie bisher im Prinzip dem Bild 9 des Buches (Z 65).

Jedoch hat der Hauptoszillator eine völlig neue Schaltung und neuartige Transistoren erhalten.

Die Frequenzteiler sind weiterhin Sperrschwinger, jedoch von niederohmiger Art.

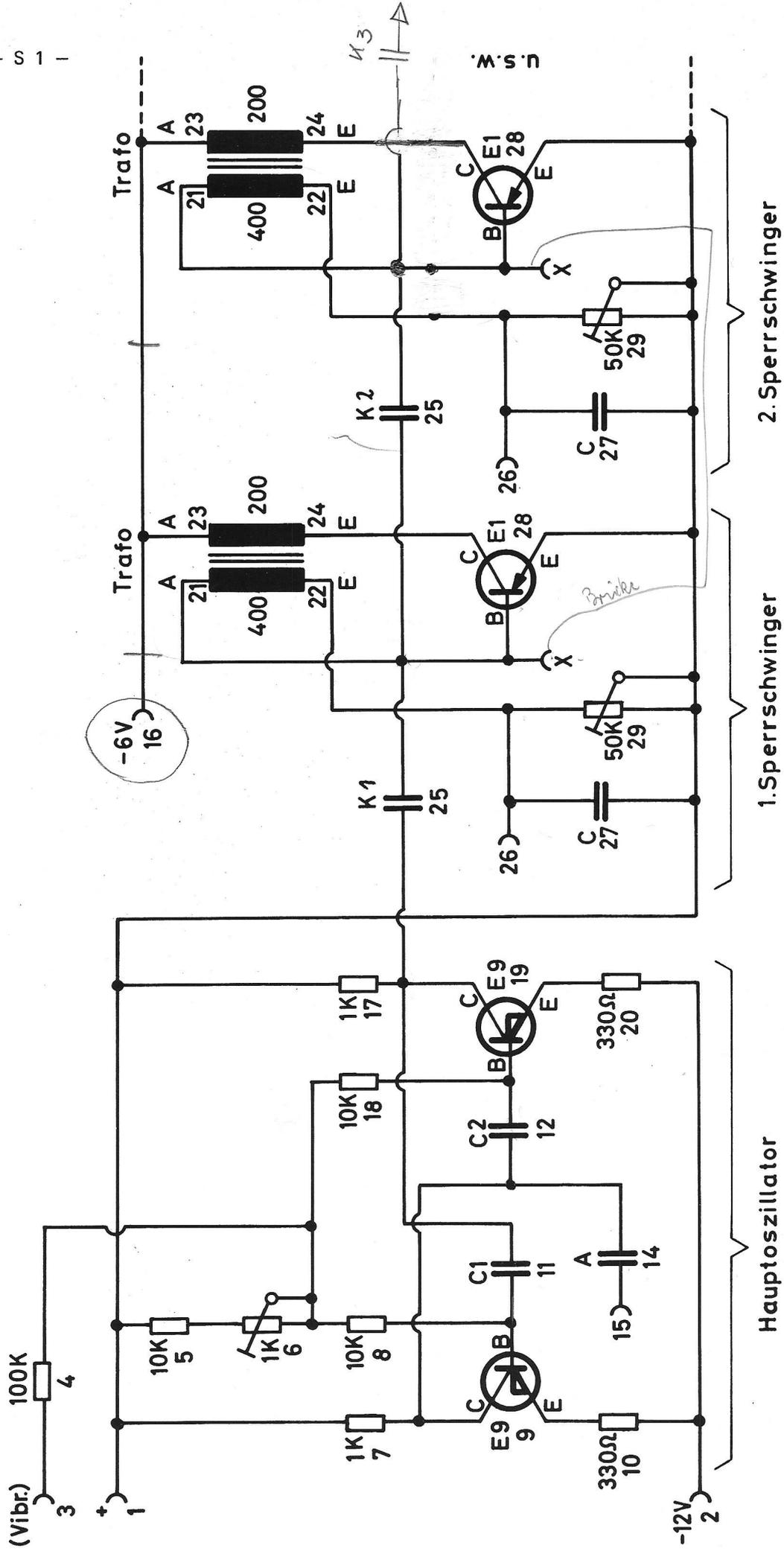
Die ausführliche Schaltung und ein genaues Bestückungsschema werden der ersten Kaskaden-Material-Lieferung kostenlos beigegeben.

Jeder Nachdruck, jede Kopie oder Vervielfältigung der Bauanleitungen, Schaltungen, Pläne und Platinen, auch auszugsweise oder in geänderter Form, sind verboten. Gewerbliche Verwendung jeder Art, auch in geänderter Form, ist nur bei Bezug sämtlicher Bauteile von uns gestattet.



Vereinfachtes Prinzip - Schaltschema einer 6-fachen Frequenzteilerkaskade. 12 solcher Kaskaden ergeben den 6-Oktaven-Generator. Die anderen 11 Kaskaden erzeugen in gleicher Weise die Halbtöne cis...h. Der höchste Ton ist h4.

Die Kaskade für den 8-Oktaven-Generator hat 8 Stufen, also 7 Teiler und geht von c ... c5.



Schaltplan Transistorergenerator
System Tr67
Dr. Böhm

Obiges Bild zeigt den Hauptoszillator und zwei Sperrschwinger. Die übrigen Sperrschwinger sind in analoger Weise geschaltet. Dieses Bild bleibt unser Eigentum. Gewerbliche Verwendung jeder Art, auch in geänderter Form, ist nur gestattet, wenn alle Bauteile von uns bezogen werden.