

S e r v i c e a n l e i t u n g
für den Kleincomputer
KC compact

Ausgabe: Februar 1990

Hersteller: VEB Mikroelektronik "Wilhelm Pieck"
Mühlhausen
im VEB Kombinat Mikroelektronik

Eisenacher Str. 40

Mühlhausen

5700

DDR

Inhaltsverzeichnis

1.	Technische Daten	3
2.	Gesamtkonzept des Gerätes	5
2.1.	Mechanischer Aufbau	5
2.2.	Erläuterung der elektrischen Schaltung	5
2.2.1.	Blockschaltbild	5
2.2.2.	Netzteil	6
2.2.2.1.	Externes Netzteil	6
2.2.2.2.	Internes Netzteil	7
2.2.3.	ZVE	8
2.2.4.	E/A-Steuerung	8
2.2.5.	Speicher	9
2.2.6.	Videointerface	10
2.2.6.1.	Digitalteil	10
2.2.6.2.	Analogteil	11
2.2.7.	Oszillator/PLL	12
2.2.8.	PAL-Coder	12
2.2.9.	Tonverstärker	14
2.2.10.	Modulator	14
3.	Spezielle Reparaturhinweise	14
3.1.	Öffnen und Demontage des Grundgerätes	14
3.2.	Reparatur des externen Netzteils	15
3.3.	Abgleichvorschrift für KCC-PAL-Coder	18
3.3.1.	Oszillatorabgleich	18
3.3.2.	PAL-Coder-Abgleich	18
4.	Ersatzteilliste	20

1. Technische Daten

Bezeichnung:	Kleincomputer KC compact		
Hersteller:	VEB Mikroelektronik "Wilhelm Pieck" Mühlhausen im Kombinat Mikroelektronik		
Bauform:	Grundgerät mit abgesetztem Netzteil		
Abmessungen:	Grundgerät	399x218x43/54	(in mm)
	Netzteil	115x75x60	(in mm)
Masse:	ca. 3500 g (Grundgerät mit Netzteil)		
Schutzgrad:	IP20 (Schutzklasse II)		
Betriebsspannung:	220 V		
Leistungsaufnahme:	ca. 25 W		
Prozessortyp:	U 880 D		
Schreib-Lese-Speicher:	64 kByte RAM		
für Anwender nutzbar:	40 kByte		
Festwertspeicher:	32 kByte ROM		
Bildaufbau:	Mode 2	2 Farben	200x640 Punkte
	Mode 1	4 Farben	200x320 Punkte
	Mode 0	16 Farben	200x160 Punkte
Farben:	27 zur Auswahl		
Anzeigeeinheit:	handelsüblicher Farb- oder Schwarz/Weiß-Fernsehgerät, Monitor		
Anschlußmöglichkeiten an TV:	Antenneneingang, FBAS-Eingang, RGB-Eingang		
verwendete Farbfernsehnorm:	PAL-COLOR		
Tonerzeugung:	3 Kanäle		
Tonhöhenumfang:	3x8 Oktaven		
Tonwiedergabe:	- über Fernsehgerät - über Stereoanlage		
externer Programm- und Datenspeicher:	handelsüblicher Kassettenrecorder oder Tonbandgerät		
Motorschaltspannung:	vorhanden (TTL-Pegel)		

Erweiterungsmöglichkeiten:	Anschluß eines 5 ¼"-Diskettenlaufwerkes über Expansionsinterface (Controller außerhalb des Grundgerätes)
Anzahl der Tasten:	69
frei programmierbare Tasten:	7, dreifach belegbar
Programmiersprache:	BASIC

2. Gesamtkonzept des Gerätes

2.1. Mechanischer Aufbau

Das Gesamtgerät besteht aus dem Grundgerät und einem externen Netzteil (siehe Bild 2.1 und 2.2).

Die Hauptbestandteile des Grundgerätegehäuses sind die Plastteile Boden und Haube. Im Boden ist die aus alukaschiertem Karton bestehende Abschirmung eingelegt und befestigt.

Darüber liegt die von M4-Schrauben gehaltene Computerleiterplatte. Die Tastatur liegt auf einem oberhalb der Leiterplatte eingesetzten Blechrahmen. Der elektrische Anschluß der Tastatur erfolgt steckbar über ein 26poliges Bandkabel.

Der obere Anschluß des Gerätes erfolgt durch die Haube. Die Durchbrüche für Steckverbinder, Power-Taste und HF-Kabel sind in den zwischen Boden und Haube festgehaltenen Plastteilen Rückblende und Seitenblende enthalten. Der Zusammenhalt von Boden und Haube wird durch von der Bodenseite zugängliche Schrauben gewährleistet.

Der Modulator ist als steckbare Baugruppe realisiert. Die SMD-bestückte Modulatorleiterplatte ist in einem stabilen, in zwei Kammern unterteilten Blechrahmen eingelötet. Beide Seiten der Leiterplatte sind durch einen abnehmbaren Deckel bzw. Boden zugänglich. Der Deckel enthält die für den Abgleich erforderlichen Öffnungen. Die Ringkerndrossel in der HF-Leitung ist am Rahmen angeschraubt.

Das Netzteilgehäuse besteht aus den Plastteilen Gehäuseoberteil und Gehäuseunterteil.

Im Gehäuseunterteil ist die Netzteilleiterplatte eingelegt und mit vier Schrauben befestigt. Auf ihr befinden sich Entstörbauelemente, Gleichrichterioden, Sicherungen und Anschlußstifte. Über diese Anschlußstifte erfolgt der steckbare elektrische Anschluß von Trafo sowie ein- und ausgangseitiger Anschlußleitung. Die Zugentlastungen der Anschlußleitungen erfolgt ohne spezielle Zugentlastungsbauteile durch Einlegen der Leitungen in die entsprechenden Aussparungen der Leiterplatte.

Mit zwei der vier Trafobefestigungsschrauben wird gleichzeitig eine Schutzfolie festgehalten, welche eine Berührung zwischen Trafokern und eventuell vorhandenen losen netzspannungsführenden Bauelementen bzw. Drähten verhindert.

2.2. Erläuterung der elektrischen Schaltung

2.2.1. Blockschaltbild

Das Blockschaltbild zeigt die funktionalen Baugruppen des Kleincomputers, bestehend aus CPU, ROM, RAM, CRT-Controller, Videosignalaufbereitung, Taktgeneratoren mit PLL und Teilern, E/A-Baugruppen sowie internem Netzteil. Das Kernstück des Kleincomputers bildet die ZVE-Baugruppe. Sie enthält den Mikroprozessor als Steuer- und Verarbeitungseinheit und die Interruptlogik, welche periodisch (300 mal pro Sekunde) zum Bildaufbau synchrone Interrupts erzeugt.

Die E/A-Steuerung beinhaltet alle Baugruppen zur Bedienerkommunikation außer der Bildschirmsteuerung.

Die Verbindung der E/A-Steuerung zum Rechnerbus erfolgt über einen CIO- (82536) und einen 3-Port-PIO-Schaltkreis (8255). Die E/A-Steuerung umfaßt ... und Spielhebelinterface sowie das Kassetteninterface.

Das Gerät enthält 32 kByte ROM für Betriebssystem und BASIC-Interpreter und 64 kByte

RAM, welcher als Arbeits- und Bildwiederholtspeicher genutzt wird.

Das Schalten der Speicherbereiche und die Einstellung der Bildschirmauflösung erfolgt über ein als Multifunktionsregister bezeichnetes 4-Bit-Register.

Dem RAM ist zur Umschaltung zwischen Prozessor- und Bildschirmadressen ein Multiplexer zugeordnet.

Die Bildschirmadressen für das zum Bildaufbau erforderliche Speicherauslesen und die Synchronimpulse werden von einem CRT-Controllerschaltkreis (CM607) bereitgestellt.

Das Videointerface erzeugt aus den aus dem RAM ausgelesenen digitalen Bildsignalen normgerechte analoge RGB-Signale. Der PAL-Coder erzeugt ein FBAS-Signal nach PAL-Norm, welches bei Anschluß eines RGB-Monitors für diesen als Synchronsignal genutzt wird.

Der Anschluß eines FS-Gerätes ohne FBAS- bzw. RGB-Eingang ist über einen HF-Modulator (Kanal 36) möglich.

Die im Gerät benötigten Frequenzen werden von zwei Quarzoszillatoren abgeleitet. Der 8,867238-MHz-Oszillator wird nur für den PAL-Coder benötigt.

Vom 16-MHz-Oszillator werden Rechnertakt, Takt der CRT-Controller, Pixeltakt, /RAS, /CAS und weitere Steuersignale abgeleitet. Unter Verwendung einer PLL wird ein stabiles Frequenzverhältnis zwischen beiden Oszillatoren gewährleistet.

Das externe Netzteil, welches hauptsächlich Trafo, Gleichrichter und Entstörbauelemente enthält, erzeugt aus der Netzspannung eine etwa mit 1 A belastbare Rohspannung von rund 20 V. Im Computer werden hieraus mit einem Festspannungsreglerschaltkreis 12 V und mit einem Schaltregler 5 V gewonnen. Der Schaltkreis des 5-V-Reglers stellt auch das /RESET-Signal bereit.

2.2.2. Netzteil

2.2.2.1. Externes Netzteil

Das externe Netzteil besitzt aufgrund seiner Gehäuse- und Trafokonstruktion den Schutzgrad IP 20 und die Schutzklasse II. Die Spannungsfestigkeit zwischen Primär- und Sekundärseite beträgt 4 kV. Somit entspricht die Rohspannung den Anforderungen einer Schutzkleinspannung.

Auf der Primärseite des Trafos befinden sich eine Sicherung (160 mA träge), eine Ringkern-Entstördrossel und ein parallel zur Primärwicklung geschalteter Kondensator (100 nF).

Auf der Sekundärseite liegen eine weitere Sicherung (1 A träge), ein Entstörglied und der aus vier Dioden SY 351/1 gebildete Graetzgleichrichter.

Die im Netzteil enthaltene Entstörung hat die Aufgabe, sowohl die Abstrahlung im Computer erzeugter HF-Störungen (z.B. Schaltregler, Prozessortakt) über die Netzleitung als auch das Eindringen vom Netz kommender Störungen in den Computer zu verhindern.

2.2.2.2. Internes Netzteil

Über die Entstördrossel L2301 und L2302 und den Schalter gelangt die Rohspannung an die Glättkondensatoren (insges. 3000 µF/40V). Unter normalen Last- und Netzspannungsverhältnissen liegen dort etwa 20 V an.

Mit dem Festspannungsregler N2301 (B3170) werden hieraus 12 V gewonnen. VD2303 ist eine Schutzdiode, welche eine Zerstörung des Schaltkreises bei Absinken der Schaltkreiseingangsspannung unter die Ausgangsspannung (z.B. bei Rohspannungskurzschluß) verhindert. Die Ausgangsspannung ist mit dem Verhältnis der Widerstände R2306 und R2307 festgelegt:

$$U_A = \frac{(R\ 2306 + R\ 2307) * 1,25\ V}{R\ 2306}$$

Die 5-V-Spannung wird mit einem Schaltregler (Schaltkreis B2960) gewonnen. Der verwendete Schaltkreis ermöglicht im Vergleich zum B260 eine Bauelementeinsparung, weil er bereits den Leistungsschalttransistor enthält und damit auch gleichzeitig die Bauelemente für eine externe Treiberstufe entfallen. Der Schaltkreis enthält interne Schutzschaltungen (Chiptemperatur, Überspannung, Strombegrenzung).

Damit sich der Schaltregler nicht im Anlaufmoment durch Ansprechen der Überstrombegrenzung selbst blockiert, ist ein allmählicher Anlauf erforderlich.

C2310 bestimmt die Zeitdauer der Wirksamkeit der Soft-Start-Schaltung. Mit L2304 und C2312 werden Schaltfrequenzstörungen auf der Ausgangsspannung beseitigt. Der B2960 besitzt einen Schaltungsteil zur Erzeugung eines /RESET-Signals. Dieser prüft, ob die Ausgangsspannung einen für die angeschlossene Last ausreichenden Mindestwert (+4,75 V) erreicht hat. Solange dieser noch nicht erreicht ist, liegt der /RESET-Ausgang auf Low-Pegel. C2315 sorgt für eine zusätzliche Zeitverzögerung des Umschaltens des Ausgangs.

Die /BUSRESET-Leitung (Expansionsinterface) ermöglicht eine RESET-Auslösung durch eine externe Quelle. Wenn man /BUSRESET auf Low legt, wird der Eingang der RESET-Schaltung über den Spannungsteiler R2304 / R2303 auf eine Spannung unterhalb der Schaltschwelle gezogen und damit ein /RESET ausgelöst.

Weil einige ausländische Äquivalenztypen des B2960 für /RESET einen Open-Collector-Ausgang haben, ist der Pull-Up-Widerstand R2308 vorgesehen.

In einem Gerät, welches auf engem Raum ein breites Störspektrum erzeugende Digitalbaugruppen und stöempfindliche Analogbaugruppen enthält, besteht natürlich die Gefahr unerwünschter Störbeeinflussungen.

Ein Teil der Störungen läßt sich durch eine zweckmäßige Masseleitungsführung vermeiden. Die Bilder 2.5 und 2.6 zeigen die im KC compact gewählte Lösung.

Die Eingangsmasse (von der Rohspannung) und die Digitalmasse sind am Ausgang des 5-V-Schaltreglers als zentralen Massepunkt zusammengeführt.

Das Expansionsinterface hat zwei Masseanschlüsse; einer (26B) ist im Rahmen der Digitalmasse auf kürzestem Wege mit der CPU verbunden, der andere (2A) ist über eine separate Leitung mit dem zentralen Massepunkt verbunden. Das spielt dann eine Rolle, wenn zu Prüfzwecken die Einspeisung der Rohspannung nicht über den Kaltgerätestecker, sondern über das Expansionsinterface erfolgt. Zur Vermeidung von Störungen darf im Prüfgerät bzw. Verbindungskabel keine Verbindung zwischen beiden Massen bestehen!

2A dient der Rohspannungszuführung und 26B ist Bezugspunkt für die am Expansionsinterface vorhandenen Logik- und Analogsignale. Falls die Rohspannungszufuhr "normal" erfolgt, ist eine äußere Verbindung beider Masseanschlüsse zulässig und im Sinne der Zuverlässigkeit sogar vorteilhaft. Falls Ton und FBAS am Expansionsinterface genutzt werden, kann Anschluß 2A auch als Bezugspunkt für diese verwendet werden.

Die Masseanschlüsse der Analogbaugruppen sind in einem zweiten besonderen Massepunkt zusammengeführt (zentraler Massepunkt), welcher auch Bezugspunkt des 12-V-Netzteils ist. Dieser Analogmassepunkt hat nur eine einzige Verbindung zum zentralen Massepunkt.

2.2.3. ZVE

Der Hauptbestandteil der ZVE-Baugruppe ist die CPU UA880D selbst. Sie ist mit ihren Signalleitungen ohne zwischengeschaltete Treiber direkt an die Baugruppen des Computers und das Expansionsinterface angeschlossen.

Der Prozessortakt von 4 MHz und andere periodische Signale wie der Takt CCLK für den CRT-Controller, die Steuersignale /RAS und /CAS für die DRAMs sowie das zyklisch wiederholte READY (= /WAIT)-Signal, werden unter Verwendung eines Teilerschaltkreises (D2027), eines Schieberegisters (D2021) und einer Verknüpfungslogik aus der 16-MHz-Quarzfrequenz abgeleitet (siehe Bild 2.7).

In der Baugruppe werden unter Verwendung von Prozessorsteuersignalen Ansteuersignale für Peripheriebausteine und Speicher gebildet (/IORD, /IORW, RF, /ROMOE).

Die Interruptlogik, welche bildsynchrone 300-Hz-Interrupts erzeugt, besteht aus Frequenzteiler, VSYNC-Verzögerung und Rücksetz- bzw. Sperrlogik.

Die Erzeugung der Interruptfolgefrequenz erfolgt durch Teilung der Zeilenfrequenz im CIO-Schaltkreis (Signal AIC). Durch mit /HSYNC getaktete Flip-Flops werden zwei verzögerte VSYNC abgeleitet. Das eine (VSYNV) dient zur Triggerung des CIO-Schaltkreises, damit die Interrupts immer in den richtigen Bildzeilen kommen. Das zweite (/VSYNV) wird auch vom Videointerface benötigt. Der dritte Schaltungsteil bewirkt ein Rücksetzen bzw. Sperren des Interrupts in Abhängigkeit von Bussignalen (/IORQ, /M1, /RES, /MF, DB4).

2.2.4. E/A-Steuerung

Die Ankopplung der Ein-/Ausgabesteuerung an den Rechnerbus erfolgt über die Peripherieschaltkreise D0002 (CIO, U82536) und D2011 (3-Port-PIO, 8255). Hierbei ist zu beachten, daß beim KC compact zur Auswahl der I/O-Bausteine im Unterschied zur allgemein gültigen Praxis das höherwertige Adreßbyte (AB8 . . . AB15) benutzt wird. I/O-Bausteine sind also somit immer mit Befehlen des Typs $OUT(C), r$ bzw. $IN r, (C)$ anzusprechen, wobei die eigentliche Auswahladresse im B-Register übergeben wird.

Port A des 82536 wird als Centronics-Interface verwendet, bei welchem aber nur die wichtigsten Signale übertragen werden. Zwei Interfaceleitungen (BUSY und DATA 8) sind am 8255 angeschlossen. Ein Teil der Centronics-Leitungen (DATA 1, DATA 2, DATA 7, /Strobe) ist zum Expansionsinterface weitergeführt und kann als Serviceinterface zum Einlesen von Prüfprogrammen verwendet werden.

CIO-Port B ist als Teiler programmiert und wird zur Teilung der PLL-Vergleichsfrequenzen benutzt.

Port C dient als Teiler in der Interruptlogik.

PIO (8255) - Port A wird zur Datenübergabe an den Soundrecorder (D2213), AY-3-8912) genutzt. Dieser besitzt drei Tonkanäle (A, B, C) und einen zweiten 8-Bit-Port. Aus den drei Tonkanälen werden in einem Widerstandsnetzwerk zwei Stereo- und ein Monokanal gemischt. Der linke Kanal wird aus A und B, der rechte Kanal aus B und C und der Monokanal aus allen drei Soundgeneratorkanälen gebildet.

Der als Eingang wirksame 8-Bit-Port dient zur Abfrage der Tastaturspalten und des Spielhebels.

R2002 sichert einen definierten Pegel bei nicht gedrückten Tasten.

Der über PIO-Port C angesteuerte Decoder D2012 dient als Zeilentreiber, der jeweils eine Tastaturzeile auf Low-Pegel zieht.

Das Kassetteninterface ist am 8255 angeschlossen:

- PC4 - Motorschaltspannung
- PC5 - Ausgang
- TRD - Eingang.

Der Datenausgang ist zur Pegelanpassung über einen Spannungsteiler und die Motorschaltspannung über ein Treibergatter zur Diodenbuchse geführt.

Für den Kassetteneingangsteil wird ein 4fach-Operationsverstärker (N2001), B084D) verwendet. Die einzelnen OPVs werden als Impedanzwandler, aktive Tiefpaßfilter und Komparator (durch Beschaltung mit R2034 und R2035 mit kleiner Hysterese im Millivoltbereich) verwendet. Die gesamte Schaltung erzeugt aus dem mit Störungen (Bandrauschen, Einstreuung der Zeilenfrequenz des FS-Gerätes u. ä.) behafteten analogen Ausgangssignal ein sauberes Digitalsignal. Die Leitungen der Tape- und Sound-Buchse sind über Entstördrosseln (L2003) geführt.

2.2.5. Speicher

Der KC compact ist mit 32 kByte ROM und 64 kByte RAM ausgestattet.

Die ROM-Bestückung ist in zwei Varianten möglich:

- 1 x EPROM U27256, D2035 nicht bestückt

oder

- 2 x Masken-ROM, 128 kBit.

Die Geräte der K4-Serie sind mit U27256 bestückt, und auf der Bestückungsposition D2035 befindet sich die nur bei diesen Geräten vorhandene Tonverstärker-Leiterplatte.

Der RAM-Bereich ist mit 8 Schaltkreisen des Typs U2164 realisiert (D2101 bis D2108). Aufgrund der bei DRAMs üblichen Multiplex-Adreßleitungen sind Adreßmultiplexer (Schaltkreis D2004 bis D2009) erforderlich. Als zweite Aufgabe müssen sie die Umschaltung zwischen Prozessoradressen und Adressen für den Bildaufbau realisieren.

Das Multiplexer-Steuersignal /CAD bewirkt die Umschaltung zwischen /RAS- und /CAS-Adressen. Mit /CPUAD wird zwischen Prozessor- und Bildschirmadressen umgeschaltet.

Die Speichersteuerung erfolgt mit einem 4-Bit-Register (in der Gerätebeschreibung als Multifunktionsregister bezeichnet, D2014).

Mit den Datenbits 2 und 3 wird die RAM-ROM-Freigabe gesteuert. Sie erfolgt unter Verwendung des Multiplexers D2008 in Segmenten zu je 16 kByte.

Die Datenbits 0 und 1 dienen zur Umschaltung der Bildschirmauflösung. Damit die Umschaltung nicht störend im Bild sichtbar wird, erfolgt eine Taktung mit HSYNC (D2020).

Die Ausgänge von D2020 steuern einen Multiplexer (D2009) an, welcher den Takt des Schieberegisters zur Pixelserialisierung zwischen drei verschiedenen Frequenzen umschaltet.

M2 und M3 bewirken die damit zusammenhängende Farbmodusumschaltung.

2.2.6. Videointerface

2.2.6.1. Digitalteil

Ein Schieberegister (D2116 + D2117) wandelt die vom RAM byteweise bereitgestellte Information in eine serielle Pixelinformation um. In Abhängigkeit von der eingestellten Bildschirmauflösung wird die Taktfrequenz des Schieberegisters gewählt und das Byte auf eine unterschiedliche Anzahl von Kanälen verteilt.

DB0 =>M2	DB1 =>M3	TSR	Pixel- Kanäle	gleichzeitig darstellbare Farben	Pixel/Zeile	Zeichen/Zeile
0	0	4 MHz	4	16	160	20
1	0	8 MHz	2	4	320	40
0	1	16 MHz	1	2	640	80
1	1	-	-	-	-	-

Von der Software wird zur Darstellung der Farben ein 5-Bit-Code (Farbnummern) verwendet, der einen Wertebereich von 0 bis 26 umfaßt. Damit hiermit 6 digitale Farbsignale (RT1, RT2, GN1, GN2, BL1, BL2) angesteuert werden können, ist eine Umcodierung erforderlich, welche mit dem Farb-ROM D2119 erfolgt. Die umcodierte Farbinformation kann über zwei verschiedene Wege in die Bilddarstellung eingehen. Sie kann in D2120 (Border-Latch) übernommen werden und wird von diesem im Borderbereich des Bildschirms als digitales Signal ausgegeben.

Innerhalb des eigentlichen Bildfensters werden die digitalen RGB-Signale von den Farb-RAMs D2110 und D2111 ausgegeben. Die Notwendigkeit von R2102 und R2105 bis 09 ergibt sich aus den Eigenschaften des im Farb-RAM eingesetzten Schaltkreistyps.

R2105 ist erforderlich, weil der verwendet Schaltkreistyp (K555RU2) Open-Collector-Ausgänge besitzt.

R2105 bis 09 verhindern Buskonflikte mit dem Border-Latch, die beim Einschreiben von Informationen in den Farb-RAM auftreten könnten, weil dieser beim Dateneinschreiben die Ausgänge nicht hochohmig schaltet. Der mit 16 MHz getaktete Schaltkreis D2102 sorgt dafür, daß die Pixelinformation trotz unterschiedlicher Signallaufzeiten in der Border-Latch-

und Farb-RAM-Strecke nur in einem definierten Zeitraster wechselt. Weiterhin wird damit gewährleistet, daß BL1, BL2, RT1, RT2, GN1 und GN2 unabhängig von der Signalquelle immer gleiche Pegel haben.

Die Eingangsdaten des Farb-RAMs werden vom zur Umcodierung dienenden Farb-ROM D2109 bereitgestellt.

Die Ausgänge des Pixelschieberegisters D2116/D2117 schalten der für das jeweilige Pixel gültigen PEN-Auswahl die Adressen des Farb-RAMs um.

Weil in diesem die INK-PEN-Zuordnung gespeichert ist, gibt er die entsprechende Farbinformation aus.

Beim Schreiben des Farb-RAMs werden die Adressen über den D2112 bereitgestellt, welcher auch die für Farb-RAM und Border-Latch nötigen Schreibimpulse ausgibt.

Der RAM-Schreibimpuls wird mit der aus D2115, D2034, C2119 und C2120 gebildeten Verzögerungs- und Verkürzungsschaltung an die für den Typ K555RU2 nötigen dynamischen Ansteuerbedingungen angepaßt.

Beim Einschreiben in den Farb-RAM wird mit D2114 ein Takt der Ansteuerung von D2121 ausgeblendet, wodurch ein Pixel in der Farbe des vorhergehenden ausgegeben wird und der Schreibzugriff im Bild weniger störend in Erscheinung tritt als ohne diese Maßnahme (vergleichbar mit der Zugriffsausblendung beim KC85/3).

2.2.6.2. Analogteil

Der Digitalteil des Computers stellt die Synchronsignale HSYNC, VSYNC und digitale Farbsignale (RT1, RT2, GN1, GN2, BL1, BL2) bereit. Die digitalen Farbsignale haben folgende Bedeutung (Beispiel "grün"):

GN1	GN2	Bedeutung	Analoger Ausgangspegel an 75 Ohm
0	0	Farbe enthält kein Grün	0 V
1	0	Grün mit halber Intensität	0,5 V
0	1	Zustand kommt nicht vor	-
1	1	Grün mit voller Intensität	1 V

Das analoge Videointerface hat die Aufgabe, aus diesen Signalen normgerechte, analoge RGB- und FBAS-Signale zu bilden (siehe Bild 2.8, Pegel an SCART-Buchse halb so groß). In den Transistorstufen VT2201, VT2202 und VT2203 erfolgt die Bildung der analogen RGB-Signale aus den digitalen Signalen. In der Stufe VT2204 wird unter Berücksichtigung entsprechender Wichtungen aus diesen Signalen ein analoges Videosignal (BA-Signal) erzeugt, die nachfolgende Verzögerungsleitung (C2251 bis C2254, R2291 bis R2296, L2213 bis L2218) verzögert dieses um etwa 350 ns. Diese gleicht dem bei FBAS-Bildwiedergabe sonst vorhandenen zeitlichen Versatz zwischen Farb- und Helligkeitsinformationen. Durch die Verwendung von jeweils zwei in Reihe geschalteten Spulen wird eine induktive Störbeeinflussung durch die Speicherdrössel des Schaltreglers ausgeschlossen. In beiden Spulen wird fast die gleiche Störspannung induziert. Aufgrund der Reihenschaltung beider Spulen im richtigen Wickelsinn erfolgt eine Kompensation.

Der mit VT2205 und VT2206 aufgebaute Ausgangsverstärker gleicht die von VT2204 verursachte 180-Grad-Phasendrehung aus, ermöglicht die Einkopplung der Synchronsignale über Dioden und bringt das so entstandene BAS-Signal auf den erforderlichen Pegel.

Die vom CRT-Controller bereitgestellten Synchronsignale haben gegenüber dem normgerechten Fernsehsignal eine zu große Breite.

Für den Vertikalsynchronimpuls erfolgt das mit einem aus Gattern realisierten Monoflop (in K4-Seriengeräten mit dem Monoflop-Schaltkreis DL123). Als Ausgangsbasis hierfür wird allerdings nicht unmittelbar der Impuls des Controllers, sondern ein zeitlich verzögertes Signal verwendet.

Die Verkürzung des Horizontalsynchronimpulses erfolgt unter Verwendung eines aus D2212 und D2213 gebildeten Schieberegisters (siehe Bild 2.9). Eine Besonderheit liegt darin, daß die Flip-Flops von zwei verschiedenen Signalen gleicher Frequenz, aber unterschiedlicher Schaltflankenlage getaktet werden. Durch Verknüpfung von zwei Schieberegisterausgangssignalen (HSY1, HSY2) entsteht der eigentliche Synchronimpuls. Nach dem gleichen Prinzip wird auch der Rahmenimpuls für den Burst (/rbu) erzeugt.

2.2.7 Oszillator/PLL

Im KC compact sind zwei Quarzoszillatoren enthalten (D2201). Vom 16-MHz-Oszillator werden Rechnertakt und Bildaufbau abgeleitet, der 8,867238-MHz-Oszillator wird nur für den PAL-Coder benötigt.

Nach der PAL-Norm muß zwischen Farbträger- und Horizontalablenkfrequenz die Beziehung

$$f_F = 283,75 * f_n + 25 \text{ Hz}$$

gelten, wobei die Abweichung der Farbträgerfrequenz nur 5 Hz betragen darf. Aus diesem Grund sind beide Oszillatoren zur Einhaltung eines festen Frequenzverhältnisses über eine PLL verkoppelt. Das genannte Farbträgerfrequenzverhältnis läßt sich in sehr guter Näherung erreichen, wenn zur Erzeugung der Vergleichsfrequenz die 16-MHz-Frequenz durch den Faktor 5830 und 8,867238 MHz durch den Faktor 3231 geteilt wird. Die Frequenzteilung für den Phasenvergleich erfolgt unter Verwendung des CIO-Schaltkreises. Weil dieser aber nur Eingangsfrequenzen ≤ 2 MHz verarbeiten kann, wurde von den genannten Teilerfaktoren jeweils ein Vorteilerfaktor abgespaltet (10 bzw. 9), welcher unter Verwendung von D2202 bzw. D2203 realisiert wird. Der Phasenvergleich erfolgt mit D2204.

Mit der erzeugten Regelspannung wird der 16-MHz-Oszillator gesteuert, welcher eine Kapazitätsdiode enthält.

Aus 8,867238 MHz werden mit Hilfe von D2206 vier um jeweils 90 Grad phasenverschobene 4,433619-MHz-Signale (digitale Farbträger) gewonnen.

Der 90-Grad- und der 270-Grad-Farbträger vertauschen nach jeder Zeile ihre Phasenlage. Hierzu wird mit D2214 die Horizontalfrequenz durch den Faktor 2 geteilt. Die beiden digitalen Farbträger werden mit der so erhaltenen halben Zeilenfrequenz XOR-verknüpft.

2.2.8. PAL-Coder

Der PAL-Coder hat die Aufgabe, aus den digitalen Farbträger- und RGB-Signalen ein annähernd sinusförmiges (oberwellenarmes) Farbträgersignal mit der richtigen Amplitude

und Phasenlage zu erzeugen. Bei der Amplitude war gegenüber der PAL-Norm ein Kompromiß in Form einer Reduzierung erforderlich. Bei der normgerechten Farbträgeramplitude wäre die Beeinflussung des Helligkeitssignals durch den Farbträger zu groß gewesen und hätte die Lesbarkeit der Schrift und die Erkennbarkeit feiner Bildschirmstrukturen im SW-Bild unverträglich beeinträchtigt. Die auf dem Bildschirm sichtbare Farbsättigung wird durch die Amplitudenreduzierung kaum beeinflusst, weil die Burstamplitude in einem näherungsweise gleichen Verhältnis reduziert wurde.

Aus je zwei Farbträgern werden durch vektorielle Addition Farbträgervektoren für die drei Grundfarben und den Burst gewonnen:

rot:	105 Grad	>	
grün:	240 Grad	>	bzw. in Folgezeile an
blau:	350 Grad	>	Null-Grad-Achse gespiegelt
Burst:	135 Grad	>	

Unter Verwendung von Schwingkreisen werden die Farbträger der Grundfarben auf Sinusform gebracht (L2202 bis L2204). Beim Burst ist das nicht erforderlich, weil dessen Oberwellenanteil keinen Einfluß auf die Bildschirmqualität hat.

Die Bildung analoger Farbsignale aus den digitalen RGB-Signalen erfolgt im PAL-Coder ein zweites Mal, weil hier erstens ein höherer Pegel und zweitens eine nichtlineare Pegelabstufung ("Vollpegel" ist kleiner als zweimal "Halbpegel") benötigt wird (R2267 bis R2269 und R2297 bis R2299). Mit kombinierten Sperrkreis-Tiefpaßfiltern (C2236 bis C2247, L2206 bis L2208, R2270 bis R2275) werden von den RGB-Signalen solche Anteile abgetrennt, die zusammen mit dem Farbträger im Bild sichtbare, störende Mischprodukte ergeben könnten.

Unter Verwendung der Dual-Gate-FETs VT2220 bis VT2222 werden die den Grundfarben zugeordneten Analogfarbträger mit den analogen RGB-Signalen amplitudenmoduliert. Durch die erwähnte Nichtlinearität der analogen RGB-Signale wird gewährleistet, daß der jeweilige FET beim Fehlen einer Grundfarbe sicher gesperrt ist.

Die FETs sind drainseitig parallel geschaltet, so daß dort ein Farbträgersignal entsteht, welches alle Farbkomponenten enthält. Außerdem wird dort das mit dem Bipolartransistor VT2225 geschaltete Burstsinal zugemischt.

L2212 und C2258 bilden einen auf die Farbträgerfrequenz abgestimmten, mit R2281 stark bedämpften Schwingkreis, der auf einen kontinuierlichen Amplituden- und Phasenübergang sorgt. Mit VT2224 wird der Farbträger verstärkt und rückwirkungsfrei ausgekoppelt.

Bei den Geräten der K4-Serie gibt es gegenüber der endgültigen Schaltungslösung einige Unterschiede. Bei diesem Gerät wird auch für den Burst-Farbträger ein Schwingkreis verwendet.

Statt VT2225 wird auch für den Burst ein FET verwendet. Die Source-Widerstände R401 bis R403 fehlen, so daß aufgrund der fehlenden Gegenkopplung der Abgleich etwas kritischer ist, andererseits aber eine geringere RGB-Amplitude genügt. Statt der separaten Erzeugung werden im PAL-Coder der K4-Geräte die analogen RGB-Signale aus dem Videointerface verwendet. Aufgrund der fehlenden Nichtlinearität kann es vorkommen, daß die FETs nicht hundertprozentig sperren. Aus diesem Grund muß bei K4-Geräten unter Umständen eine schwache Einfärbung schwarzer Bildflächen in Kauf genommen werden.

2.2.9. Tonverstärker

Der Soundgenerator stellt nur NF-Pegel ≤ 1 Vss zur Verfügung. Weil der Modulator einen Pegel von 3 bis 4 Vss benötigt, ist eine Verstärkerstufe (VT2226) erforderlich. Bei den Geräten der K4-Serie befindet sich diese auf einer separaten Leiterplatte, welche auch den VSYNC-Verkürzer (D215) enthält.

2.2.10. Modulator

Der Modulator besteht aus drei Teilbaugruppen: Trägeroszillator, Tonoszillator und Mischer. Der Trägeroszillator (VT101) erzeugt die Kanal 36 entsprechende Bildträgerfrequenz (591,25 MHz). Der Tonoszillator (VT102) erzeugt einen 5,5-MHz-Differenzträger, welcher über die Basis des Transistors mit dem NF-Signal frequenzmoduliert wird. Im Mischer (Diodenmischer mit VD01 und VD02) wird der K36-Träger mit dem FBAS-Signal amplitudenmoduliert.

Gleichzeitig wird der 5,5-MHz-Tonträger zugemischt.

Im Regelfall ist aufgrund fehlender Voraussetzungen (UHF-Meßtechnik, SMD-Reparaturlöteinrichtung) eine qualitätsgerechte Instandsetzung des Modulators in den Kundendienstwerkstätten nicht möglich.

Aus diesem Grund sind fehlerhafte Modulatoren auszutauschen und zur Regenerierung an den Gerätehersteller zu schicken.

Am Austauschmodulator ist ein Feinabgleich erforderlich:

1. Arbeitspunkteinstellungen (R06):

- Einstellung auf bestmögliche, deutlich unterscheidbare Wiedergabe aller Farben des Farbbalkens (= unterscheidbarer Wiedergabe aller Graustufen im sw-Bild) und sicherer Synchronisation des Bildes.
- Umschalten auf Betriebssystem, Beurteilung der Schrift der Einschaltmeldung.

2. Einstellung der Tonträgerfrequenz (TR02):

- Tonerzeugung ist auf Betriebssystemebene am einfachsten durch längeres Drücken der CLR-Taste möglich.
- Einstellung auf minimale Störgeräusche (z.B. Intercarrierbrummen) und saubere Tonwiedergabe.

3. Spezielle Reparaturhinweise

3.1. Öffnen und Demontage des Grundgerätes

Nach dem Lösen der beiden am Boden befindlichen Schrauben (M4x8) kann die Oberschale hochgeklappt werden. Hierbei ist darauf zu achten, daß sie an der Vorderkante des Gerätes mit drei Nasen in der Unterschale eingehängt ist und daß sie beim Hochklappen nicht an den Taste hängen bleibt. Sie rastet dann aus den Nasen aus und kann ganz abgenommen werden.

Der Tastaturrahmen ist ohne Befestigung in die Unterschale eingesetzt und kann nach Lösen der elektrischen Verbindungen (26poliges Bandkabel) ohne weiteres herausgenommen werden. In diesem Zustand ist die gesamte Bauelementeseite der Leiterplatte zugänglich, was zur Fehlersuche zunächst ausreichend ist (im Bedarfsfall Prüftastatur mit verlängertem Kabel anschließen!). Zum Auswechseln von Bauelementen muß die Leiterplatte völlig aus dem Gehäuse herausgenommen werden, was nach Lösen der vier (bei K4-Serie drei)

Befestigungsschrauben möglich ist. Beim Herausnehmen muß die Leiterplatte unter den an der Vorderkante der Unterschale befindlichen Haken hervorgezogen werden.

Der Modulator läßt sich nach Lösen der Lötverbindungen an den neben ihm befindlichen Stiften herausziehen.

Der Zusammenbau erfolgt in umgekehrter Reihenfolge.

Beim Zusammenbau ist bei einigen Teilen besonders auf die richtige Lage zu achten:

- HF-Leitung des Modulators: Dieser muß wieder richtig in die zur Zugentlastung dienenden Aussparungen der Leiterplatte eingelegt werden.
- Tastaturrahmen, Rück- und Seitenblende: Die Stege der Gehäuseschalen müssen in die zur Lagesicherung dienenden Aussparungen der genannten Teile einrasten. Beim Zusammenbau des Gerätes lassen sich die Nasen zur Verbindung von Ober- und Unterschale durch Druck einrasten.

3.2. Reparatur des externen Netzteiles

Das Gehäuse des Netzteiles läßt sich durch Lösen der beiden von der Unterseite zugänglichen Kreuzschlitzschrauben öffnen. Nach dem Abnehmen der Oberschale können Primär- und Sekundärsicherung gewechselt werden.

Darüber hinausgehende Maßnahmen erfordern i. allg. ein Herausnehmen der Leiterplatte aus der Unterschale, wozu die vier Befestigungsschrauben der Leiterplatte zu lösen sind.

Der Trafo ist mit vier M4-Schrauben auf der Leiterplatte befestigt, wobei gleichzeitig die Schutzfolie festgeklemmt ist. Die elektrische Verbindung des Trafos und der Anschlußkabel zur Leiterplatte erfolgt über einpolige Steckverbinder.

Die mechanische Fixierung der Ringkern-Entstördrossel erfolgt durch Aufstecken auf einen Vorsprung der Leiterplatte.

Beim Wiederausammenbau eines reparierten Netzteils sind folgende Gesichtspunkte zu beachten:

- Beim Austausch des primärseitigen Entstörkondensators ist dieser gegen den Originaltyp bzw. einen sicherheitstechnisch äquivalenten Typ auszuwechseln.
- Die Trafobefestigungsschrauben sind so zu montieren, daß die Schraubenköpfe auf der L-Seite der Leiterplatte sitzen. Bei dieser Lage können bei vorhandener Schutzfolie lose Muttern und Federringe keine Schlüsse zwischen Kern und Primärseite bzw. primärseitige Kurzschlüsse verursachen.
- Die einpoligen Steckverbinder sind zur Vermeidung von Kurzschlüssen mit Isolierschlauch überzogen.
- Die Anschlußleitungen sind innerhalb des Gehäuses dem Originalzustand entsprechend zu legen, damit die Zugentlastung gewährleistet ist und die Montage der Oberschale nicht behindert wird.
- **Der Zulieferer des sekundärseitigen Anschlußkabels mit Kaltgerätestecker garantiert keine feste Zuordnung zwischen elektrischer Polarität und Aderfarben des Kabels. Nach einer Reparatur ist dementsprechend (möglichst vor Anschluß eines Computers) die Polarität der Ausgangsspannung am Kaltgerätestecker zu kontrollieren!!!**

Nach Abschluß der Netzteilreparatur ist eine Hochspannungsprüfung durchzuführen:

1. Hochspannungsprüfgerät: Blitzgenerator SIP 10

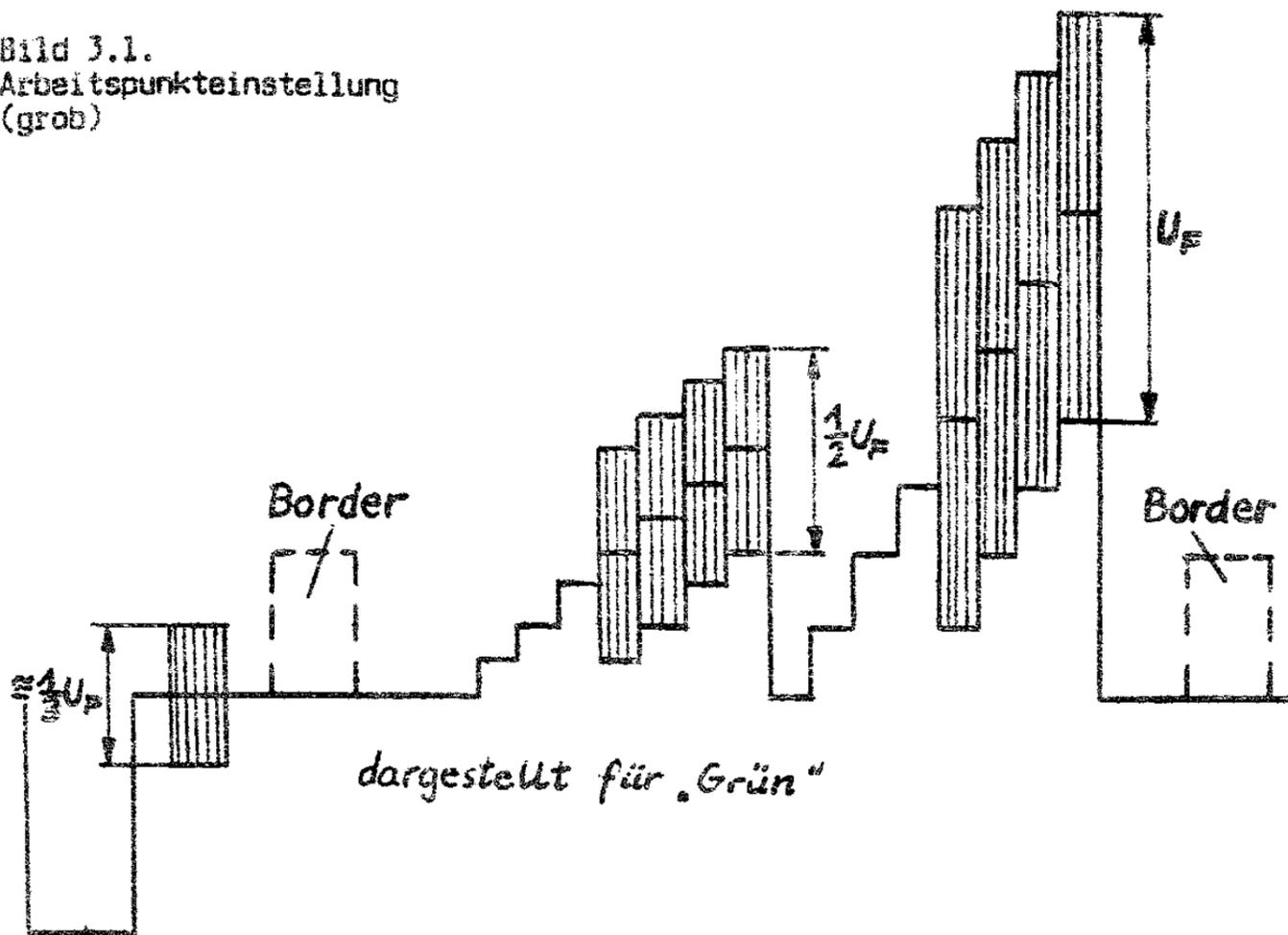
2. Lieferer: VEB Maschinenbauhandel Dresden
Bärensteiner Str. 23-25
Dresden
8021

3. Allgemeine sicherheitstechnische Hinweise des Geräteherstellers sind zu beachten!

4. Arbeitsvorschrift zur Durchführung der Hochspannungsprüfung

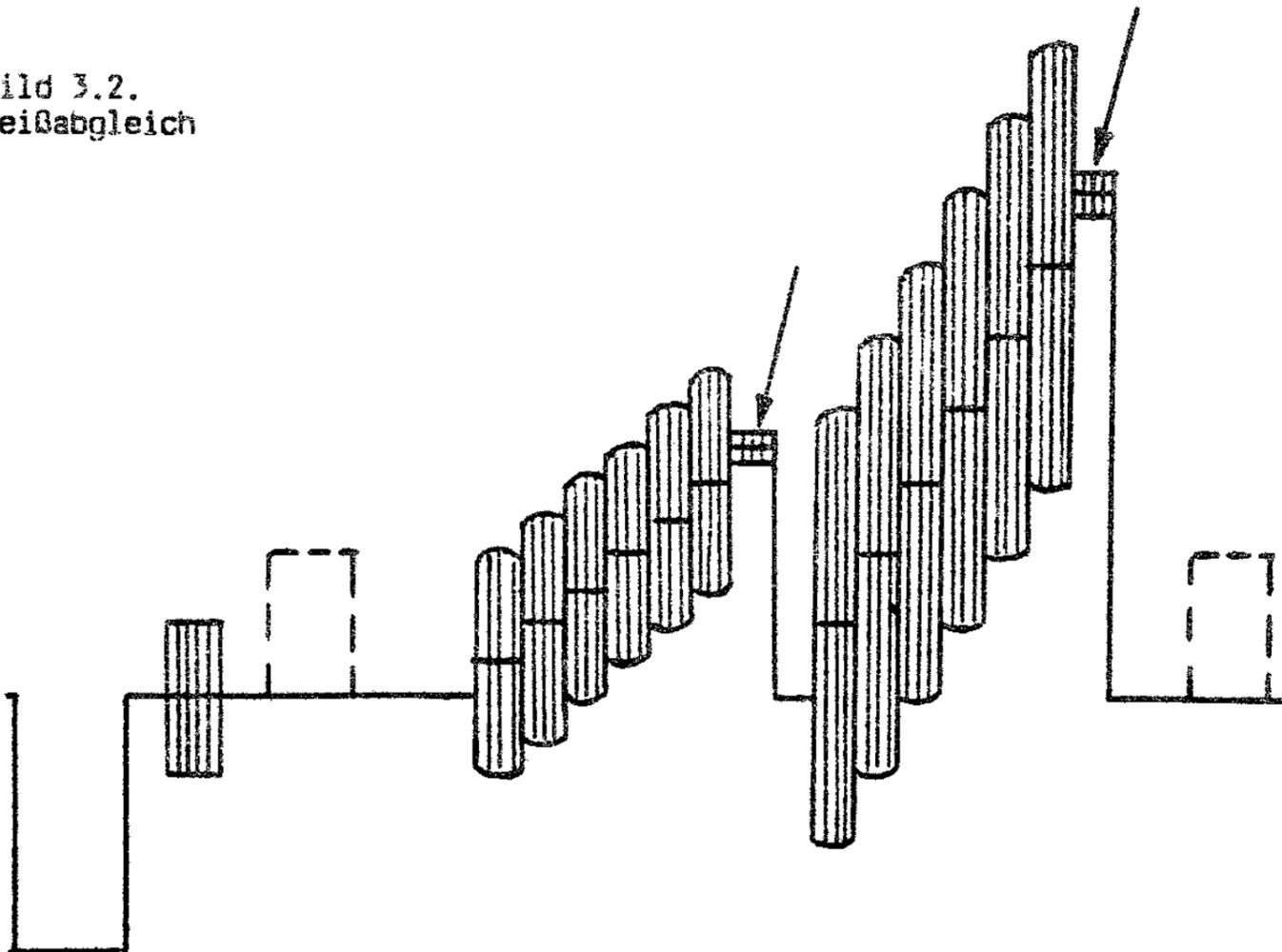
- Prüfung an 100% aller Netzteile
- Hochspannungsprüfgerät einschalten (Bedienungsanleitung)
- Einstellen der Hochspannung auf 3,2 kV
- Netzstecker des zu prüfenden Netzteils wird mit Hilfe der Steckerkurzschlußvorrichtung kurzgeschlossen.
- Prüfung erfolgt durch Andrücken einer Prüfspitze auf den kurzgeschlossenen Netzstecker und der anderen Prüfspitze an den ebenfalls kurzgeschlossenen sekundärseitigen Steckverbinder des Netzteils.
- Die Prüfdauer beträgt 2 s.

Bild 3.1.
Arbeitspunkteinstellung
(grob)



- Einstellung der drei Arbeitspunktregler nach Zeilenoszillogramm. Die FET-Arbeitspunkte sind so einzustellen, daß Farbträgeramplitude im linken Farbbalkenkanal halb so groß wie im rechten ist (in der Abbildung für den "grünen" Farbträger dargestellt). In den "Schwarz"-Bereichen der Zelle darf keine bzw. nur eine sehr geringe Farbträgeramplitude vorhanden sein. Falls das durchlaufende Border stört, ist ein Anhalten mit der STRO-Taste des BA 85 möglich.

Bild 3.2.
Weißabgleich



- Durch Feinabgleich der Schwingkreisspulen ist die Farbträgeramplitude im Grau- und im Weißstreifen (mit Pfeil gekennzeichnet) auf Minimum zu bringen. Im Einzelfall kann auch eine Korrektur der Arbeitspunkteinstellung erforderlich sein.
Aufgrund der Phasenumschaltung nach jedem Zeilenwechsel ist es zu empfehlen, den Weiß-Restfarbträger in zwei aufeinanderfolgenden Zeilen zu kontrollieren (evtl. Kompromißeinstellung).
- Einstellung der Farbreinheit mit Burstphasenlage Computer auf Betriebssystem umschalten!
R 2420 ist so einzustellen, daß die Gelbfärbung der Schrift möglichst gleichmäßig ist.

Besonderheiten der K4-Variante

- Für den Burst wird auch eine FET-Mischstufe verwendet, die analog zu den anderen drei Mischstufen abzugleichen ist (Schwingkreis auf Amplitudenmaximum, Einstellungen der Burstamplitude mit Arbeitspunktregler). Der Grobabgleich des Bursts muß vor dem der Grundfarben erfolgen. Beim abschließenden Feinabgleich hat der Burstschwingkreis Einfluß auf die Farbreinheit (analog zu R2420).
- Bei den K4-Geräten ist ein kleiner Farbträgerrest in Schwarzflächen nicht immer vermeidbar, welcher sich in einer schwachen Einfärbung äußert. Im Einstellbetrieb der Arbeitspunktregler liegen im allgemeinen zwei brauchbare Arbeitspunkte. Hierbei hat der zweite (mit der höheren Gatespannung) den geringeren Restfarbträger. Beim Abgleich einer Farbe tritt über den Restfarbträger auch eine Beeinflussung der anderen beiden Farben auf, so daß der Abgleich der K4-Geräte einen mehr oder weniger ausgeprägten iterativen Prozeß darstellt.
Der zweite FET-Arbeitspunkt besitzt den Nachteil, daß bei Farbübergängen (z.B. im Farbbalken) störende senkrechte Linien durch Beeinflussung des Helligkeitssignals entstehen. Beim Burst ist er ohne Nachteil verwendbar. Falls sich bei zu großem Restfarbträger kein brauchbarer Abgleich finden läßt, kann man für den betroffenen FET die Ansteueramplituden verändern. Durch Vergrößern von C2225, C2227 bzw. C2229 (Richtwert 10 nF) wird die Farbträgeramplitude am Gate 1 verkleinert und gleichzeitig die Amplitude des Signals an Gate 2 durch Vergrößern von R2273, R2274 bzw. R2275 vergrößert (Richtwert 330 Ohm).
Falls mehrere FETs einen Restfarbträger verursachen, können diese sich unter Umständen auch gegenseitig kompensieren.
- Die K4-Schaltung ist aufgrund der fehlenden FET-Gegenkopplung gegenüber Bauelementestreuungen empfindlicher. Im Einzelfall kann es erforderlich sein, einen besonders stark abweichenden FET auszuwechseln oder durch Verkleinern von R2276 den Einstellbereich der Arbeitspunktregler zu vergrößern.

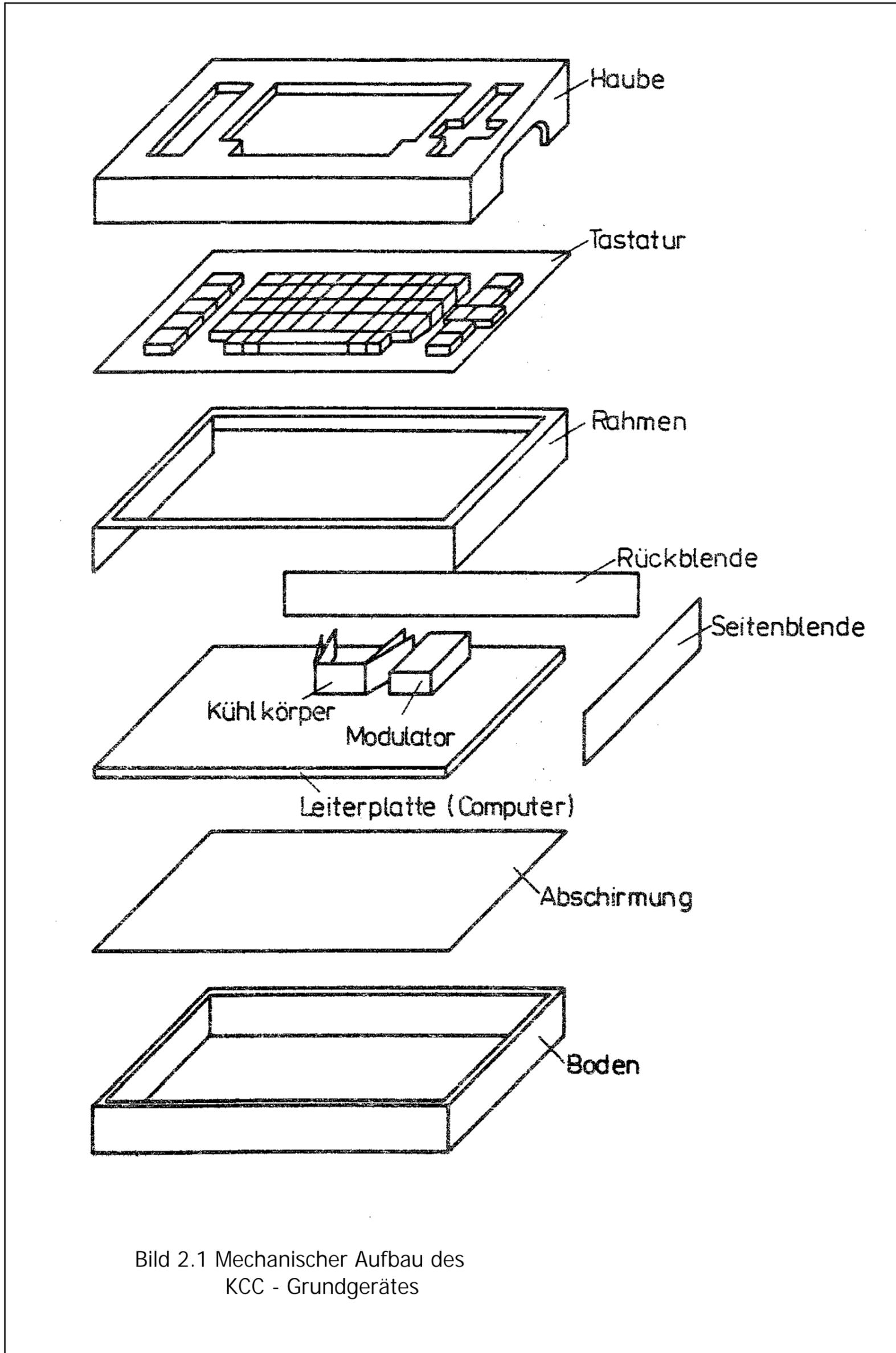


Bild 2.1 Mechanischer Aufbau des KCC - Grundgerätes

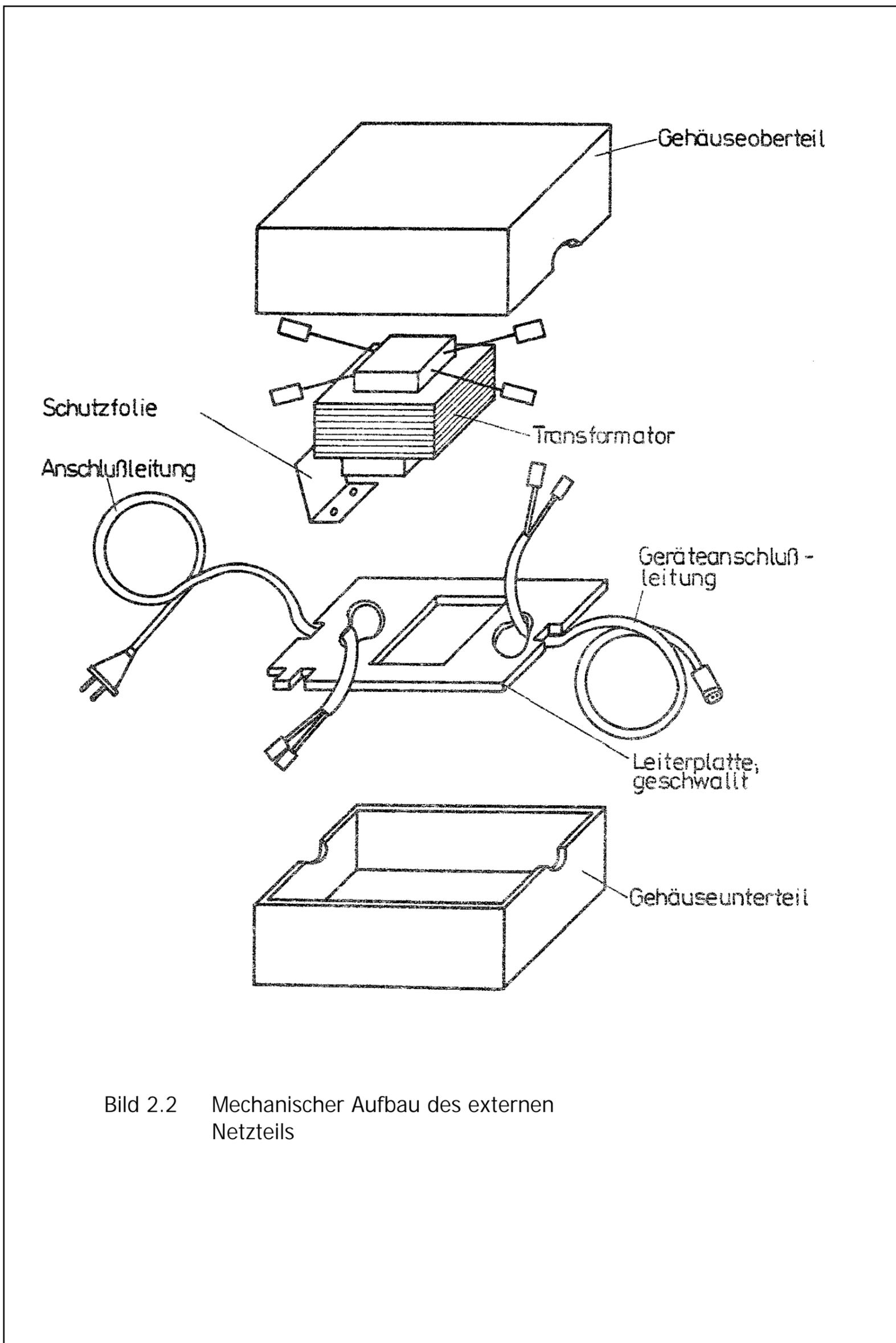


Bild 2.2 Mechanischer Aufbau des externen Netzteils

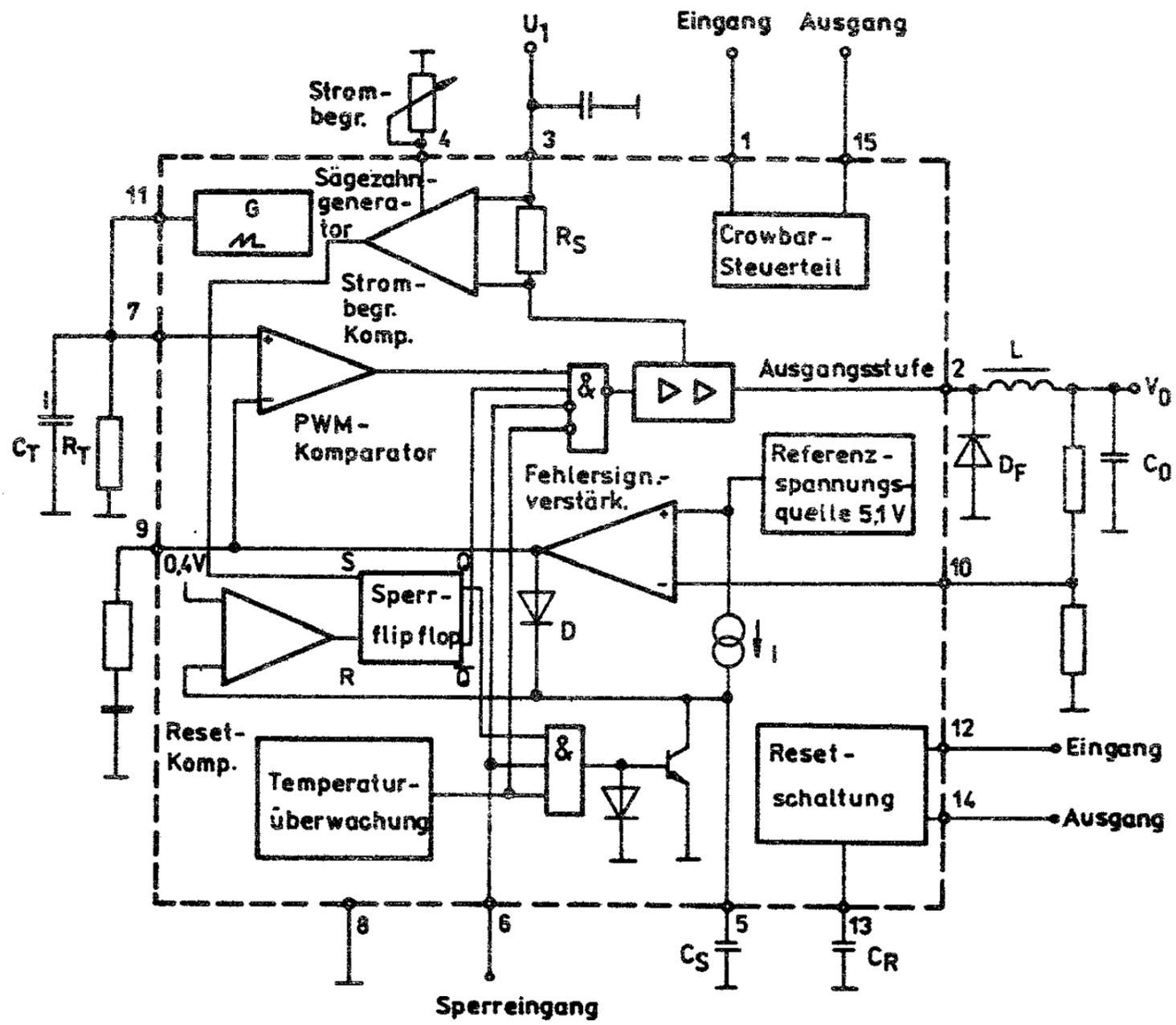


Bild 2.4 Übersichtsschaltung B2960

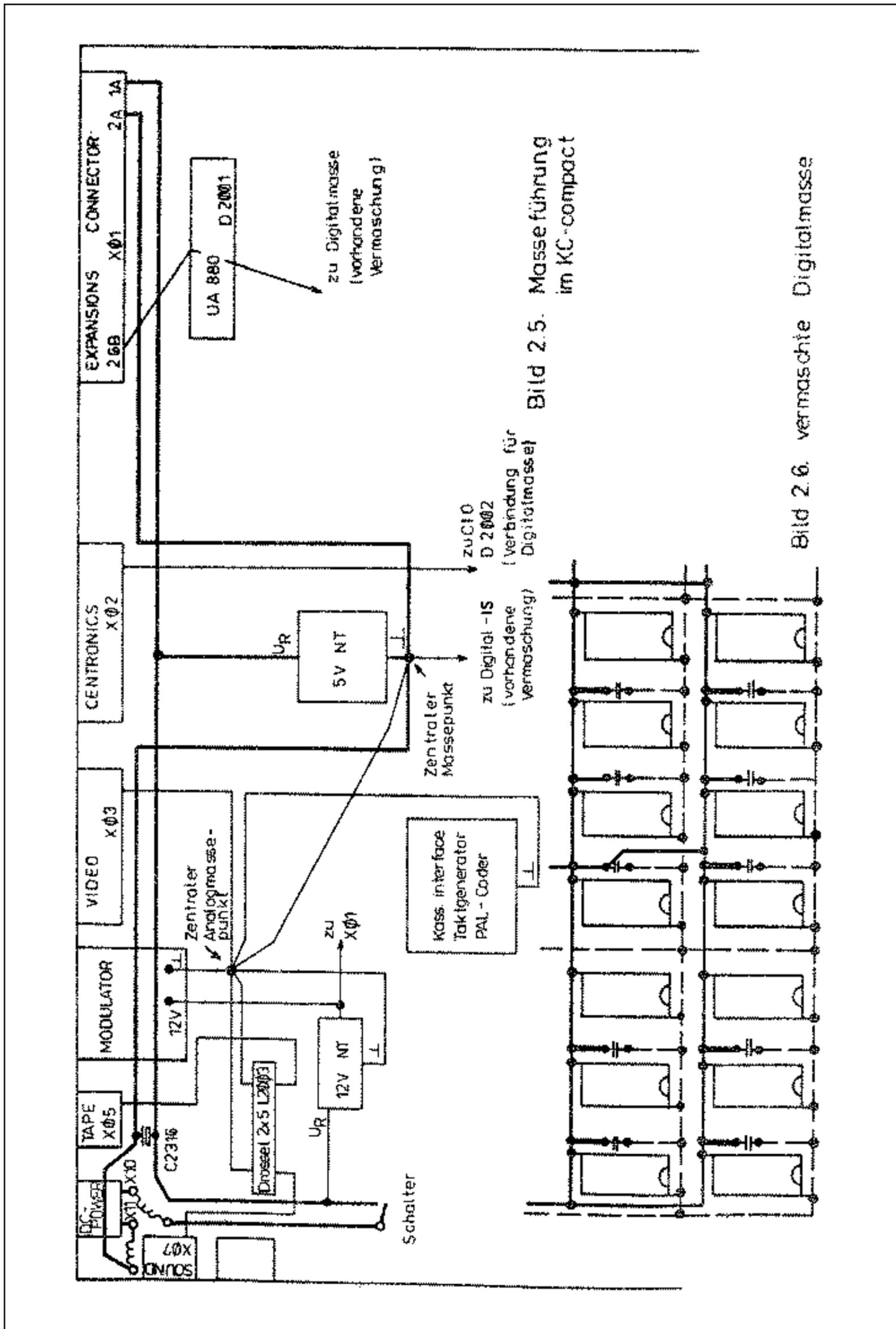


Bild 2.5. Masseführung im KC-compact

Bild 2.6. vermaschte Digitalmasse

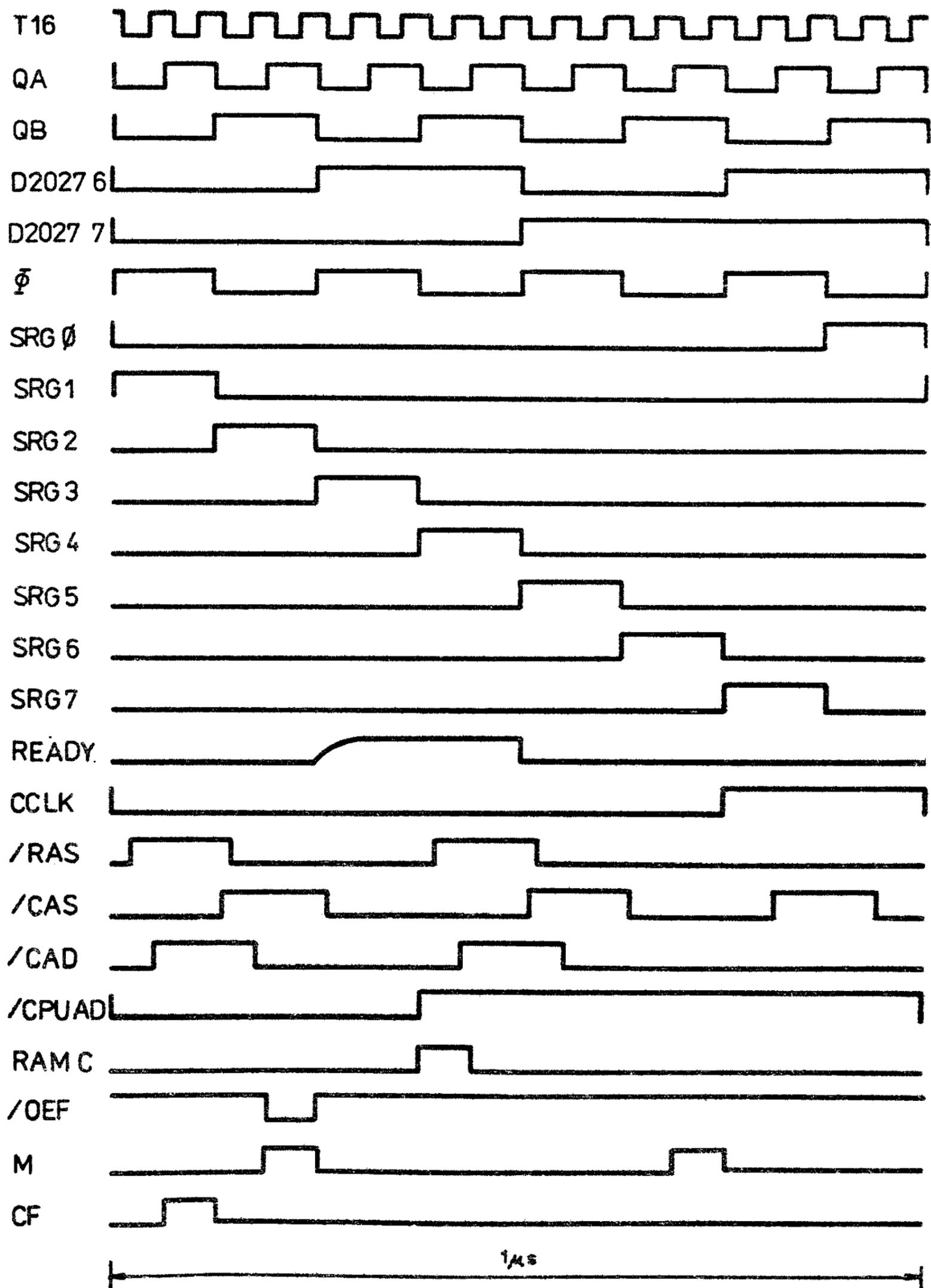


Bild 2.7 Taktsystem des KCC

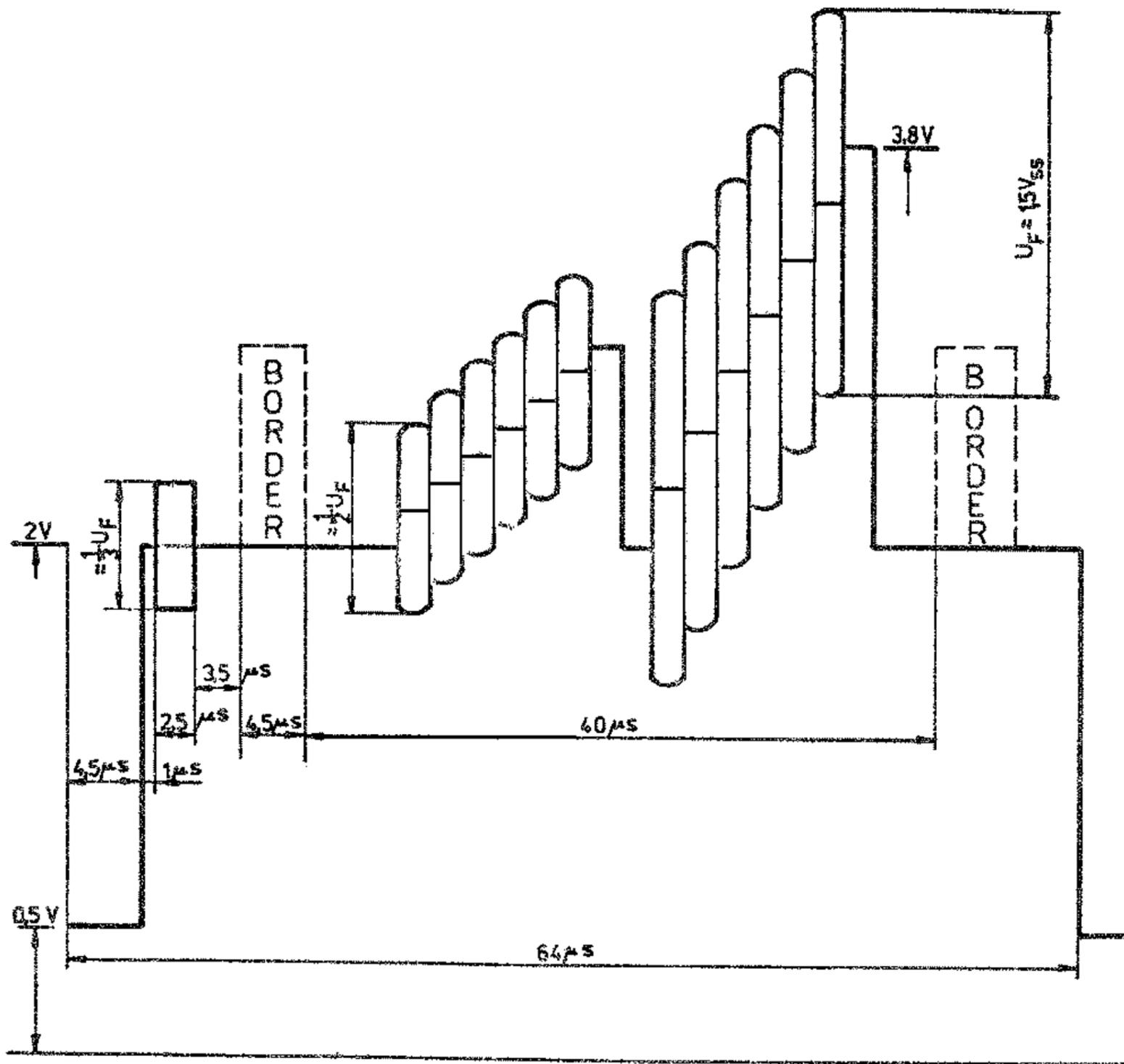


Bild 2.8 FBAS-Signal des KCC an X15 (Modulatoranschluß)
Farbbalkendiagramm auf PK2

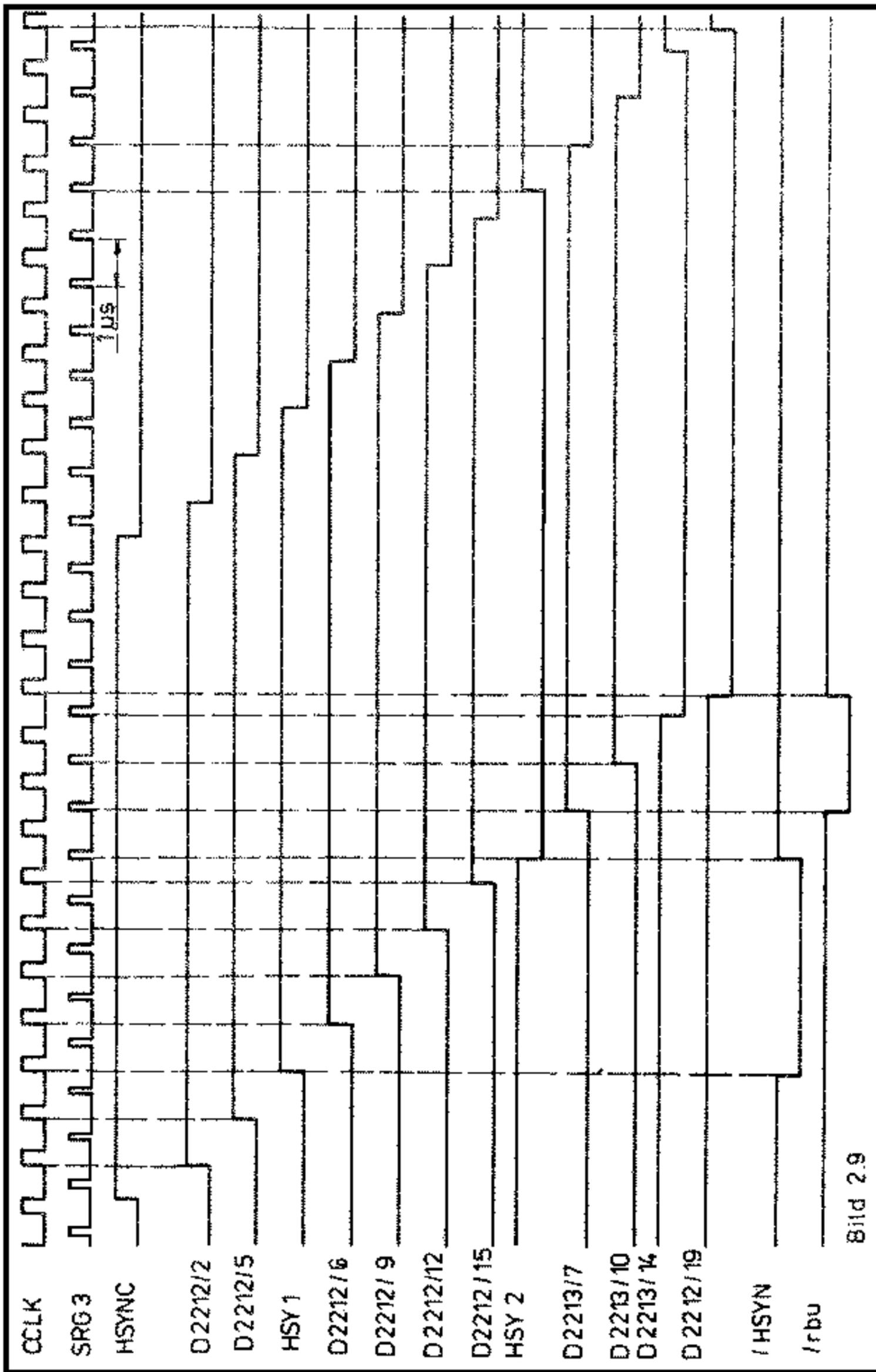


Bild 2.9

Lfd. Nr.	Benennung, Zeichnungs-Nr.	Kurzbezeichnung	Einsatz pro Gerät	jährl. Ersatzbedarf/1000 Geräte
1	Haube, vollst. 5KCP..89....1310		1	1
2	Boden, vollst. 5KCP..89....1320		1	1
3	Abdeckplatte, heißge. 5KCP..89....0315		1	1
4	Knopf 513 152.8(MKD)		4	2
5	Modulator 5KCP..89....0500		1	2
6	Anschlußleitung 5KCP..89....0618		1	1
7	Stecker 3/8-3 (5) TGL 37743 Typ 81852		1	1
8	Schaltkreis UA889D TGL 27176	D2001	1	10
9	Schaltkreis U82536 DC04 TGL 45236	D2002	1	10
10	Schaltkreis U27256 CC25	D2003	1	10
11	Schaltkreis U74HCT 04 DK TGL 42643/04	D2032	1	10
12	Schaltkreis U74HCT 373 DK TGL 42643/10	D2118/19	2	10
13	Schaltkreis U74HCT 533 DK TGL 42643/10	D2120	1	5
14	Schaltkreis U74HCT 534 DK TGL 42643/07	D2121	1	5
15	Schaltkreis U2164 DC 20/1 TGL 42234	D2101-08	8	40
16	Schaltkreis U2716 C39 TGL 43077	D2109	1	10
17	Schaltkreis AY-3-8912 (Imp. NSW)	D2013	1	10
18	Schaltkreis SM 607 (Imp. Bulg.)	D2010	1	10
19	Schaltkreis KR 580 WW55A (Imp. SU)	D2011	1	10
20	Schaltkreis K555 ID10 (Imp. SU)	D2012	1	10
21	Schaltkreis K155 RU2 (Imp. SU)	D2110/11	2	20
22	Schaltkreis B084D TGL 39490	N2001	1	5
23	Schaltkreis B3170V TGL 39704	N2301	1	5
24	Schaltkreis DL000D TGL 39865	D2024/31	3	15
25	Schaltkreis DL002D TGL 39865	D2018	1	5
26	Schaltkreis DL003D TGL 39865	D2022	1	5
27	Schaltkreis DL004D TGL 39865	D2113,D2201	2	10

Lfd. Nr.	Benennung, Zeichnungs-Nr.	Kurzbezeichnung	Einsatz pro Gerät	jährl. Ersatzbedarf/1000 Geräte
28	Schaltkreis DL008D TGL 39865	D2019/33,D2114	3	15
29	Schaltkreis DL010D TGL 39865	D2211	1	5
30	Schaltkreis DL032D TGL 43606	D2015/16	4	20
		D2023/34		
31	Schaltkreis DL074D TGL 39865	D2020/25	7	35
		D2028/29		
		D2204/05/14		
32	Schaltkreis DL086D TGL 39865	D2206	1	5
33	Schaltkreis DL090D TGL 39894	D2202	1	5
34	Schaltkreis DL093D TGL 39894	D2203	1	5
35	Schaltkreis DL123D TGL 43203	D22215	1	5
36	Schaltkreis DL155D TGL 43292	D2226	1	5
37	Schaltkreis DL164D TGL 43609	D2021	1	5
38	Schaltkreis DL175D TGL 43293	D2014/D2213	2	10
39	Schaltkreis DL193D TGL 43204	D2017	1	5
40	Schaltkreis DL253D TGL 43204	D2004-09	6	30
41	Schaltkreis DL295D TGL 43296	D2116/17	2	10
42	Schaltkreis DL374D TGL 43612	D2112,D2212	2	10
43	Transistor SC236D TGL 27147	VT2201-06	7	21
		VT22201		
44	Transistor SC307E TGL 37871	VT2224	1	3
45	Transistor KF910 (Imp. CSR)	VT2220-23	4	12
46	Kapazitätsdiode KB205A TPTE 33-443/78 (Imp. CSR)	VD2201	1	5
47	Schaltdiode SAY20 L2/4 TGL 25184	VD2202/03/06	4	12
		VD22207		
48	Schaltdiode SAL41B TGL 27975	VD2205	1	3
49	Gleichrichterdiode SY356/1-K TGL 42219	VD2302	1	3
50	Gleichrichterdiode SY360/1 TGL 35799	VD2303	1	3
51	Schwingquarz MQ 02 16000 TGL 43380	C2201	1	5
52	Schwingquarz Q51/E2 8867,238 kHz TGL 33584	C2202	1	5

Lfd. Nr.	Benennung, Zeichnungs-Nr.	Kurzbezeichnung	Einsatz pro Gerät	jährl. Ersatzbedarf/1000 Geräte
53	Kondensator KEVA 2E5/B/104/M/5/50/S TGL 45230	C2002-07 C2033-34 C2101-11 C2212-15/56/59 C2209/48 C2306/13/14	30	60
54	Kondensator KEVA 2R1/B/333/K/5/50/S TGL 45230	C2008-25 C2112-18 C2216-19/21/22 C2308	32	64
55	Kondensator KEVA 2R1/B/102/K/5/50/S TGL 45230	C2026,C2207 C2232-35	6	12
56	Kondensator KEVA 2E5/B/105/M/5/50/S TGL 45230	C2027/32	2	4
57	Kondensator KEVA 2R1/B/332/K/5/50/S TGL 45230	C2225/27/27/31 C22262	5	10
58	Kondensator KEVA 2R1/B/103/K/5/50/S TGL 45230	C2307	1	2
59	Kondensator KEVA 2R1/B/222/K/5/50/S TGL 45230	C2119	1	2
60	KS-Kondensator 2000/2/25 TGL 38158	C2028/30	2	4
61	Kondensator EDVU-N470-270/5-63 TGL 35780	C2224/26/28/30 C2251-54	7	14
62	Kondensator EDVU-N1500-680/5-63 TGL 35780	C2236/39/40 C2243/44/47	6	12
63	Kondensator EDVU-NP0-18/5-63 TGL 35780	C2205/06	2	4
64	Kondensator EDVU-NP0-12/5-63 TGL 35780	C2208	1	2
65	Kondensator EDVU-N1500-100/10-63 TGL 35780	C2237/41/45 C2120	4	8
66	Kondensator EDVU-N1500-68/5-63 TGL 35780	C2238/42/46 C2258	4	8

Lfd. Nr.	Benennung, Zeichnungs-Nr.	Kurzbezeichnung	Einsatz pro Gerät	jährl. Ersatzbedarf/1000 Geräte
67	Kondensator EDVU-N1500-47/5-63 TGL 35780	C2255/57	2	4
68	Kondensator EDVU-N1500-390/10-63 TGL 35780	C2309	1	2
69	Kondensator EDVU-N1500-330/5-63 TGL 35780	C2036	1	2
70	KS-Kondensator 1000/2/25 TGL 38158	C2029/31	2	4
71	MKT-Kondensator 1/20/63 TGL 43199	C22260	1	2
72	Elyt-Kondensator 2,2/80 TGL 38928	C2315	1	3
73	Elyt-Kondensator 10/40 TGL 38928	C2310	1	3
74	Elyt-Kondensator 100/10 TGL 38928	C2035	1	3
75	Elyt-Kondensator 470/6,3 TGL 38928	C2220	1	3
76	Elyt-Kondensator 470/16 TGL 38928	C2311	1	3
77	Elyt-Kondensator 1000/6,3 TGL 38928	C2312	1	3
78	Elyt-Kondensator 1000/40 TGL 38928	C2303/04/16	3	9
79	Trimmer D4/20-10 TGL 200-8493	C2203	2	4
80	Trimmer D2/6-10 TGL 200-8493	C2204	5	10
81	SWF 22 Ohm 5% 25.207.1 TGL 8728G	R2025/33	2	4
82	SWF 75 Ohm 5% 25.207.1 TGL 8728G	R22408	5	10
83	SWF 100 Ohm 5% 25.207.1 TGL 8728G	R2242-44/56 R2023/24/34/35 R2239/40/41/55	8	16
84	SWF 120 Ohm 5% 25.207.1 TGL 8728G	R2306	1	2
85	SWF 160 Ohm 5% 25.207.1 TGL 8728G	R2273-75	3	6
86	SWF 200 Ohm 5% 25.207.1 TGL 8728G	R2293/95	2	4
87	SWF 220 Ohm 5% 25.207.1 TGL 8728G	R2203/05/57/96	4	8
88	SWF 240 Ohm 5% 25.207.1 TGL 8728G	R2305,2248	2	4
89	SWF 270 Ohm 5% 25.207.1 TGL 8728G	R2303	1	2
90	SWF 330 Ohm 5% 25.207.1 TGL 8728G	R2105-10,2006 R2207/08/50/67-72	16	32
91	SWF 390 Ohm 5% 25.207.1 TGL 8728G	R2249/413	2	4
92	SWF 470 Ohm 5% 25.207.1 TGL 8728G	R2281/83	2	4
93	SWF 510 Ohm 5% 25.207.1 TGL 8728G	R2204	1	2
94	SWF 560 Ohm 5% 25.207.1 TGL 8728G	R2264/91	2	4

Lfd. Nr.	Benennung, Zeichnungs-Nr.	Kurzbezeichnung	Einsatz pro Gerät	jährl. Ersatzbedarf/1000 Geräte
95	SWF 680 Ohm 5% 25.207.1 TGL 8728G	R2201/407	2	4
96	SWF 750 Ohm 5% 25.207.1 TGL 8728G	R22409	1	2
97	SWF 820 Ohm 5% 25.207.1 TGL 8728G	R2292/94	2	4
98	SWF 1 kOhm 5% 25.207.1 TGL 8728G	R2003/04/20-22 R2027/37 R2103/04 R2236-38/87/90 R2307/08	16	32
99	SWF 1,2 kOhm 5% 25.207.1 TGL 8728G	R2258/60	2	4
100	SWF 1,5 kOhm 5% 25.207.1 TGL 8728G	R2263/66	2	4
101	SWF 2 kOhm 5% 25.207.1 TGL 8728G	R2247/53	2	4
102	SWF 2,2 kOhm 5% 25.207.1 TGL 8728G	R2036	1	2
103	SWF 2,7 kOhm 5% 25.207.1 TGL 8728G	R2227-32/412	7	14
104	SWF 3 kOhm 5% 25.207.1 TGL 8728G	R2262	1	2
105	SWF 3,3 kOhm 5% 25.207.1 TGL 8728G	R2289	1	2
106	SWF 3,6 kOhm 5% 25.207.1 TGL 8728G	R2233-35	3	6
107	SWF 4,3 kOhm 5% 25.207.1 TGL 8728G	R2246,2304	2	4
108	SWF 4,7 kOhm 5% 25.207.1 TGL 8728G	R2301	1	2
109	SWF 6,2 kOhm 5% 25.207.1 TGL 8728G	R2261	1	2
110	SWF 6.8 kOhm 5% 25.207.1 TGL 8728G	R2264/65	2	4
111	SWF 8,2 kOhm 5% 25.207.1 TGL 8728G	R2252/59	2	4
112	SWF 10 kOhm 5% 25.207.1 TGL 8728G	R2282	1	2
113	SWF 820 kOhm 5% 25.207.1 TGL 8728G	R2013-16/19 R2206/45	7	14
114	SWF 12 kOhm 5% 23.207 TGL 8728G	R2029-32	4	8
115	SWF 15 kOhm 5% 25.207.1 TGL 8728G	R2302	1	2
116	SWF 22 kOhm 5% 25.207.1 TGL 8728G	R2017/18	2	4
117	SWF 47 kOhm 5% 25.207.1 TGL 8728G	R2028	1	2
118	SWF 100 kOhm 5% 25.207.1 TGL 8728G	R2008 R2202/76/88 R22410	5	10

Lfd. Nr.	Benennung, Zeichnungs-Nr.	Kurzbezeichnung	Einsatz pro Gerät	jährl. Ersatzbedarf/1000 Geräte
119	SWF 180 kOhm 5% 25.207.1 TGL 8728G	R22419	1	2
120	SWF 330 kOhm 5% 25.207.1 TGL 8728G	R22411	1	2
121	SWF 470 kOhm 10% 513.59 TGL 27423	R2277-80	4	8
122	SWF 1 MOhm 5% 25.207.1 TGL 8728G	R2007	1	2
123	STT 3894 6 8 I-TGL 29950 B1-11/3,0/10 (8x910 Ohm)	R2102	1	3
124	STT 3845 6 8 I-TGL 29950 B1-9/3,0/10 (9x4,7 kOhm)	R2001/02/12	3	9
125	Miniaturfilter 3614 TGL 200-7044 (BR.NR.4804.30-3614)	L2201-05	5	5
126	UKW-Drossel A10/1,6 TGL 34992	L2301/02,L2206-08	5	5
127	UKW-Drossel A10/4 TGL 34992	L2304	1	1
128	UKW-Drossel A20/1 TGL 9814	L2201	1	1
129	UKW-Drossel A20/1 TGL 34992	L2212-18	7	7
130	Kaltgerätestecker, vollst. 5KCP..89....1420		1	
131	Buchsenleiste 202-58 TGL 29331/03-7 (Expansionsinterface)	X2001	1	1
132	Buchsenleiste, ungepolt (Parallelschnittstelle)	X2002	1	2
133	Dose AKNS-05 TGL 10472 (Band und Ton)	X2005/06	2	4
134	Steckerleiste 101-9 EBS-GO 4006/01-2 (Spielhebel)	X2008	1	2
135	Steckerleiste 112-26 TGL 37912 (Tastatur)	X2009	1	2
136	Buchsenleiste B TGL 43888		1	2
137	Schiebetaste, vollst. 5KCP..89....0520		1	3

Tastatur

Lfd. Nr.	Benennung, Zeichnungs-Nr.	Kurzbezeichnung	Einsatz pro Gerät	jährl. Ersatzbedarf/1000 Geräte
138	Elastomerformteil 1.49.586 002.7		69	10
139	Elastomerträger 1.49.886 002.4		69	10
140	Nachlauffeder 1.49.486 001.1		69	10
141	Rückstellfeder 1.49.586 002.8		69	10
142	Führungsbügel, 8-fach 1.49.286 004.6		1	1
143	Parallelführungsaufsatz 1.49.586 006.5		2	1
144	LED VQA17		1	1

Ersatz und Verschleißteilliste Netzteil zum KCC

Lfd. Nr.	Benennung, Zeichnungs-Nr.	Kurzbezeichnung	Einsatz pro Gerät	jährl. Ersatzbedarf/1000 Geräte
1	Transformator, vollst. 5KCP..89....0530		1	2
2	Gehäuseunterteil, vollst. 5KCP..89....0439		1	2
3	Gehäuseoberteil, vollst. 5KCP..89....0438		1	2
4	Netzanschlußleitung, vollst. 5KCP..89....0618		1	2
5	Geräteanschlußleitg., vollst. 5KCP..89....0619		1	2
6	Gleichrichterdiode SY351/1 TGL 38644	VD01-04	4	10
7	Geräteschmelzeinsatz T160 TGL 0-41571	F01	1	5
8	Geräteschmelzeinsatz T1 TGL 0-41571	F02	1	5
9	MKP-Kondensator 0,1/20/250	C01	1	2
10	MKT-Kondensator 1/20/63 TGL 43199	C02/03	2	4