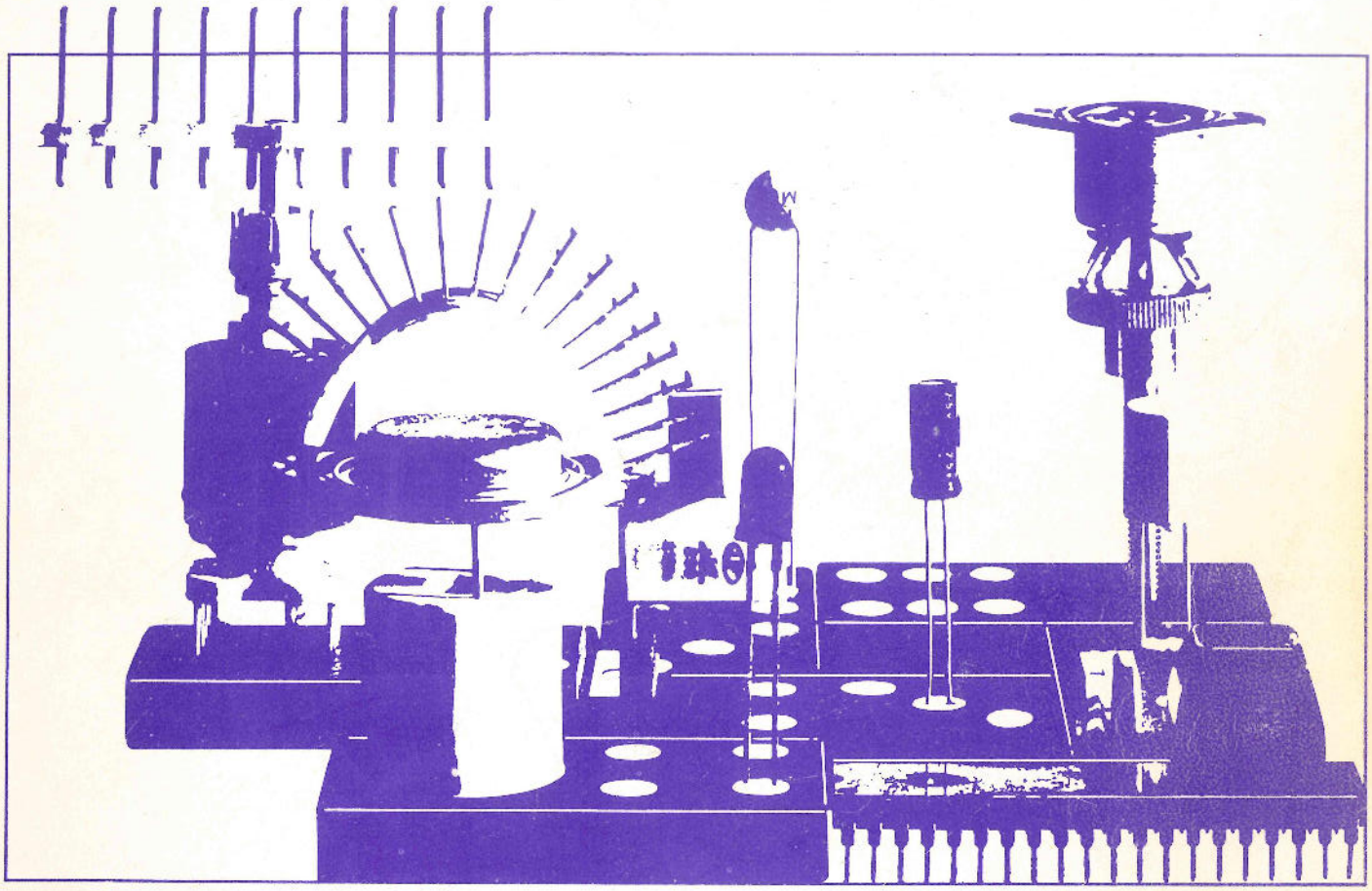
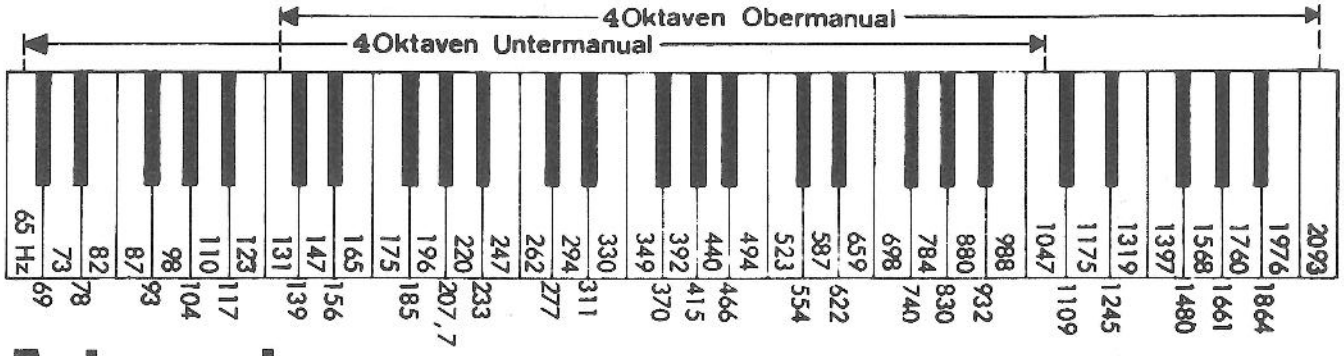
WERSI



BA002 Bauanleitung

ELEKTRONISCHE TASTUNG

1. Manual mit Frequenzangabe für die Tonlage 8'.

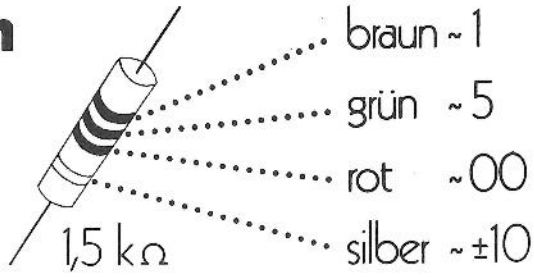


2. Farbencode für Widerstände.

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	-	-	×0,01	10%
Gold	-	-	×0,1	5%

3. Umrechnung von Widerständen und Kondensatoren.

1 Megohm (MΩ) = 1000 Kiloohm (kΩ)
1 Kiloohm = 1000 Ohm (Ω)
1 Mikrofarad (uF) = 1000 Nanofarad (nF)
1 Nanofarad = 1000 Picofarad (pF)



Bauanleitung

ELEKTRONISCHE TASTUNG

BA 002

INHALT

Seite

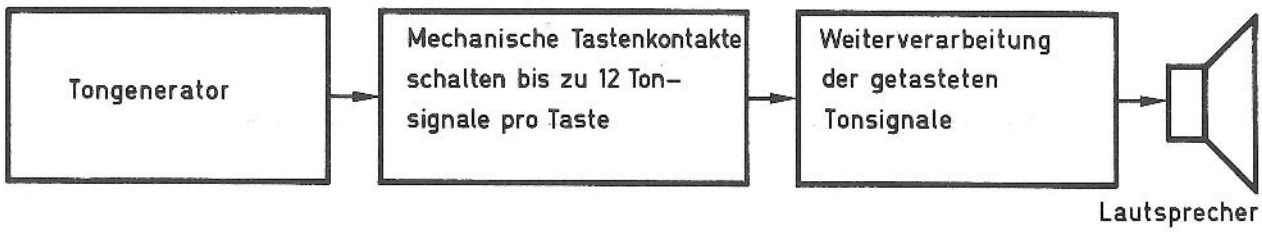
A. Allgemeines

Jede Elektronenorgel benötigt eine irgendwie geartete Einrichtung, um die vom Tongenerator erzeugten Tonschwingungen über eine Tastatur auszuwählen und zum Klingen zu bringen. Im einfachsten Fall kann diese Auswahl durch mechanische Tastenkontakte geschehen, welche die Tonsignale zur Weiterverarbeitung durchschalten. (Abb. 1). Diese Art der Tonerzeugung wird als "Mechanische Tastung" bezeichnet und bis heute bei der Mehrzahl aller Elektronenorgeln angewandt.

Die neuen WERSI-Orgeln dagegen zeichnen sich durch eine völlig andere Art der Tonauswahl, der sogenannten "Elektronischen Tastung" aus. Hinter diesem Begriff steht eine WERSI-Neuentwicklung von großer Tragweite: An die Stelle mechanischer Tastenkontakte treten elektronisch gesteuerte Gatter, auch Tore genannt. Wie nachstehend kurz beschrieben, bringen diese Gatter eine Reihe von so bedeutenden Vorteilen, daß der beträchtliche Mehraufwand an "Elektronik" gegenüber mechanischen Kontakten gerechtfertigt erscheint.

In früheren WERSI-Orgelmodellen wurden – wie in fast allen herkömmlichen Elektronenorgeln – beim Drücken einer Taste bis zu 12 Umschaltkontakte betätigt, mit der Aufgabe, 12 vom Tongenerator gelieferte NF-Tonsignale gegen 12 Sammelschienen zu schalten und – nach entsprechender Weiterverarbeitung – hörbar zu machen. (Abb. 1) Neben dem nicht unerheblichen und nicht ganz problemlosen mechanischen Aufwand hat dieses Schaltverfahren einen "Schönheitsfehler", der vor allem aus dem Lager der Pfeifenorgelfreunde immer wieder als Argument gegen die Elektronenorgel angeführt wird: Infolge der praktisch sprunghaften Schaltfunktion eines mechanischen Kontaktes, über den das Tonsignal geschaltet wird, kommt es zu einem abrupten Toneinsatz beim Tastendruck und zu einem ebenso abrupten Tonabriß bei der Tastenfreigabe. (Abb. 2 a).

Abb. 1: Mechanische Tastenkontakte schalten das Generatorsignal direkt zur Weiterverarbeitung durch

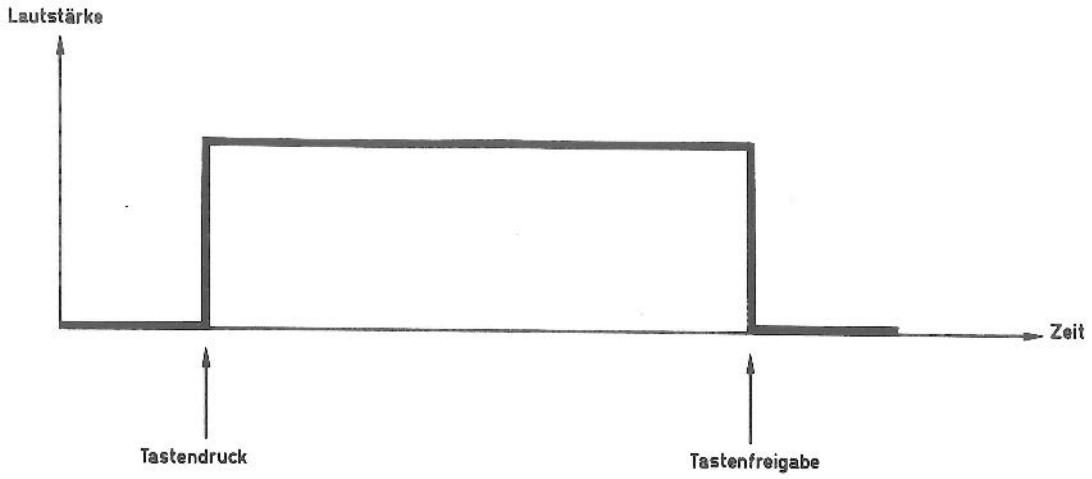


Im Gegensatz dazu kennt ein elektronisches Gatter nicht nur die beiden Zustände "Auf" und "Zu", sondern die Vorgänge des Öffnens und Schließens können unabhängig voneinander nach Belieben verzögert oder beschleunigt werden um entweder eine weiche, klickfreie oder eine mehr spontane Tonansprache bzw. nach der Tastenfreigabe ein mehr oder weniger langes Nachklingen zu erzielen. (Abb. 2 b).

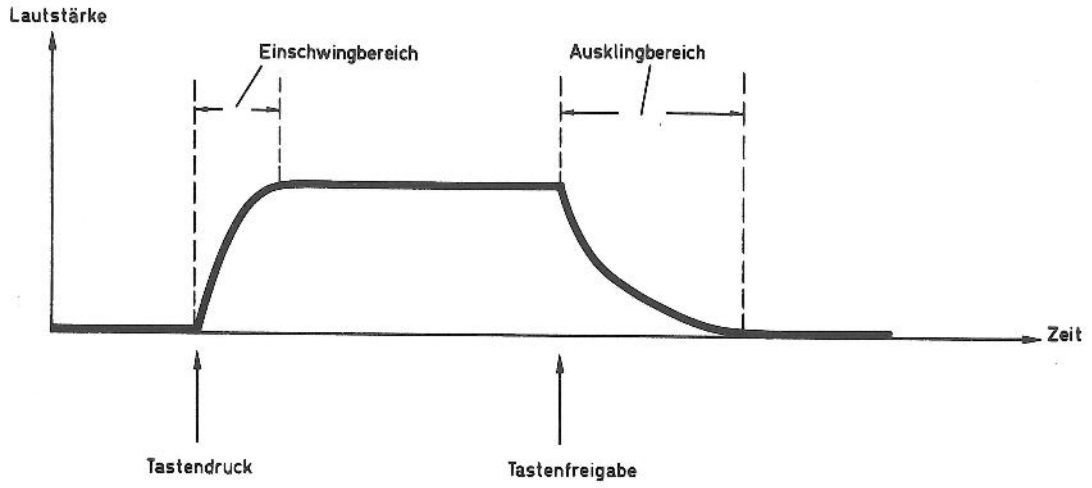
Hierzu benötigen die Gatter eine entsprechend geformte Steuergleichspannung, die von der sogenannten Hüllkurvenschaltung geliefert wird. Diese besondere Schaltung formt eine Gleichspannung, die über den einzigen noch vorhandenen Tastenkontakt kommt, nach den Wünschen des Spielers und den Erfordernissen des Musikstückes um: Für das Einschwingverhalten (oft als Attack oder Delay bezeichnet) stehen in allen Fußlagen zwei und für das Ausschwingen (Sustain) vier Möglichkeiten (schaltbar) zur Verfügung.

Das Verändern der Ein- und Ausschwingzeiten geschieht in der Praxis an vier Schaltern, die zum Lieferumfang gehören.

Abb. 2: Lautstärke-Hüllkurven
a) bei mechanischer Tastung



b) bei elektronischer Tastung



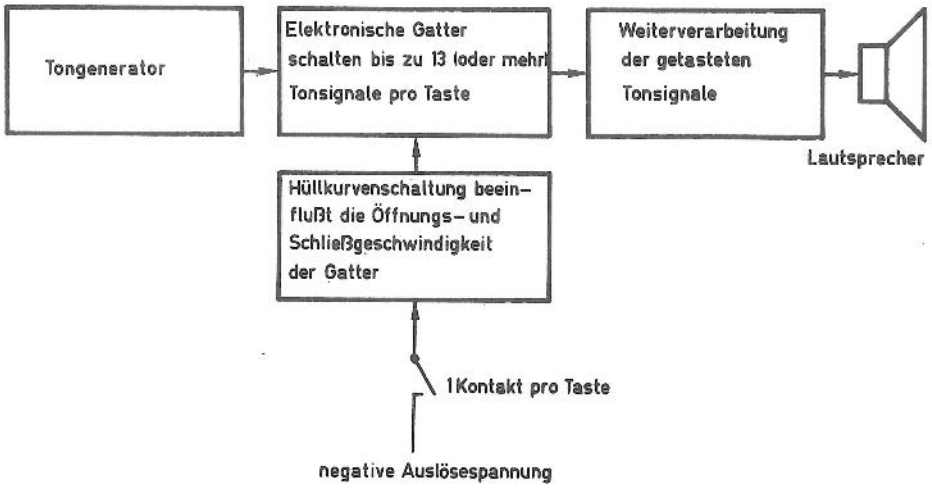
Wie das Blockschaltbild (Abb. 3) zeigt, besteht der Komplex "Elektronische Tastung" also aus drei Funktionsgruppen, nämlich aus

a) den Tastenkontakten (nur ein einziger Arbeitskontakt pro Taste)
b) den Hüllkurvenschaltungen (ebenfalls nur einmal pro Taste) und
c) den Gattern (steuerbare NF-Tonsignalschalter)

Jeder Tonkontakt steuert über die Hüllkurvenschaltung eine der Zahl der Fußlagen entsprechende Zahl von Gattern, es werden also – wenn man von Koppeln absieht, bis zu 13 Gatter gesteuert, wie nachstehende Tabelle über die Fußlagen der einzelnen Orgelmodelle zeigt.

Der Begriff "Fußlage" sei hier etwas näher betrachtet: Er wurde aus dem Pfeifenorgelbau übernommen und bezeichnet die Tonlage eines Registers (= Gruppe von Pfeifen) durch Angabe der Länge (in Fuß) seiner längsten (= tiefsten) Pfeife.

Abb. 3: Weitergabe des Generatorsignals über steuerbare Gatter



Register mit der Bezeichnung 8' klingen genau so hoch, wie Notenschrift und Tastenname angegeben, also normal, wie beim Klavier (vgl. die Übersichtstabelle auf Seite 15!). Da die Tonhöhe im wesentlichen nur von der Pfeifenlänge abhängt, geben die Fuß-Bezeichnungen direkten Aufschluß über die Tonlage eines Registers, daher auch der Begriff "Fußlage". Ein 4-Fuß-Register, abgekürzt 4', klingt auf der gleichen Taste eine Oktave höher als 8'-Register, ein 2'-Register nochmals eine Oktave höher usw.

Bei den "geraden" Fußlagen, 16', 8', 4' usw. stimmen Tastenbezeichnung und Tonbezeichnung überein, beim Betätigen beispielsweise einer C-Taste erklingt tatsächlich ein C-Ton, allerdings – je nach Fußlage – in verschiedener Höhe. Ganz anders verhalten sich die "krummen" Fußlagen, auch Aliquoten genannt. Bei ihnen erklingt z.B. in den Fußlagen 5 1/3', 2 2/3', 1 1/3', 2/3' oder 1/3' auf einer C-Taste kein C - sondern ein G-Ton (daher auch die Zusatzbezeichnung "Quinte"), wenn Sie die Fußlagen 1 3/5' oder 4/5' registrieren hören Sie auf den C-Tasten E-Töne (Terz) usw. Eine genaue Auflistung finden Sie in der Tabelle 2, Seite 15.

Zurück zur Elektronischen Tastung: Eher als eine mechanische Tastung erlaubt sie mit vernünftigem Aufwand auch sogenannte Manual- oder Pedalkoppeln, d.h. die Register des gekoppelten Manuals können vom anderen Manual oder vom Pedal her zum Klingen gebracht werden. Eine Koppel darf nur in einer Richtung wirken, wenn also z.B. eine Koppel vom Untermanual auf das Pedal eingeschaltet wird, klingen beim Spiel im Untermanual nur dessen Register und nicht die des Pedals, dagegen klingen beim Pedalspiel beide Registrierungen zusammen.

Im Hinblick auf den Selbstbau schließlich liegt ein besonderer Vorteil der Elektronischen Tastung darin, daß alle Bauteile auf gedruckten Leiterplatten (Platinen) mit exakten Bestückungsangaben (Positionsdruck) liegen, wodurch die Fehlermöglichkeiten auf ein Minimum schrumpfen und praktisch nur noch von der Sorgfalt des Lötens abhängen.

(Älteren WERSI-Kunden wird vielleicht auffallen, daß auf vielen neuen WERSI-Platinen der Positionsdruck dem englischen Sprachgebrauch angepaßt ist. Dies geschah mit Rücksicht auf unseren ständig steigenden Export in englischsprechende bzw. englischverstehende Länder.)

Die sehr hohe Anzahl von Lötstellen läßt es allerdings ratsam erscheinen – Vertrauen ist gut, Kontrolle ist besser – alle Platinen vor dem Einbau in die Orgel auf ihre Funktionstüchtigkeit zu überprüfen. (Anweisungen für das Prüfen mit einfachen Mitteln finden Sie in dieser Bauanleitung.) Diese Arbeiten sind zwar recht umfangreich, aber – nach erfolgreichem Abschluß – ungemein beruhigend.

Das folgende Kapitel über die Wirkungsweise der Elektronischen Tastung ist zum Aufbau nicht erforderlich und kann ohne Nachteil auch überschlagen werden.

Tabelle 1: Übersicht über die Fußlagen der einzelnen Orgelmodelle

Fußlage		Orgeltyp W 1 UM	W 1 OM	W 2 UM	W 2 OM	W 3 S UM	W 3 S OM	W 3 SK UM	W 3 SK OM	W 4 SKT UM	W 4 SKT MM	W 4 SKT OM
	16′		x		x	x	x	x	x	x	x	x
	8′	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Quinte	5 1/3′		x		x	x	x	x	x	x	x	x
	4′	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Quinte	2 2/3′	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	2′	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Terz	1 3/5′			x	x	x	x	x	x	x	x	x
Quinte	1 1/3′			x	x	x	x	x	x	x	x	x
Septime	1 1/7′					x	x			x	x	x
	1′		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
None	8/9′					x	x	x		x	x	x
Mollterz	16/19′								x			
Terz	4/5′				x	x	x			x	x	x
Quinte	2/3′				x	x	x	x	x	x	x	x
	1/2′							x	x			
Quinte	1/3′							x				
Quinte	1/4′								x			

B. Die Wirkungsweise der Elektronischen Tastung

I. Baugruppen

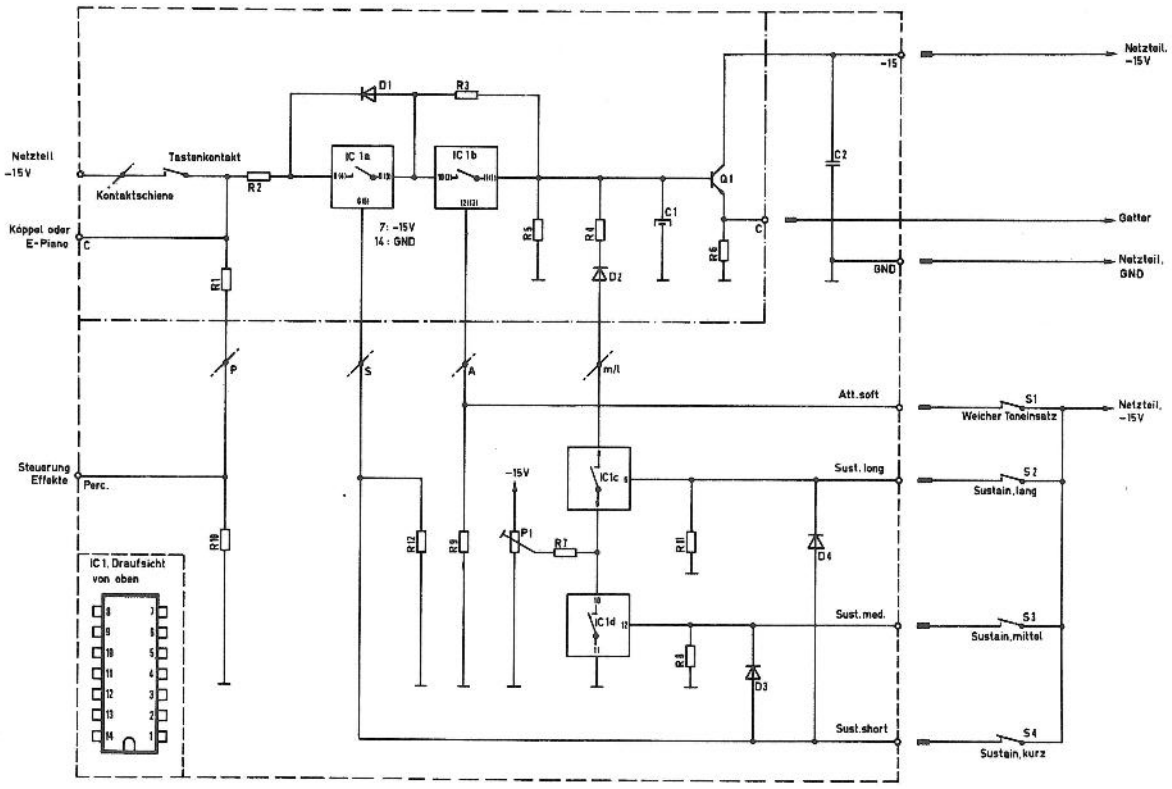
Die Elektronische Tastung besteht im wesentlichen aus den drei Gruppen: Kontakte - Hüllkurvenschaltungen - Gatter. Die Kontakte und die Hüllkurvenschaltungen werden auf den Platinen HK 12 und HK 13 (Abb. 7 und 8) aufgebaut und diese dann geprüft und unter dem Manual befestigt (Abb. 9); die Gatter werden auf den Steckkarten ET 12 und ET 13 (Abb. 14 und 15) bestückt, und – nach einer Funktionsprüfung – in eine oder mehrere Verharfungsplatinen (je nach Orgeltyp) eingesteckt und verlötet. (Abb. 16).

II. Funktion der Schaltkreise

Abb. 4 zeigt das Schaltbild der Hüllkurvenstufen. Der links oben strichpunktiert eingegrenzte Teil ist pro Taste einmal vorhanden, der Rest nur einmal pro Manual. Zum Verständnis der Schaltung sei zunächst die Funktion der Schaltkreise kurz erläutert: Es handelt sich um eine Art elektronischer Schalter mit je einem Ein- und Ausgang sowie einem Steuereingang, der die Strecke zwischen Ein- und Ausgang unterbricht oder schließt. Jeder Schaltkreis IC 1 enthält vier solcher Schalter, sie sind mit den Zusatzbuchstaben a, b, c und d bezeichnet.

Solange ein Steuereingang auf Masse liegt (auch über einen Widerstand der Größenordnung 100 kOhm), ist die Strecke zwischen Ein- und Ausgang sehr niederohmig, der Schalter also praktisch geschlossen; wird der Steuereingang dagegen auf -15 Volt gelegt, öffnet der Schalter, indem die Schaltstrecke hochohmig wird.

Abb. 4: Hüllkurvenschaltung



III. Normaler Toneinsatz

Gehen wir nun davon aus, daß alle Funktionsschalter S 1 bis S 4 zunächst offen sind, dann liegen alle Steuereingänge der elektronischen Schalter IC 1 a bis d über je 100 kOhm an Masse, d.h., alle Schalter sind geschlossen. Wird jetzt eine Taste gedrückt, gelangt die negative Spannung der Kontaktschiene über den Tastenkontakt, R 2 und die beiden (niederohmigen) Schalter IC 1 a und IC 1 b auf die Basis von Q 1, der daraufhin sofort durchschaltet. Am Ausgang – im Schaltbild an "C" – erscheint daher eine negative Spannung, die den Gattern (Abb. 5 und 6) zugeführt wird und diese schlagartig öffnet, d.h., es erklingen augenblicklich – je nach Registrierung – bis zu 13 Töne, wie später noch näher erklärt wird. Der Kondensator C 1 wirkt sich in diesem Fall nicht verzögernd aus, da er praktisch sofort aufgeladen ist, weil die Strecke bis zum Tastenkontakt sehr niederohmig ist.

Beim Loslassen der Taste entlädt sich C 1 sehr rasch über IC 1 b, IC 1 a, R 2, R 1 und R 10, so daß die Ausgangsspannung an "C" und damit die in den Gattern getasteten Töne praktisch unverzögert verschwinden.

IV. Weicher Toneinsatz

Anders verhält sich die Schaltung, wenn der Schalter S 1 geschlossen und dadurch der Steuereingang von IC 1 b negativ wird. Die Schaltstrecke des IC 1 b wird daraufhin hochohmig, so daß die Ladung und Entladung des C 1 über R 3 verlaufen müssen. Das Öffnen bzw. Schließen des Transistors Q 1 wird also verzögert, was ein verlangsamtes Ansteigen bzw. Abfallen der Gatter-Steuerspannung am Ausgang – hier "C" – zur Folge hat, d.h., es ergeben sich sowohl ein weicher Toneinsatz als auch ein kurzes Nachschwingen nach dem Loslassen der Taste.

V. Sustain

Wird – unabhängig von der Stellung des S 1 – der Schalter S 4 geschlossen, sperrt IC 1 a. Das hat für den Moment des Tastendrucks praktisch keine Folgen, da C 1 immer noch sehr rasch über D 1 geladen wird. Bei der Tastenfreigabe jedoch kann sich C 1 nicht mehr über R 1 und R 10 entladen, da D 1 für diese Richtung sperrt und IC 1 a ja hochohmig ist. So entsteht ein Nachklang (Sustain), weil C 1 sich zwar relativ rasch, aber doch mit hörbarer Verzögerung über R 5 und R 4, D 2 und die (niederohmigen) IC's 1 c und 1 d entlädt.

Werden die Schalter S 3 oder S 2 geschlossen, sperren IC 1 d bzw. c und auch IC 1 a (durch Mitnahme über D 3 bzw. D 4), was eine Verlängerung der Nachklingzeit bewirkt, da die Entladung von C 1 über R 4 / D 2 teilweise (einstellbar an P 1) oder ganz wegfällt, also schließlich nur noch von R 5 abhängt.

VI. Steuerspannung für Effekte

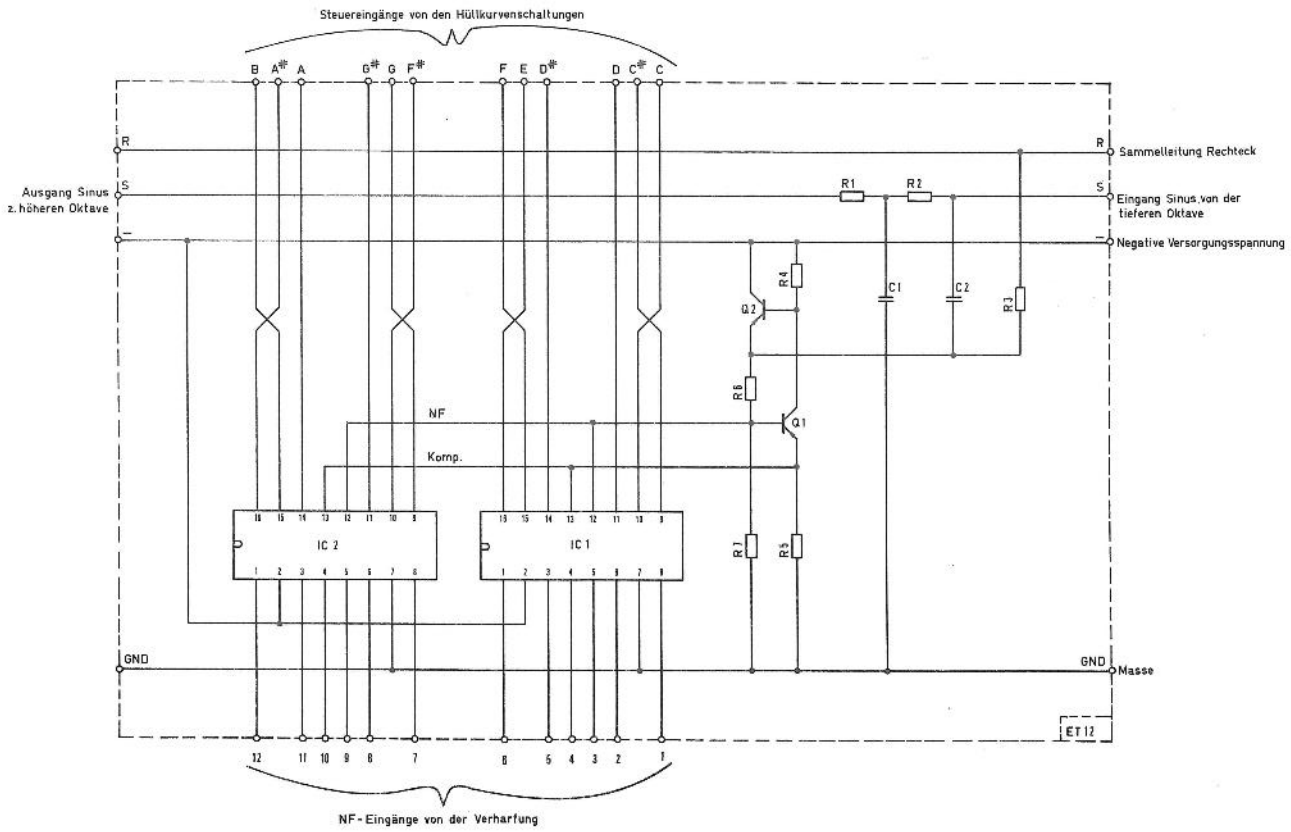
Außer den verschiedenen Hüllkurvensignalen zur Steuerung der Gatter liefert die Schaltung noch eine weitere Steuerspannung: Bei jedem Tastendruck entsteht an R 10 (am Punkt "Perc.") ein negativer Impuls, der z.B. zur Steuerung der Effekte oder des Rhythmusgerätes herangezogen werden kann.

VII. Wirkungsweise der Gatter

Die Tastung der vom Tongenerator gelieferten NF-Signale geschieht nun in den sogenannten Gattern, deren Schaltung in den Abb. 5 und 6 dargestellt ist. Je nach Manualumfang werden pro Fußlage 49 oder 61 Gatter benötigt, die in Gruppen zu 6 Stück in den speziell von WERSI entwickelten und patentierten Schaltkreisen IC 1 und IC 2 untergebracht sind. Der höchste in einer Fußlage vorkommende Ton wird von einem Einzelgatter (IC 3) verarbeitet.

Die Gatter schalten die vom Tongenerator gelieferten NF-Signale zur Sammelleitung "NF" durch, wenn an den zugehörigen Steuereingängen eine negative (von den Hüllkurvenschaltungen kommende) Spannung angelegt wird. (Gleichzeitig aktivieren die Gatter die normalerweise gesperrten Ausgänge des Tongenerators, d.h., solange keine Taste gedrückt

Abb. 5: Schaltbild der 12 Gatter auf der Platine ET 12



wird, führen die am Generator angeschlossenen Kabelbäume im Gegensatz zu herkömmlichen Orgeln keine Dauer-Tonsignale – ein schaltungstechnischer Trick, der einen besonders hohen Störabstand mit sich bringt.)

Die getastete NF wird von dem Transistorsystem Q 1 / Q 2 weiterverarbeitet, wobei Q 2 für einen extrem niedrigen Eingangs- und Ausgangswiderstand sorgt. Der niedrige Eingangswiderstand bewirkt eine weitgehende Verzerrungsfreiheit des getasteten Tonsignals; der geringe Ausgangswiderstand verhindert Rückwirkungen von der nachgeschalteten Sinusformung.

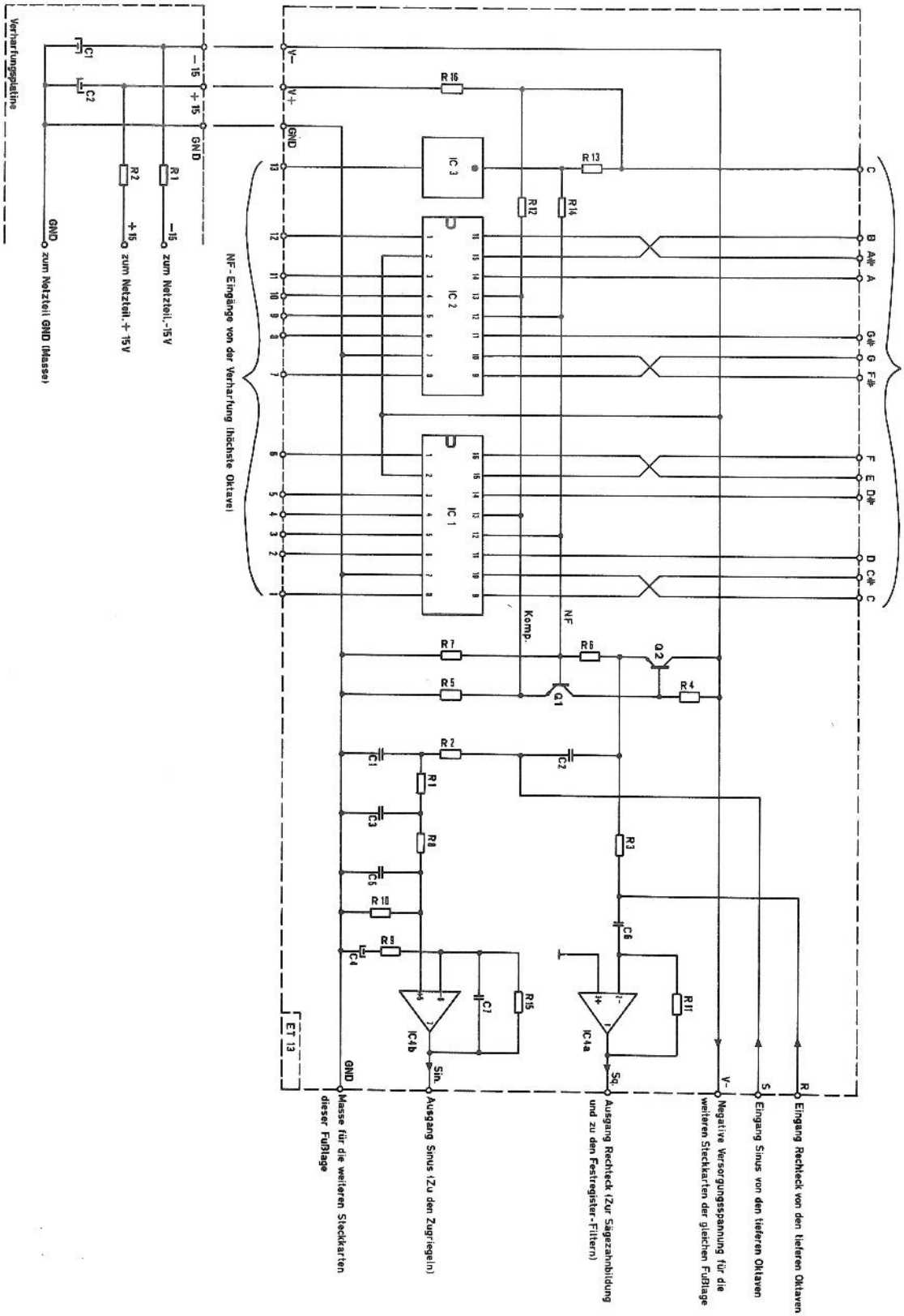
Gleichzeitig mit der getasteten NF-Spannung liefern die Schaltkreise noch eine Kompensationsspannung (auf der Sammelleitung "Komp."), welche für eine nullsymmetrische Lage der NF sorgt. Das Tonsignal ist dadurch frei von Gleichspannungsanteilen, es entsteht also kein Gleichspannungsschaltklick (Bounce).

Die NF-Spannung gelangt nun zum einen über R 3 und C 6 auf den Operationsverstärker IC 3 a und steht – als Rechtecksignal – am Ausgang "Sq." zur Verfügung. (Hier werden später die Festregister angeschlossen.) – Zum anderen läuft sie auf die Sinusformungsstufen mit den Widerständen R 1, R 2 und R 8 bis R 10 und den Kondensatoren C 1 bis C 5 und C 7. Sie wird in dem Operationsverstärker IC 4 b verstärkt und kann am Ausgang "Sin." zur Speisung der Zugriegel entnommen werden.

VIII. Verharfung

Da eine Orgel – im Gegensatz zu beispielsweise einem Klavier – nicht nur einen einzigen Ton pro Taste erklingen läßt, sondern je nach Typ bis zu 13 (oder mehr), muß dafür gesorgt werden, daß die von den Hüllkurvenschaltungen kommenden Auslösesignale immer gleichzeitig eine ganze Reihe von Gattern öffnen. Dabei sorgt ein spezielles Tonverteilungssystem, die sog. Verharfung, dafür, daß die vom Tongenerator gelieferten 96 Töne an die "richtigen" Gatter gelangen.

Abb. 6: Schaltbild der 13 Gatter auf der Platine ET 13, Sinusformung und Verstärkung



Da bereits die kleinste WERSI-Orgel 539 Gatter enthält (in der größten sind es 2 619!), erfolgt die Verharfung statt in Einzelverdrahtung über eine gedruckte Leiterplatte, die sogenannte Verharfungsplatine, Verdrahtungsfehler sind also ausgeschlossen. Diese Platinen – je nach Orgeltyp bis zu 3 – sind gleichzeitig die Trägerplatinen für die Steckkarten mit den elektronischen Gattern.

Um die Tonverteilung auf die einzelnen Gatter durchsichtiger zu machen, sind nachstehend die Tabellen 2 und 3 abgedruckt. Tabelle 2 zeigt die vom Tongenerator gelieferten Töne, deren Frequenzen (Normalstimmung vorausgesetzt) und eine international genormte Numerierung von 13 bis 108. (Die in der Tabelle nicht angegebenen Töne Nr. 1 bis 12 liegen unterhalb von 32 Hz und werden, da sie sehr nahe an der unteren Hörgrenze liegen, musikalisch praktisch nicht benötigt. In Linksanschlag des Slalomreglers können sie erzeugt werden.(Auch Töne mit höherer Nummer als 108 reichen sehr bald an die obere Hörgrenze heran, so daß es wenig sinnvoll wäre, einen Tongenerator zu konstruieren, der diese Töne erzeugt.)

Das Tonnummernsystem hat u.a. den Vorteil, daß die in der nächsten Tabelle - Verharfungsplan - schematisch dargestellte Verharfung durchsichtiger wird. Es ist sofort zu erkennen, welche Töne in den einzelnen Fußlagen von einer bestimmten Taste her zum Klingen gebracht werden. Gleiche Nummern im Verharfungsplan muß man sich miteinander verbunden denken, dann entsteht ein schematisches Bild der Verharfungsplatine, auf welcher diese Verbindungen tatsächlich in Form von gedruckten Leiterbahnen und einigen Drahtbrücken bestehen.

Die Verharfungstabelle zeigt insgesamt 20 "gängige" Fußlagen, die einzelnen Orgeltypen enthalten jeweils nur eine Auswahl davon.

Ab der 2'-Lage erfolgen sogenannte Repetitionen, d.h. nach dem Ton 108 (= h 5 = höchster Ton der Orgel) springt die Tonfolge um eine Oktave auf den Ton 97 zurück, ab der 1'-Lage ergeben sich sogar nochmalige Repetitionen. Diese Tonwiederholungen innerhalb einer (hohen) Fußlage sind normal und auch bei Pfeifenorgeln üblich. Würde man – nur als Beispiel – den Tongenerator so auslegen, daß keine Repetitionen erforderlich wären, müßte er für die höchste in der Tabelle 2 angegebene Fußlage, den 1/4', um genau 3 Oktaven und einen Ton nach oben erweitert werden. Der höchste "Ton" – C 9 – hätte dann die Nr. 145 und eine Frequenz von 66 976,16 Hz! Selbst wenn Sie über ein überdurchschnittlich gutes Gehör verfügen, dürfte Ihre obere Hörgrenze kaum wesentlich über 15 000 Hz liegen, Sie könnten also bestenfalls gerade noch den Ton ais 6 – Ton Nr. 119, Frequenz 14 917,24 Hz – wahrnehmen. Eine Erweiterung unseres 8 Oktaven Tongenerators hätte also noch nicht einmal für eine einzige Oktave einen praktischen Sinn. Bei den hohen Fußlagen geht es auch viel weniger um eine exakte chromatische Tonfolge über das ganze Manual, als vielmehr um eine klangliche Bereicherung der Orgel durch Aufhellung und Würzung der Klangfarben auch im unteren Tastaturbereich.

Tabelle 2: Internationale Ton - Numerierung und Frequenzangaben

Ton Nr.	Musikal. Bezeichnung	Frequenz (Hz)
13	C 1	32,703
14	CIS 1	34,648
15	D 1	36,708
16	DIS 1	38,891
17	E 1	41,203
18	F 1	43,654
19	FIS 1	46,249
20	G 1	48,999
21	GIS 1	51,931
22	A 1	55,000
23	AIS 1	58,270
24	H 1	61,735
25	C	65,406
26	CIS	69,296
27	D	73,416
28	DIS	77,782
29	E	82,407
30	F	87,307
31	FIS	92,499
32	G	97,999
33	GIS	103,826
34	A	110,000
35	AIS	116,541
36	H	123,471
37	c	130,813
38	cis	138,591
39	d	146,832
40	dis	155,563
41	e	164,814
42	f	174,614
43	fis	184,997
44	g	195,998
45	gis	207,652
46	a	220,000
47	ais	233,082
48	h	246,942
49	c 1	261,626
50	cis 1	277,183
51	d 1	293,665
52	dis 1	311,127
53	e 1	329,628
54	f 1	349,228
55	fis 1	369,994
56	g 1	391,995
57	gis 1	415,305
58	a 1	440,000
59	ais 1	466,164
60	h 1	493,883

Ton Nr.	Musikal. Bezeichnung	Frequenz (Hz)
61	c 2	523,251
62	cis 2	554,365
63	d 2	587,330
64	dis 2	622,254
65	e 2	659,255
66	f 2	698,456
67	fis 2	739,989
68	g 2	783,991
69	gis 2	830,609
70	a 2	880,000
71	ais 2	932,328
72	h 2	987,767
73	c 3	1046,502
74	cis 3	1108,731
75	d 3	1174,699
76	dis 3	1244,508
77	e 3	1318,510
78	f 3	1396,913
79	fis 3	1479,978
80	g 3	1567,982
81	gis 3	1661,219
82	a 3	1760,000
83	ais 3	1864,655
84	h 3	1975,533
85	c 4	2093,005
86	cis 4	2217,461
87	d 4	2349,318
88	dis 4	2489,016
89	e 4	2637,02
90	f 4	2793,83
91	fis 4	2959,90
92	g 4	3135,96
93	gis 4	3322,44
94	a 4	3520,00
95	ais 4	3729,31
96	h 4	3951,07
97	c 5	4186,01
98	cis 5	4434,92
99	d 5	4698,64
100	dis 5	4978,03
101	e 5	5274,04
102	f 5	5587,65
103	fis 5	5919,91
104	g 5	6271,93
105	gis 5	6644,88
106	a 5	7040,00
107	ais 5	7458,62
108	h 5	7902,13

Tabelle 3: Verharfungsschema

Fußlage	relative Lage zum 8'																								
1/4'	5 Oktaven höher	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107	108
1/3'	4 Oktaven + Quinte	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103
1/2'	4 Oktaven höher	(73)	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96
16/27'	3 Oktaven + gr. Sexte	70	71	72	(73)	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93
16/25'	3 Oktaven + kl. Sexte	69	70	71	72	(73)	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92
2/3'	3 Oktaven + Quinte	68	69	70	71	72	(73)	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91
8/11'	3 Oktaven + Quarte	67	68	69	70	71	72	(73)	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90
4/5'	3 Oktaven + gr. Terz	65	66	67	68	69	70	71	72	(73)	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88
16/19'	3 Oktaven + Mollterz	64	65	66	67	68	69	70	71	72	(73)	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87
8/9'	3 Oktaven + Sekunde	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	(73)	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86
1'	3 Oktaven höher	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	(73)	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84
1 1/7'	2 Oktaven + Septime	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	(73)	74	75	76	77	78	79	80	81	82
1 1/3'	2 Oktaven + Quinte	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	(73)	74	75	76	77	78	79
1 3/5'	2 Oktaven + gr. Terz	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	(73)	74	75	76
2'	2 Oktaven höher	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72
2 2/3'	1 Oktave + Quinte	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67
4'	1 Oktave höher	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
5 1/3'	1 Quinte höher	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55
8'	Normallage	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48
16'	1 Oktave tiefer	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36

Fußlage	relative Lage zum 8'																								
1/4'	5 Oktaven höher	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107	108	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107	108
1/3'	4 Oktaven + Quinte	104	105	106	107	108	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107	108	97	98	99	100	101	102	103
1/2'	4 Oktaven höher	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107	108	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107	108
16/27'	3 Oktaven + gr. Sexte	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107	108	97	98	99	100	101	102	103	104	105
16/25'	3 Oktaven + kl. Sexte	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107	108	97	98	99	100	101	102	103	104
2/3'	3 Oktaven + Quinte	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107	108	97	98	99	100	101	102	103
8/11'	3 Oktaven + Quarte	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107	108	97	98	99	100	101	102
4/5'	3 Oktaven + gr. Terz	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107	108	97	98	99	100
16/19'	3 Oktaven + Mollterz	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107	108	97	98	99
8/9'	3 Oktaven + Sekunde	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107	108	97	98
1'	3 Oktaven höher	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107	108
1 1/7'	2 Oktaven + Septime	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106
1 1/3'	2 Oktaven + Quinte	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103
1 3/5'	2 Oktaven + gr. Terz	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100
2'	2 Oktaven höher	(73)	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96
2 2/3'	1 Oktave + Quinte	68	69	70	71	72	(73)	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91
4'	1 Oktave höher	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	(73)	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84
5 1/3'	1 Quinte höher	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	(73)	74	75	76	77	78	79
8'	Normallage	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72
16'	1 Oktave tiefer	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60

Fußlage	relative Lage zum 8'													
1/4'	5 Oktaven höher	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107	108	97
1/3'	4 Oktaven + Quinte	104	105	106	107	108	97	98	99	100	101	102	103	104
1/2'	4 Oktaven höher	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107	108	97
16/27'	3 Oktaven + gr. Sexte	106	107	108	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106
16/25'	3 Oktaven + kl. Sexte	105	106	107	108	97	98	99	100	101	102	103	104	105
2/3'	3 Oktaven + Quinte	104	105	106	107	108	97	98	99	100	101	102	103	104
8/11'	3 Oktaven + Quarte	103	104	105	106	107	108	97	98	99	100	101	102	103
4/5'	3 Oktaven + gr. Terz	101	102	103	104	105	106	107	108	97	98	99	100	101
16/19'	3 Oktaven + Mollterz	100	101	102	103	104	105	106	107	108	97	98	99	100
8/9'	3 Oktaven + Sekunde	99	100	101	102	103	104	105	106	107	108	97	98	99
1'	3 Oktaven höher	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107	108	97
1 1/7'	2 Oktaven + Septime	107	108	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107
1 1/3'	2 Oktaven + Quinte	104	105	106	107	108	97	98	99	100	101	102	103	104
1 3/5'	2 Oktaven + gr. Terz	101	102	103	104	105	106	107	108	97	98	99	100	101
2'	2 Oktaven höher	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107	108	97
2 2/3'	1 Oktave + Quinte	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103	104
4'	1 Oktave höher	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97
5 1/3'	1 Quinte höher	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92
8'	Normallage	(73)	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85
16'	1 Oktave tiefer	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	(73)

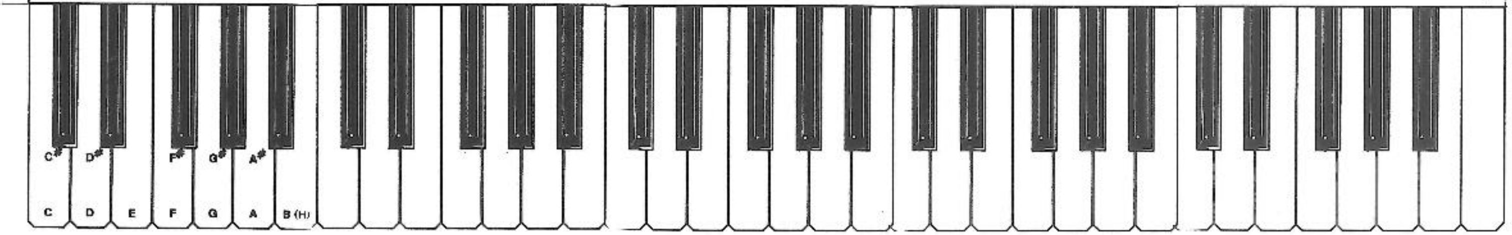


Abb. 7: Fertig bestücke Platine HK 13

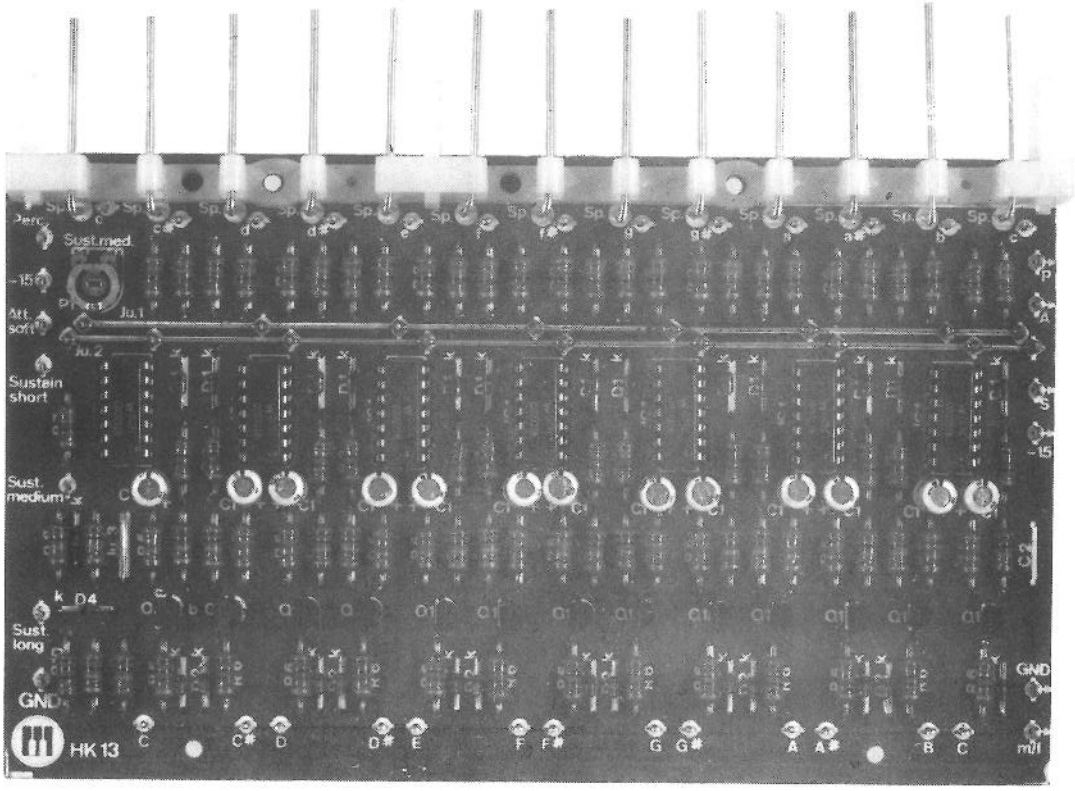
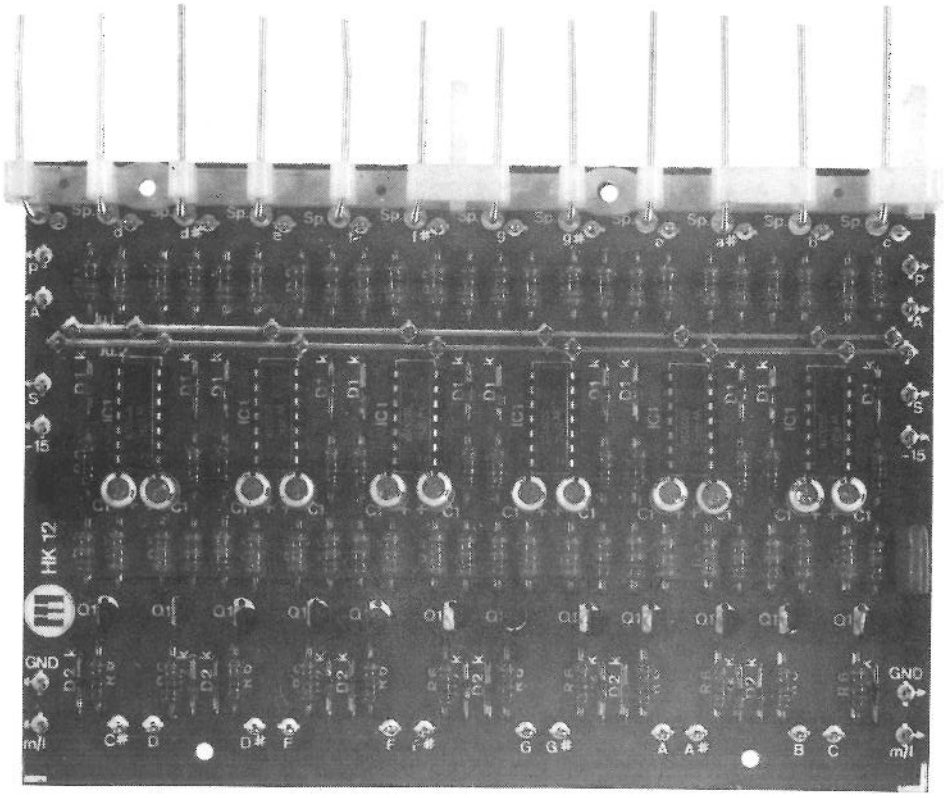


Abb. 8: Fertig bestückte Platine HK 12



C. Aufbau der Elektronischen Tastung

Der Aufbau der Elektronischen Tastung gehört mit zu den umfangreichsten Arbeiten beim Orgelbau und erfordert schon einige Konzentration und Sorgfalt. Zwei große Arbeitsabschnitte kommen auf Sie zu: Erstens der Aufbau der sogenannten Hüllkurvenschaltung (Abb. 7 und 8), d.h. das Bestücken von 4 bzw. 5 Platinen pro Manual, das Prüfen dieser Platinen und ihre Montage an die Tastatur (Abb. 9) und zweitens der Aufbau der elektronischen Gatter (auch Tore genannt) auf einer hohen Anzahl von kleinen Platinen (Abb. 14 und 15, je nach Orgeltyp zwischen 44 und 195 Stück), deren Prüfung und Montage auf einer oder mehreren Verharfungsplatinen (Abb. 16) und das Anschließen einiger (fertiggelieferter) Kabelbäume.

Keine dieser Arbeiten verlangt irgendwelche besonderen Kenntnisse oder Fertigkeiten, es ist lediglich der recht große Arbeitsumfang, der uns zu der freundlichen Ermahnung veranlaßt, das Pensum (ca. 13 000 Lötstellen bei einer "mittleren" Orgel) tatsächlich in den folgenden Teilschritten zu erledigen.

I. Aufbau der Hüllkurvenschaltung

Abb. 9 zeigt eine fertig aufgebaute und unter dem dazugehörigen Manual befestigte Hüllkurvenschaltung mit den dazugehörigen Tastenkontakten. Abgesehen vom unterschiedlichen Oktavumfang ist die Hüllkurvenschaltung für alle Orgelmodelle gleich (ausgenommen in der W 1, wo sie nur im Obermanual vorgesehen ist; im Untermanual wird eine vereinfachte Version eingesetzt, beschrieben auf Seite 29). Die Hüllkurvenschaltung besteht aus einer Platine HK 13 – links Abb. 9, vgl. auch Abb. 7 – und – je nach Oktavumfang – 3 oder 4 Platinen HK 12 (Abb. 8). Diese Platinen tragen die Tastenkontakte und die dazugehörige Hüllkurvenelektronik, ihre Bestückung und weitere Verarbeitung bildet den ersten Teil der Arbeiten an dem Komplex "Elektronische Tastung" und ist auf den folgenden Seiten Schritt für Schritt beschrieben.

1. Bestücken der Platine HK 13

1. Schritt – Vorbereitungen

Kontrollieren Sie den Inhalt des Kartons "Hüllkurvenschaltung für 4 Oktaven" (bzw. "Hüllkurvenschaltung für 5 Oktaven") anhand der folgenden Stückliste und ordnen Sie die Pack-Einheiten ihrer Numerierung nach, da sie in genau dieser Reihenfolge verarbeitet werden sollten. Soweit es sich um Verpackungsbeutel handelt, finden Sie deren Nummer entweder auf dem Beutel oder auf einer mitverpackten Karte aufgedruckt. Teile ohne Verpackungsbeutel haben in der Stückliste ebenfalls eine Pack-Nummer, im Karton liegt für solche Teile entweder eine Packkarte lose bei oder das Teil selbst ist entsprechend numeriert.

2. Schritt – Drathbrücke "Ju 3"

Nehmen Sie zunächst nur die Platine HK 13 zur Hand, und bestücken Sie die Drahtbrücke "Ju 3" (von engl.: Jumper) aus einem ca. 2,5 cm langen Stück des versilberten Schaltdrahtes aus dem Verpackungsbeutel Nr. 1 . – Auch alle folgenden Arbeiten bis einschließlich Schritt 14 betreffen nur die Platine HK 13.

3. Schritt – Dioden

Bauen Sie die 13 Dioden D 1, die 13 Dioden D 2 und die 2 Dioden D 3 und D 4 – Verpackungsbeutel Nr. 3 – ein. Beachten Sie die Polung: Die Kathodenseite einer Diode ist mit einem auffälligen Ring (oder Punkt) markiert, auf der Platine ist die Bohrung für die Kathode mit "k" bezeichnet.

Stückliste der Tastenkontakte und der Hüllkurvenschaltung

Pack-Nr.	Anzahl für ein Manual 4 Okt.	5 Okt.	Bauteil	Verwendung, Bezeichnung im Positionsdruck, Hinweise usw.
1 a	12	15	m Lötzinn, 1 mm Ø	
1 b	2,50	3,00	m versilberter Schaltdraht 0,8 mm Ø	Für die Drahtbrücken Ju 1, 2 und 3 sowie für die Weiterschleifungen, vgl. Abb. 13
2 a	1	1	Platine HK 13	1 x pro Manual
2 b	3	4	Platinen HK 12	3 bzw. 4 x pro Manual
3	100	124	Dioden 1 N 4148	D 1 bis D 4 – Polung beachten!
4	50	62	Widerstände 4,7 kOhm (gelb-violett-rot)	R 1, R 7
5	49	61	Widerstände 47 Ohm (gelb-violett-schwarz)	R 2
6	98	122	Widerstände 10 kOhm (braun-schwarz-orange)	R 3, R 6
7	53	65	Widerstände 100 kOhm (braun-schwarz-gelb)	R 4, R 8, R 9, R 11, R 12
8 a	49	61	Widerstände 470 kOhm (gelb-violett-gelb)	R 5
8 b	1	1	Widerstand 10 Ohm (braun-schwarz-schwarz)	R 10
9 a	212	264	Lötstifte	
9 b	25	31	IC-Steckfassungen	Für die Integrierten Schaltkreise IC 1
9 c	1	1	Trimmpotentiometer 4,7 kOhm	P 1 nur auf der Platine HK 13
10	49	61	Transistoren BC 214 C	Q 1
11 a	49	61	Elektrolytkondensatoren 2,2 uF / 22 V	C 1 Polung beachten! Die Spannungsfestigkeit darf auch höher als 22 V liegen.
11 b	4	5	Kondensatoren 0,047 uF (= 47 nF)	C 2
11 c	9	11	Kontaktschienenführungen	Vgl. Abb. 11
11 d	8	10	Blechschrauben 2,9 x 6,5	Vgl. Abb. 11
12 a	1	1	Kontaktfederführung 13 fach	"Contact Guide (13)"
12 b	3	4	Kontaktfederführungen 12 fach	"Contact Guide (12)"
13	49	61	Kontaktfedern	"Sp."

Pack-Nr.	Anzahl für ein Manual 4 Okt.	5 Okt.	Bauteil	Verwendung, Bezeichnung im Positionsdruck, Hinweise usw.
14	25	31	Integrierte Schaltkreise WIC 6020	IC 1
15 a	16	20	Blechschrauben 2,9 x 22	Abb. 13 – Der Verpackungs-
15 b	16	20	Abstandsrollen 5 mm	beutel Nr. 15 wird erst nach
15 c	16	20	Pappscheiben 2,2 x 5 mm	dem Prüfen der Platinen HK 12 und HK 13 benötigt.
15 d	4	5	Kabelschellen 8 mm	
16 a	1	–	Kontaktschiene 4 Oktaven	ca. 70 cm lang, 1,5 mm Ø (gesondert verpackt)
16 b	–	1	Kontaktschiene 5 Oktaven	ca. 85 cm lang, 1,5 mm Ø (gesondert verpackt)
16 c	5	5	m isolierte Litze, dünn	für Prüfleitungen

4. Schritt – Widerstände

Bauen Sie die Widerstände R 1 bis R 12 – Verpackungsbeutel Nr. 4 bis 8 – ein. (Die Widerstände R 1 bis R 6 sind je 13 mal, ab R 7 nur je 1 mal vorhanden.)

5. Schritt – Lötstifte

Setzen Sie in alle Bohrungen, die mit diesem Zeichen ⊕ überdruckt sind, je einen Lötstift – Verpackungsbeutel Nr. 9 – ein. (Auf der Platine HK 13 liegen insgesamt 56, auf den Platinen HK 12 je 52 Lötstifte.)

6. Schritt – Drahtbrücken "Ju 2" und "Ju 3"

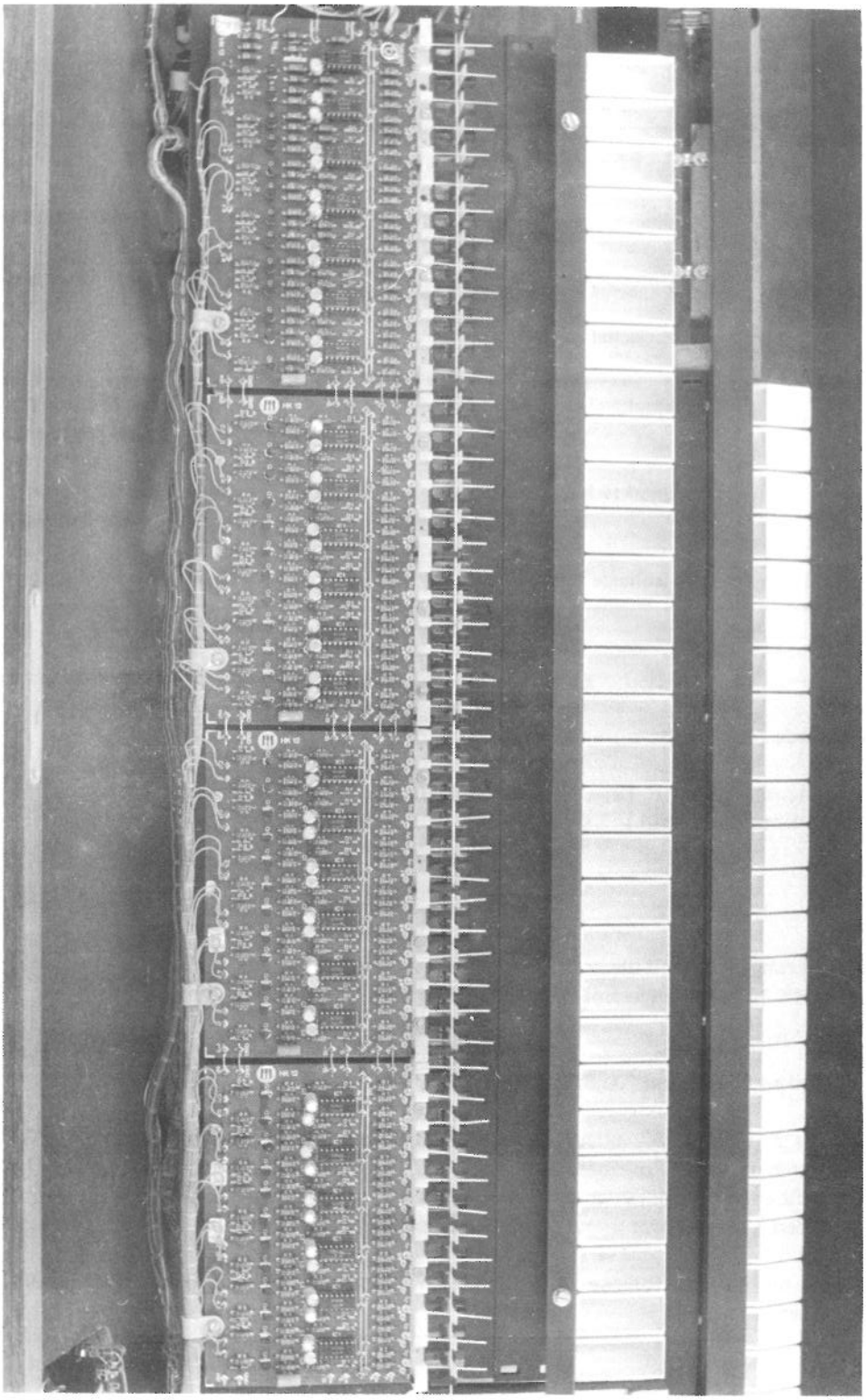
Die Drahtbrücken "Ju 2" und "Ju 3" verlaufen durch die Ösen von 8 bzw. 9 Lötstiften hindurch. Schieben Sie durch die 8 Lötstifte, die durch die weiße Positionsdrucklinie "Ju 1" miteinander verbunden sind, ein ca. 17 cm langes, gerade gerichtetes Stück versilberten Schaltdrahtes und löten Sie es an allen Lötstiften fest. (Die hohe Wärmeleitfähigkeit von Stift und Draht erfordert hier ein etwas längeres und besonders sorgfältiges Löten.)

Verfahren Sie ähnlich mit der Drahtbrücke "Ju 2" (ca. 17,5 cm lang.) **Achten Sie darauf, daß die beiden Drahtbrücken sich an keiner Stelle berühren.**

7. Schritt – IC-Steckfassungen

Setzen Sie die Steckfassungen für die integrierten Schaltkreise IC 1 – Verpackungsbeutel Nr. 9 – ein. Achten Sie vor dem Löten darauf, daß auch alle 14 Anschlüsse einer Fassung tatsächlich auf der Kupferseite "ankommen". (Die integrierten Schaltkreise selbst jetzt noch nicht einsetzen!)

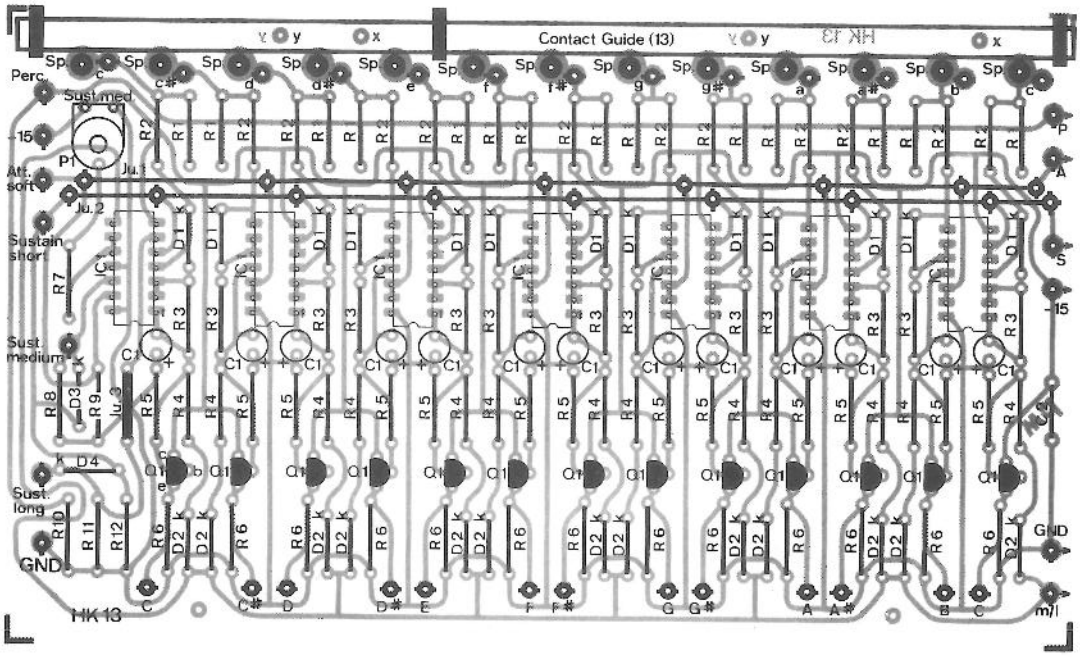
Abb. 9: Komplett aufgebaute 4-Oktaven-Hüllkurvenschaltung



8. Schritt – Trimmpotentiometer

Löten Sie das Trimmpotentiometer P 1 bei "Sust. med." ein. Drehen Sie seinen Schleifer in Mittelstellung. (Später wird hier die Abklingzeit für den mittellangen Sustain (Sustain medium) eingeregelt.

Abb. 10: Positionsdruck und Leiterbahnen (gerastert) der Platine HK 13



9. Schritt – Transistoren

Setzen Sie die Transistoren Q 1 – Verpackungsbeutel Nr. 10 – unter Beachtung der halbmondförmigen Positionsdruckmarkierung so ein, daß sie die Platine um nicht mehr als 10 mm überragen. (Es steigert den ästhetischen Hochgenuß beim Betrachten der Platine, wenn Sie bei allen Transitoren zunächst nur einen Anschluß festlöten, die Transitoren dann exakt ausrichten und danach erst die restlichen Anschlüsse verlöten!)

10. Schritt – Kondensatoren

Bauen Sie die 13 Elektrolytkondensatoren C 1 und den Kondensator C 2 – Verpackungsbeutel Nr. 11 – ein. Bei den Elkos C 1 muß die Polung beachtet werden. (Die in der Stückliste mit 22 V angegebene Spannungsfestigkeit kann bei den tatsächlich gelieferten Elkos auch höher liegen, also z.B. auch 50 V betragen.)

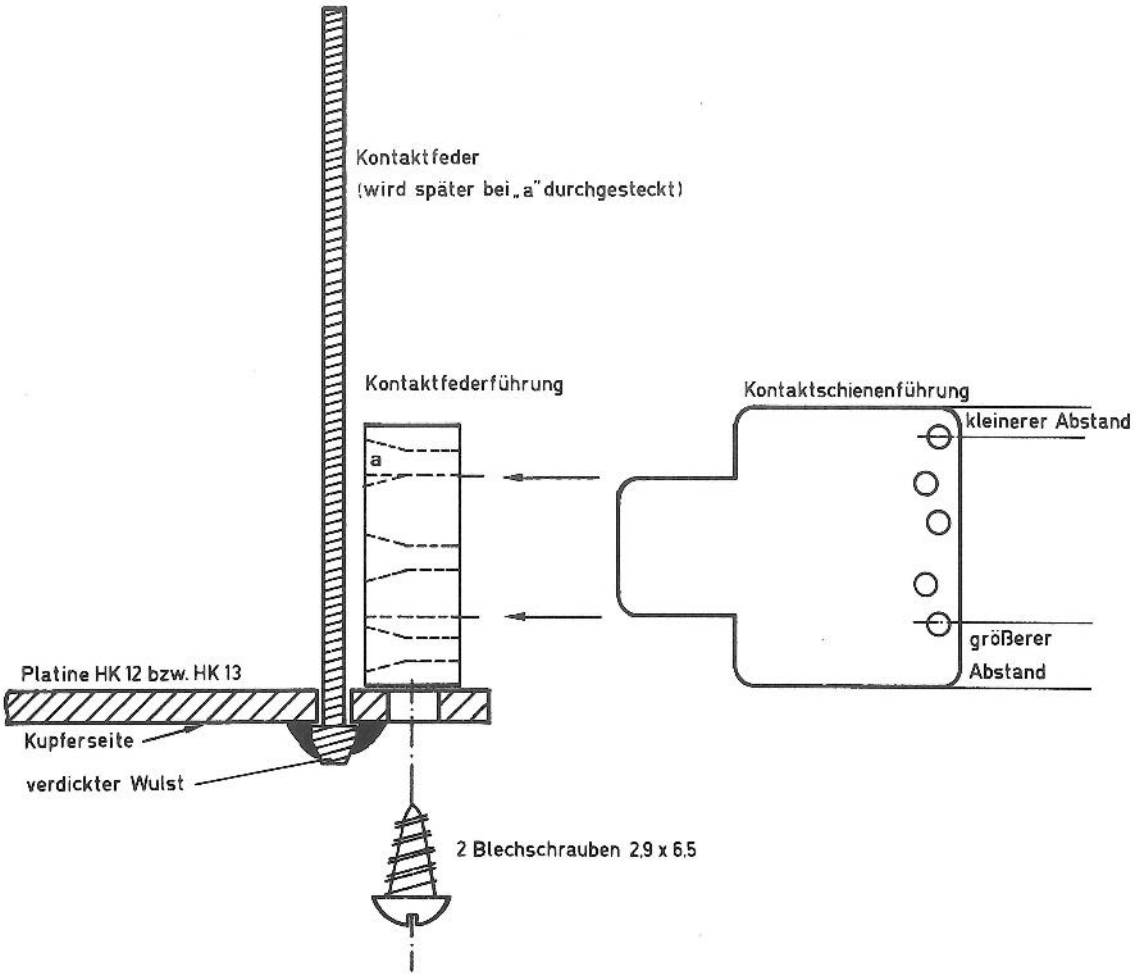
11. Schritt – Kontaktfederführungen

Pressen Sie nach Abb. 11 drei Kontaktschienenführungen – Verpackungsbeutel Nr. 11 – in die 13 fach-Kontaktfederführung ein. Beachten Sie, daß die trichterförmigen Einstecklöcher "a" auf der anderen Seite liegen. – Schrauben Sie die Kontaktfederführung mit zwei Blechschrauben 2,9 x 6,5 bei der Bezeichnung "Contact Guide" an der Platine HK 13 fest. Die Bohrungen für die Blechschrauben sind auf der Platine mit " x " markiert. (Die mit "y" bezeichneten Bohrungen dienen der späteren Befestigung der Platine unterhalb der Tastatur.)

12. Schritt – Kontaktfedern

Setzen Sie von der Kupferseite der Platine her in die Bohrungen "Sp." (von engl.: Spring) je eine Kontaktfeder – Verpackungsbeutel Nr. 13 – bis zum verdickten Wulst (Abb. 11) ein. Gut verlöten, jedoch nicht so gut, daß die Feder sich voll Zinn saugt und unbrauchbar wird. – Alle Federn anschließend bei "a" (Abb. 11) durch die Kontaktfederführungen hindurchstecken.

Abb. 11: Montage der Kontaktfederführungen



13. Schritt – Integrierte Schaltkreise

Stecken Sie die integrierten Schaltkreise IC 1 – Verpackungsbeutel Nr. 14 – in die Steckfassungen ein. Beachten Sie dabei die Markierung am IC und im Positionsdruck. Evtl. müssen die Anschlüsse etwas verbogen und parallel ausgerichtet werden, damit sie ohne umzuknicken leicht in die Fassung eindrückbar sind. (Die IC-Markierung kann - je nach Hersteller - ganz verschieden aussehen. Einkerbungen, Vertiefungen oder erhabene Punkte an einer IC-Schmalseite sind die gebräuchlichsten Kennzeichnungen.)

14. Schritt – Kontrolle

Nach dem Einsetzen der integrierten Schaltkreise ist das Bestücken der Platine HK 13 beendet. Bitte, kontrollieren Sie jetzt nochmals alle Bauteile auf richtigen Wert, Typ, Polung und einwandfreie Verlötung bzw. Verschraubung. Prüfen Sie die Kupferseite der Platine auf Lötzinnbrücken zwischen benachbarten Leiterbahnen, ziehen Sie in Zweifelsfällen Abb. 10 heran.

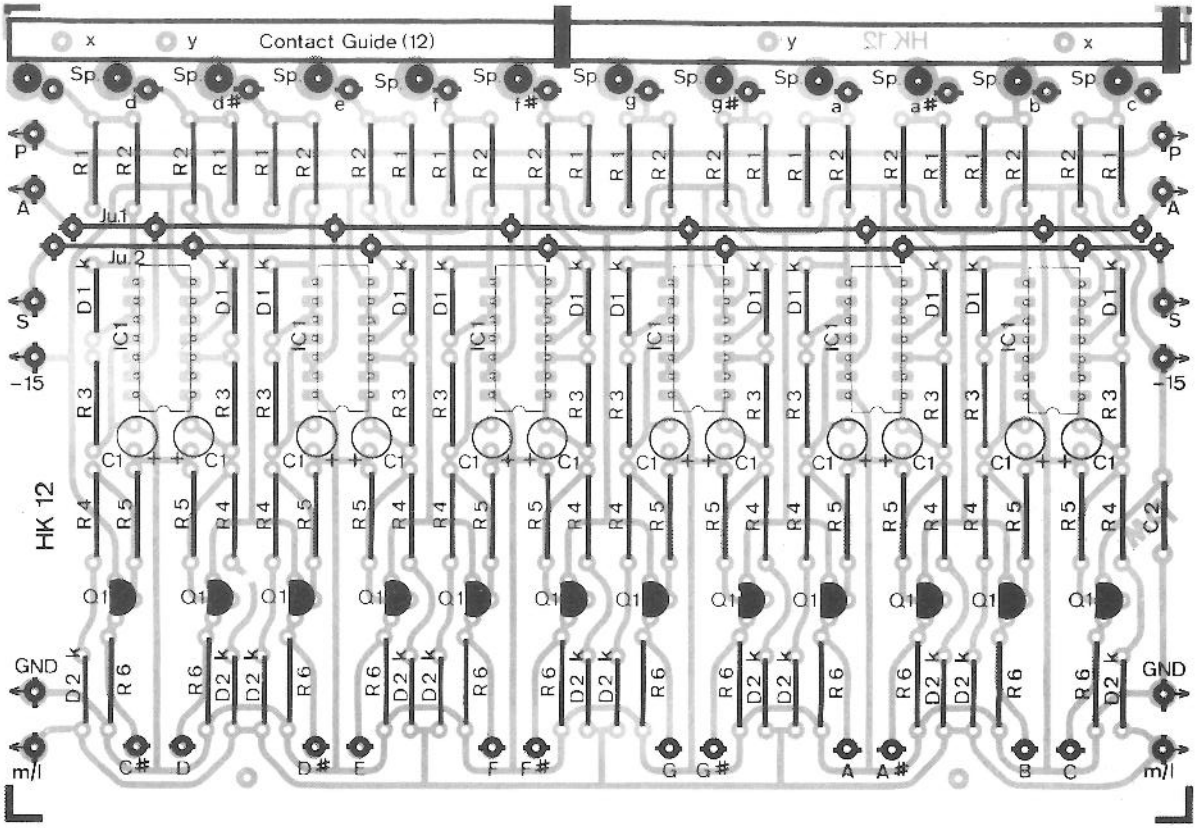
15. Schritt – Weitere Manuale

Wiederholen Sie die Schritte 2 bis 14 mit der Platine HK 13 für das 2. Manual und ggf. nochmals für das 3. Manual.

2. Bestücken der Platinen HK 12

Bestücken und kontrollieren Sie in Anlehnung an die Schritte 3 bis 14 der Reihe nach die Platinen HK 12. Für ein 4 Oktaven-Manual benötigen Sie drei solcher Platinen, bei 5 Oktaven vier Platinen.

Abb. 12: Positionsdruck und Leiterbahnen (gerastert) der Platine HK 12



3. Prüfen der Platinen HK 13 und HK 12

Vor der Montage der Platinen HK 13 und HK 12 an die Tastatur sollten alle Stufen auf ihre verschiedenen Funktionen geprüft werden, zumal der erforderliche Zeitaufwand gering ist. Für die Prüfung benötigen Sie ein funktionierendes Netzteil (- 15 Volt) und ein Voltmeter (Vielfachinstrument) mit einem Meßbereich von ca. 25 Volt Gleichspannung. Beginnen Sie mit der Prüfung der Platine HK 13.

Vorbereitungen

a) Verbinden Sie den Lötstift "GND" der Platine HK 13 mit einem der Stifte "GND" des Netzteils. (Verwenden Sie hierzu und für alle weiteren Leitungen die dem Bausatz beigefügte dünne isolierte Litze.)

b) Verbinden Sie den Lötstift "-15" der Platine HK 13 mit einem der Stifte "-15 V" des Netzteils.

c) Klemmen Sie die positive Meßleitung Ihres Voltmeters an "GND" des Netzteils. Sie verbleibt dort während sämtlicher Prüfungen.

d) Schalten Sie das Netzteil ein und überzeugen Sie sich durch Antippen des Stiftes "-15" auf der Platine HK 13 mit der negativen Meßleitung des Voltmeters von dem tatsächlichen Vorhandensein der Betriebsspannung.

Vorprüfung der Schaltstufen IC 1 a und der Transistoren Q 1 auf der Platine HK 13

Tasten Sie mit der negativen Meßleitung des Voltmeters der Reihe nach die 13 Ausgangslötstifte "C", "C #", "D" usw. ab.

An keinem dieser Stifte darf eine Spannung angezeigt werden.

Sollte dennoch eine Spannung anstehen, besteht Verdacht auf einen defekten Transistor Q 1 oder einen defekten IC 1 a (vgl. Schaltbild, Abb. 4). Fehlerhafte Lötstellen wollen wir ausschließen, da Sie ja mit Sicherheit keine gemacht haben, oder? – Durch vorübergehendes Herausziehen des verdächtigen IC's (immer senkrecht oberhalb des "kranken" Ausgangslötstiftes) kann die Fehlerursache aufgespürt werden: Bleibt die Ausgangsspannung bestehen, ist Q 1 defekt, verschwindet sie, muß der IC ausgetauscht werden.
Wichtig: Das Einstecken und Herausziehen von integrierten Schaltkreisen darf immer nur bei abgeschalteter Betriebsspannung erfolgen.

Prüfen der Schaltfunktion, HK 13

a) Klemmen Sie die negative Meßleitung des Voltmeters fest an den Ausgangslötstift "C" (neben "C #") Achten Sie darauf, daß Sie nicht aus Versehen gleichzeitig das naheliegende Ende des Widerstandes R 6 berühren, was im Schritt 3 c) die sofortige Zerstörung des Transistors Q 1 zur Folge hätte!)

b) Löten Sie eine ca. 30 cm lange dünne Litze mit einem Ende an den Stift "-15".

c) Tasten Sie mit dem anderen Ende dieser Litze (abisolieren und verzinnen!) der Reihe nach an alle Kontaktfedern.

Beim Antippen der Kontaktfeder "c" (neben "c #") muß das Voltmeter (welches am zugeordneten Ausgangslötstift "C" liegt) ca. 15 V anzeigen. Beim Berühren aller übrigen Federn darf es nicht ausschlagen. (Ggf. den IC austauschen.)

d) Legen Sie das Voltmeter jetzt an den Ausgangslötstift "C#" und tippen Sie wieder der Reihe nach sämtliche Kontaktfedern an.

Jetzt darf nur beim Antippen der Feder "c#" der Ausgang "C#" auf -15 Volt gehen.

e) Wiederholen Sie diese Prüfung für alle Ausgänge.

Es darf immer nur der Ausgang auf -15 Volt gehen, dessen zugeordnete Kontaktfeder über die Tastlitze auf -15 gelegt wird.

Prüfen der Funktion "Attack", HK 13

Beim Überschlagen der folgenden Prüfschritte bleiben mögliche Fehler in den Schaltstufen IC 1 b unerkannt, d.h. die Umschaltung von spontanem auf weichen Toneinsatz funktioniert später für die betreffende Taste nicht.

a) Klemmen Sie das Voltmeter fest an den Ausgangslötstift "C".

b) Legen Sie die zugeordnete Kontaktfeder "c" fest an -15 V (über die bereits unter 3 b beschriebene 30 cm-Leitung).

Das Voltmeter muß jetzt ca. 15 V anzeigen.

c) Löten Sie jetzt eine zweite 30 cm-Litze mit einem Ende an den Stift "-15".

d) Tippen Sie mit dem freien Ende dieser Litze kurz an den Stift "Att. soft".

Dabei muß die angezeigte Spannung um ca. 1 V absinken. Nach Wegnahme der negativen Spannung vom Stift "Att. soft" muß sie wieder auf den alten Wert ansteigen.(Möglichen Fehler durch IC-Austausch prüfen.)

e) Wiederholen Sie Schritt 4 d) für alle Stufen, indem Sie das Voltmeter der Reihe nach an die anderen Ausgänge und gleichzeitig die jeweils dazugehörige Kontaktfeder auf -15 Volt legen.

Prüfung der Funktion "Sustain", HK 13

Wenn Sie den Prüfschritten bis hierhin gefolgt sind, haben Sie inzwischen am Stift "-15" der Platine HK 13 außer der Zuleitung vom Netzteil noch zwei 30 cm lange Testlitzen angelötet, die jetzt wie folgt zu behandeln sind:

a) Löten Sie das freie Ende der ersten Litze an den Stift "Sust. long".

b) Legen Sie das Voltmeter fest an den Ausgang "C".

c) Tippen Sie mit der zweiten Litze die zugeordnete Kontaktfeder "c" an.

Das Voltmeter muß ca. 15 Volt anzeigen, und beim Lösen der Litze von der Kontaktfeder muß die Spannung allmählich (innerhalb ca. 3 - 4 Sek.) auf Null absinken. (Sofortiges Absinken kann durch eine fehlerhafte Diode D 1 bedingt sein, zeigen alle Stufen kein langsames Abklingen, ist D 4 zu überprüfen. Auch ein defekter IC 1 c (ganz links, neben R 7) wirkt sich auf alle Stufen aus.)

d) Wiederholen Sie die Prüfung für alle übrigen Stufen.

e) Legen Sie statt des Stiftes "Sust. long" nun den Stift "Sustain medium" auf -15 V, und wiederholen Sie die Abklingprüfung für eine beliebige Stufe.

Das Absinken der Spannung muß nun etwas rascher erfolgen. (In Mittelstellung des Trimmpotentiometers P 1 - "Sust. med." ist der Unterschied nicht sehr groß, Drehen an P 1 im Gegenuhrzeigersinn führt zu rascherem Abklingen. (Mögliche Fehlerquellen: IC 1 d und Diode D 3.)

Damit ist die Prüfung der Platine HK 13 abgeschlossen. Löten Sie alle Stromversorgungs- und Testleitungen ab und prüfen Sie dann analog die zweite (und evtl. die dritte) Platine HK 13.

Prüfung der Platinen HK 12

Das Prüfen der Platinen HK 12 erfordert weniger Aufwand. Prüfen Sie eine Platine nach der anderen gemäß den folgenden, für eine Platine beschriebenen Schritten:

Vorbereitungen

a) Verbinden Sie die drei Lötstifte "P", "GND" und "m/l" der Platine HK 12 mit "GND" des Netzteils.

b) Verbinden Sie den Lötstift "-15" der Platine HK 12 mit "-15" des Netzteils.

c) Klemmen Sie die positive Meßleitung des Voltmeters an "GND" des Netzteils. (Sie verbleibt dort während sämtlicher Prüfungen.)

d) Schalten Sie das Netzteil ein und überzeugen Sie sich durch Antippen des Stiftes "-15" auf der Platine HK 12 mit der negativen Meßleitung des Voltmeters von dem tatsächlichen Vorhandensein der Betriebsspannung.

Vorprüfung der Schaltstufen IC 1 a und der Transistoren Q 1, HK 12

Tasten Sie mit der negativen Meßleitung des Voltmeters der Reihe nach die 12 Ausgangslötstifte "C#", "D" usw. ab.

An keinem dieser Stifte darf eine Spannung anstehen. Falls doch, vgl. Punkt 2 der Prüfung der Platine HK 13.

Prüfen der Schaltfunktion, HK 12

a) Löten Sie eine ca. 30 cm lange dünne Litze an den Lötstift "-15" der Platine HK 12.

b) Tasten Sie mit dieser Litze der Reihe nach alle Kontaktfedern ab, und legen Sie jedesmal gleichzeitig das Voltmeter an den dazugehörigen Ausgangslötstift. ("C#", "D" usw.)

Das Voltmeter muß jedesmal ca. 15 Volt anzeigen, jedoch keine Spannung, wenn es an einem Ausgangslötstift liegt, der nicht der gerade an -15 V liegenden Kontaktfeder zugeordnet ist.

Prüfen der Funktion "Attack", HK 12

a) Klemmen Sie das Voltmeter fest an den Ausgangslötstift "C#".

b) Legen Sie die zugeordnete Kontaktfeder "c#" fest an -15 V. (über die bereits unter 3 b beschriebene 30 cm-Litze.)

Das Voltmeter muß jetzt ca. 15 Volt anzeigen.

c) Löten Sie jetzt eine zweite 30 cm-Litze mit einem Ende an den Lötstift "-15",

d) Tippen Sie mit dem freien Ende dieser Leitung kurz an den Lötstift "A" (zwischen den Lötstiften P und S).

Dabei muß die angezeigte Spannung um ca. 1 V absinken. (Nach Wegnahme der negativen Spannung von Stift "A" muß sie nach einigen Sekunden wieder auf den ursprünglichen Wert ansteigen.

e) Wiederholen Sie Schritt 4 d) für alle Stufen, indem Sie das Voltmeter der Reihe nach an alle übrigen Ausgänge und gleichzeitig die jeweils dazugehörige Kontaktfeder an -15 Volt legen.

Prüfung der Funktion "Sustain", HK 12

a) Löten Sie die vom Punkt "GND" des Netzteils kommende Leitung am Lötstift "m/l" der Platine HK 12 ab.

b) Löten Sie das freie Ende einer der beiden 30 cm-Litzen, die am Lötstift "-15" angeschlossen sind, an den Lötstift "S".

c) Tasten Sie mit dem freien Ende der zweiten 30 cm-Litze (-15 V) der Reihe nach alle Kontaktfedern ab und legen Sie jedesmal das Voltmeter an den zugeordneten Ausgangslötstift.

Das Voltmeter muß jedesmal ca. 15 Volt anzeigen. Bei Wegnahme der -15 V-Litze an der Kontaktfeder muß die angezeigte Spannung langsam bis auf Null absinken. (Mögliche Fehlerquelle: Diode D 1)

d) Löten Sie die von "GND" des Netzteils kommende Leitung wieder am Stift "m/l" an.

e) Wiederholen Sie die Prüfung der einzelnen Stufen nach Schritt c.

Das Voltmeter muß wiederum jedesmal etwa 15 Volt anzeigen und nach Wegnahme der negativen Spannung an der Kontaktfeder rasch zurückgehen. (Erfolgt der Rückgang langsam, ist die Diode D 2 zu untersuchen).

4. Montage der Platinen HK 13 und HK 12 an der Tastatur

Die Hüllkurvenplatinen HK 13 und HK 12 können erst nach der Montage der sog. C-Schiene (Abb. 13) unter der Tastatur angebracht werden, da sonst die Schrauben 2 d durch die Platinen verdeckt sind, und diese Schiene kann wiederum erst dann mit der Tastatur verbunden werden, wenn das Orgelgehäuse vorhanden ist, da die Tastatur durch seitliches Verschieben auf der Schiene genau zwischen die Seitenbrettchen eingepaßt werden muß.

Falls Sie das Gehäuse selbst bauen und sich an unseren Maßen orientieren wollen, folgen hier die wichtigsten Maße.

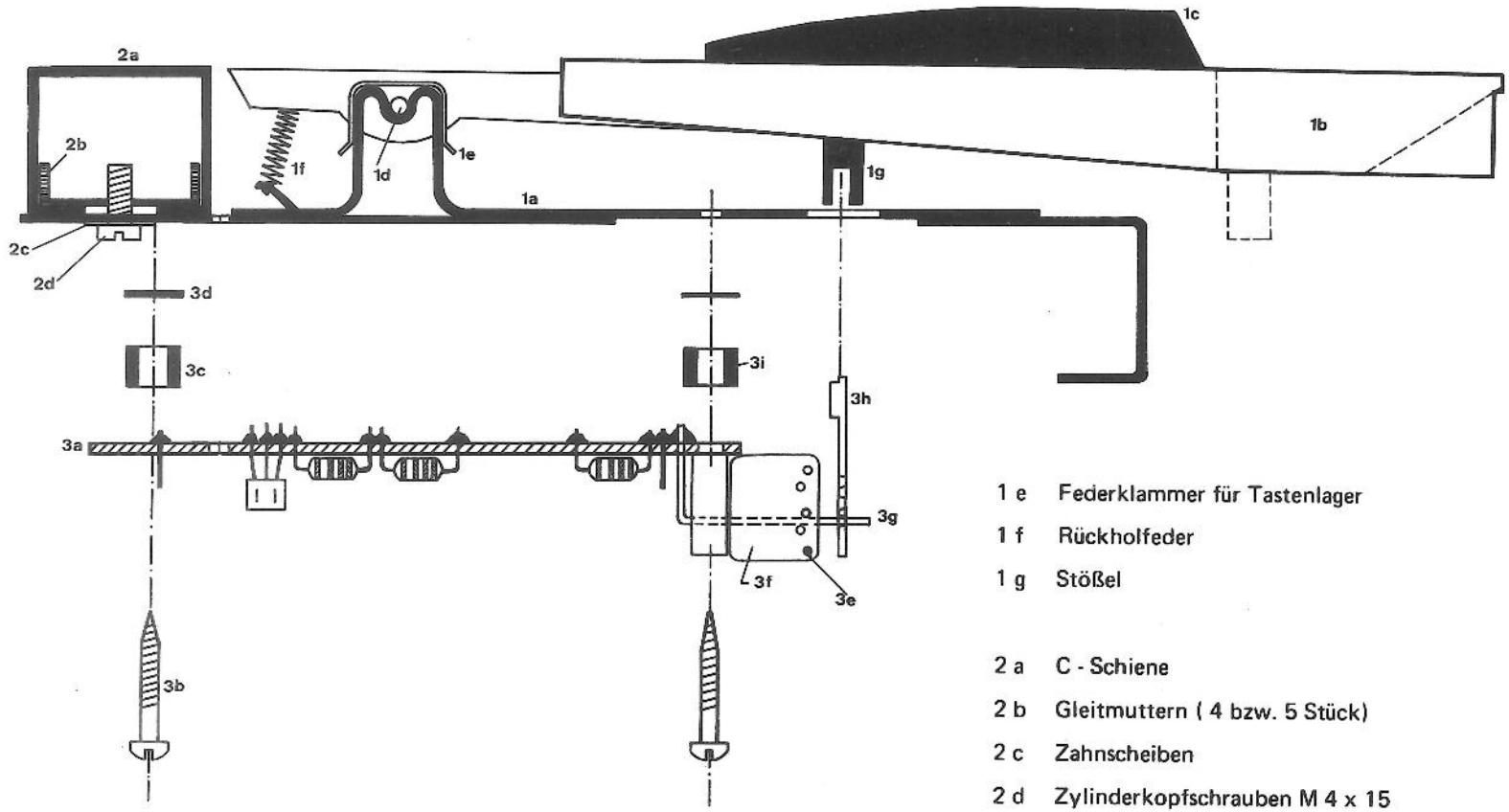
Orgeltyp	Gehäuse - Innenmaß (Die C-Schiene ist ca. 10 mm kürzer)	Seitenbrettchen, Breite		
W 1	102 cm	unten, links	–	12 cm
		unten, rechts	–	22 cm
		oben, links	–	28 cm
		oben, rechts	–	6 cm
W 2	110 cm	unten, links	–	22 cm
		unten, rechts	–	28 cm
		oben, links	–	38 cm
		oben, rechts	–	4 cm
W 3	128 cm	links	–	22 cm
		rechts	–	22 cm
W 4	128 cm	links	–	24 cm
		rechts	–	20 cm

Der Arbeitsablauf bei der Montage der Platinen HK 13 und HK 12 ist für alle Orgeltypen gleich und im folgenden dargestellt.

1. Schritt – Montage

Befestigen Sie die Platinen nach Abb. 13 unterhalb der Tastatur-Grundplatte. Die Platine HK 13 – pro Manual nur einmal vorhanden – liegt auf der Baßseite. Die Pappscheiben 3 d bilden eine Montageerleichterung, sie hindern die Schrauben 3 b und die Abstandsrollen 3 c am Herausfallen aus den Befestigungslöchern der Platinen 3 a.

Abb. 13: Montage der Platinen HK 13 und HK 12



Legende zu Abb. 13

1 a Tastatur-Grundplatte
1 b Untertaste (in Mittel- und Obermanualen abgeschrägt)
1 c Obertaste
1 d Tastenlager
1 e Federklammer für Tastenlager
1 f Rückholfeder
1 g Stößel

2 a C - Schiene
2 b Gleitmuttern (4 bzw. 5 Stück)
2 c Zahnscheiben
2 d Zylinderkopfschrauben M 4 x 15

3 a Hüllkurven-Platinen HK 13 bzw. HK 12
3 b Blechschrauben 2,9 x 22
3 c Abstandsrollen 5 mm
3 d Pappscheiben
3 e Kontaktschiene
3 f Kontaktschienenführung
3 g Kontaktfeder
3 h Zugstange

2. Schritt – Drahtbrücken

Löten Sie zwischen zwei nebeneinanderliegenden Platinen jeweils sechs Drahtbrücken aus versilbertem Schaltdraht an die Lötstifte P, A, S, -15, GND und m/l. Diese Brücken – alle etwa 15 mm lang – sind auf den Platinen durch kleine Pfeile angedeutet. Bei einem 4-Oktaven-Manual ergeben sich insgesamt 18, bei 5 Oktaven 24 Drahtbrücken, vgl. auch Abb. 9.

3. Schritt – Kontaktschiene

Schieben Sie die Kontaktschiene 3 e – sie ist so lang wie alle Hüllkurvenplatinen zusammen – durch die untere Bohrung (Abb. 13) der Kontaktschienenführung 3 f, und achten Sie darauf, daß alle Kontaktfedern 3 g oberhalb der Kontaktschiene liegen.

4. Schritt – Zugstangen

Schieben Sie über alle Kontaktfedern (49 bzw. 61 Stück pro Manual) eine Zugstange 3 h – untere Bohrung benutzen – und setzen Sie diese gleichzeitig in die Stößel 1 g ein. Bei nicht gedrückten Tasten darf keine der Kontaktfedern an der Kontaktschiene anliegen, die Kontaktgabe sollte nach etwa 2 - 3 mm Tastenweg erfolgen. Justiermöglichkeiten bestehen durch verschieden tiefes Eindrücken der Zugstangen in die Stößel oder generell durch die Wahl anderer Bohrungen für die Kontaktschiene.

II. Aufbau der Tastenkontakte für die Orgel W 1

Wie bereits angedeutet erhält das Untermanual der Orgel W 1 keine komplette Hüllkurvenschaltung, sondern eine vereinfachte Abwandlung, was die nachstehende Stückliste bereits erkennen läßt.

Alle benötigten Teile finden Sie in dem Karton mit der Aufschrift "Tastenkontakte für das Untermanual der Orgel W 1".

1. Schritt – Drahtbrücken

Setzen Sie auf der Platine HK 12 und HK 13 auf den Positionen "D 1" Drahtbrücken, insgesamt also 49 Stück aus versilbertem Schaltdraht ein. – Die im Positionsdruck angedeuteten Drahtbrücken "Ju 1", bis "Ju 3" entfallen. –

2. Schritt – Widerstände

Bestücken Sie die je 49 Widerstände R 1 und R 2 sowie den nur auf der Platine HK 13 vorkommenden Widerstand R 10.

3. Schritt – Lötstifte

Setzen Sie abweichend von den Angaben des Positionsdruckes Lötstifte in folgende Bohrungen:

a) Auf jeder Platine HK 12 und HK 13 in die beiden Bohrungen "GND" (Insgesamt 8 Lötstifte.)

Stückliste der Tastenkontakte für das Untermanual der Orgel W 1

Pack-Nr.	Anzahl	Bauteil	Verwendung, Bezeichnung im Positionsdruck, Hinweise
1 a	2	m Lötzinn	
1 b	1,50	m versilberter Schaltdraht, 0,8 mm Ø	Drahtbrücken, Text beachten!
2 a	1	Platine HK 13	
2 b	3	Platinen HK 12	
3	49	Widerstände 4,7 kOhm (gelb-violett-rot)	R 1
4 a	49	Widerstände 47 Ohm (gelb-violett-schwarz)	R 2
4 b	1	Widerstand 10 Ohm (braun-schwarz-schwarz)	R 10 (nur auf der Platine HK 13)
5 a	57	Lötstifte	Text beachten!
5 b	49	Elektrolytkondensatoren 2,2 uF / 22 V	C 1 Polung beachten!
5 c	9	Kontaktschienenführungen	Vgl. Abb. 11!
5 d	10	Blechschrauben 2,9 x 6,5	Vgl. Abb. 11!
6 a	1	Kontaktfederführung 13fach	"Contact Guide (13)"
6 b	3	Kontaktfederführungen 12fach	"Contact Guide (12)"
7	49	Kontaktfedern	"Sp."
8 a	16	Blechschrauben 2,9 x 22	
8 b	16	Abstandsrollen 5 mm	
8 c	16	Pappscheiben 2,2 x 5 mm	
8 d	4	Kabelschellen 8 mm	
8 e	1	Kontaktschiene, 4 Oktaven	ca. 70 cm lang, 1,5 mm Ø (separat verpackt)

b) In alle Bohrungen für den (nicht bestückten) Widerstand R 3, die den Drahtbrücken (an Stelle von D 1) am nächsten liegen. (An diesen insgesamt 49 Lötstiften wird später der Kabelbaum HG 1 – er führt zu den Gattern – angeschlossen.)

4. Schritt – Kondensatoren

Bestücken Sie die 49 Elektrolytkondensatoren C 1. Beachten Sie die Polung!

5. Schritt – Kontaktfederführungen

Pressen Sie nach Abb. 11 drei Kontaktschienenführungen – Verpackungsbeutel Nr. 4 – in die 13fach-Kontaktfederführung ein. Beachten Sie, daß die trichterförmigen Einstecklöcher "a" auf der anderen Seite liegen. – Schrauben Sie die Kontaktfederführung mit zwei Blechschrauben 2,9 x 6,5 bei der Bezeichnung "Contact Guide" an der Platine HK 13 fest. Die Bohrungen für die Blechschrauben sind auf der Platine mit "x" markiert. (Die mit "y" bezeichneten Bohrungen dienen der späteren Befestigung der Platine unterhalb der Tastatur.)

Verfahren Sie ähnlich mit den drei Zwölffach-Kontaktfederführungen, dort benötigen Sie jedoch nur je 2 Kontaktschienenführungen, die mittlere Einsteckmöglichkeit bleibt frei.

6. Schritt – Kontaktfedern

Setzen Sie bei allen Platinen von der Kupferseite her je eine Kontaktfeder in die Bohrungen "Sp." bis zum verdickten Wulst ein. Stecken Sie alle Federn anschließend bei "a" (Abb. 11) durch die Kontaktfederführungen hindurch.

Damit ist das Bestücken der Platinen beendet. Da eine Prüfung sich wohl erübrigt, können die Platinen jetzt wie auf Seite 27 beschrieben, weiterverarbeitet werden. Von den dort beschriebenen sechs Drahtbrücken von Platine zu Platine werden hier nur die Brücken bei "GND" benötigt.

III. Aufbau der Gatter

Der Aufbau der elektronischen Gatter oder Tore ist der zweite große Arbeitsabschnitt im Bereich der Elektronischen Tastung. Hier müssen Sie eine beträchtliche Anzahl kleiner Platinen – ET 12 und ET 13, siehe Abb. 15 und 16 – bestücken und diese dann auf eine oder mehrere große Platinen, den sogenannten Verharfungsplatinen nach einem streng zu beachtenden Schema aufstecken.

Die Verharfungsplatinen (V1, V 2 ...) sind für alle Orgelmodelle verschieden, außer bei den Orgeln W 1 und W 2 gibt es für jedes Manual eine Verharfungsplatine, bei den Orgeln W 1 und W 2 sind die Verharfungen auf einer einzigen Platine vereint.

Die kleinen Platinen – im folgenden auch Steckkarten genannt – werden im Prinzip zwar gleich, in einigen Bauteilen jedoch unterschiedlich bestückt, weshalb die folgenden Anweisungen im wesentlichen aus Stücklisten und Tabellen bestehen.

Abb. 14: Fertig bestückte Platine ET 12

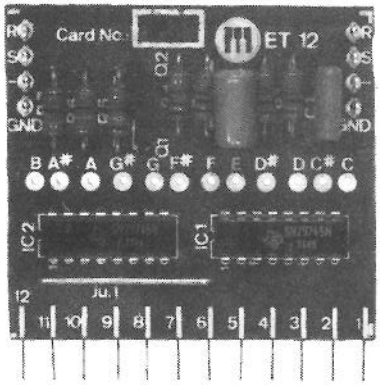


Abb. 15: Fertig bestückte Platine ET 13

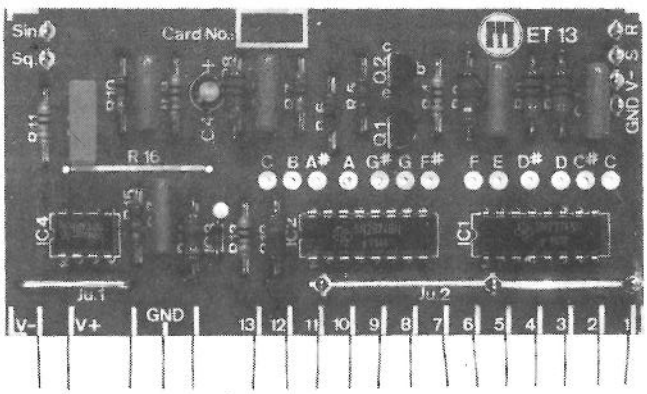
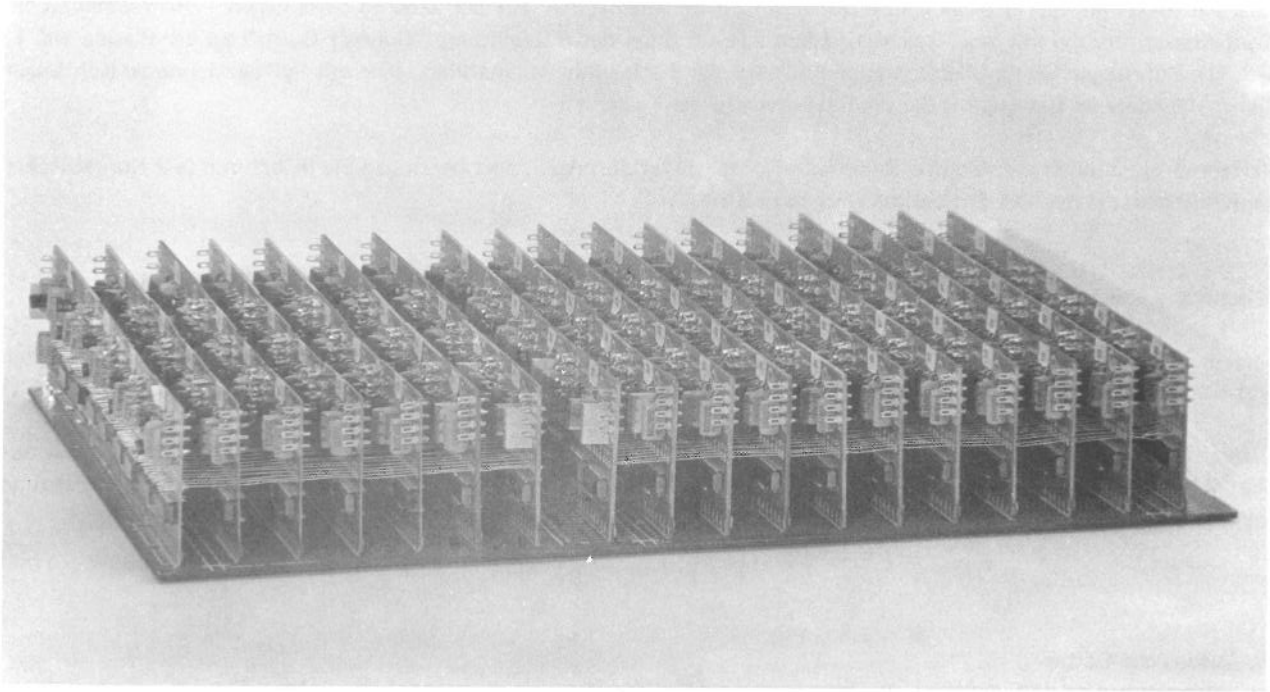


Abb. 16: Fertig aufgebaute Gatter (für die Orgel W 2)



1. Bestücken der Verharfungsplatinen

Suchen Sie sich auf den folgenden Seiten die für Ihre Orgel zutreffende Stückliste und bestücken Sie die Verharfungsplatine(n) mit den Bauteilen aus dem Verpackungsbeutel Nr. 2 des Kartons "Gatter..." Löten Sie den im Positionsdruck angedeuteten Kabelbaum jetzt noch nicht an.

2. Bestücken der Steckkarten ET 12 und ET 13

1. Schritt – Numerieren

Alle folgenden Anweisungen gelten für ein Manual, es sei denn, Sie bauen eine W 1 oder eine W 2, die nur eine einzige Verharfungsplatine enthalten.

Auf "Ihrer" Verharfungsplatine finden Sie im Positionsdruck eine ganze Anzahl kräftiger Linien, die mit "Card No. 1", "2", "3" usw. bezeichnet sind. Auf diesen Linien werden später die fertig bestückten und geprüften Steckkarten (Card) aufgebaut, vgl. Abb. 16. Die Karten ET 12 stehen über den kurzen, etwa 5,5 cm langen Linien, die Karte ET 13 über den etwa 10 cm langen. (Die in einer Reihe nebeneinander stehenden Karten tragen die 49 bzw. 61 Gatter und die Sinusformung für eine Fußlage.)

Wichtig: Numerieren Sie nun alle Karten genau nach dem auf der Verharfungsplatine aufgedruckten Nummernschema. Auf den Karten finden Sie am oberen Rand ein rechteckiges Feld "Card No.", in das Sie z.B. mit einem Faserschreiber die Nummer eintragen können.

2. Schritt – Erste Teilbestückung der Karten ET 12 und ET 13

Bestücken Sie gemäß "Ihrer" Stückliste auf sämtlichen Karten die Widerstände aus den Verpackungsbeuteln Nr. 5 bis 10. Außer bei R 16 brauchen Sie dabei die Numerierung der Karten noch nicht zu beachten.

Abb. 17: Positionsdruck und Leiterbahnen (gerastert) einer Platine ET 12

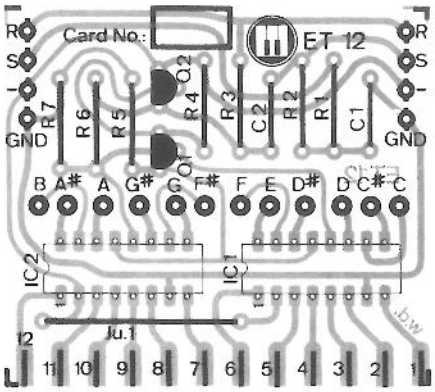
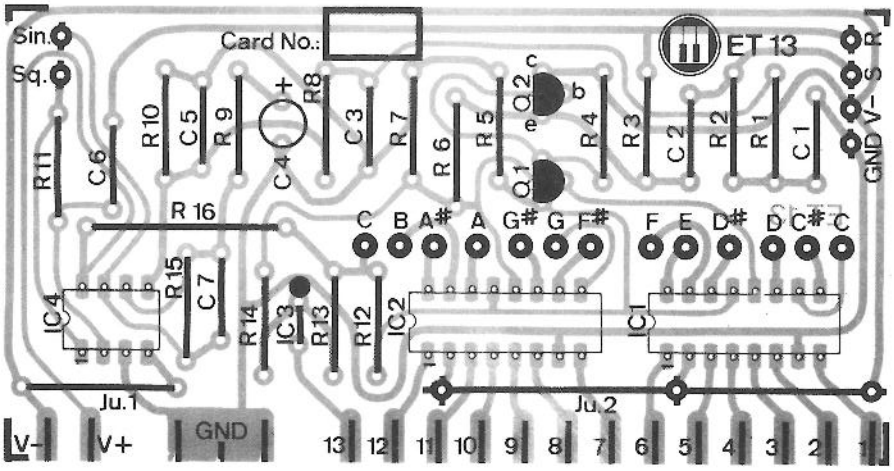


Abb. 18: Positionsdruck und Leiterbahnen (gerastert) einer Platine ET 13



3. Schritt – Lötstifte

Setzen Sie in alle Bohrungen, die mit dem Zeichen ⊖ überdruckt sind, Lötstifte – Verpackungsbeutel Nr. 11 - ein. Vgl. auch Abb. 14 und 15.

Achtung, nur für die Modelle W 1 und W 2:

Bei diesen beiden Orgeln werden zusätzliche Lötstifte benötigt und zwar auf den Karten Nr. 1 bis 3 (ET 12) in den je 12 Bohrungen B bis C und auf der Karte Nr. 4 in den 13 Bohrungen C bis C.

4. Schritt – Drahtbrücken

Auf allen Karten ET 12 und ET 13 muß aus dem versilberten Schaltdraht – Pack-Nr. 11 b – eine Drahtbrücke "Ju. 1" gelegt werden. – Auf den Karten ET 13 wird eine zweite Drahtbrücke benötigt, die in Form eines 5,5 cm langen Silberdrahtstückes bei "Ju. 2" durch die drei Lötstifte hindurchgeschoben und dort besonders sorgfältig verlötet wird.

Stückliste über die Gatter der Orgeln W 1 und W 2 (jeweils für beide Manuale)

Pack-Nr.	Anzahl W 1	Anzahl W 2	Bauteil	Verwendung
1	1	–	Platine V 1	Verharfungsplatine für
	–	1	Platine V 2	beide Manuale
2 a	25	40	m Lötzinn	
2 b	50	150	cm versilberter Schaltdraht	Drahtbrücken auf der Verharfungsplatine
2 c	2	2	Widerstände 10 Ohm (braun-schwarz-schwarz)	R 1 und R 2 auf der Verharfungsplatine
2 d	2	2	Elektrolytkondensatoren 470 uF / 22 V	C 1 und C 2 auf der Verharfungsplatine. Polung beachten !
2 e	3	3	Lötstifte	Bohrungen "GND", "+ 15" und "-15"
2 f	6	8	Platinenhalter, 13 mm	Befestigung der Verharfungsplatine, Abb. 32
2 g	6	8	Blechschrauben 2,9 x 22	s. Abb. 32
2 h	4	4	Kunststoff-Kabelbinder	Befestigung des Kabelbaums unter der Verharfungsplatine
3	33	54	Platinen ET 12	ca. 5,5 x 6 cm, für je 12 Gatter
4	11	18	Platinen ET 13	ca. 5,5 x 10 cm, für je 13 Gatter
5	99	162	Widerstände 10 kOhm (braun-schwarz-orange)	R 1, R 2 und R 8 auf den Platinen ET 12 bzw. ET 13. Auch alle folgenden Teile dieser Stückliste liegen auf den Platinen ET 12 und 13
6	66	108	Widerstände 22 kOhm (rot-rot-orange)	R 4, R 11, R 13
7	44	72	Widerstände 150 Ohm (braun-grün-braun)	R 5
8	44	72	Widerstände 4,7 kOhm (gelb-violett-rot)	R 6
9	44	72	Widerstände 470 Ohm (gelb-violett-braun)	R 7
10 a	11	18	Widerstände 3,3 kOhm (orange-orange-rot)	R 9
10 b	11	18	Widerstände 220 kOhm (rot-rot-gelb)	R 10
10 c	22	36	Widerstände 47 kOhm (gelb-violett-orange)	R 12, R 14

Pack-Nr.	Anzahl W 1	Anzahl W 2	Bauteil	Verwendung
10 d	13	20	Widerstände 100 kOhm (braun-schwarz-gelb)	R 15, R 16 **Achtung:** Bei der Orgel W 1 wird R 16 nur auf den Karten Nr. 16 und 44 bestückt, bei der W 2 nur auf den Karten Nr. 28 und 72. Vgl. Bauanleitungs–Text!
11 a	412	643	Lötstifte	Text beachten!
11 b	20	30	m versilberter Schaltdraht, 0,4 mm Ø	Drahtbrücken "Ju." und Verbindungen von Karte zu Karte
12 a	88	144	Transistoren BC 307 b o.ä.	Q 1, Q 2
12 b	11	18	Elektrolytkondensatoren 1 uF / 22 V	C 4, Polung beachten!
12 c	11	18	Kondensatoren 1000 pF (= 1 nF)	C 7
13	44	72	Integrierte Schaltkreise SN 29 745	IC 1 – Bei allen IC's Polung beachten!
14	44	72	Integrierte Schaltkreise SN 29 746	IC 2
15 a	11	18	Integrierte Schaltkreise WIC 182	IC 3
15 b	11	18	Integrierte Schaltkreise WIC 1458	IC 4
16 a	4	7	Widerstände 22 kOhm (rot-rot-orange)	R 3 – Beutelinhalt nach Tabelle 4 verarbeiten!
16 b	11	18	Widerstände 18 kOhm (braun-grau-orange)	
16 c	11	18	Widerstände 15 kOhm (braun-grün-orange)	
16 d	11	18	Widerstände 12 kOhm (braun-rot-orange)	
16 e	7	11	Widerstände 10 kOhm (braun-schwarz-orange)	
17 a	4	4	Kondensatoren 1 uF	Beutelinhalt nach Tabelle 4
17 b	2	2	Kondensatoren 0,47 uF	verarbeiten!
17 c	2	2	Kondensatoren 0,33 uF	
17 d	4	6	Kondensatoren 0,22 uF	
17 e	–	2	Kondensatoren 0,15 uF	
17 f	7	8	Kondensatoren 0,1 uF	
18 a	2	4	Kondensatoren 0,068 uF (= 68 nF)	Beutelinhalt nach Tabelle 4
18 b	10	10	Kondensatoren 0,047 uF (= 47 nF)	verarbeiten!

Pack-Nr.	Anzahl W 1	Anzahl W 2	Bauteil	Verwendung
18 c	5	7	Kondensatoren 0,033 uF (= 33 nF)	
18 d	19	20	Kondensatoren 0,022 uF (= 22 nF)	
19 a	6	12	Kondensatoren 0,015 uF (= 15 nF)	Beutelinhalt nach Tabelle 4
19 b	17	19	Kondensatoren 0,010 uF (= 10 nF)	verarbeiten!
19 c	12	22	Kondensatoren 6800 pF (= 6,8 nF)	
19 d	14	16	Kondensatoren 4700 pF (= 4,7 nF)	
20 a	5	23	Kondensatoren 3300 pF (= 3,3 nF)	Beutelinhalt nach Tabelle 4
20 b	9	22	Kondensatoren 2200 pF (= 2,2 nF)	verarbeiten!
20 c	1	9	Kondensatoren 1500 pF (= 1,5 nF)	
20 d		2	Kondensatoren 1000 pF (= 1 nF)	
20 e	2	8	Kondensatoren 470 pF	
21 a	5	5	m isolierte Litze, 0,14 Ø	Prüfung der Karten ET 12 und ET 13
21 b	1	1	Trimmpotentiometer 100 kOhm	vgl. Abb. 20 und 21!
22 a	1	–	Kabelbaum GV 1	Generator – Verharfung
22 b	1	–	Kabelbaum HG 1	Hüllkurvenschaltung – Gatter
23 a	–	1	Kabelbaum GV 2	Generator – Verharfung
23 b	–	1	Kabelbaum HG 2	Hüllkurvenschaltung-Gatter
23 c	3	3	Kabelschellen 11 mm	Befestigung des Kabelbaumes GV
23 d	3	3	Blechschrauben 2,9 x 9,5	Befestigung des Kabelbaumes GV

Stückliste über die Gatter der Orgeln W 3 S und W 4 SKT (für ein Manual)

Pack-Nr.	Anzahl	Bauteil	Verwendung, Bezeichnung im Positionsdruck, Hinweise
1	1	Platine V 3	Verharfungsplatine, ca. 26 x 34,5 cm (für alle Manuale der oben genannten Orgeln gleich)
2 a	45	m Lötzinn	
2 b	24	Lötstifte	Drahtbrücken "Ju 1" bis "Ju 7" und Bohrungen "GND", "+15" und "-15" auf der Platine V 3.
2 c	1,50	m versilberter Schaltdraht, 0,8 mm Ø	Drahtbrücken "Ju 1" bis "Ju 11"
2 d	2	Widerstände 10 Ohm (braun-schwarz-schwarz)	R 1 und R 2 auf der Platine V 3
2 e	2	Elektrolytkondensatoren 470 uF / 22 V	C 1 und C 2 auf der Platine V 3 Polung beachten!
2 f	8	Platinenhalter, 5 mm	Befestigung der Platine V 3, Abb. 32
2 g	8	Blechschrauben, 2,9 x 16	Abb. 32
2 h	3	Kunststoff-Kabelbinder	Befestigung des Kabelbaumes unter der Platine V 3
3	52	Platinen ET 12	ca. 5,5 x 6 cm für je 12 Gatter
4	13	Platinen ET 13	ca. 5,5 x 10 cm für je 13 Gatter
5	143	Widerstände 10 kOhm (braun-schwarz-orange)	R 1, R 2 und R 8 auf den Platinen ET 12 bzw. ET 13. – Auch alle folgenden Teile liegen auf diesen Platinen
6	91	Widerstände 22 kOhm (rot-rot-orange)	R 4, R 11, R 13
7	65	Widerstände 150 Ohm (braun-grün-braun)	R 5
8	65	Widerstände 4,7 kOhm (gelb-violett-rot)	R 6
9	65	Widerstände 470 Ohm (gelb-violett-braun)	R 7
10 a	13	Widerstände 3,3 kOhm (orange-orange-rot)	R 9
10 b	13	Widerstände 220 kOhm (rot-rot-gelb)	R 10
10 c	26	Widerstände 47 kOhm (gelb-violett-orange)	R 12, R 14
10 d	14	Widerstände 100 kOhm (braun-schwarz-gelb)	R 15, R 16 – **Achtung:** R 16 wird nur auf der Karte Nr. 65 bestückt.
11 a	533	Lötstifte	

Pack-Nr.	Anzahl	Bauteil	Verwendung, Bezeichnung im Positionsdruck, Hinweise
11 b	35	m versilberter Schaltdraht 0,4 mm Ø	Drahtbrücken "Ju." und Verbindungen von Karte zu Karte
12 a	130	Transistoren BC 307 b o.ä.	Q 1, Q 2
12 b	1	Elektrolytkondensator 2,2 uF / 22 V	C 4 – Nur für die Karte Nr. 65; Polung beachten !
12 c	12	Elektrolytkondensatoren 1 uF / 22 V	C 4 – Für alle Steckkarten ET 13, außer Nr. 65; Polung beachten !
12 d	13	Kondensatoren 1000 pF (= 1 nF)	C 7
13	65	Integrierte Schaltkreise SN 29 745	IC 1 – Bei allen IC's Polung beachten!
14	65	Integrierte Schaltkreise SN 29 746	IC 2
15 a	13	Integrierte Schaltkreise WIC 182	IC 3
15 b	13	Integrierte Schaltkreise WIC 1458	IC 4
16 a	13	Widerstände 22 kOhm (rot-rot-orange)	R 3 – Beutelinhalt nach Tabelle 5 verarbeiten !
16 b	13	Widerstände 18 kOhm (braun-grau-orange)	
16 c	13	Widerstände 15 kOhm (braun-grün-orange)	
16 d	13	Widerstände 12 kOhm (braun-rot-orange)	
16 e	13	Widerstände 10 kOhm (braun-schwarz-orange)	
17 a	3	Kondensatoren 1 uF	Beutelinhalt nach Tabelle 5
17 b	1	Kondensatoren 0,47 uF	verarbeiten !
17 c	2	Kondensatoren 0,33 uF	
17 d	6	Kondensatoren 0,22 uF	
17 e	7	Kondensatoren 0,1 uF	
18 a	5	Kondensatoren 0,068 uF (= 68 nF)	Beutelinhalt nach Tabelle 5
18 b	7	Kondensatoren 0,047 uF (= 47 nF)	verarbeiten !
18 c	5	Kondensatoren 0,033 uF (= 33 nF)	
18 d	12	Kondensatoren 0,022 uF (= 22 nF)	

Pack-Nr.	Anzahl	Bauteil	Verwendung, Bezeichnung im Positionsdruck, Hinweise
19 a	10	Kondensatoren 0,015 uF (= 15 nF)	Beutelinhalt nach Tabelle 5
19 b	18	Kondensatoren 0,010 uF (= 10 nF)	verarbeiten !
19 c	17	Kondensatoren 6800 pF (= 6,8 nF)	
19 d	13	Kondensatoren 4700 pF (= 4,7 nF)	
20 a	13	Kondensatoren 3300 pF (= 3,3 nF)	Beutelinhalt nach Tabelle 5
20 b	25	Kondensatoren 2200 pF (= 2,2 nF)	verarbeiten !
20 c	11	Kondensatoren 1500 pF (= 1,5 nF)	
20 d	2	Kondensatoren 1000 pF (= 1 nF)	
20 e	12	Kondensatoren 470 pF	
21 a	5	m isolierte Litze, 0,14 mm Ø	Prüfung der Karten ET 12 und ET13
21 b	1	Trimmpotentiometer 100 kOhm	vgl. Abb. 20 und 21 !
22 a	1	Kabelbaum GVS 3 oder	Generator-Verharfung für W 3 S
22 b	1	Kabelbaum GV 4	Generator-Verharfung für W 4 SKT
22 c	1	Kabelbaum HG 3 oder HG 4	Hüllkurvenschaltungen Gatter. HG 3 für die Orgel W 3 S, HG 4 für die Orgel W 4 SKT
22 d	6	Kabelschellen 11 mm	Befestigung der Kabelbäume GVS 3 und GV 4
22 e	6	Blechschrauben 2,9 x 9,5	Befestigung der Kabelbäume GVS 3 und GV 4

Stückliste über die Gatter der Orgel W 3 SK (beide Manuale)

Pack-Nr.	Anzahl	Bauteil		Verwendung, Bezeichnung im Positionsdruck, Hinweise
1 a	1	Platine V 4		Verharfungsplatine, ca. 26 x 34,5 cm für das Untermanual
1 b	1	Platine V 5		Verharfungsplatine, ca. 26 x 34,5 cm für das Obermanual
2 a	90	m Lötzinn		
2 b	6	Lötstifte		Bohrungen "GND", "+15" und "-15"
2 c	5	m versilberter Schaltdraht, 0,8 mm Ø		Drahtbrücken "Ju 1" bis "Ju 29" bzw. "Ju 33" auf den Platinen V 4 bzw. V 5
2 d	4	Widerstände 10 Ohm	(braun-schwarz-schwarz)	R 1 und R 2 auf den Platinen V 4 und V 5
2 e	4	Elektrolytkondensatoren 470 uF / 22 V		C 1 auf den Platinen V 4 und V 5
2 f	16	Platinenhalter, 5 mm		Befestigung der Platinen V 4 und V 5, Abb. 32
2 g	16	Blechschrauben, 2,9 x 16		Abb. 32
3	104	Platinen ET 12		ca. 5,5 x 6 cm, für je 12 Gatter
4	26	Platinen ET 13		ca. 5,5 x 10 cm, für je 13 Gatter
5	286	Widerstände 10 kOhm	(braun-schwarz-orange)	R 1, R 2 und R 8 auf den Platinen ET 12 und ET 13. Auch alle folgenden Teile liegen auf diesen Platinen.
6	182	Widerstände 22 kOhm	(rot-rot-orange)	R 4, R 11, R 13
7	130	Widerstände 150 Ohm	(braun-grün-braun)	R 5
8	130	Widerstände 4,7 kOhm	(gelb-violett-rot)	R 6
9	130	Widerstände 470 Ohm	(gelb-violett-braun)	R 7
10 a	26	Widerstände 3,3 kOhm	(orange-orange-rot)	R 9
10 b	26	Widerstände 220 kOhm	(rot-rot-gelb)	R 10
10 c	52	Widerstände 47 kOhm	(gelb-violett-orange)	R 12, R 14
10 d	28	Widerstände 100 kOhm	(braun-schwarz-gelb)	R 15, R 16 **Achtung:** R 16 wird nur auf den beiden Karten Nr. 65 best.
11 a	1066	Lötstifte		

Pack-Nr.	Anzahl	Bauteil	Verwendung, Bezeichnung im Positionsdruck, Hinweise
11 b	70	m versilberter Schaltdraht, 0,4 mm Ø	Drahtbrücken "Ju." und Verbindungen von Karte zu Karte.
12 a	260	Transistoren BC 307 b o.ä.	Q 1, Q 2
12 b	2	Elektrolytkondensatoren 2,2 uF / 22 V	C 4 – nur für die Steckkarten Nr. 65 Polung beachten !
12 c	24	Elektrolytkondensatoren 1 uF / 22 V	C 4 – für alle Steckkarten ET 13, außer Nr. 65; Polung beachten !
12 d	26	Kondensatoren 1000 pF (= 1 nF)	C 7
13	130	Integrierte Schaltkreise SN 297 45	IC 1 Bei allen IC's Polung beachten !
14	130	Integrierte Schaltkreise SN 297 46	IC 2
15 a	26	Integrierte Schaltkreise WIC 182	IC 3
15 b	26	Integrierte Schaltkreise WIC 1458	IC 4
16 a	26	Widerstände 22 kOhm (rot-rot-orange)	R 3, Beutelinhalt nach Tabelle 6
16 b	26	Widerstände 18 kOhm (braun-grau-orange)	verarbeiten !
16 c	26	Widerstände 15 kOhm (braun-grün-orange)	
16 d	26	Widerstände 12 kOhm (braun-rot-orange)	
16 e	26	Widerstände 10 kOhm (braun-schwarz-orange)	
17 a	6	Kondensatoren 1 uF	Beutelinhalt nach Tabelle 6
17 b	2	Kondensatoren 0,47 uF	verarbeiten !
17 c	4	Kondensatoren 0,33 uF	
17 d	12	Kondensatoren 0,22 uF	
17 e	12	Kondensatoren 0,1 uF	
18 a	12	Kondensatoren 0,068 uF (= 68 nF)	Beutelinhalt nach Tabelle 6
18 b	14	Kondensatoren 0,047 uF (= 47 nF)	verarbeiten !
18 c	10	Kondensatoren 0,033 uF (= 33 nF)	
18 d	24	Kondensatoren 0,022 uF (= 22 nF)	
19 a	20	Kondensatoren 0,015 uF (= 15 nF)	

Pack-Nr.	Anzahl	Bauteil	Verwendung, Bezeichnung im Positionsdruck, Hinweise
19 b	30	Kondensatoren 0,010 uF (= 10 nF)	
19 c	28	Kondensatoren 6800 pF (= 6,8 nF)	
19 d	28	Kondensatoren 4700 pF (= 4,7 nF)	
20 a	25	Kondensatoren 3300 pF (= 3,3 nF)	Beutelinhalt nach Tabelle 6
20 b	53	Kondensatoren 2200 pF (= 2,2 nF)	verarbeiten !
20 c	21	Kondensatoren 1500 pF (= 1,5 nF)	
20 d	3	Kondensatoren 1000 pf (= 1 nF)	
20 e	34	Kondensatoren 470 pF	
21 a	5	m isolierte Litze, 0,14 mm Ø	Prüfung der Karten ET 12 und ET 13,
21 b	1	Trimmpotentiometer 100 kOhm	vgl. Abb. 20 und 21 !
22 a	1	Kabelbaum GV 3	Generator - Verharfung
22 b	1	Kabelbaum HG 3	Hüllkurvenschaltung – Gatter
22 c	3	Kabelschellen 11 mm	Befestigung des Kabelbaumes GV 3
22 d	3	Blechschrauben 2,9 x 9,5	Befestigung des Kabelbaumes GV 3

5. Schritt – Zweite Teilbestückung der Karten ET 12 und ET 13

Bestücken Sie nun die Teile aus den Verpackungsbeuteln Nr. 11 bis 15. Bei den Orgelmodellen W 1 und W 2 brauchen Sie auch in diesem Schritt noch nicht auf die Numerierung der Steckkarten zu achten, ab den Modellen W 3 jedoch hat der Elektrolytkondensator C 4 unterschiedliche Werte:

Auf den beiden Steckkarten ET 13 mit der Nummer 65 hat C 4 den Wert 2,2 uF, auf allen übrigen Karten ET 13 beträgt er 1 uF. In jedem Fall ist die Polung zu beachten. – Die integrierten Schaltkreise werden hier ohne Steckfassungen direkt eingelötet, Polung unbedingt beachten! Bei dem winzigen IC 3 finden Sie an einer Seite eine Punktmarkierung, die entsprechende Bohrung ist im Positionsdruck ebenfalls durch einen Punkt gekennzeichnet.

6. Schritt – Nachbestücken der Widerstände R 3

Die Widerstände R 3 – Verpackungsbeutel Nr. 16 – auf den Karten ET 12 und ET 13 sind innerhalb einer Fußlage von Karte zu Karte abgestuft. Je nach Orgeltyp eine der Tabellen 4 bis 6 benutzen!

7. Schritt – Nachbestücken der Kondensatoren

Auch die Kondensatoren C 1 und C 2 (auf allen Karten) und C 3, C 5 und C 6 (auf den Karten ET 13) müssen unter Beachtung der Kartennummer nach der entsprechenden Tabelle bestückt werden.

8. Schritt – Anschluß-Steckstifte

Auf der Kupferseite der Platinen ET 12 und ET 13 finden Sie am unteren Rand 12 bzw. 16 breite Leiterbahnenden, die auf der Positionsdruckseite numeriert sind. Löten Sie nach Abb. 19 auf alle diese Enden ca. 8 mm lange Drahtstückchen. (Versilberter Schaltdraht, Verpackungsbeutel Nr. 11.) Schneiden Sie für jede Platine zunächst ein ca. 20 cm langes Drahtstück zurecht, löten Sie immer das ganze Stück auf und kneifen Sie es nach dem Löten so ab, daß ca. 3 - 4 mm über den Rand hinausragen. (Diese Enden werden später in die Verharfungsplatine eingesteckt.) Achten Sie darauf, daß alle Drahtstücke jeweils genau in der Mitte der Leiterbahnenden liegen. Auf der Platine ET 13 müssen bei "GND" drei Drähte aufgelötet werden.

Abb. 19: Anschlußsteckstifte aus dünnem Silberdraht

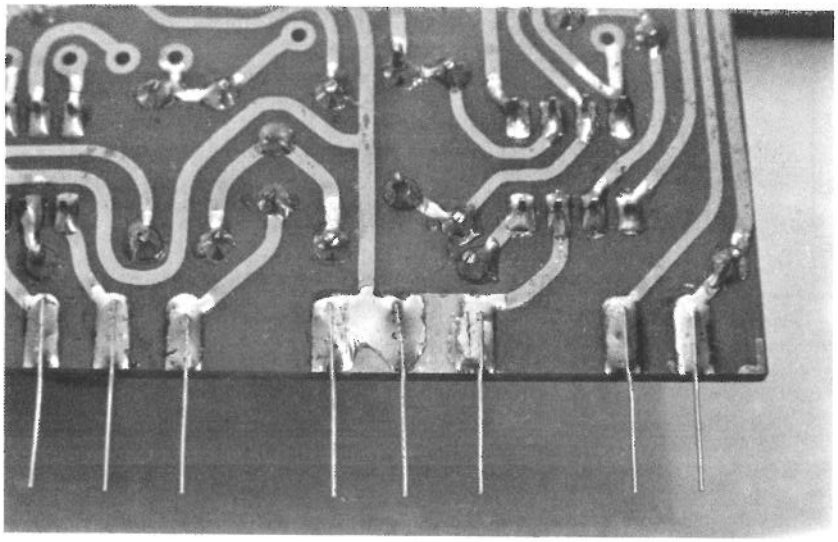


Tabelle 4: **Abgestufte Widerstände und Kondensatoren auf den Steckkarten ET 12 und ET 13 bei den Orgeln W 1 und W 2**

(Für die Numerierung der Steckkarten der Orgel W 1 gilt Spalte 1, für die Orgel W 2 gilt Spalte 2)

Karte Nr. W 1	Karte Nr. W 2	Fußlage	R 3 kOhm	C 1	C 2	C 3	C 5	C 6
–	1	1'	22	10 nF	22 nF	–	–	–
–	2		18	4,7 nF	10 nF	–	–	–
–	3		15	2,2 nF	4,7 nF	–	–	–
–	4		12	2,2 nF	2,2 nF	2,2 nF	2,2 nF	0,1 uF
–	5	1 1/3'	22	15 nF	33 nF	–	–	–
–	6		18	6,8 nF	15 nF	–	–	–
–	7	(Quinte)	15	3,3 nF	6,8 nF	–	–	–
–	8		12	3,3 nF	3,3 nF	3,3 nF	3,3 nF	0,15 uF
–	9	1 3/5'	22	15 nF	33 nF	–	–	–
–	10		18	6,8 nF	15 nF	–	–	–
–	11	(Terz)	15	3,3 nF	6,8 nF	–	–	–
–	12		12	3,3 nF	3,3 nF	3,3 nF	3,3 nF	0,22 uF
1	13	2'	22	22 nF	47 nF	–	–	–
2	14		18	10 nF	22 nF	–	–	–
3	15		15	4,7 nF	10 nF	–	–	–
4	16		12	4,7 nF	4,7 nF	4,7 nF	4,7 nF	0,22 uF
5	17	2 2/3'	22	33 nF	68 nF	–	–	–
6	18		18	15 nF	33 nF	–	–	–
7	19	(Quinte)	15	6,8 nF	15 nF	–	–	–
8	20		12	6,8 nF	6,8 nF	6,8 nF	6,8 nF	0,33 uF

Karte Nr. W 1	W 2	Fuß lage	R 3 kOhm	C 1	C 2	C 3	C 5	C 6
9	21	4'	22	47 nF	0,1 uF	–	–	–
10	22		18	22 nF	47 nF	–	–	–
11	23		15	10 nF	22 nF	–	–	–
12	24		12	10 nF	10 nF	10 nF	10 nF	0,47 uF
13	25	8'	22	0,1 uF	0,22 uF	–	–	–
14	26		18	47 nF	0,1 uF	–	–	–
15	27		15	22 nF	47 nF	–	–	–
16	28		12	22 nF	22 nF	22 nF	22 nF	1 uF
17	29	16'	18	0,1 uF	0,22 uF	–	–	–
18	30		15	47 nF	0,1 uF	–	–	–
19	31		12	22 nF	47 nF	–	–	–
20	32		10	22 nF	22 nF	22 nF	22 nF	1 uF
21	33	8'	18	47 nF	0,1 uF	–	–	–
22	34		15	22 nF	47 nF	–	–	–
23	35		12	10 nF	22 nF	–	–	–
24	36		10	10 nF	10 nF	10 nF	10 nF	1 uF
25	37	5 1/3'	18	33 nF	68 nF	–	–	–
26	38		15	15 nF	33 nF	–	–	–
27	39	(Quinte)	12	6,8 nF	15 nF	–	–	–
28	40		10	6,8 nF	6,8 nF	6,8 nF	6,8 nF	1 uF
29	41	4'	18	22 nF	47 nF	–	–	–
30	42		15	10 nF	22 nF	–	–	–
31	43		12	4,7 nF	10 nF	–	–	–
32	44		10	4,7 nF	4,7 nF	4,7 nF	4,7 nF	0,47 uF

Karte Nr. W 1	W 2	Fußlage	R 3 kOhm	C 1	C 2	C 3	C 5	C 6
33	45	2 2/3'	18	15 nF	33 nF	–	–	–
34	46		15	6,8 nF	15 nF	–	–	–
35	47	(Quinte)	12	3,3 nF	6,8 nF	–	–	–
36	48		10	3,3 nF	3,3 nF	3,3 nF	3,3 nF	0,33 uF
37	49	2'	18	10 nF	22 nF	–	–	–
38	50		15	4,7 nF	10 nF	–	–	–
39	51		12	2,2 nF	4,7 nF	–	–	–
40	52		10	2,2 nF	2,2 nF	2,2 nF	2,2 nF	0,22 uF
–	53	1 3/5'	18	6,8 nF	15 nF	–	–	–
–	54		15	3,3 nF	6,8 nF	–	–	–
–	55	(Terz)	12	1,5 nF	3,3 nF	–	–	–
–	56		10	1,5 nF	470 pF	2,2 nF	2,2 nF	0,22 uF
–	57	1 1/3'	18	6,8 nF	15 nF	–	–	–
–	58		15	3,3 nF	6,8 nF	–	–	–
–	59	(Quinte)	12	1,5 nF	3,3 nF	–	–	–
–	60		10	1,5 nF	470 pF	2,2 nF	2,2 nF	0,15 uF
41	61	1'	18	4,7 nF	10 nF	–	–	–
42	62		15	2,2 nF	4,7 nF	–	–	–
43	63		12	470 pF	2,2 nF	–	–	–
44	64		10	1,5 nF	470 pF	2,2 nF	2,2 nF	0,1 uF
–	65	4/5'	18	3,3 nF	6,8 nF	–	–	–
–	66		15	1,5 nF	3,3 nF	–	–	–
–	67	(Terz)	12	470 pF	1 nF	–	–	–
–	68		10	1,5 nF	470 pF	2,2 nF	2,2 nF	68 nF
–	69	2/3'	18	3,3 nF	6,8 nF	–	–	–
–	70		15	1,5 nF	3,3 nF	–	–	–
–	71	(Quinte)	12	470 pF	1 nF	–	–	–
–	72		10	1,5 nF	470 pF	2,2 nF	2,2 nF	68 nF

Tabelle 5: **Abgestufte Widerstände und Kondensatoren auf den Steckkarten ET 12 und ET 13 der Orgeln W 3 S und W 4 SKT**

(65 Steckkarten pro Manual, für alle Manuale gleich)

Karte Nr.	Fuß-lage	R 3 kOhm	C 1	C 2	C 3	C 5	C 6
1	2/3'	22	6,8 nF	6,8 nF	–	–	–
2		18	3,3 nF	6,8 nF	–	–	–
3	(Quinte)	15	1,5 nF	3,3 nF	–	–	–
4		12	470 pF	1 nF	–	–	–
5		10	1,5 nF	470 pF	2,2 nF	2,2 nF	68 nF
6	4/5'	22	6,8 nF	6,8 nF	–	–	–
7		18	3,3 nF	6,8 nF	–	–	–
8	(Terz)	15	1,5 nF	3,3 nF	–	–	–
9		12	470 pF	1 nF	–	–	–
10		10	1,5 nF	470 pF	2,2 nF	2,2 nF	68 nF
11	8/9'	22	10 nF	10 nF	–	–	–
12		18	4,7 nF	10 nF	–	–	–
13	(None)	15	2,2 nF	4,7 nF	–	–	–
14		12	470 pF	2,2 nF	–	–	–
15		10	1,5 nF	470 pF	2,2 nF	2,2 nF	0,1 uF
16	1'	22	10 nF	10 nF	–	–	–
17		18	4,7 nF	10 nF	–	–	–
18		15	2,2 nF	4,7 nF	–	–	–
19		12	470 pF	2,2 nF	–	–	–
20		10	1,5 nF	470 pF	2,2 nF	2,2 nF	0,1 uF

Karte Nr.	Fuß-lage	R 3 kOhm	C 1	C 2	C 3	C 5	C 6
21	1 1/7'	22	10 nF	10 nF	–	–	–
22		18	4,7 nF	10 nF	–	–	–
23	(Septime)	15	2,2 nF	4,7 nF	–	–	–
24		12	470 pF	2,2 nF	–	–	–
25		10	1,5 nF	470 pF	2,2 nF	2,2 nF	0,1 uF
26	1 1/3'	22	15 nF	15 nF	–	–	–
27		18	6,8 nF	15 nF	–	–	–
28	(Quinte)	15	3,3 nF	6,8 nF	–	–	–
29		12	1,5 nF	3,3 nF	–	–	–
30		10	1,5 nF	470 pF	2,2 nF	2,2 nF	0,22 uF
31	1 3/5'	22	15 nF	15 nF	–	–	–
32		18	6,8 nF	15 nF	–	–	–
33	(Terz)	15	3,3 nF	6,8 nF	–	–	–
34		12	1,5 nF	3,3 nF	–	–	–
35		10	1,5 nF	470 pF	2,2 nF	2,2 nF	0,22 uF
36	2'	22	22 nF	22 nF	–	–	–
37		18	10 nF	22 nF	–	–	–
38		15	4,7 nF	10 nF	–	–	–
39		12	2,2 nF	4,7 nF	–	–	–
40		10	2,2 nF	2,2 nF	2,2 nF	2,2 nF	0,33 uF
41	2 2/3'	22	33 nF	33 nF	–	–	–
42		18	15 nF	33 nF	–	–	–
43	(Quinte)	15	6,8 nF	15 nF	–	–	–
44		12	3,3 nF	6,8 nF	–	–	–
45		10	3,3 nF	3,3 nF	3,3 nF	3,3 nF	0,33 uF

Karte Nr.	Fuß-lage	R 3 kOhm	C 1	C 2	C 3	C 5	C 6
46	4'	22	47 nF	47 nF	–	–	–
47		18	22 nF	47 nF	–	–	–
48		15	10 nF	22 nF	–	–	–
49		12	4,7 nF	10 nF	–	–	–
50		10	4,7 nF	4,7 nF	4,7 nF	4,7 nF	0,47 uF
51	5 1/3'	22	68 nF	68 nF	–	–	–
52		18	33 nF	68 nF	–	–	–
53	(Quinte)	15	15 nF	33 nF	–	–	–
54		12	6,8 nF	15 nF	–	–	–
55		10	6,8 nF	6,8 nF	6,8 nF	6,8 nF	1 uF
56	8'	22	0,1 uF	0,1 uF	–	–	–
57		18	47 nF	0,1 uF	–	–	–
58		15	22 nF	47 nF	–	–	–
59		12	10 nF	22 nF	–	–	–
60		10	10 nF	10 nF	10 nF	10 nF	1 uF
61	16'	22	0,22 uF	0,22 uF	–	–	–
62		18	0,22 uF	0,22 uF	–	–	–
63		15	47 nF	0,1 uF	–	–	–
64		12	22 nF	47 nF	–	–	–
65		10	22 nF	22 nF	22 nF	22 nF	1 uF

Tabelle 6: Abgestufte Widerstände und Kondensatoren auf den Steckkarten ET 12 und ET 13 für die Orgel W 3 SK

Karte Nr. Unter-manual	Karte Nr. Ober-manual	Fuß-lage	R 3 kOhm	C 1	C 2	C 3	C 5	C 6
–	1	1/4'	22	2,2 nF	2,2 nF	–	–	–
–	2		18	470 pF	2,2 nF	–	–	–
–	3		15	470 pF	470 pF	–	–	–
–	4		12	470 pF	470 pF	–	–	–
–	5		10	1,5 nF	470 pF	2,2 nF	2,2 nF	68 nF
1	–	1/3'	22	3,3 nF	3,3 nF	–	–	–
2	–		18	1,5 nF	3,3 nF	–	–	–
3	–		15	470 pF	1 nF	–	–	–
4	–		12	470 pF	470 pF	–	–	–
5	–		10	1,5 nF	470 pF	2,2 nF	2,2 nF	68 nF
6	6	1/2'	22	4,7 nF	4,7 nF	–	–	–
7	7		18	2,2 nF	4,7 nF	–	–	–
8	8		15	470 pF	2,2 nF	–	–	–
9	9		12	470 pF	470 pF	–	–	–
10	10		10	1,5 nF	470 pF	2,2 nF	2,2 nF	68 nF
11	11	2/3'	22	6,8 nF	6,8 nF	–	–	–
12	12		18	3,3 nF	6,8 nF	–	–	–
13	13		15	1,5 nF	3,3 nF	–	–	–
14	14		12	470 pF	1 nF	–	–	–
15	15		10	1,5 nF	470 pF	2,2 nF	2,2 nF	68 nF

Karte Nr. Unter-manual	Ober-manual	Fuß-lage	R 3 kOhm	C 1	C 2	C 3	C 5	C 6
–	16	16/19'	22	10 nF	10 nF	–	–	–
–	17		18	4,7 nF	10 nF	–	–	–
–	18	(Moll-	15	2,2 nF	4,7 nF	–	–	–
–	19	terz)	12	470 pF	2,2 nF	–	–	–
–	20		10	1,5 nF	470 pF	2,2 nF	2,2 nF	0,1 uF
16	–	8/9'	22	10 nF	10 nF	–	–	–
17	–		18	4,7 nF	10 nF	–	–	–
18	–		15	2,2 nF	4,7 nF	–	–	–
19	–	(None)	12	470 pF	2,2 nF	–	–	–
20	–		10	1,5 nF	470 pF	2,2 nF	2,2 nF	0,1 uF
21	21	1'	22	10 nF	10 nF	–	–	–
22	22		18	4,7 nF	10 nF	–	–	–
23	23		15	2,2 nF	4,7 nF	–	–	–
24	24		12	470 pF	2,2 nF	–	–	–
25	25		10	1,5 nF	470 pF	2,2 nF	2,2 nF	0,1 uF
26	26	1 1/3	22	15 nF	15 nF	–	–	–
27	27		18	6,8 nF	15 nF	–	–	–
28	28	(Quinte)	15	3,3 nF	6,8 nF	–	–	–
29	29		12	1,5 nF	3,3 nF	–	–	–
30	30		10	1,5 nF	470 pF	2,2 nF	2,2 nF	0,22 uF
31	31	1 3/5'	22	15 nF	15 nF	–	–	–
32	32		18	6,8 nF	15 nF	–	–	–
33	33	(Terz)	15	3,3 nF	6,8 nF	–	–	–
34	34		12	1,5 nF	3,3 nF	–	–	–
35	35		10	1,5 nF	470 pF	2,2 nF	2,2 nF	0,22 uF

Karte Nr. Unter-manual	Ober-manual	Fuß-lage	R 3 kOhm	C 1	C 2	C 3	C 5	C 6
36	36	2'	22	22 nF	22 nF	–	–	–
37	37		18	10 nF	22 nF	–	–	–
38	38		15	4,7 nF	10 nF	–	–	–
39	39		12	2,2 nF	4,7 nF	–	–	–
40	40		10	2,2 nF	2,2 nF	2,2 nF	2,2 nF	0,33 uF
41	41	2 2/3'	22	33 nF	33 nF	–	–	–
42	42		18	15 nF	33 nF	–	–	–
43	43	(Quinte)	15	6,8 nF	15 nF	–	–	–
44	44		12	3,3 nF	6,8 nF	–	–	–
45	45		10	3,3 nF	3,3 nF	3,3 nF	3,3 nF	0,33 uF
46	46	4'	22	47 nF	47 nF	–	–	–
47	47		18	22 nF	47 nF	–	–	–
48	48		15	10 nF	22 nF	–	–	–
49	49		12	4,7 nF	10 nF	–	–	–
50	50		10	4,7 nF	4,7 nF	4,7 nF	4,7 nF	0,47 uF
51	51	5 1/3'	22	68 nF	68 nF	–	–	–
52	52		18	33 nF	68 nF	–	–	–
53	53	(Quinte)	15	15 nF	33 nF	–	–	–
54	54		12	6,8 nF	15 nF	–	–	–
55	55		10	6,8 nF	6,8 nF	6,8 nF	6,8 nF	1 uF
56	56	8'	22	0,1 uF	0,1 uF	–	–	–
57	57		18	47 nF	0,1 uF	–	–	–
58	58		15	22 nF	47 nF	–	–	–
59	59		12	10 nF	22 nF	–	–	–
60	60		10	10 nF	10 nF	10 nF	10 nF	1 uF

Karte Nr. Unter-manual	Ober-manual	Fuß-lage	R 3 kOhm	C 1	C 2	C 3	C 5	C 6
61	61	16'	22	0,22 uF	0,22 uF	–	–	–
62	62		18	0,22 uF	0,22 uF	–	–	–
63	63		15	47 nF	0,1 uF	–	–	–
64	64		12	22 nF	47 nF	–	–	–
65	65		10	22 nF	22 nF	22 nF	22 nF	1 uF

3. Prüfen der Platinen ET 12 und ET 13

Im Hinblick auf die hohe Anzahl von Bauelementen im Bereich der Gatter sollte sich das Überprüfen nicht auf die übliche Sichtkontrolle der Lötstellen und das Vergleichen der Bestückung mit den Stücklisten beschränken. Wir empfehlen die folgende Funktionsprüfung aller Gatter auf den Karten ET 12 und ET 13. Benötigt werden ein einwandfreies Netzteil (+15 und -15 V), ein geprüfter Tongenerator, ein Verstärker einschließlich Lautsprecher und ein Meßinstrument (Meßbereich ca. 15 V Gleichspannung). Als Verstärker kann auch ein Rundfunkgerät – Eingang Tonband oder Plattenspieler – dienen.

a) Netzteil, Generator und Verstärker nach den entsprechenden Bauanleitungen betriebsbereit machen.

Warnung: 220 Volt können lebensgefährlich sein! Wenn Sie die unumgänglichen 220 V-Leitungen an den Transformatoren anschließen, tun Sie das also bitte bei **gezogenem** Netzstecker! Und: Blanke, auf 220 V liegende Stellen müssen unbedingt **berührungssicher abgedeckt werden**. Wenn Sie schon nicht an sich selbst denken, nehmen Sie Rücksicht auf Ihre Hinterbliebenen, und stülpen Sie wenigstens einen stabilen Pappkarton über die Trafos! Und noch etwas: Metall-Unterlagen bei Prüfaufbauten sehen zwar unheimlich schick aus, sind jedoch garantiert tödlich – wenn schon nicht für Sie, so doch mit nahezu absoluter Sicherheit für die zu prüfende Baugruppe!

b) Die erste zu prüfende Steckkarte ET 12 nach Abb. 20 mit dünnen Litzen an Netzteil, Verstärker und Generator anschließen. Alle an diesen drei Baugruppen angeschlossenen Leitungen bleiben dort während sämtlicher Prüfschritte fest angelötet; an den Steckkarten werden jeweils nur die Leitungen 1, 2 und 6 angelötet, die Leitungen 7 und 8 sind Prüfleitungen (evtl. mit Klemmspitze versehen!) und werden jeweils nur kurz angetippt oder angeklemmt. (Leitungsmaterial und das 100 kOhm-Trimmpoti liegen dem Baupaket bei.)

c) Netzteil einschalten und die Spannung an Punkt "x" (Abb. 20) messen. (Positive Meßleitung des Voltmeters an "GND", Meßbereich etwa 15 V Gleichspannung.) Gefordertes Ergebnis ca. -7,5 V (Abweichungen bis zu 20 % sind erlaubt, das verwendete Meßgerät sollte einen Innenwiderstand vom 20 000 Ohm pro Volt oder mehr aufweisen.)

d) Zusätzlich den Verstärker einschalten und die Leitung Nr. 7 (Tonfrequenz) an den Anschluß "1" legen. (evtl. anklemmen). Dabei darf noch kein nennenswerter Ton im Lautsprecher hörbar werden.

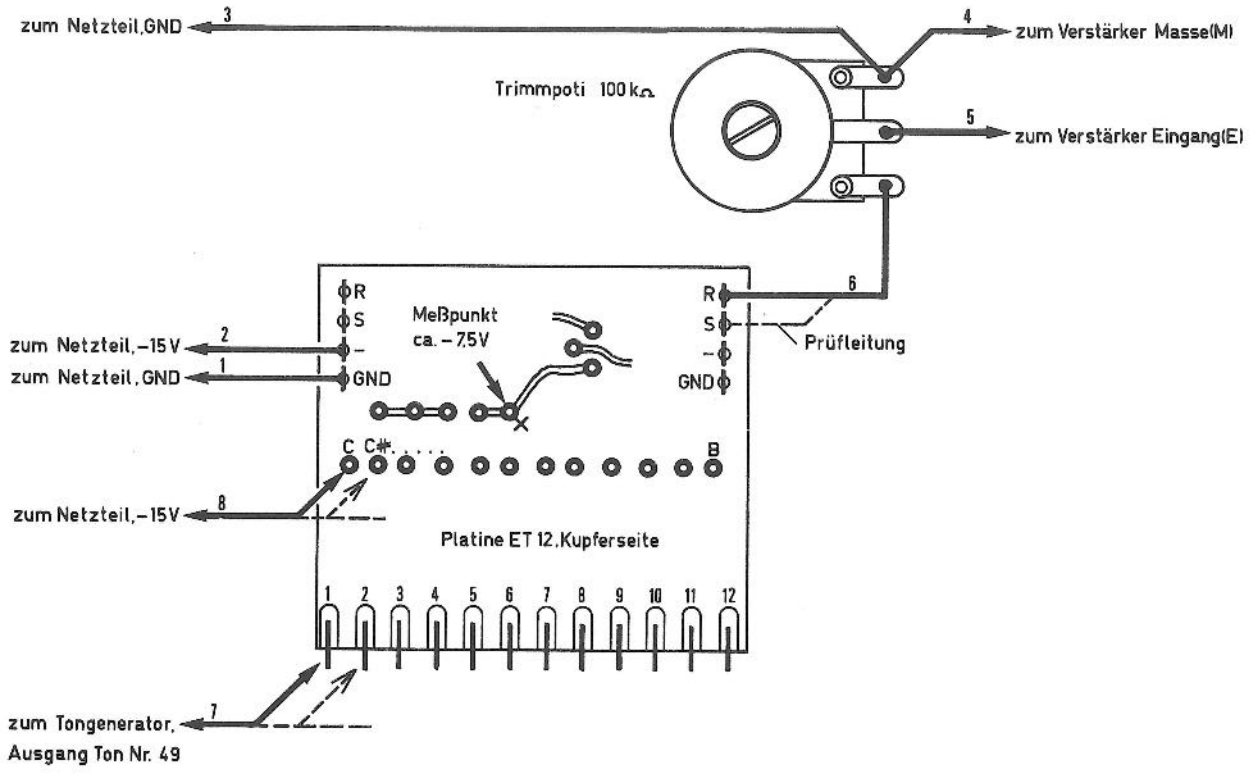
e) Zusätzlich die Leitung Nr. 8 (-15 V) an den Punkt "C" (Lötauge auf der Kupferseite) tasten. Jetzt muß der vom Generator gelieferte Ton hörbar werden. – Am Trimmpotentiometer (Abb. 20) eine mittlere Lautstärke einstellen. (Wenn Ihnen der vorgeschlagene Ton Nr. 49 – es ist c 1 mit der Frequenz 261, 626 Hz – nicht gefällt, wählen Sie sich einen anderen! Sie haben 96 zur Auswahl – Ihr Lieblingston sollte allerdings nicht zu hoch sein, da er sonst bei den Prüfschritten g) und l) durch die sinusformenden Bauteile zu stark geschwächt wird.)

f) Jetzt der Reihe nach die restlichen elf Anschlußpaare 2/C# – 3/D usw. bis 12/B abtasten. Der Ton muß jedesmal erklingen, jedoch erst dann, wenn die Leitung Nr. 7 (-15 V) angetippt wird. (Aufmerksamen Zuhörern wird vielleicht auch auffallen, daß die Lautstärke von 1 nach 12 hin etwas zunimmt.)

g) Nach der Prüfung der 12 Gatter die Leitung 6 am Punkt "R" ablöten und an den daneben liegenden Punkt "S" (in Abb. 20 gestrichelt gezeichnet) legen. Nochmals ein beliebiges Gatter durchschalten. Der Ton muß jetzt leiser sein und eine weichere Klangfarbe zeigen. (Bei den Karten für höhere Fußlagen ist der Unterschied geringer, er hängt auch von dem gewählten Prüfton ab.)

h) Alle übrigen Steckkarten ET 12 in gleicher Weise prüfen.

Abb. 20: Prüfung der Steckkarten ET 12

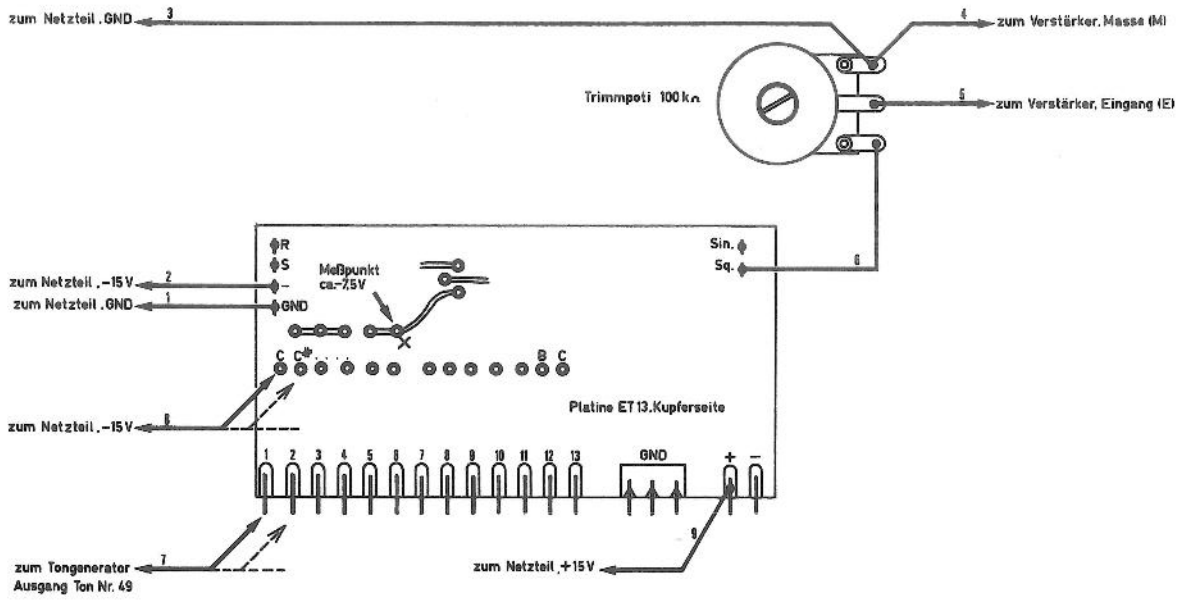


i) Die folgenden Prüfschritte gelten den Steckkarten ET 13. Der Anschluß geht aus Abb. 21 hervor, beachten Sie die zusätzliche Leitung Nr. 9 gegenüber Abb. 20!

k) Alle Gatter – hier sind es 13 – wie vorher bei den Karten ET 12 prüfen. Beim Anlegen der vom Generator kommenden Tonfrequenzleitung Nr. 7 am Stift 13 kann auf den Karten, die ohne den Widerstand R 16 bestückt sind, bereits ein leises Durchklingen des Tones erfolgen, auch wenn die Leitung Nr. 8 (-15 V) noch nicht am zugehörigen Punkt "C" liegt. Nach der weiteren Verarbeitung der Steckkarten verschwindet diese Erscheinung.

l) Wenn alle Gatter einer ET 13-Karte geprüft sind, Leitung 6 vom Ausgang "Sq." (vom engl. Square = Rechteck) auf den Ausgang "Sin." (Sinus) umlöten und nochmals ein beliebiges Gatter durchschalten. Im Vergleich zu vorher muß der Ton jetzt leiser und weicher in der Färbung sein.

Abb. 21: Prüfung der Steckkarten ET 13



4. Aufbau der Steckkarten auf den Verharfungsplatinen

In diesem Arbeitsabschnitt werden die Steckkarten ET 12 und ET 13 ihrer Numerierung gemäß auf der Verharfungsplatine montiert, so daß ein Block wie in Abb. 16 (für die Orgel W 2) entsteht. – Bei den Orgeln W 1 und W 2 werden die Steckkarten beider Manuale auf einer gemeinsamen Verharfungsplatine (V 1 bzw. V 2) aufgebaut, alle übrigen Orgeln enthalten pro Manual eine Verharfungsplatine.

1. Schritt

Ordnen Sie alle Steckkarten ET 12 und ET 13 ihrer Numerierung nach. Bei Orgeln mit 5 Oktaven Manualumfang (W 3 S, W 3 SK, W 4 SKT) ist es zweckmäßig, zunächst nur ein Manual in Angriff zu nehmen.

2. Schritt

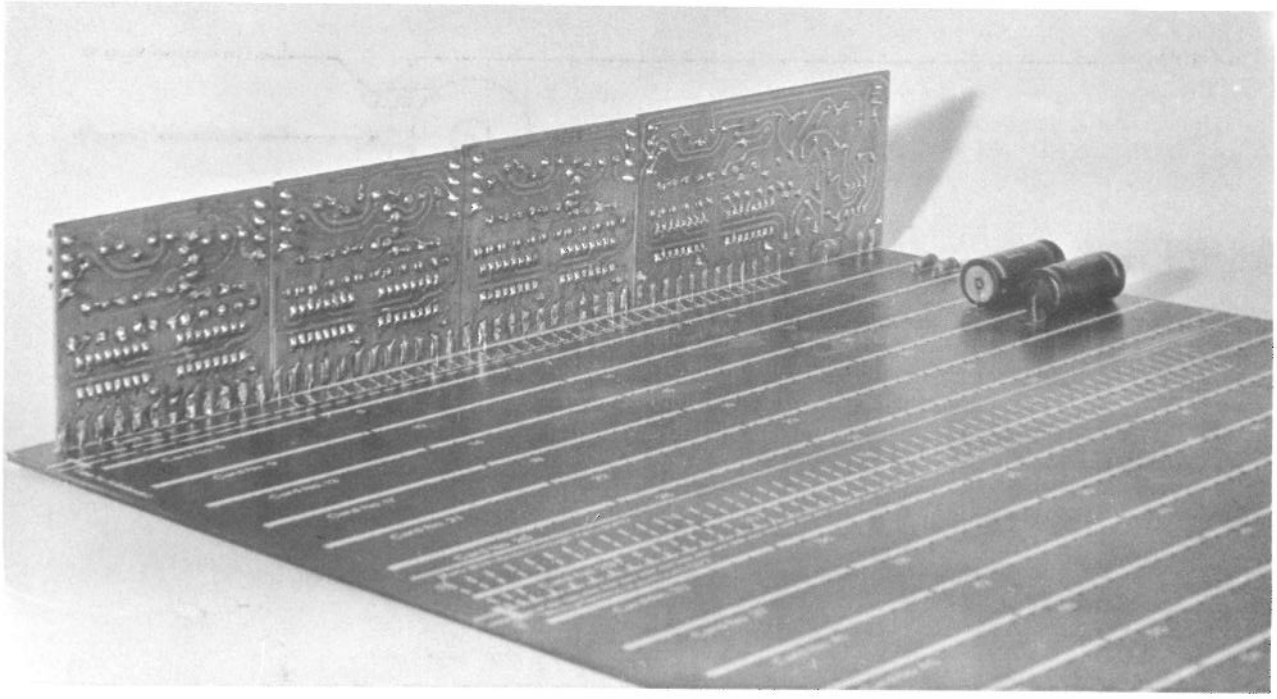
Setzen Sie die Karten 1 bis 4 (bzw. 1 bis 5), also die erste vollständige Reihe gemäß dem Positionsdruck "Card No...." auf die Verharfungsplatine. Abb. 22 zeigt diesen Arbeitsgang am Beispiel der Verharfungsplatine V 2 für die Orgel W 2. Achten Sie beim Löten auf der Verharfungsplatine darauf, daß alle Karten senkrecht stehen und dicht aufsitzen.

3. Schritt

Schneiden Sie von dem 0,4 mm dicken Silberdraht gleich lange Stücke von ca. 25 mm ab. Sie benötigen bei Orgeln mit 4 Oktaven Manualumfang 49 solcher Stücke pro Fußlage, bei 5 Oktaven 61 pro Fußlage, insgesamt für alle Manuale also folgende Mengen:

W 1	–	539 Stück	W 3 SK	–	1586 Stück
W 2	–	882 Stück	W 4 SKT	–	2379 Stück
W 3 S	–	1586 Stück			

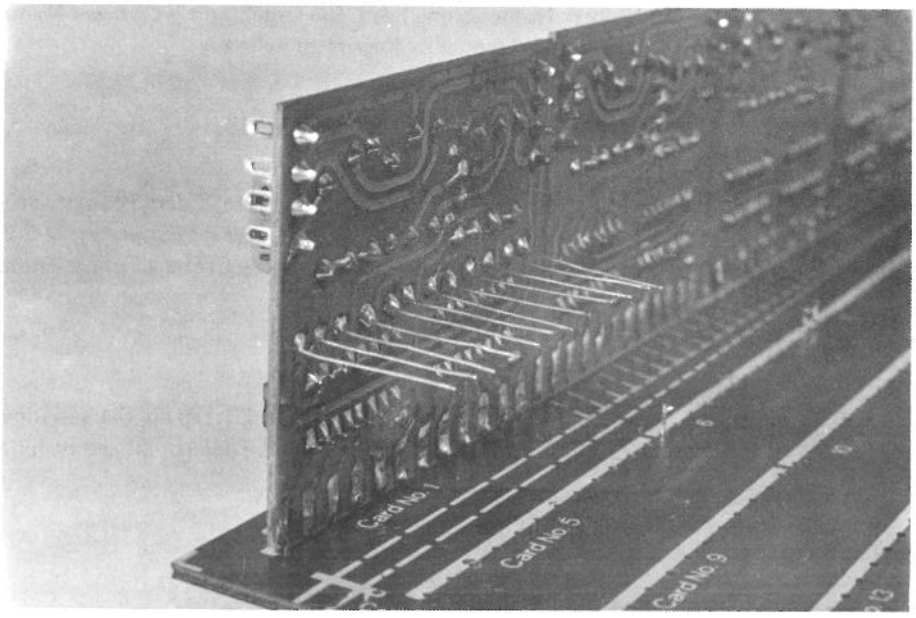
Abb. 22: Einsetzen der ersten Steckkarten-Reihe



4. Schritt

Löten Sie diese Stücke wie in Abb. 23 gezeigt in die Lötaugen "C", "C#" usw. der Steckkarten ein, und richten Sie die Drähte senkrecht zur Platinenebene aus. (Auf allen Steckkarten sind zur Aufnahme dieser 25 mm-Stücke noch 12 bzw. 13 in einer Reihe liegende Bohrungen frei; eine Ausnahme bilden die Steckkarten 1 bis 4 der Orgeln W 1 und W 2, wo diese Bohrungen bereits durch Lötstifte besetzt sind. Hier werden die Silberdrähte stumpf mit zu den auf der Kupferseite etwas hervorstehenden Lötstift-Enden hinzugelötet.)

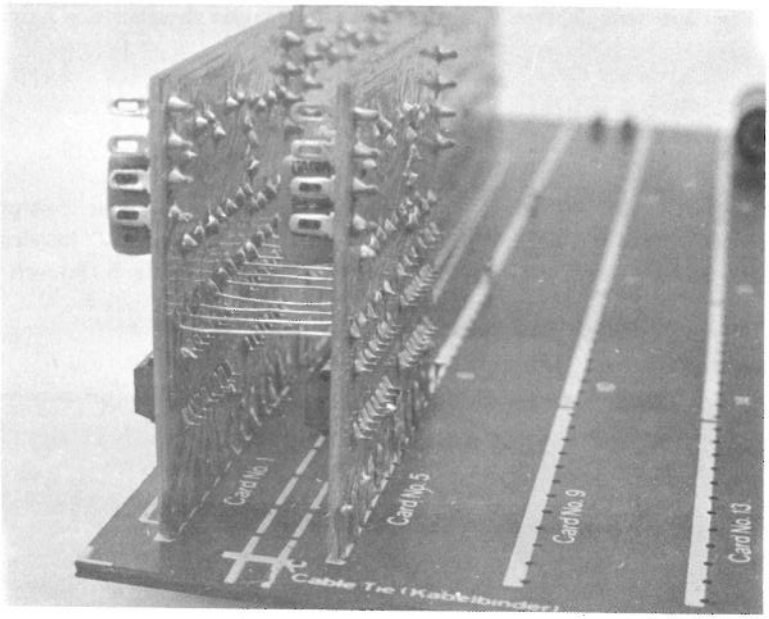
Abb. 23: Auflöten der 25 mm Drahtstücke



5. Schritt

Setzen Sie nun unter Beachtung der Numerierung die zweite Reihe Steckkarten in die Verharfungsplatine ein. Fädeln Sie dabei alle 25 mm-Drahtstücke durch die entsprechenden Bohrungen, so daß sie – bei senkrecht stehenden Karten – auf der Kupferseite der zweiten Reihe ca. 5 mm hervorschauen. (Abb. 24) Löten Sie die Drähte an den Lötaugen und die Karten an der Verharfungsplatine fest.

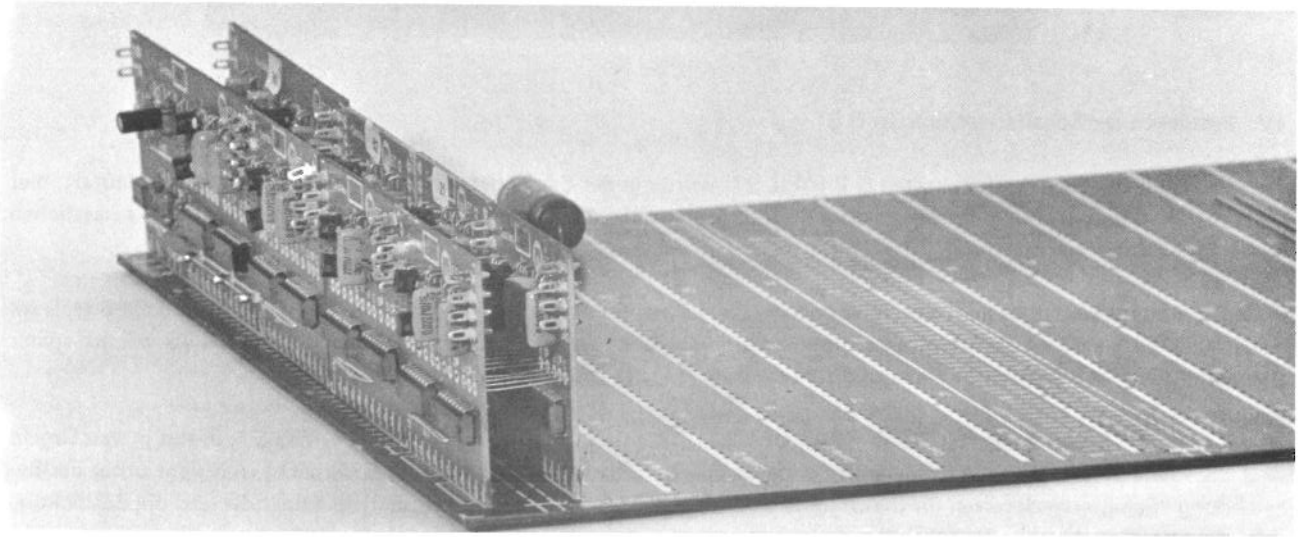
Abb. 24: Beginn der zweiten Steckkarten-Reihe



6. Schritt

Löten Sie nach Abb. 25 an alle überstehenden Silberdraht-Enden neue 25 mm lange Silberdrahtstücke an.

Abb. 25: Fertiggestellte zweite Steckkarten-Reihe mit aufgelöteten Drahtstücken für die dritte Reihe



7. Schritt

Setzen Sie die dritte Steckkarten-Reihe und alle folgenden wie in Schritt 5 ein.

Achtung, zwei Ausnahmen:

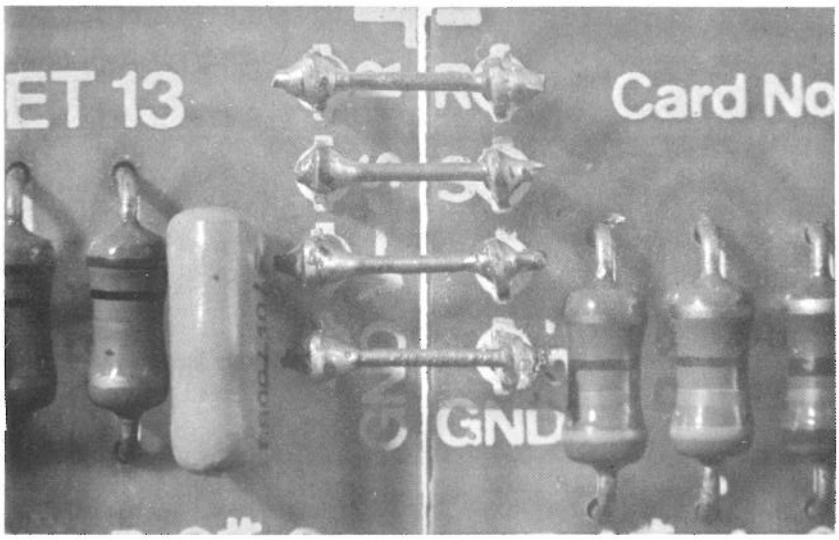
1. Bei der **Orgel W 1** gehören die Reihen 1 bis 4 zum Untermanual und die Reihen 5 - 11 zum Obermanual. Zwischen der 4. und 5. Reihe dürfen keine Silberdraht-Verbindungen hergestellt werden.

2. Bei der **Orgel W 2** dürfen aus dem gleichen Grund keine Verbindungen zwischen der 7. und 8. Reihe gemacht werden. (Vgl. Abb. 18)

8. Schritt

Verbinden Sie die 4 Lötstifte "R", "S", "-" und "GND" einer Steckkarte mit den gleichnahmigen Stiften der jeweils benachbarten Karte. (Auf den Karten ET 13 ist der Stift "-" zusätzlich mit einem "V" bezeichnet.) Bei einem 4 Oktaven-Manual ergeben sich also 12 Drahtbrücken (dünner, versilberter Schaltdraht), bei 5 Oktaven 16 Brücken. (Abb. 26)

Abb. 26: Drahtbrücken von Steckkarte zu Steckkarte einer Reihe



IV. Bestücken der Schaltersteckkarten G 2

Die Funktion der Schaltersteckkarten G 2 (Abb. 27) wurde in der BA "Tongenerator" bereits ausführlich erläutert, hier sei nur so viel wiederholt, daß es sich um eine Art Stecker für die Tongenerator-Ausgänge (26-polig) mit zusätzlichen Schaltfunktionen handelt.

Jede Schaltersteckkarte besteht aus einer gedruckten Leiterplatte, auf der 24 Widerstände, 6 integrierte Schaltkreise (in Steckfassungen) und 26 Steckkontakte montiert werden. (Auf den Positionsdruckbezeichnungen werden später noch eine Reihe von Dioden bestückt, die zum Bausatz E-Piano gehören, vgl. BA "E-Piano".)

In der Orgel W 1 sind 4 solcher Schaltersteckkarten erforderlich, in den Orgeln W 2 und W 3 S je 8 und in den Orgeln W 3 SK sowie W 4 SKT je 12 Schaltersteckkarten. Das benötigte Material ist separat verpackt und liegt unter der Bezeichnung "Schaltersteckkarten für die Orgel W . . ." dem Baupaket Tongenerator bei. Die Kontrolle und die Bestückung erfolgen gemäß nachstehender Stückliste

Stückliste für die Schaltersteckkarten G 2

Pack-Nr.	Orgeltyp W 1	W 2 W 3 S	W 3 SK	W 4 SKT	Bauteil	
1	4	8	12	12	Platine G 2, ca. 13,5 x 5 cm	
2 a	96	192	288	288	Widerstände 1 MOhm (braun-schwarz-grün)	R 1
2 b	24	48	72	72	Lötstifte	Drahtbrücke "Ju"
2 c	1	1,50	2	2	m versilberter Schaltdraht, 0,8 mm Ø	Drahtbrücke "Ju"
3 a	24	48	72	72	IC-Fassungen, 14-polig	
3 b	8	16	24	24	Buchsenleisten PC F 8, 8-polig	
3 c	4	8	12	12	Buchsenleisten PC F 10, 10-polig	
4	24	48	72	72	Integrierte Schaltkreise WIC 6020	IC 1
5 a	–	8	16	8	Stiftleisten PCM 8, 8-polig	(für Tongenerator!)
5 b	–	4	8	4	Stiftleisten PCM 10, 10-polig	(für Tongenerator!)
5 c	1	1	1	1	Widerstand 22 kOhm (rot-rot-orange)	für Prüfzwecke

Abb. 27: Fertig bestückte Schaltersteckkarte G 2

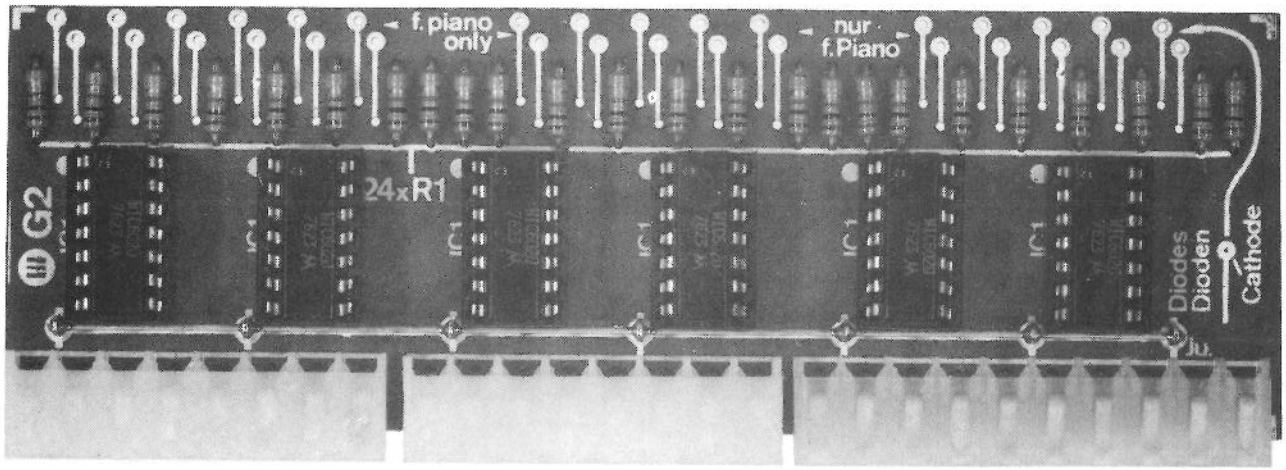


Abb. 28: Positionsdruck und Leiterbahnen (gerastert) der Platine G 2

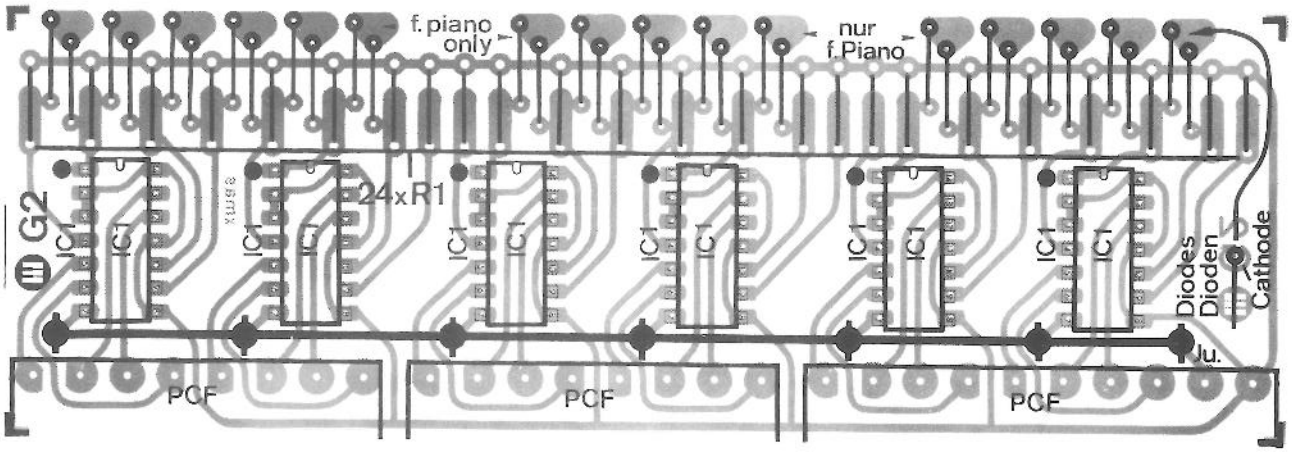
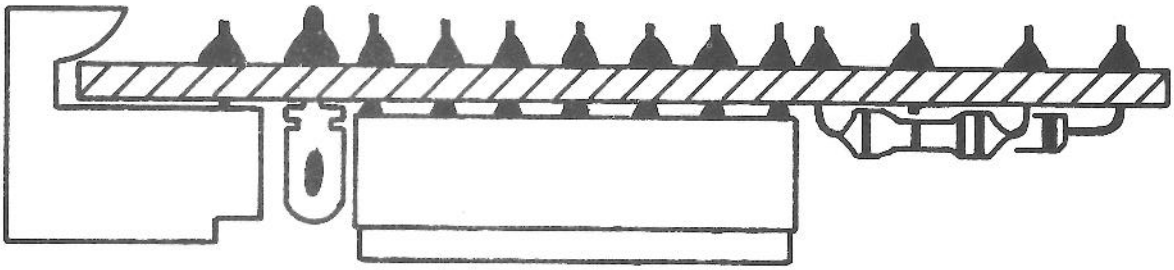


Abb. 29: Platine G 2, Seitenansicht



Hinweise:

1. Polung der Integrierten Schaltkreise beachten!

2. Beim Einbau der Buchsenleisten PC F 8 und PC F 10 Abb. 29 beachten!

3. Die unter den Pack-Nummern 7 und 8 aufgeführten Stiftleisten werden auf der Tongeneratorplatine G 1 bestückt und zwar:

   a) **in der Orgel W 1:**

      entfällt.

   b) **in den Orgeln W 2 und W 3 S:**

      auf der Reihe "2" – parallel zu den bereits vorhandenen Stiftleisten auf der Reihe "1".

   c) **in der Orgel W 3 SK:**

      auf den Reihen "2" und "3" – parallel zu den bereits vorhandenen Stiftleisten auf der Reihe "1".

   d) **in der Orgel W 4 SKT:**

      nur auf der Platine des Generators, der das Unter- und das Mittelmanual speist auf der Reihe "2" – parallel zu den bereits vorhandenen Stiftleisten auf der Reihe "1". (Der zweite Generator dieser Orgel – er versorgt das Obermanual und das E-Piano – erhält **keine** zusätzlichen Stiftleisten.)

4. Falls der Einbau des E-Pianos vorgesehen ist, können – falls vorhanden – jetzt bereits die Dioden D 1 auf den Schaltersteckkarten bestückt werden. Bauanleitung "E-Piano" beachten!

Später werden die Schaltersteckkarten auf die Stiftleistenreihen des Tongenerators aufgesteckt, zuvor muß jedoch der Kabelbaum, der den Generator mit den Verharfungsplatinen verbindet, an den Schaltersteckkarten angeschlossen werden, wie im nächsten Kapitel näher erläutert wird.

Eine Überprüfung der Schaltersteckkarten vor dem Kabelbaumanschluß ist sinnvoll und mit wenig Aufwand nach Abb. 31 durchführbar:

1. Tongenerator betriebsfertig machen. (BA "Tongenerator")

2. Zunächst vier Schaltersteckkarten auf die Stiftleisten "1" des Tongenerators aufstecken.

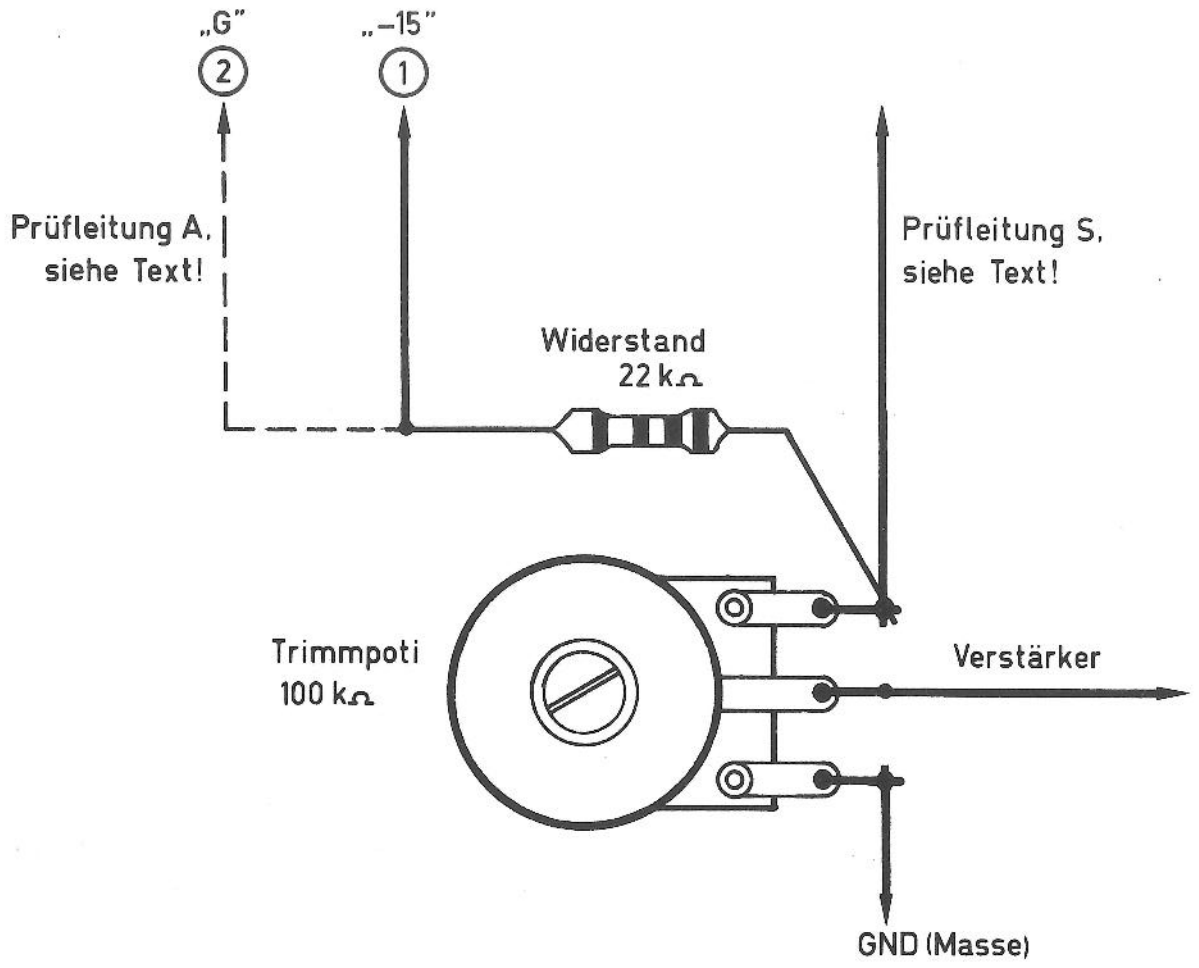
3. Die Prüfschaltung nach Abb. 30 aufbauen und zwei Testreihen durchführen:

   a) Widerstandsende "A" am Tongenerator mit "- 15 V" verbinden und mit Prüfleitung "S" alle Ausgangspunkte (vgl. Abb. 32) der Schaltersteckkarten der Reihe nach abtasten. – Es müssen alle 96 Generatortöne hörbar werden. (Das Trimmpotentiometer dient der Einstellung einer erträglichen Lautstärke.)

b) Widerstandsende "A" an Punkt "- 15 V" des Tongenerators wegnehmen und stattdessen an "G" (= GND = Masse) legen und nochmals mit der Prüfleitung alle Ausgänge der Schaltersteckkarten abtasten. – Jetzt müssen alle Ausgänge stumm bleiben. (Evtl. IC 1 austauschen; jeder IC enthält vier Schalter.)

4. Evtl. noch weitere vorhandene Schaltersteckkarten auf die Stiftleistenreihe "2" des Tongenerators aufstecken und in gleicher Weise prüfen.

Abb. 30: Prüfschaltung zur Kontrolle der Schaltersteckkarten G 2



V. Anschluß der Kabelbäume

1. Allgemeine Hinweise

Im Bereich der Elektronischen Tastung werden in allen Orgelmodellen zwei Kabelbäume verlegt. Der erste Kabelbaum verbindet den Tongenerator mit den Gattern (Verharfung) und trägt immer die Bezeichnung "GV . . .", der zweite heißt "HG. . ." und verbindet die Hüllkurvenschaltungen (an den Manualen) mit den Gattern. (Die Kabelbäume "GV . . ." enthalten zusätzlich noch die Generatoranschlußleitungen für den Pedalsustain bzw. die Pedalgatter, vgl. die entsprechenden Bauanleitungen.) In der folgenden Tabelle sind die Kabelbäume zusammengestellt.

Tabelle 7: Kabelbäume im Bereich der Elektronischen Tastung

Orgeltyp	Kabelbaum Generator – Verharfung / Pedal					Kabelbaum Hüllkurve – Gatter		
	Bezeichnung	Grundfarbe für Manuale	Kenndraht für Manuale	Grundfarbe für Pedal	Kenndraht für Pedal	Bezeichnung	Grundfarbe	Kenndraht
W 1	GV 1	weiß	grün	rosa	blau	HG 1	weiß	UM: braun OM: grün
W 2	GV 2	gelb	UM[1]: braun OM[2]: grün	rosa	blau	HG 2	gelb	UM: braun OM: grün
W 3 S	GVS 3	rot	UM: braun OM: grün	rosa	blau	HG 3	rot	UM: braun OM: grün
W 3 SK	GV 3	schwarz	UM: braun OM: grün	rosa	blau	HG 3	rot	UM: braun OM: grün
W 4 SKT	GV 4	grau	UM: braun MM[3]: gelb OM: grün	rosa	blau	HG 4	grau	UM: braun MM: gelb OM: grün

[1] UM = Untermanual [2] OM = Obermanual [3] MM = Mittelmanual

Alle Kabelbäume tragen einen Aufkleber mit einer der o.a. Kurzbezeichnungen, andersfarbige Kenndrähte bestimmen eindeutig ihre Einbaulage.

Alle Enden sind genau in der erforderlichen Reihenfolge ausgebunden, kommen zwei Drähte gemeinsam aus einer Ausbindung, müssen sie auch gemeinsam am gleichen Punkt angeschlossen werden.

Es ist wichtig, alle Enden vor dem Anlöten zu verzinnen, nachdem sie zuvor 2-3 mm weit abisoliert wurden.

Als Anschlußhilfe sind die Kabelbäume im Positionsdruck der Verharfungsplatine angedeutet. Die Numerierung der Anschlußpunkte entspricht den internationalen Tonnummern, vgl. Tabelle 2, Seite 15! Im folgenden werden zuerst die für die einzelnen Orgeltypen speziellen Anschlußhinweise für die Kabelbäume "GV. . ." (Generator-Verharfung) gegeben, der Anschluß der Kabelbäume "HG . . ." ist ab Seite 73 beschrieben.

2. Anschluß der Kabelbäume "GV. . ." (Generator-Verharfung) bei den verschiedenen Orgelmodellen

a) Anschluß des Kabelbaumes GV 1 – Orgel W 1

1. Schritt

Legen Sie den fertigen Tastungs-Block (Platine V 1 + Steckkarten) so auf den Tisch, daß die Kupferseite der Platine V 1 sichtbar ist und die breite Leiterbahn "GND" rechts liegt.

2. Schritt

Legen Sie die drei Seitenäste des Kabelbaums GV 1 nach dem Positionsdruck auf die **Kupferseite** der Platine V 1 (Die verbleibenden Seitenäste führen später zum Tongenerator bzw. zur Pedalsustain-Platine.)

3. Schritt

Löten Sie alle Enden auf den **großflächigen** numerierten Anschlußpunkt fest. **Der grüne Kenndraht liegt im mittleren Ast und muß am Punkt 25 angelötet werden,** alle übrigen Leitungen dieses Astes führen der Reihe nach bis zum Punkt 73. – Der untere Ast wird an den Punkten 77 bis 97 angelötet und der obere an den Punkten 74 bis 108. Zu den Punkten 77 bis 97 des oberen Astes führen je zwei Leitungen.

4. Schritt

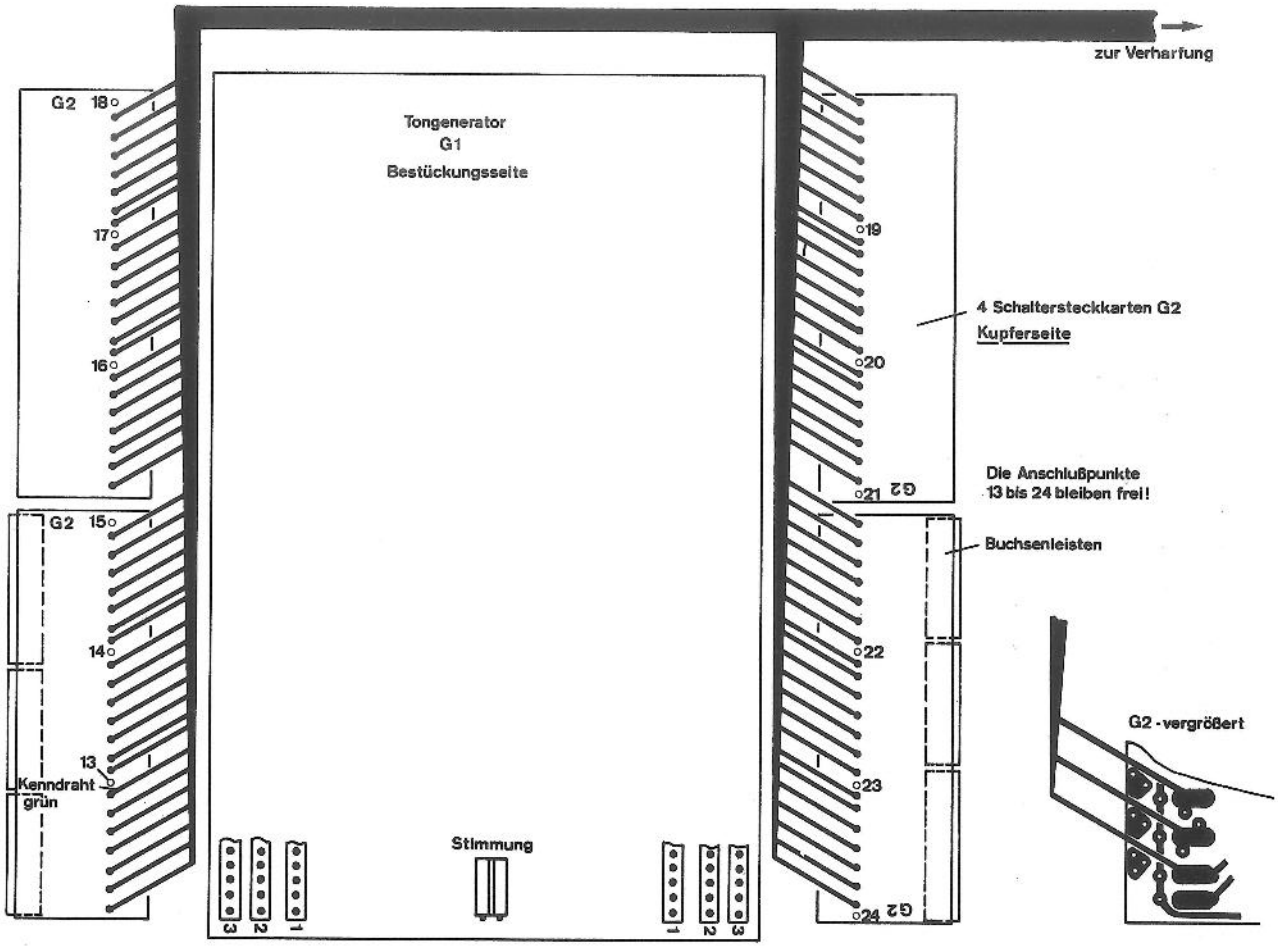
Befestigen Sie die drei Seitenäste auf der Kupferseite der Verharfungsplatine mit drei Kunststoff-Kabelbindern. (Positionsdruck-Hinweis "Tie" bzw. "Cable Tie").

5. Schritt

Drehen Sie den Tastungs-Block um und löten Sie nach Abb. 31 an die beiden generatorseitigen Äste die vier zur Orgel W 1 gehörenden Schaltersteckkarten G 2 an. – Diese Karten werden später, nach dem Einbau des Tastungs-Blocks und des Tongenerators in die Orgel auf die Stiftleistenreihe "1" des Tongenerators aufgesteckt. (Die Töne mit den Nummern 13 bis 24 werden in den Manualen der W 1 nicht benötigt, daher führen zu den entsprechenden Schaltersteckkarten-Ausgängen keine Leitungen aus dem Kabelbaum GV 1.)

Die noch verbleibenden 13 Leitungen (1 x blau + 12 x rosa) dienen dem Anschluß des Pedalsustains, sie werden später an den Vierkantstiften P 73 bis P 85 des Tongenerators nach der Bauanleitung "Pedalsustain" angeschlossen. – Arbeiten Sie weiter auf Seite 73!

Abb. 31: Anschluß der Schaltersteckkarten G 2 am Kabelbaum GV 1 in der Orgel W 1



b) Anschluß des Kabelbaumes GV 2 – Orgel W 2

1. Schritt

Legen Sie den fertigen Tastungs-Block (Platine V 2 + Steckkarten) so auf den Tisch, daß die Kupferseite der Platine V 2 sichtbar ist und die Platinenbezeichnung "V 2" rechts liegt.

2. Schritt

Legen Sie die vier Seitenäste des Kabelbaums GV 2 nach dem Positionsdruck auf die **Kupferseite** der Platine V 2 auf. (Die verbleibenden Seitenäste führen später zum Tongenerator bzw. zur Pedalsustain-Platine.)

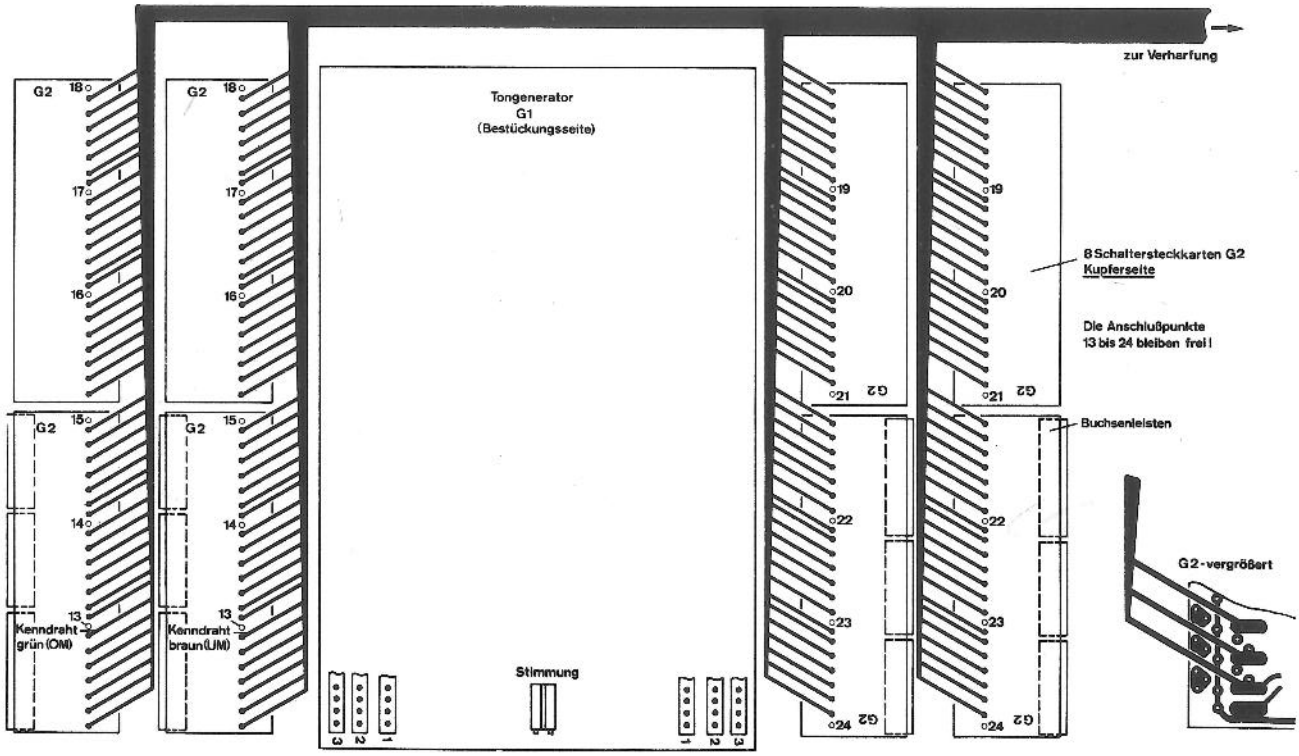
3. Schritt

Löten Sie alle Enden auf den großflächigen numerierten Anschlußpunkten fest. **Die beiden Kenndrähte** (braun für Untermanual und grün für Obermanual) **müssen an den Punkten 25 angeschlossen werden**, alle übrigen Leitungen dieser Äste führen der Reihe nach bis zu den beiden Punkten 75. – Der linke (Beachtung von Schritt 1 vorausgesetzt!) Ast wird an den Punkten 76 bis 108 angeschlossen, der rechte an der gegenüberliegenden Seite an den Punkten 76 bis 108.

4. Schritt

Befestigen Sie die vier Seitenäste auf der Kupferseite der Verharfungsplatine mit drei Kunststoff-Kabelbindern. (Positionsdruck-Hinweis: "Tie" bzw. "Cable Tie".)

Abb. 32: Anschluß der Schaltersteckkarten G 2 am Kabelbaum GV 2 in der Orgel W 2



5. Schritt

Drehen Sie den Tastungs-Block um und löten Sie nach Abb. 32 an den vier generatorseitigen Ästen die acht zur Orgel W 2 gehörenden Schaltersteckkarten G 2 an. – Diese Karten werden später, nach dem Einbau des Tastungs-Blocks und des Tongenerators in die Orgel auf die Stiftleistenreihen "1" und "2" des Tongenerators aufgesteckt. (Die Töne mit den Nummern 13 bis 24 werden in den Manualen der W 2 nicht benötigt, daher führen zu den entsprechenden Schaltersteckkarten-Ausgängen keine Leitungen aus dem Kabelbaum GV 2.)

Die noch verbleibenden 13 Leitungen (1 x blau + 12 x rosa) dienen dem Anschluß des Pedalsustains, sie werden später an den Vierkantstiften P 73 bis P 85 des Tongenerators nach der Bauanleitung "Pedalsustain" angeschlossen. – Arbeiten Sie weiter auf Seite 73!

c) Anschluß des Kabelbaums GVS 3 – Orgel W 3 S

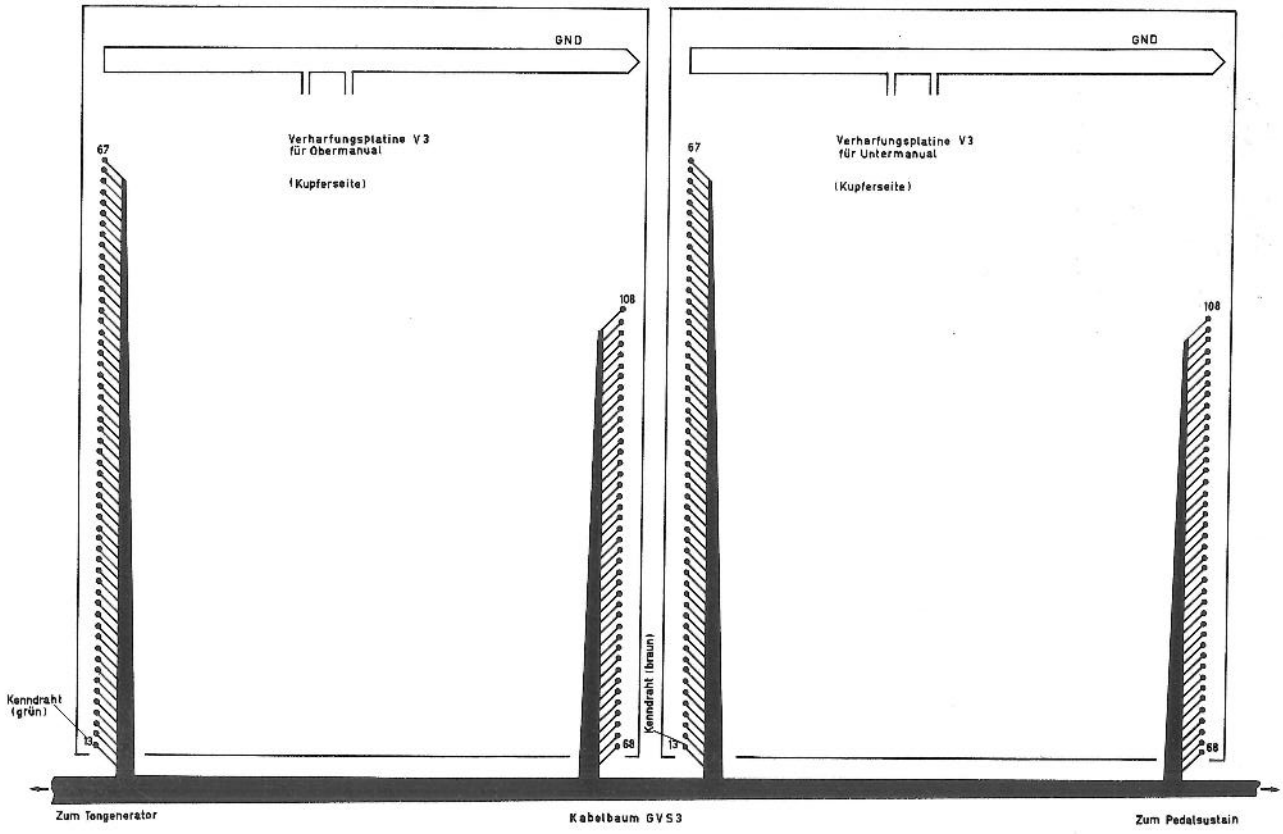
1. Schritt

Legen Sie die beiden Tastungs-Blöcke (Platinen V 3 + Gatter) nebeneinander so auf den Tisch, daß die Kupferseite der Platinen V 3 sichtbar ist und bei beiden Blöcken die breite Leiterbahn "GND" hinten (weg von Ihnen) liegt. Der Abstand zwischen den beiden Blöcken (sie sind vertauschbar) sollte ca. 1 cm betragen.

2. Schritt

Legen Sie den Kabelbaum GVS 3 nach Abb. 33 auf die beiden Blöcke auf.

Abb. 33: Anschluß des Kabelbaumes GVS 3 an den beiden Verharfungsplatinen V 3 der Orgel W 3 S



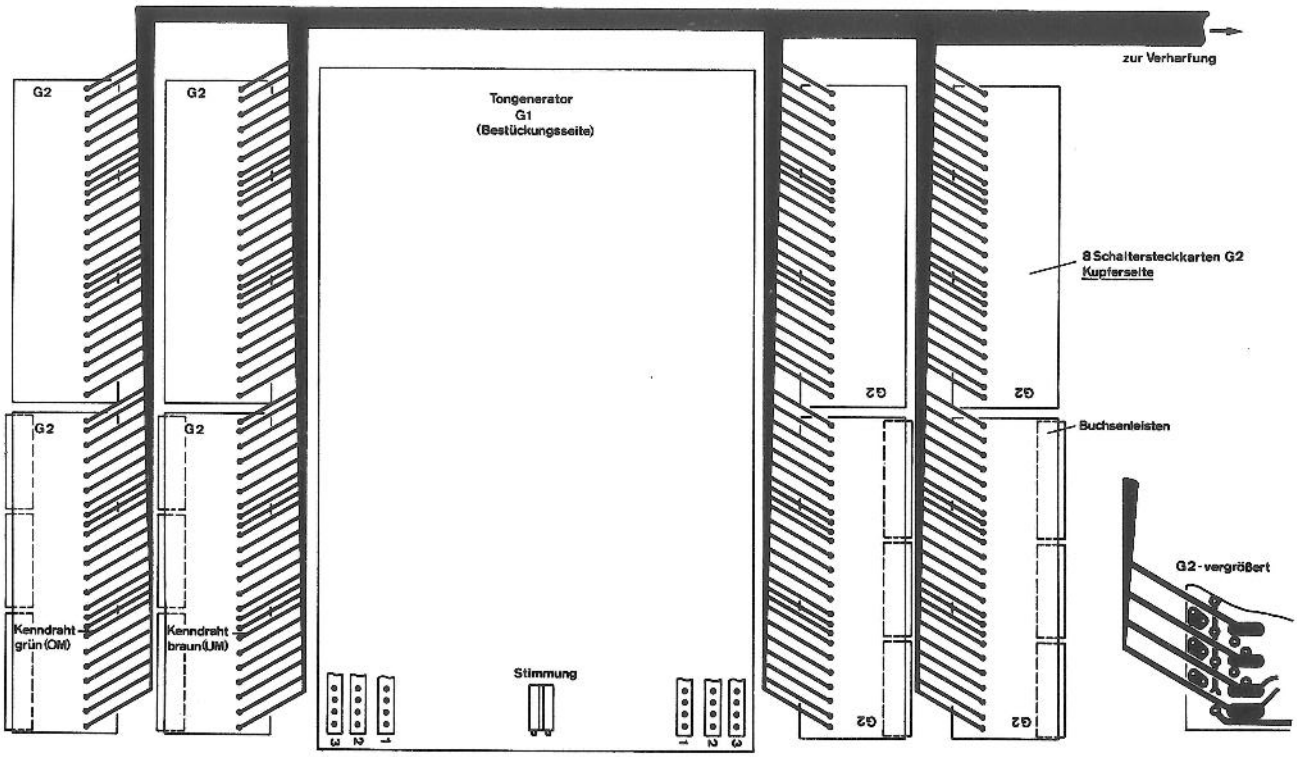
3. Schritt

Löten Sie alle Enden auf den **großflächigen** numerierten Anschlußpunkten fest. Die längeren Äste mit den Kenndrähten führen jeweils zu den Punkten 13 bis 67, die kürzeren zu den Punkten 68 bis 108.

4. Schritt

Befestigen Sie die Äste an den Verharfungsplatinen mit je zwei Kunststoff-Kabelbindern. (Positionsdruck-Hinweis: "Tie" bzw. "Cable Tie".)

Abb. 34: Anschluß der Schaltersteckkarten G 2 am Kabelbaum GVS 3 in der Orgel W 3 S



5. Schritt

Drehen Sie die beiden Tastungs-Blöcke um, daß die Steckkarten nach oben zeigen, und schließen Sie nach Abb. 34 die generatorseitigen Äste an den acht zur Orgel W 3 S gehörenden Schaltersteckkarten G 2 an. – Diese Karten werden später, nach dem Einbau der Tastungs-Blöcke und des Tongenerators in die Orgel auf die Stiftleistenreihen "1" und "2" des Tongenerators aufgesteckt.

Die noch verbleibenden 12 Leitungen (1 x blau und 11 x rosa) dienen dem Anschluß des Pedalsustains, sie werden später an den Vierkantstiften P 97 bis P 108 des Tongenerators nach der Bauanleitung "Pedalsustain" angeschlossen. – Arbeiten Sie weiter auf Seite 73!

d) **Anschluß des Kabelbaumes GV 3 – Orgel W 3 SK**

1. Schritt

Legen Sie die drei Tastungs-Blöcke (Platinen V 4, V 5 und V 6) nebeneinander so auf den Tisch, daß die Kupferseite der Platinen sichtbar ist und die breite Leiterbahn "GND" jeweils hinten (weg von Ihnen) liegt. Der Abstand zwischen den Blöcken soll ca. 1 cm betragen, die Platine V 5 muß links liegen.

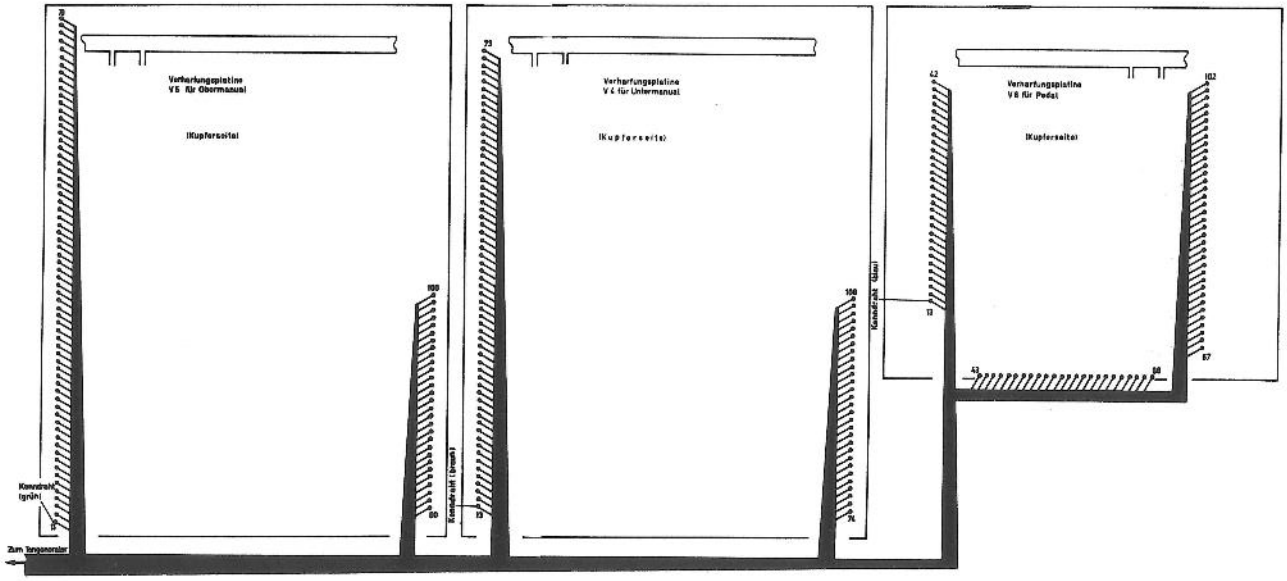
2. Schritt

Legen Sie den Kabelbaum nach dem Positionsdruck und Abb. 35 auf die drei Verharfungsplatinen. (Falls Sie den angedeuteten Tastungs-Block für das Pedal noch nicht aufgebaut haben, können die dorthin führenden Äste vorerst auch blind liegen bleiben.)

3. Schritt

Löten Sie alle Enden auf den großflächigen numerierten Anschlußpunkten fest. Die Kenndrähte liegen jeweils an den Punkten 13; an der Platine V 4 führen die Enden zu den Punkten 13 bis 73 bzw. 74 bis 108; an der Platine V 5 laufen die Äste zu den Punkten 13 bis 79 bzw. 80 bis 108, an der Platine V 6 von 13 bis 42 bzw. von 43 bis 66 und von 67 bis 108.

Abb. 35: Anschluß des Kabelbaumes GV 3 an den Verharfungsplatinen V 4 bis V 6 der Orgel W 3 SK



4. Schritt

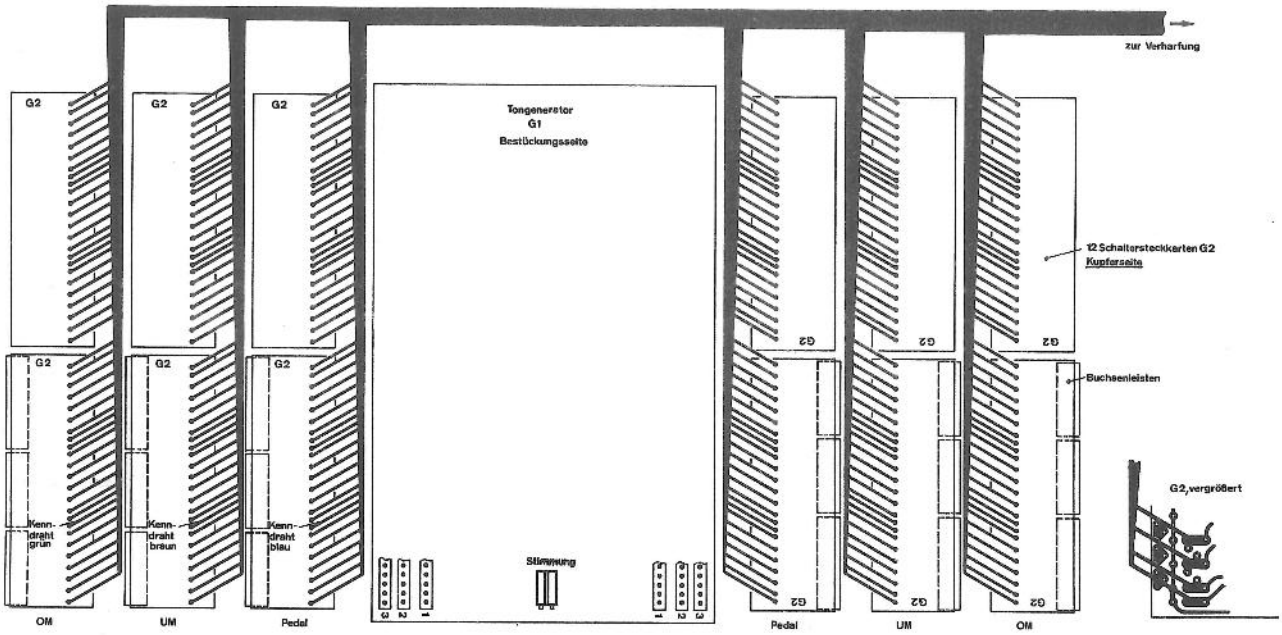
Befestigen Sie den Kabelbaum an den vorgesehenen Stellen (Positionsdruck-Hinweis: "Tie" bzw. "Cable Tie") mit Kunststoff-Kabelbindern.

5. Schritt

Drehen Sie die beiden (bzw. die drei) Tastungs-Blöcke um, daß die Steckkarten nach oben zeigen, und schließen Sie nach Abb. 36 die generatorseitigen Äste an den 12 zur Orgel W 3 SK gehörenden Schaltersteckkarten G 2 an. – Diese Karten werden später, nach dem Einbau der Tastung und des Tongenerators in die Orgel auf die Stiftleistenreihen "1" bis "3" des Tongenerators aufgesteckt.

Die am Generator noch verbleibenden 90 Leitungen (1 x blau und 89 x rosa) dienen dem Anschluß der Pedal-Verharfungsplatine V 6. Sie können erst am Tongenerator angeschlossen werden, wenn auch für das Pedal 4 Schaltersteckkarten G 2 fertiggestellt sind. Diese Karten sind im Bausatz "Pedal W 3 SK" enthalten, entsprechende Verarbeitungsanweisungen finden Sie in der dazugehörigen Bauanleitung "Pedal W 3 SK". – Arbeiten Sie weiter auf Seite 73!

Abb. 36: Anschluß der Schaltersteckkarten G 2 am Kabelbaum GV 3 in der Orgel W 3 SK



e) **Anschluß des Kabelbaumes GV 4 – Orgel W 4 SKT**

1. Schritt

Legen Sie die drei Tastungs-Blöcke (3 Platinen V 3 + Gatter, beliebig vertauschbar) nebeneinander so auf den Tisch, daß die Kupferseite der Platinen V 3 sichtbar ist und die breite Leiterbahn "GND" hinten (weg von Ihnen) liegt. Der Abstand von Block zu Block sollte ca. 1 cm betragen.

2. Schritt

Legen Sie den Kabelbaum GV 4 (ähnlich wie in Abb. 34 für zwei Blöcke gezeigt) auf die drei Verharfungsplatinen auf.

3. Schritt

Löten Sie alle Enden auf den **großflächigen** numerierten Anschlußpunkten fest. Die Kenndrähte müssen jeweils an den Punkten 13 liegen.

4. Schritt

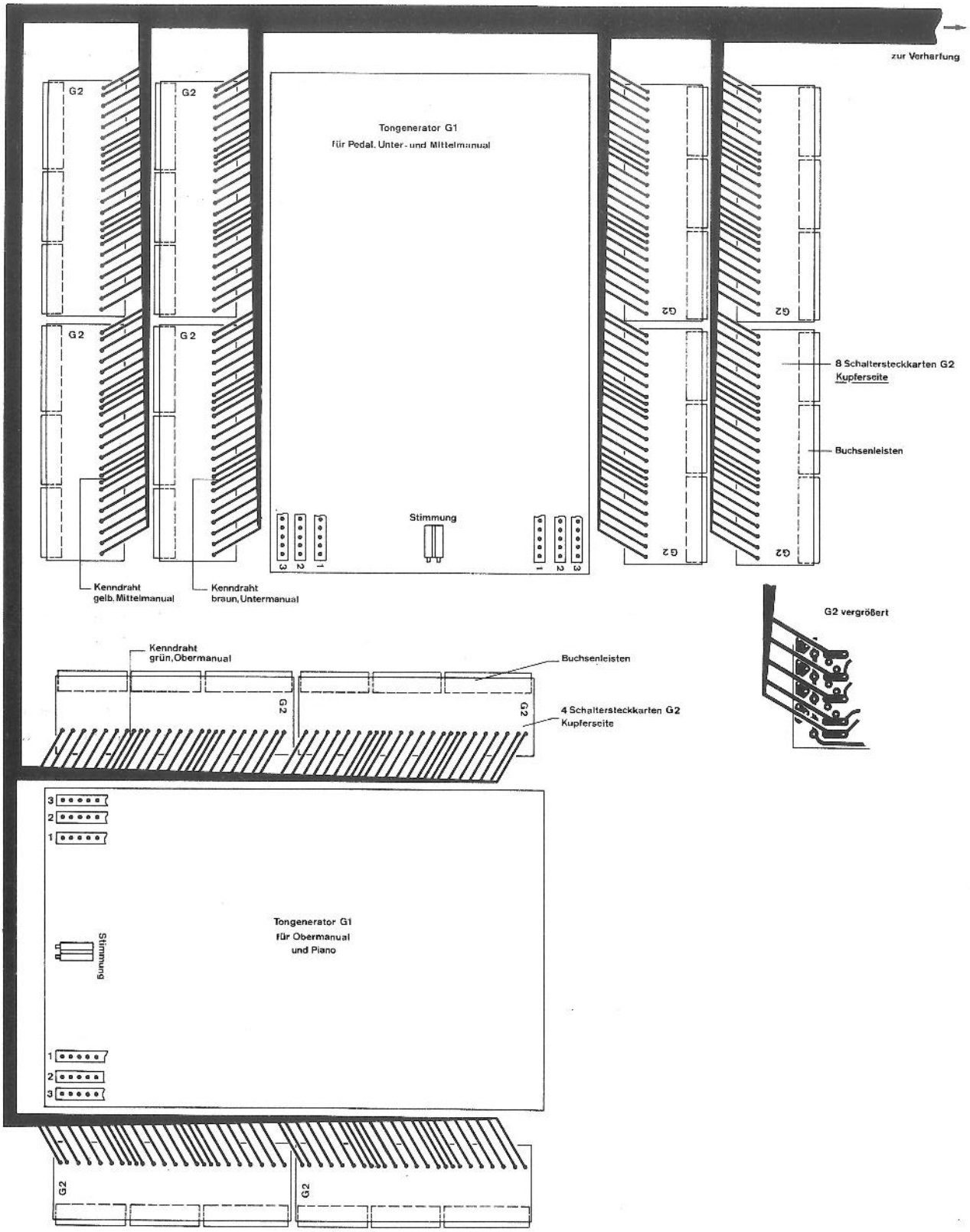
Befestigen Sie die Äste an den Verharfungsplatinen mit je zwei Kunststoff-Kabelbindern. (Positionsdruck-Hinweis: "Tie" oder "Cable Tie".)

5. Schritt

Drehen Sie die drei Tastungs-Blöcke um, daß die Steckkarten nach oben zeigen und schließen Sie nach Abb. 37 die 12 zur W 4 SKT gehörenden Schaltersteckkarten G 2 an den generatorseitigen (2 Generatoren !) Ästen an. Diese Schaltersteckkarten werden später auf die Stiftleistenreihen der Tongeneratoren gesteckt, und zwar beim Tongenerator I (für Untermanual, Mittelmanual und Pedalsustain) auf die Reihen "1" und "2" und beim Tongenerator II (für Obermanual und E-Piano) auf die Reihe "1".

Die noch verbleibenden 12 Leitungen (1 x blau und 11 x rosa) dienen dem Anschluß des Pedalsustains, sie werden später an den Vierkantstiften P 97 bis P 108 des Tongenerators I nach der Bauanleitung "Pedalsustain" angeschlossen.

Abb. 37: Anschluß der Schaltersteckkarten G 2 am Kabelbaum GV 4 in der Orgel W 4 SKT



3. Prüfung der Verharfungsplatinen

Im Hinblick auf die hohe Anzahl von Lötstellen und Leiterbahnen auf einer Verharfungsplatine halten wir zwei kurze Überprüfungen für angebracht:

a) Prüfung der Leiterbahnen auf Verbindung mit Masse (GND)
b) Prüfung der Leiterbahnen auf Verbindung untereinander.

Zum Aufspüren etwaiger Masseverbindungen legen Sie Ihr Ohmmeter mit einer Meßleitung an "GND", und mit der anderen tasten Sie auf der Verharfungsplatine sämtliche Kabelbaum-Anschlußpunkte ab. Es darf nirgends ein direkter Durchgang angezeigt werden. Eine "beliebte" Stelle für Masseverbindungen liegt nicht auf der Verharfungsplatine selbst, sondern auf den Steckkarten ET 12 und ET 13, und zwar dort, wo die etwas breitere Leiterbahn "GND" (vgl. Abb. 17 bzw. 18) unter den beiden IC's hindurchläuft.

Um gegenseitige Leiterbahnverbindungen zu finden, genügt es, alle Kabelbaum-Anschlußpunkte paarweise gegeneinander mit dem Ohmmeter abzutasten, also die Punkte 13 gegen 14, 14 gegen 15, usw. bis 107 gegen 108. Auch hier muß die Verbindung nicht unbedingt auf der Verharfungsplatine liegen, sie kann auch auf den Steckkarten passiert sein.

4. Anschluß der Kabelbäume "HG. . ." (Hüllkurvenschaltungen - Gatter) bei den verschiedenen Orgelmodellen

Nachdem der Kabelbaum Generator – Verharfung an der Verharfung angeschlossen ist, sollte vor dem Einbau der Tastungs-Blöcke in die Orgel zweckmäßig auch noch der Kabelbaum Hüllkurvenschaltung – Gatter an den Steckkarten ET 12 und ET 13 angeschlossen werden.

a) Anschluß des Kabelbaumes HG 1 bzw. HG 2 – Orgeln W 1 bzw. W 2

Die folgende Beschreibung gilt für beide Kabelbäume gleichermaßen, da sie sich nur in der Länge geringfügig unterscheiden.

Der Kabelbaum hat zwei lange und zwei kurze Äste, alle Äste haben 49 Enden. Die langen Äste führen zu den Hüllkurvenschaltungen (Tastenkontakten), die kurzen werden an den Gattern angeschlossen.

1. Schritt

Löten Sie den **braunen** Kenndraht des **kurzen** Astes an den Lötstift C der Steckkarten ET 12 **Nr. 1**

2. Schritt

Löten Sie die 48 folgenden Enden dieses Astes der Reihe nach an die Lötstifte $C^{\#}$, D usw. bis zur Steckkarte ET 13, Nr. 4, Punkt C (neben B). Abb. 38 !

3. Schritt

Löten Sie den **grünen** Kenndraht auf der Kupferseite der Steckkarte ET 12 **Nr. 41** an den Punkt C (Ende der Silberdraht–Durchverbindungen).

4. Schritt

Löten Sie die 48 folgenden Enden dieses Astes fortlaufend an die Punkte $C^{\#}$, D usw. bis Sie am Punkt C (neben B) der Karte Nr. 44 angelangt sind. Abb. 39 !

Damit ist der Tastungs-Block fertig zum Einbau in die Orgel. – Arbeiten Sie weiter auf Seite 76

Abb. 38: Anschluß des Kabelbaumes HG 2 an den Steckkarten Nr. 1 bis 4

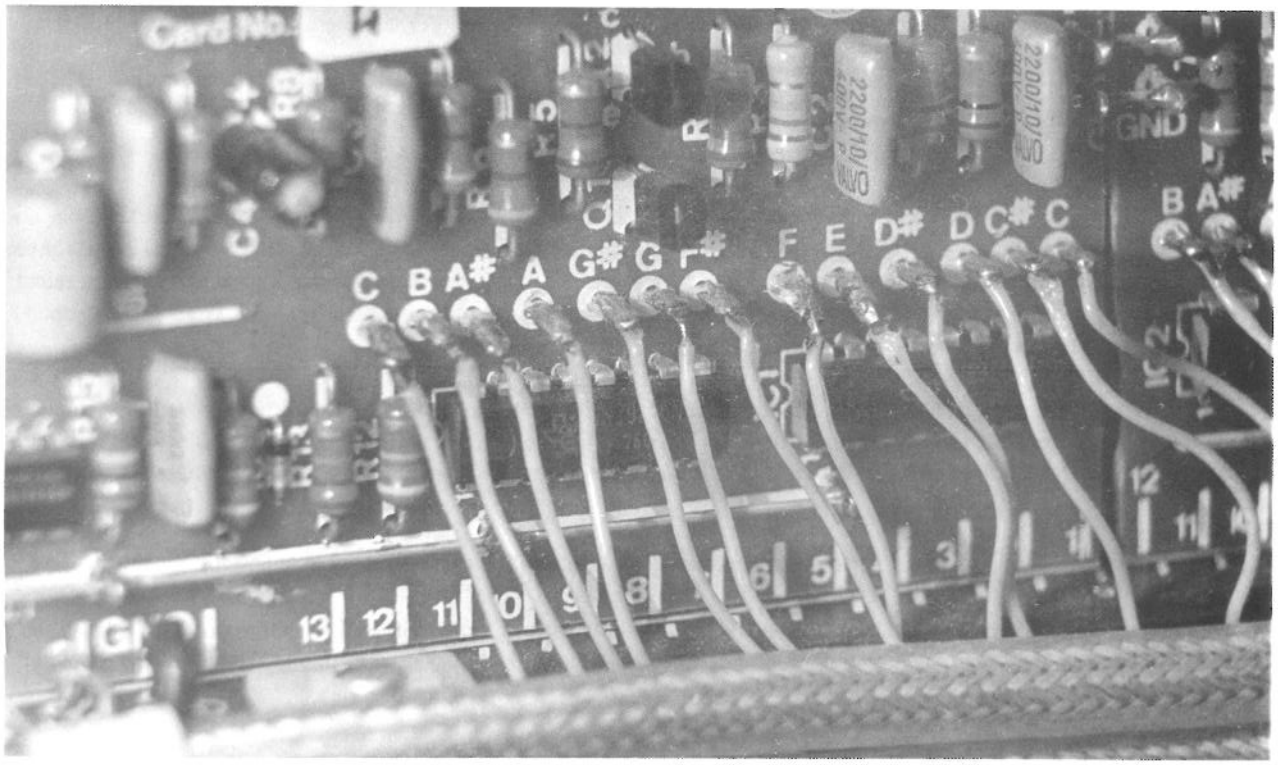
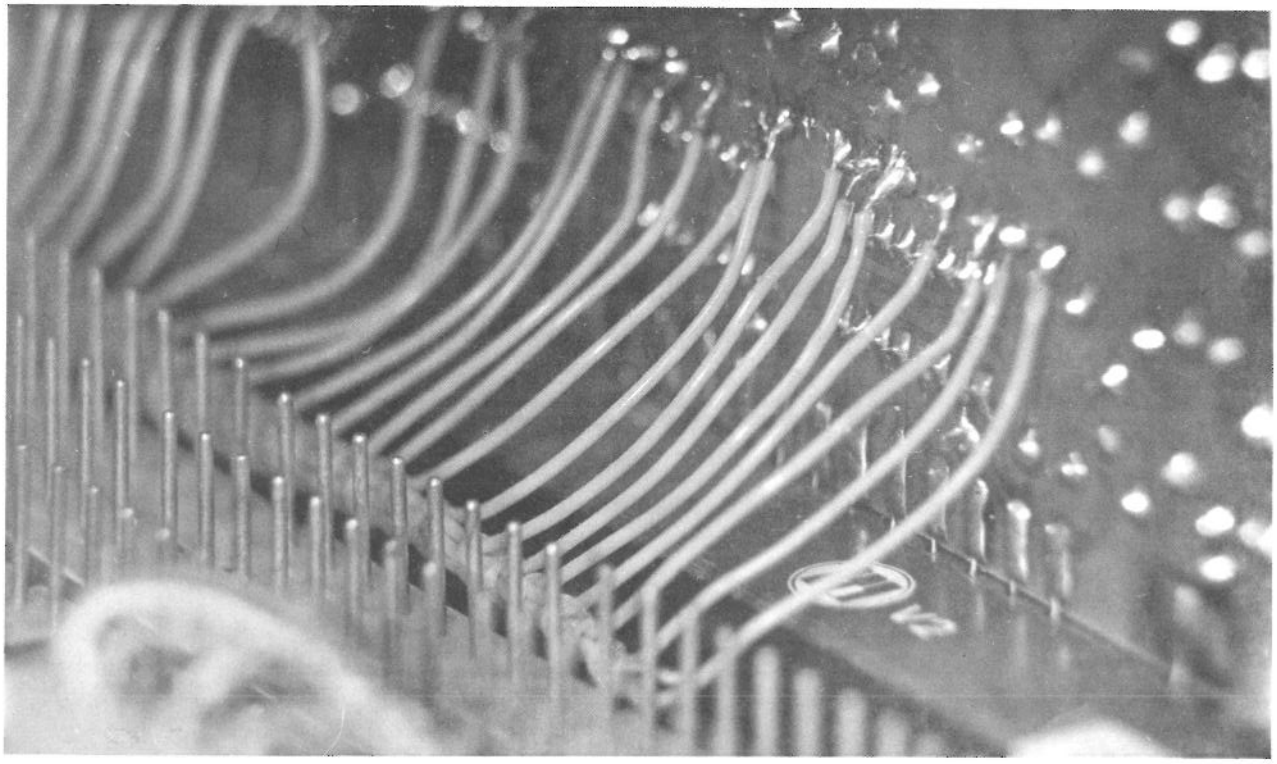


Abb. 39: Anschluß des Kabelbaumes HG 2 an den Steckkarten Nr. 41 bis 44



b) Anschluß des Kabelbaumes HG 3 – Orgeln W 3 S und W 3 SK

Der Kabelbaum HG 3 ist für beide o.a. Orgeltypen gleich. Er hat 4 Äste mit je 61 Enden, die langen Äste führen (später) zu den Tastaturen (Hüllkurvenschaltungen), die kürzeren werden an den Gattern der beiden Manuale angeschlossen. Die Äste mit dem braunen Kenndraht gehören zum Untermanual, die mit dem grünen zum Obermanual.

1. Schritt

Löten Sie den **braunen** Kenndraht des **kurzen** Astes auf der Kupferseite der Steckkarte ET 12 **Nr. 61** des Untermanuals (vgl. Abb. 33) an den Punkt C (Ende der Silberdraht–Durchverbindung, vgl. Abb. 39).

2. Schritt

Löten Sie alle 60 weiteren Enden dieses Astes der Reihe nach an die Punkte $C^{\#}$, D usw. bis C auf der Karte Nr. 65.

3. Schritt

Löten Sie in gleicher Weise den kurzen Ast mit dem grünen Kenndraht an den Steckkarten Nr. 61 bis 65 des Obermanuals an. – Damit sind die Tastungs-Blöcke fertig zum Einbau in die Orgel. Arbeiten Sie weiter auf Seite 76!

c) Anschluß des Kabelbaumes HG 4 – Orgel W 4 SKT

Der Kabelbaum HG 4 hat 3 lange und 3 kurze Äste mit je 61 Enden. Die langen Enden führen (später) zu den Tastaturen, die kürzeren werden an den Gattern der drei Manuale angeschlossen. Die Äste mit dem braunen Kenndraht gehören zum Untermanual, gelb gehört zum Mittelmanual und grün zum Obermanual.

1. Schritt

Löten Sie den **braunen** Kenndraht des **kurzen** Astes auf der Kupferseite der Steckkarte ET 12 **Nr. 61** des **Untermanuals** an den Punkt C (Ende der Silberdraht-Durchverbindung, vgl. Abb. 39).

2. Schritt

Löten Sie alle 60 weiteren Enden dieses Astes der Reihe nach an die Punkte $C^{\#}$, D usw. bis C (neben B) auf der Karte Nr. 65.

3. Schritt

Löten Sie in gleicher Weise den **kurzen** Ast mit dem **gelben** Kenndraht an den Steckkarten Nr. 61 bis 65 des **Mittelmanuals** an.

4. Schritt

Löten Sie schließlich den kurzen Ast mit dem grünen Kenndraht an den Steckkarten Nr. 61 bis 65 des Obermanuals an. – Damit sind die Tastungs-Blöcke fertig zum Einbau in die Orgel.

VI. Einbau der Gatter

Nach beendetem Anschluß der Kabelbäume GV. . . und HG. . . an die Verharfungsplatinen können diese nach Maßgabe der entsprechenden Aufbauanleitung und nach Abb. 40 in die Orgel eingebaut werden. (Abweichend von Abb. 40 sind die Platinenhalter für die Verharfungsplatinen der Orgelmodelle W 1 und W 2 8 mm höher als gezeichnet, für alle übrigen Modelle gilt die Zeichnung.)

VII. Verdrahtung

Im folgenden ist nur die Verdrahtung der Kabelbäume GV. . . und HG. . . dargestellt, die restliche Verdrahtung im Bereich der Elektronischen Tastung wird ebenfalls durch einen Kabelbaum erledigt und ist – nach Orgelmodellen getrennt – in der jeweiligen Aufbauanleitung beschrieben.

1. Schritt

Fixieren Sie nach der Montage der Tastungs-Blöcke und des Tongenerators zunächst die Kabelbäume GV. . . mit einigen Kabelschellen.

2. Schritt:

Stecken Sie die Schaltersteckkarten G 2 auf die zugehörigen Stiftleisten des Tongenerators auf. Die Kenndrähte der Kabelbäume müssen bei den Orgelmodellen W 1 und W 2 senkrecht über der Ton-Nummer 25 (auf der Generatorplatine G 1) liegen, bei allen übrigen Modellen senkrecht über der Ton-Nummer 13. (Falls vorbereitet, stecken Sie auch gleichzeitig die zum Pedal bzw. Pedalsustain gehörenden Leitungen – rosa + blau – am Tongenerator auf.)

3. Schritt

Führen Sie die beiden (drei) langen Äste des Kabelbaumes HG. . . bis zur Diskant-Seitenwand, von dort an den C-Schienen der Manuale entlang bis zu den Platinen HK 12 und HK 13 (Hüllkurvenschaltungen). Achten Sie auf die Kenndrahtfarbe: braun = Untermanual, grün = Obermanual und gelb für Mittelmanual der W 4 SKT.

4. Schritt

Löten Sie in jedem Manual den Kenndraht auf der Platine HK 13 an den Lötstift C (am hinteren Platinenrand, nicht verwechseln mit dem Lötstift c, der unmittelbar neben der Kontaktfeder Sp. liegt).

5. Schritt

Löten Sie alle übrigen 48 bzw. 61 Enden fortlaufend an die Lötstifte C#, D usw. bis C auf der diskantseitigen Platine HK 12.

6. Schritt

Befestigen Sie die Kabelbaumäste nach Abb. 41 mit Kabelschellen.

Abb. 40: Befestigung der Verharfungsplatinen

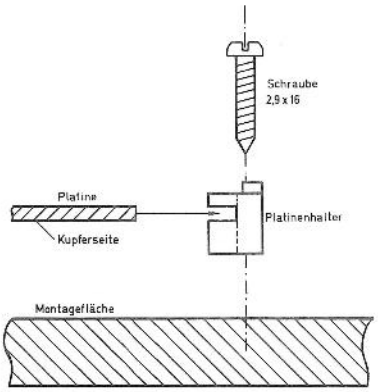
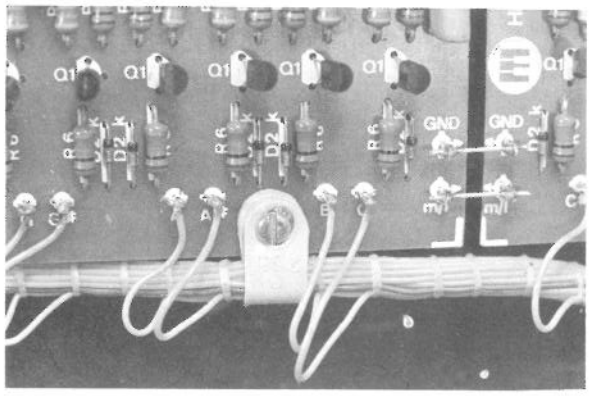


Abb. 41: Befestigung der Kabelbaumäste HG. . . mit Kabelschellen



Damit ist die Verdrahtung der Elektronischen Tastung zunächst beendet – die restliche Verdrahtung (Stromversorgung usw.) geschieht später über einen fertig gelieferten Kabelbaum.

Wer in diesem Stadium die Tastung in Verbindung mit den Hüllkurvenschaltungen ausprobieren möchte, möge mit provisorischer Verdrahtung Netzteil, Tongenerator und Endstufe betriebsbereit machen, die Verharfungsplatine(n) über drei Leitungen (GND, + 15 und - 15) mit dem Netzteil verbinden und auch die Hüllkurvenschaltungen an den Stiften "GND" und "- 15" der Platinen HK 13 (in allen Manualen !) an das Netzteil anschließen. Dann können über einen Prüfaufbau ähnlich wie in Abb. 21 (ohne die dort gezeichneten Leitungen 1, 2, 7, 8 und 9) die einzelnen Töne Fußlage für Fußlage und Taste für Taste an den Ausgängen "Sin." (Sinus) und "Sq" (Rechteck) abgehört werden.

D. Einbau der Zugriegel

Vom Einbau der Elektronischen Tastung bis zum ersten "richtigen" Spielen ist es jetzt nur noch ein kleiner Schritt: Bauen Sie die Zugriegel ein – fertig !

Doch zuvor noch einige Takte Theorie: Im Gegensatz zu den sogenannten Festregistern, die – ihrer Eigenart entsprechend – fest vorgegebene Klangfarben liefern (indem aus NF-Signalen mit breiten Frequenzspektren – Rechteck bzw. Sägezahn – auf **selektivem** Weg ganz spezielle Klangbilder ausgefiltert werden), bilden die Zugriegel (Abb. 42) ein **additives** Tonformungssystem: Aus einer ganzen Reihe sinusförmiger Schwingungen, die in einem harmonischen Verhältnis zueinander stehen, lassen sich unzählige Klangbilder synthetisieren, indem das Mischungsverhältnis der einzelnen Sinusschwingungen an den in neun Stufen regelbaren Zugriegeln variiert wird.

Für den Musiker heißt das: Nahezu unbegrenzte Registriermöglichkeiten, feinste Nuancierungen zwischen einer breiten Klangskala von extrem weichen bis zu strahlend hellen Tönen. (Die insgesamt 20 Zugriegel der Manuale der Orgel W 2 zum Beispiel erlauben mehr als 12 Trillionen Einstellungsmöglichkeiten – genau 12 157 665 459 056 928 801 – wie Sie sicher inzwischen rasch nachgerechnet haben. Übrigens: Wenn Sie in einer stillen Stunde einmal alle Einstellungen der Reihe nach ausprobieren möchten, empfehlen wir Ihnen, bei den einzelnen Registrierungen nicht zu lange zu verweilen, denn selbst wenn Sie sich nur eine einzige Sekunde Zeit pro Einstellung gönnen, und selbst wenn Sie diese ohne jede Pause durchziehen, benötigen Sie immerhin die nicht ganz unbescheidene Anzahl von rund 400 Milliarden Jahren!!!)

Das Funktionsschema der Zugriegel sei anhand von Abb. 43 erläutert: Die von der Elektronischen Tastung kommenden Sinussignale gelangen über die Entkopplungswiderstände R 0 auf die Zugriegelschleifer, welche die Widerstandskette R 1 bis R 8 abtasten und dort eine additive Mischung der Sinussignale bewirken. Das am Punkt "A" entstehende Summensignal, die "fertige" Klangfarbe, läuft auf die Widerstandskette R 9 bis R 16; diese wird von einem weiteren Zugriegel abgetastet, so daß ohne Veränderung des Klangbildes eine neunstufige Lautstärkeeinstellung des Summensignals möglich ist.

Abb. 42: Schiebesatz mit 12 Zugriegeln (fertig bestückt)

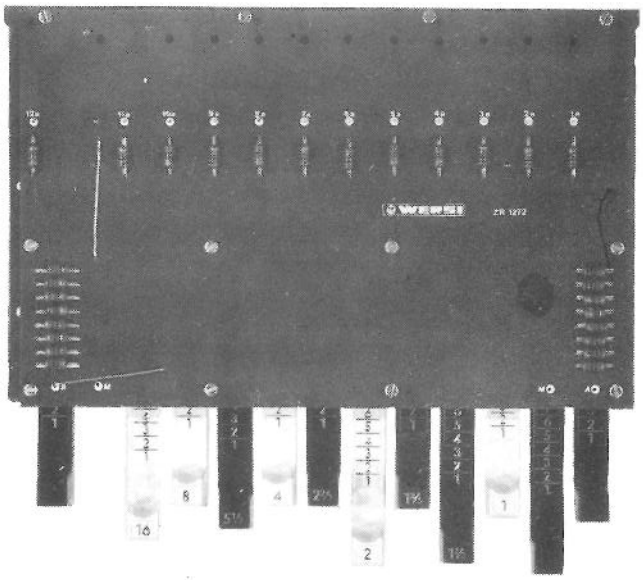
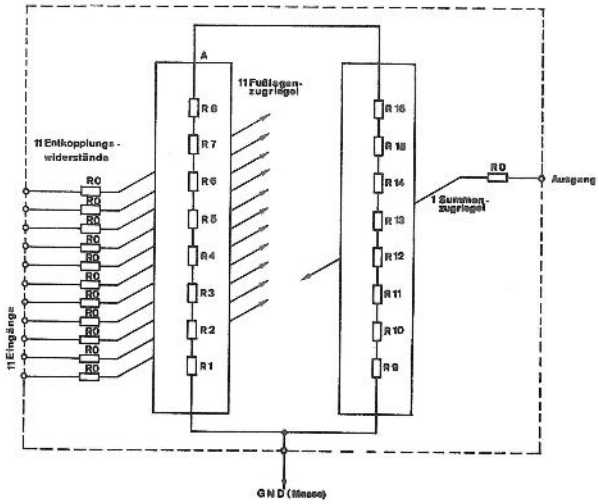


Abb. 43: Funktionsschema eines Schiebesatzes



Nun zur Praxis: Die Schiebesätze (Schiebesatz = Gruppe von Zugriegeln) sind im Prinzip für alle Orgeltypen gleich, unterscheiden sich jedoch durch die Anzahl der Zugriegel und dadurch in den äußeren Abmessungen. Jedem Manual ist ein Schiebesatz zugeordnet, die Anzahl der Zugriegel und die darauf liegenden Fußlagen sind der folgenden Tabelle zu entnehmen. Jeder Schiebesatz hat einen Zugriegel – den Lautstärke-Zugriegel – mehr als die Tabelle aufweist.[1)]

Die Schiebesätze werden nach den Angaben der betreffenden Aufbau-Anleitung in die Orgel eingebaut, zuvor muß jedoch die Platine von dem Schiebesatz abgenommen und mit einer Reihe von Bauelementen bestückt werden, genaue Vorschriften hierzu und auch zur Verdrahtung finden Sie den Schiebesätzen beigepackt. Als Hinweis hier nur so viel: Die Ausgänge "Sin." an den Steckkarten ET 13 der Elektronischen Tastung werden über ein abgeschirmtes Vielfachkabel mit den Eingängen des Schiebesatzes verbunden, am Ausgang wird der Verstärker (auch z.B. ein Rundfunkgerät) angeschlossen. Wichtig ist auch die Masseverbindung, vgl. Abb. 43.

1) In der Orgel W 1 entfällt der Lautstärke-Zugriegel.

Tabelle 7: Zugriegelbelegung in den einzelnen Orgelmodellen

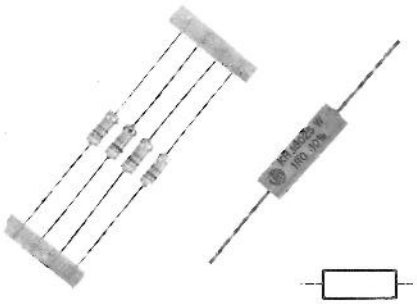
Orgeltyp	Manual	Vorgesehene Zugriegel – Fußlagen																
		16′	8′	5 1/3′	4′	2 2/3′	2′	1 3/5′	1 1/3′	1 1/7′	1′	8/9′	16/19′	4/5′	2/3′	1/2′	1/3′	1/4′
W 1	UM		x		x	x	x											
	OM	x	x	x	x	x	x				x							
W 2	UM		x		x	x	x	x	x		x							
	OM	x	x	x	x	x	x	x	x		x			x	x			
W 3 S	UM	x	x	x	x	x	x	x	x	x[1]	x	x[1]		x[2]	x[2]			
	OM	x	x	x	x	x	x	x	x	x[1]	x	x[1]		x[2]	x[2]			
W 3 SK	UM	x	x	x	x	x	x	x	x		x	x			x[3]	x[3]	x[3]	
	OM	x	x	x	x	x	x	x	x		x		x		x[3]	x[3]		x[3]
W 4 SKT	UM	x	x	x	x	x	x	x	x	x[1]	x	x[1]		x[2]	x[2]			
	MM	x	x	x	x	x	x	x	x	x[1]	x	x[1]		x[2]	x[2]			
	OM	x	x	x	x	x	x	x	x	x[1]	x	x[1]		x[2]	x[2]			

1) Diese beiden Fußlagen liegen über getrennte Entkopplungswiderstände gemeinsam auf dem 10. Zugriegel.

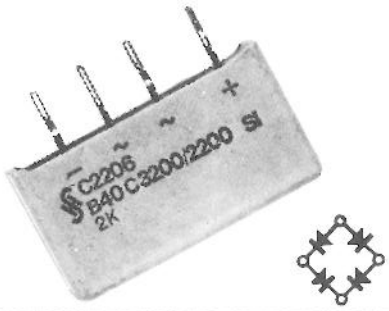
2) Diese beiden Fußlagen liegen über getrennte Entkopplungswiderstände gemeinsam auf dem 11. Zugriegel.

3) Nur eine dieser drei Fußlagen liegt auf dem 12. Zugriegel.

1. Widerstände

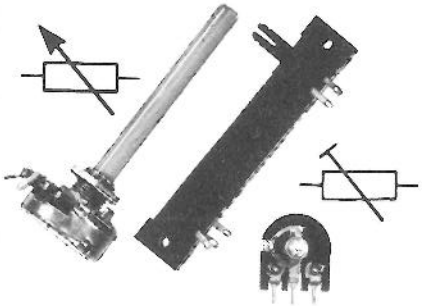


6. Gleichrichter

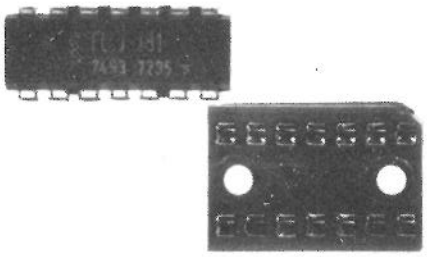


11. Lampen

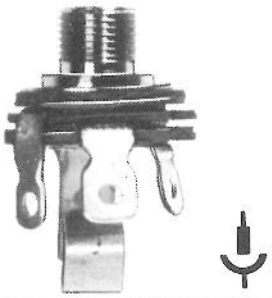
2. Potentiometer



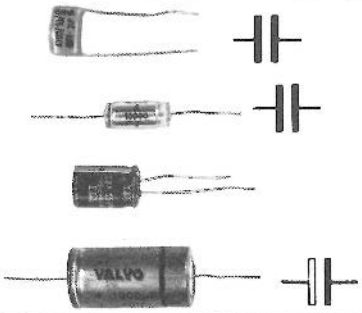
7. Integrierte Schaltkreise



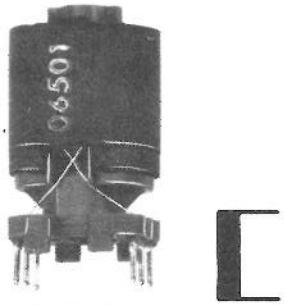
12. Buchse



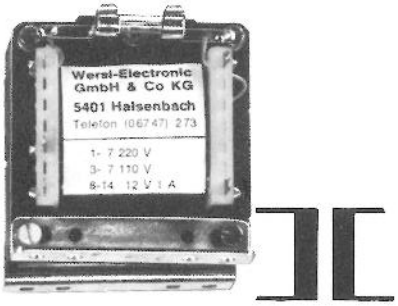
3. Kondensatoren



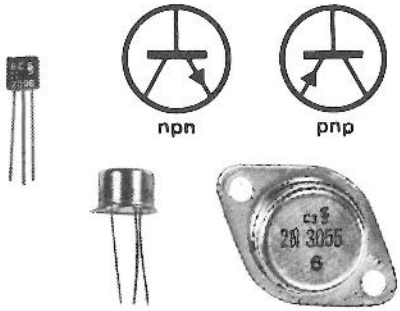
8. Spule



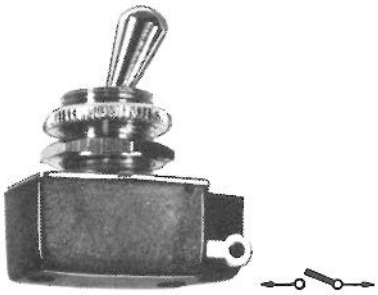
13. Transformator



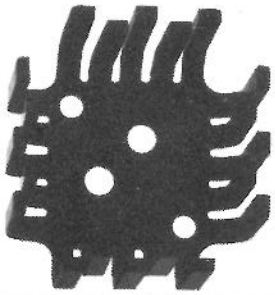
4. Transistoren



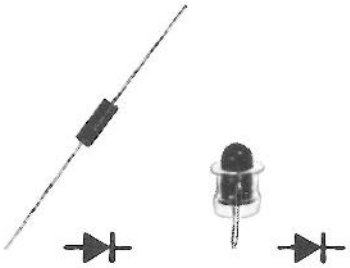
9. Schalter



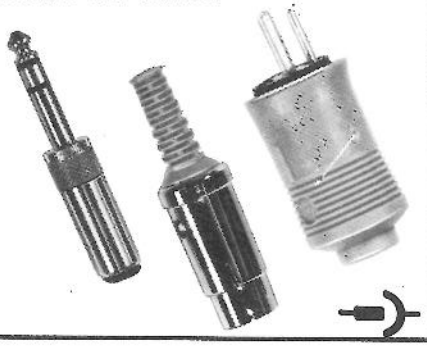
14. Kühlkörper



5. Dioden



10. Stecker



15. Schrauben

WERSI

Orgeln
Effekt-Piano
String-Orchestra
Rhythmusgerät
Begleitautomatik
Mischpult 2004
Planar Verstärker
Professional Verstärker
Slave Verstärker u.
Endstufen

Gesangsboxen
Instrumentalboxen
Tonstrahlerkabinette
Rotationskabinette
Rotationsaggregate
Lautsprechersysteme
Einzelbausätze u. -teile
elektronische Bauelemente

WERSI – electronic GmbH & Co KG, 5401 Halsenbach/Hunsrück, Industriestrasse
Telephon alle Abt. (0 67 47) 273 bis 275; Telephon techn. Inform. (0 67 47) 67 73. Telex 04-23 23