

# Digitaluhr mit MOS-Schaltkreisen

M. LESSEN

Der vorliegende Beitrag einer digitalen Quarzuhr mit Ziffernanzeige enthält in den wichtigsten Gerätefunktionen MOS-Schaltkreise des Kombinat VEB Funkwerk Erfurt. Durch den Einsatz moderner Bauelemente wird eine wirtschaftliche Gerätekonzeption realisiert.

## 1. Schaltungsbeschreibung

### 1.1. Prinzipielle Funktionsgruppen

Die Funktionsgruppen der Digitaluhr sind in dem Prinzipstromlaufplan (Bild 1) zusammengefaßt und können wie folgt aufgegliedert werden: Steuereinheit, Zähler-einheit und Netzteil.

### 1.2. Steuereinheit

Die Steuereinheit (Bild 2) arbeitet nach dem Prinzip der Frequenzteilung. Dabei wird

als Zeitbasis ein Quarzgenerator verwendet, dessen Frequenz mehrfach geteilt wird. Das Verfahren der Frequenzteilung hat den großen Vorteil, daß die Genauigkeit der in der quarzstabilisierten Oszillatorfrequenz enthaltenen Zeitinformation exakt in der

geteilten Frequenz, z. B. Minuten-, Sekundenimpulse, erhalten bleibt. Die Steuereinheit gliedert sich in den Quarzgenerator, bestehend aus den NOR-Gattern G1, G2, G3 des Schaltkreises U 106 D und den 102,4-kHz-Quarz. Gatter

Teil 1

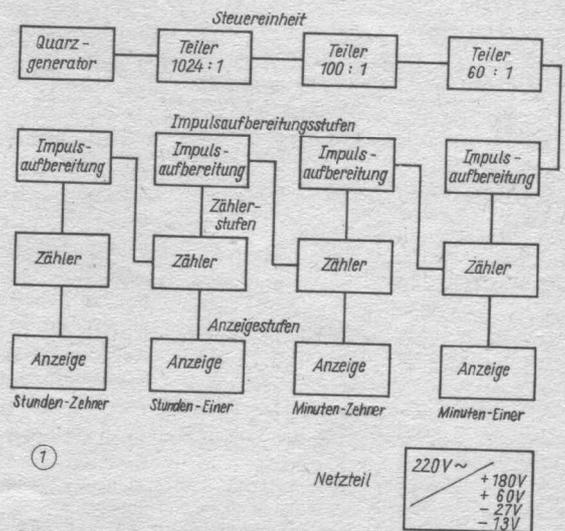


Bild 1: Prinzipstromlaufplan der Digitaluhr

### Technische Daten der elektronischen Uhr

Stromversorgung	220 V
Stromaufnahme	25 mA
Anzeige	4stellig
	Stunden, Minuten
	mit Ziffern-Anzeige-Röhren
	102,4 kHz (Quarz)
Zeitbasis	
Ausgangsfrequenz der Steuereinheit	- Minutenimpuls
	- Stellimpulse 1 s
	(schneller Vorlauf)
Zeitabweichungen	etwa 3 s/Monat

G1 und G2 sorgen für die Verstärkung und 360° Phasendrehung. Das Gatter G3 dient zur Impulsformung und zum Puffern. Mit dem Trimmer C1 wird der Oszillator auf die Sollfrequenz abgeglichen. Die Frequenzteilerkette besteht aus den Baugruppen:

Binärer Teiler 1024:1 mit den Teilern FF 1 bis FF 10 des U 112 D.

Teiler 100:1 mit den Teilern FF 11 bis FF 17 des U 112 D und den Gattern G4 bis G8 des U 107 D.

Teiler 60:1 mit den Teilern FF 18 bis FF 23

des U 112 D und den Gattern G9 bis G11 des U 107 D.

Am Ausgang des Teilers 100:1 wird der 1-Sekunden-Stellimpuls für den schnellen Vorlauf entnommen. Am Ausgang des Teilers 60:1 stehen Rechteckimpulse mit dem Abstand von einer Minute zur Ansteuerung

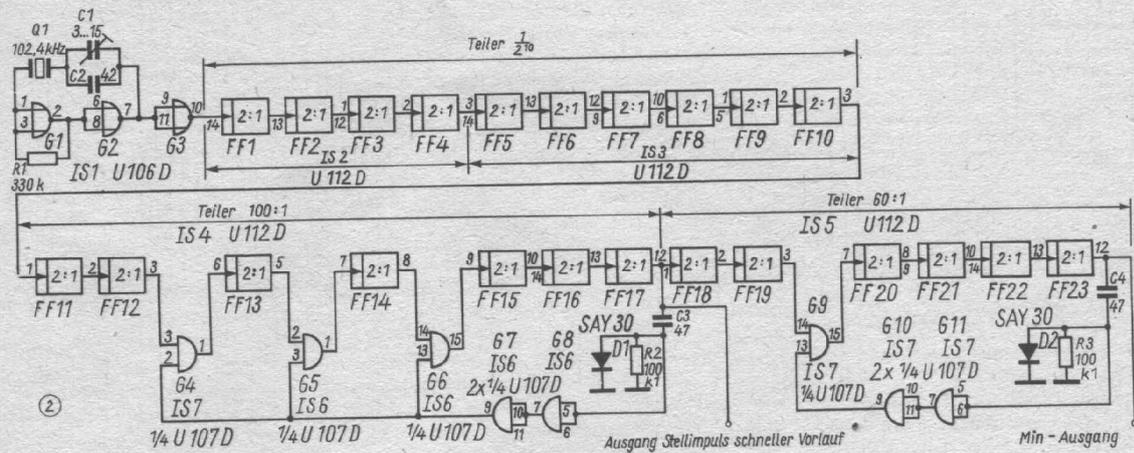


Bild 2: Stromlaufplan der Steuereinheit

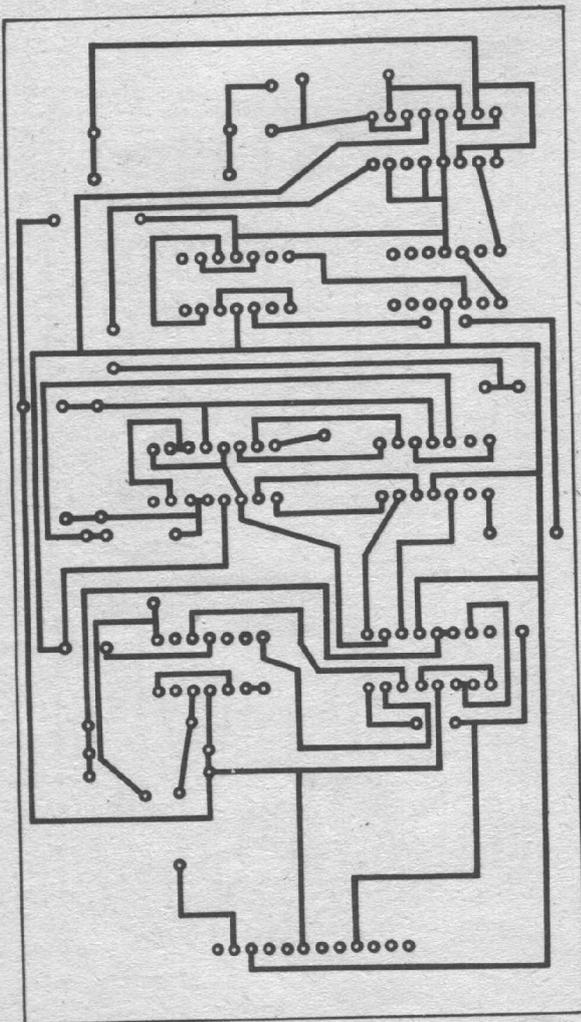


Bild 3: Leitungsführung der Platine für die Steuereinheit

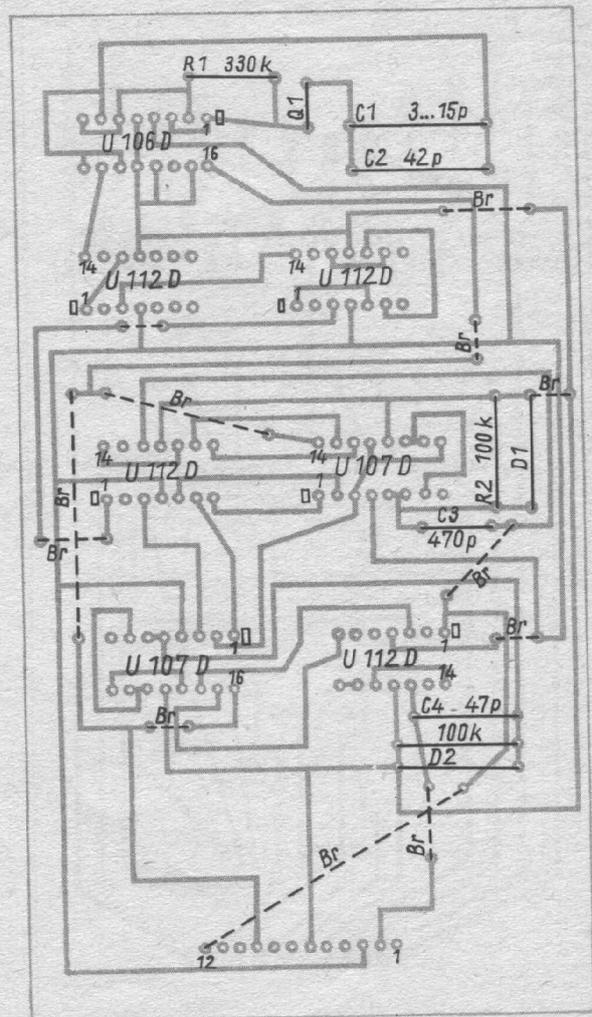


Bild 4: Bestückungsplan der Leiterplatte nach Bild 3

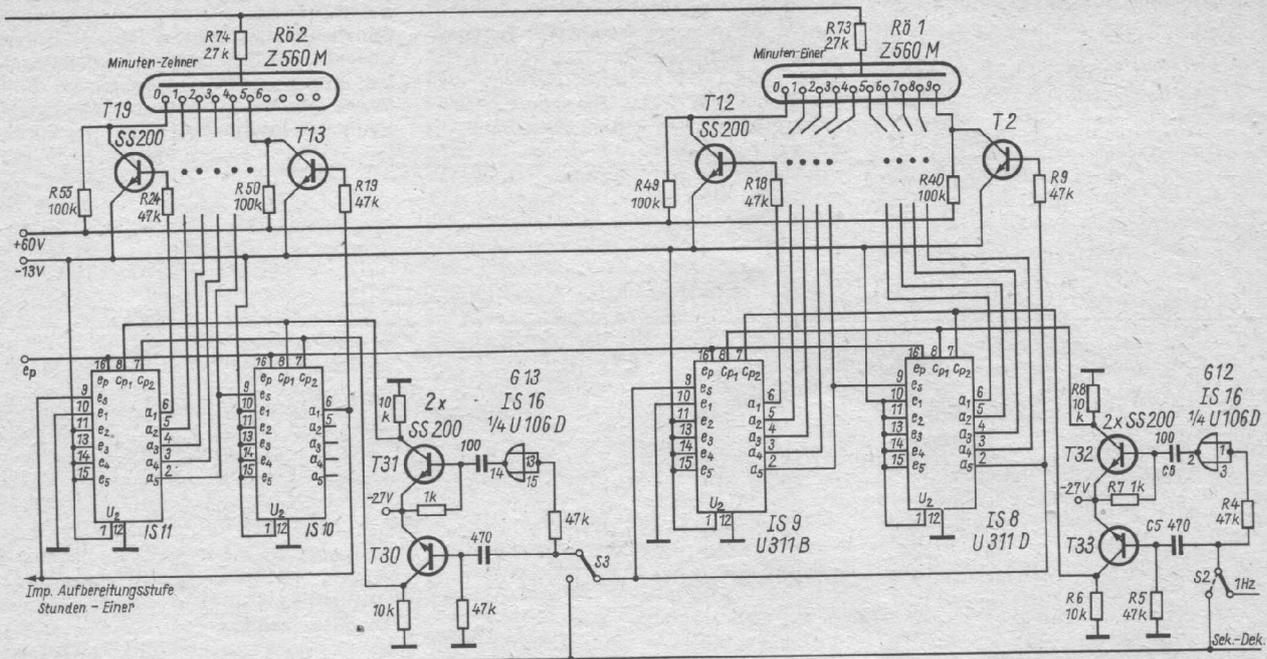


Bild 5: Stromlaufplan der Zähl- und Anzeigestufen für die Minuten

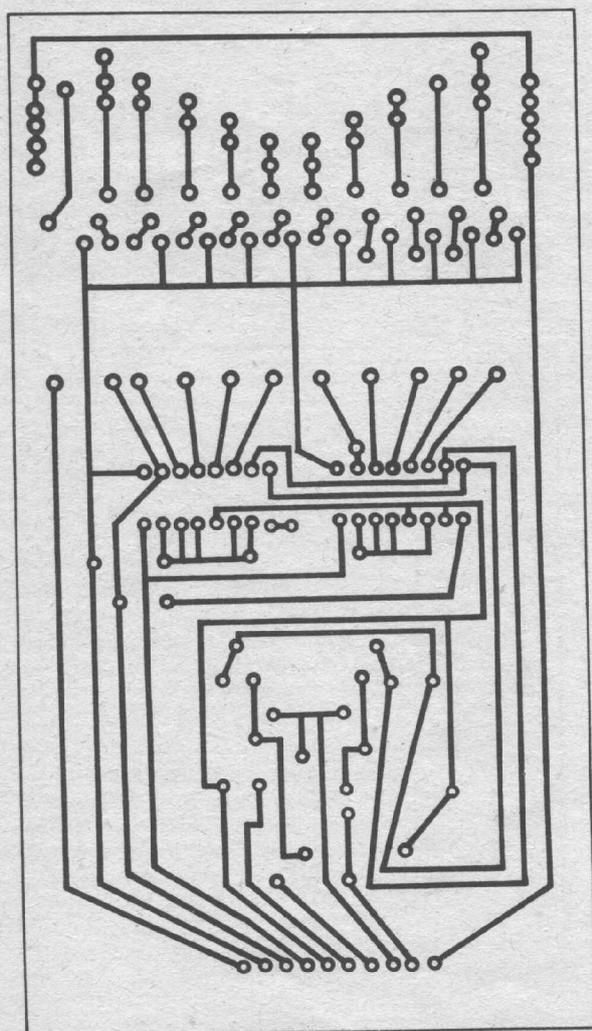


Bild 6: Leitungsführung der Platine für die Leiterplatte „Minuten-Einer“

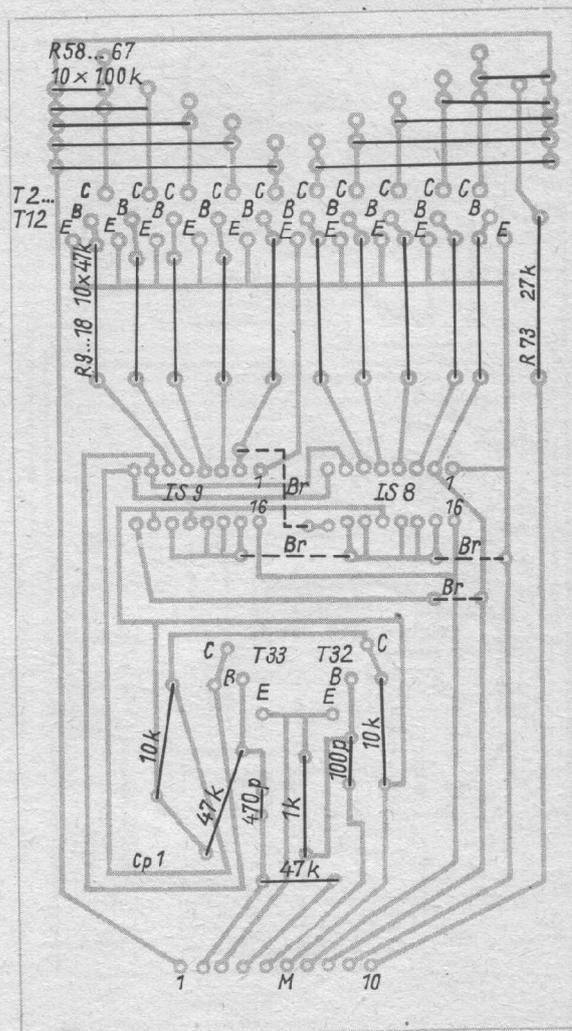


Bild 7: Bestückungsplan der Leiterplatte nach Bild 6

der ersten Impulsaufbereitungsstufe des Minutenzählers zur Verfügung.

### 1.3. Zählereinheiten

Jede Zählereinheit besteht aus der Impulsaufbereitungsstufe, der Zählerstufe und der Anzeigestufe (Bild 5). In der Zählereinheit werden die von der Steuereinheit gelieferten Impulse gezählt und angezeigt. Die Anzeige ist vierstellig; angezeigt werden Minuten und Stunden.

Der Zählbereich der Zählereinheiten unterscheidet sich je nach Stellenzahl der Anzeige wie folgt:

Stunden-Zehner	0 bis 2
Stunden-Einer	0 bis 9
Minuten-Zehner	0 bis 6
Minuten-Einer	0 bis 9

Als Zähler wird das 5-Bit-Schieberegister U 311 D verwendet. Der eingegebene Inhalt wird bei jedem Zählschritt um eine Stelle weiterschoben. Nach Durchlauf des Zählbereiches bis zur letzten Zahl wird der Impuls der nächsten Impulsaufbereitungsstufe der folgenden Stelle zugeführt. Jedem Ausgang der Speicherzellen des U 311 D wird über einen Treibertransistor T 3 bis T 32 eine Ziffer der Ziffernanzeigeröhren zugeordnet. Es werden je nach Zählbereich

der Zählereinheiten nur soviel Ausgänge des U 311 D verwendet, wie es die Stellenzahl der Anzeige erfordert, z. B. Minuten-Einer, Anzeige 0 bis 9. Hier sind zwei U 311 D IS 8 und IS 9 erforderlich. Die Übernahme von Zähler IS 9 auf den Zähler IS 8 erfolgt am Ausgang a5 des Zählers K 9 auf den  $e_p$ -Eingang des Zählers IS 8. Der Minuten-Zehner und Stunden-Einer arbeiten analog. Der Stunden-Zehner erfordert mit den 3 Ziffern 0 bis 2 nur einen U 311 D. Nach Erreichen der Zahl 23 in den Stundeneinheiten erfolgt die Rückstellung der Uhr auf Null durch das NOR-Gatter G16 des U 106 D. Hierzu werden die Ausgänge a3 des Zählers IS 14 und a5 des Zählers IS 13 den Eingängen des Gatters G16 zugeführt. Bei durchgeschaltetem Gatter G16 erfolgt die Nullstellung über die gemeinsame  $e_p$ -Verbindung der Zählerstufen. Der typischen Funktionsweise des Schieberegisters entsprechend nehmen die Speicherzellen beim Einschalten des Gerätes einen beliebigen Zustand ein, der eine beliebige Zahlenfolge der Anzeige ergibt. Die Nullstellung der Anzeige erfolgt nach Betätigung des Schalters S 1 durch Anlegen der Löschspannung von  $-13\text{ V}$  an die  $e_p$ -Eingänge aller U 311 D.

Den Betriebsbedingungen des U 311 D entsprechend werden zum Weitertransport des Speicherinhaltes externe Takte cp 1 und cp 2 benötigt. Sie müssen jeweils für jede Zählereinheit aus dem Ausgangsimpuls der Steuereinheit bzw. aus dem Ausgangsimpuls der vorhergehenden Zählereinheit aufbereitet werden. Hierzu ist jeder Zählereinheit eine Impulsaufbereitungsstufe gemäß Bild 5 vorgeschaltet. Die Schaltung aller Impulsaufbereitungsstufen ist gleich. Die Umschalter S 2, S 3, S 4, S 5 dienen zum Stellen der Uhr. Hierzu wird der Stellimpuls (1 s) nach dem 100:1-Teiler abgegriffen und den Umschaltern zugeführt.

### 1.4. Netzteil

Das Netzteil liefert die Versorgungsspannungen für die Uhr. Es ist in zwei Gruppen aufgeteilt. Betriebsspannung für die Anzeigestufe mit  $+60\text{ V}$  und  $+180\text{ V}$  sowie Betriebsspannungen für die Steuereinheit und Zählereinheiten mit  $-27\text{ V}$  und  $-13\text{ V}$ .

Um den Betriebsbedingungen der Schaltkreise zu entsprechen, sind diese Versorgungsspannungen elektronisch für die Schaltkreise stabilisiert.

(wird fortgesetzt)

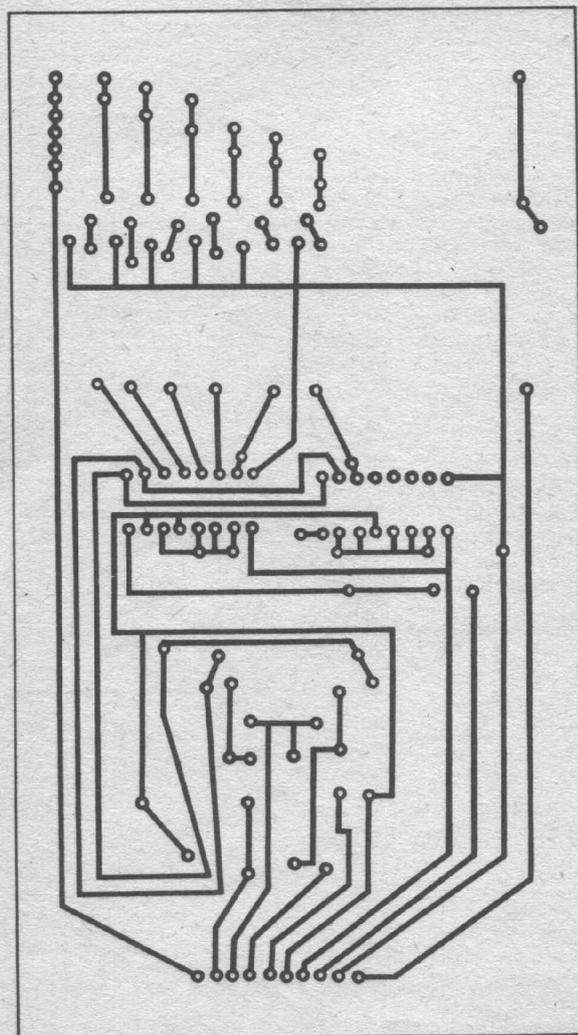


Bild 8: Leitungsführung der Platine für die Leiterplatte „Minuten-Zehner“

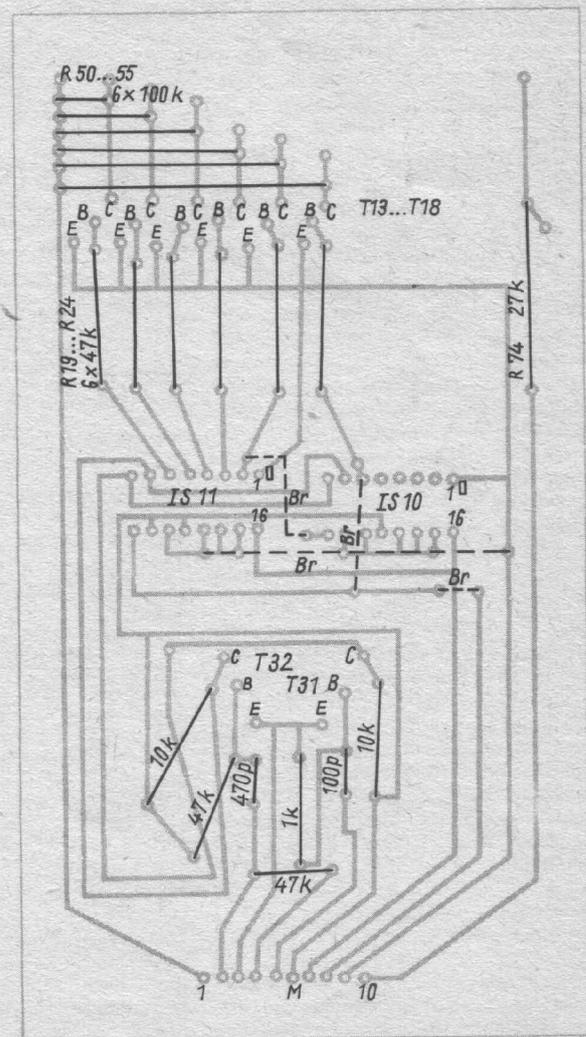


Bild 9: Bestückungsplan der Leiterplatte nach Bild 8

## 2. Aufbau

Die Aufgliederung des mechanischen Aufbaues erfolgte in der Zusammenfassung folgender Baugruppen zu Baueinheiten:

Leiterplatte Steuereinheit, Minuten-Einer, Minuten-Zehner, Stunden-Einer, Stunden-Zehner, Netzteil.

Alle Leiterplatten haben die gleichen Abmessungen.

Die Leiterplatten sind für eine senkrechte Montage in einem Rahmen mit Gleitschienen vorgesehen.

Eine einfache Bauweise ergibt sich, indem die Leiterplatten über Abstandsbolzen zusammenschraubt werden.

Die kompakte Bauform ermöglicht eine einfache Gehäusegestaltung, z. B. Holz-, geklebtes PVC-Gehäuse. Ein Betrieb der Uhr ohne Gehäuse ist aus Sicherheitsgründen nicht zulässig.

### 2.1. Hinweise für den Aufbau

Der Beitrag enthält Entwürfe und Bestück-

ungspläne für alle Leiterplatten, die einen unkritischen Aufbau gewährleisten. Die Verdrahtung der Leiterplatten zueinander erfolgt an der Rückseite des Gerätes über einen Kabelbaum zu den in der gleichen Richtung angeordneten Anschlußpunkten der Leiterplatte. Bei der Bestückung ist darauf zu achten, daß die Leiterplatten unter Berücksichtigung der Einbau- und Lötvorschriften für MOS-Bauelemente zuletzt mit den MOS-Schaltkreisen bestückt werden.

### 3. Inbetriebnahme

Als erste Leiterplatte wird das Netzteil in Betrieb genommen, und mit einem Spannungsmesser werden die Ausgangsspannungen +180 V sowie -27 V kontrolliert.

Danach wird die Leiterplatte der Steuereinheit durch Anlegen der Betriebsspannungen in Betrieb genommen. Für die Stromaufnahme gelten folgende Richtwerte:

Spannung	-27 V	-13 V
Stromaufnahme	30 mA	4 mA

Die Inbetriebnahme der Zählerleiterplatten erfolgt in folgender Reihenfolge: Stunden-Zehner, Stunden-Einer, Minuten-Zehner und Minuten-Einer.

Richtwerte der Stromaufnahme dieser Baugruppe

	-27 V	-13 V	+60 V	+180 V
Stunden-Zehner	6 mA	4 mA	0,6 mA	1,3 mA
Stunden-Einer	4 mA	4 mA	0,6 mA	1,3 mA
Minuten-Zehner	4 mA	4 mA	0,6 mA	1,3 mA
Minuten-Einer	4 mA	4 mA	0,6 mA	1,3 mA

Stromaufnahme des Netztesiles unter voller Belastung aller Leiterplatten:

Betriebsspannung	Stromaufnahme
+180 V	5,2 mA
+60 V	2,5 mA
-27 V	28,0 mA
-13 V	18,0 mA

Starke Abweichungen von den angegebene-

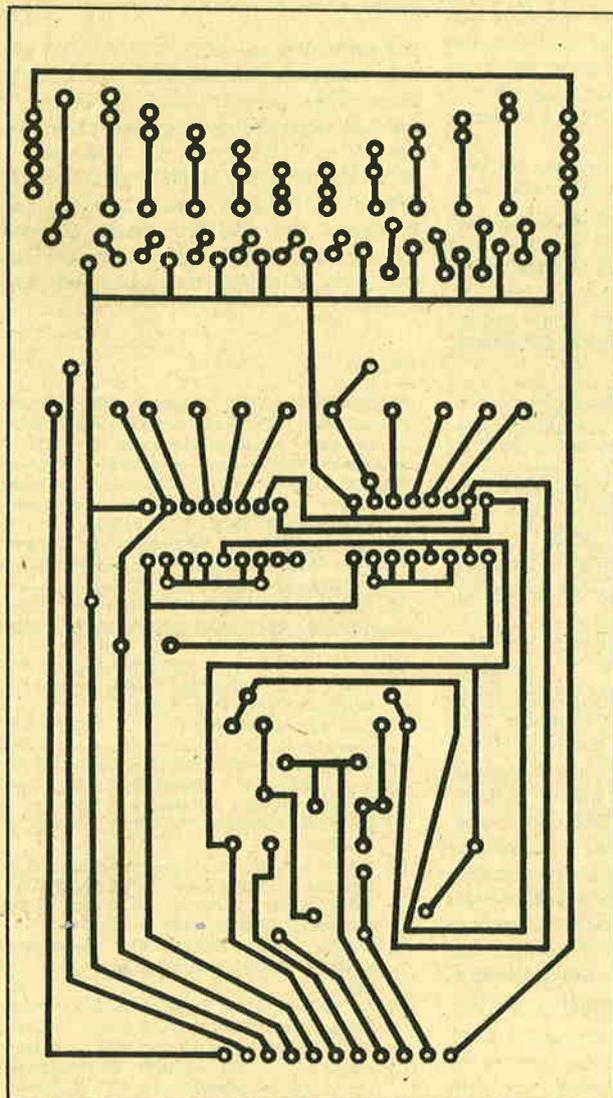


Bild 10: Leitungsführung der Platine für die Leiterplatte „Stunden-Einer“

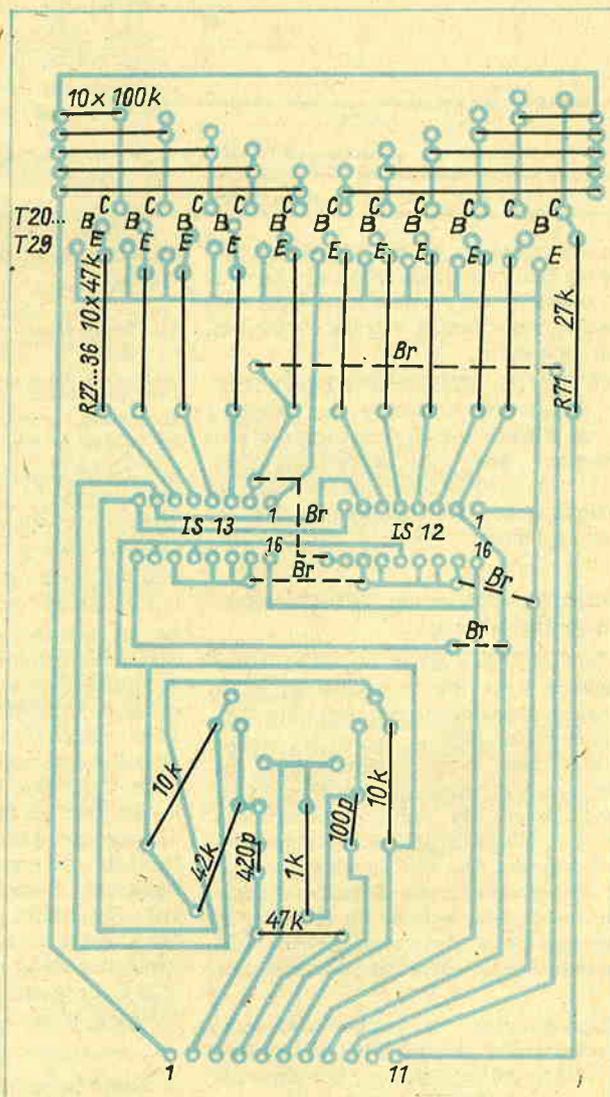


Bild 11: Bestückungsplan zur Leiterplatte nach Bild 10

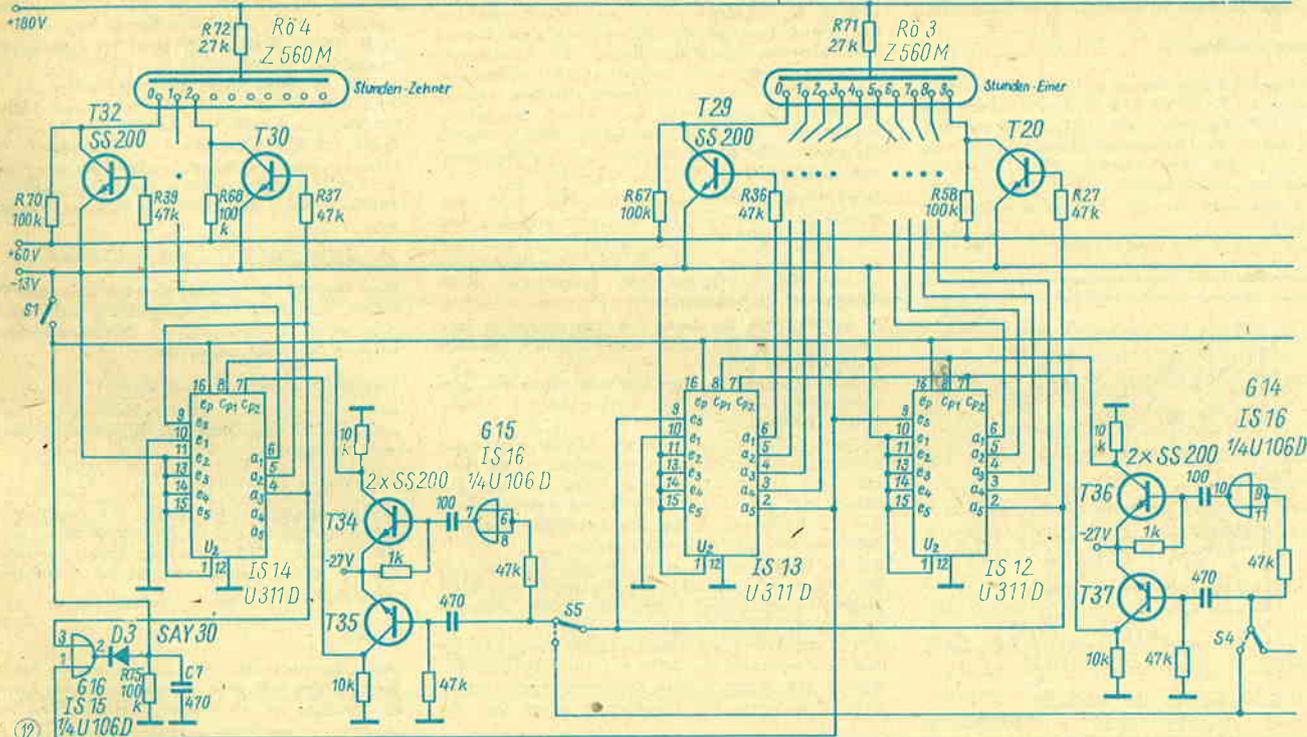


Bild 12: Stromlaufplan der Zähl- und Anzeigestufen für die Stunden

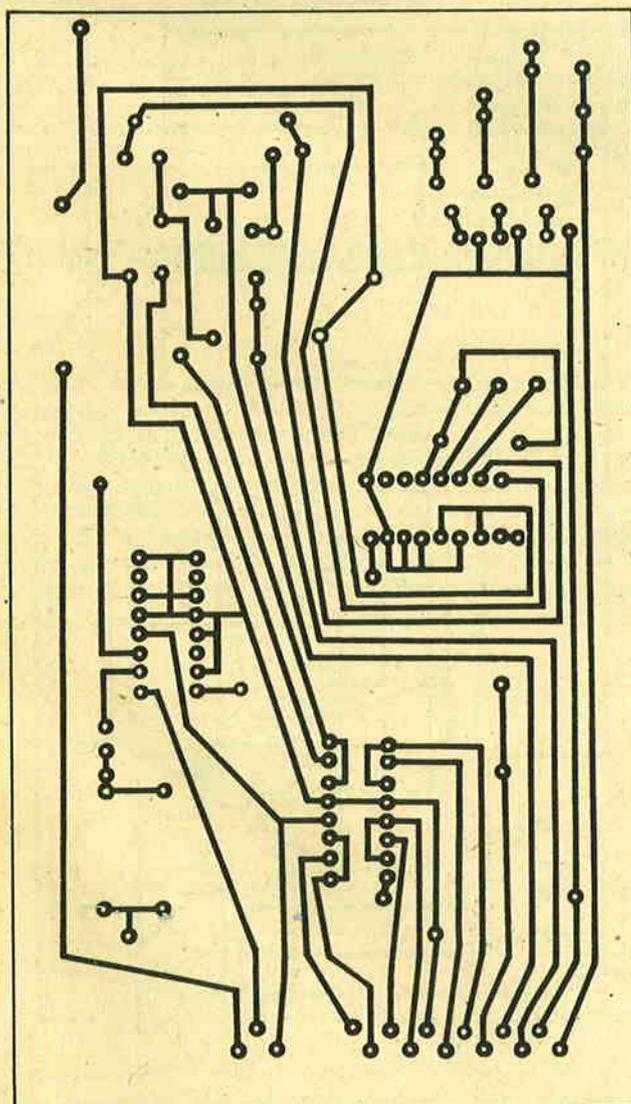


Bild 13: Leitungsführung der Platine für die Leiterplatte „Stunden-Zehner“

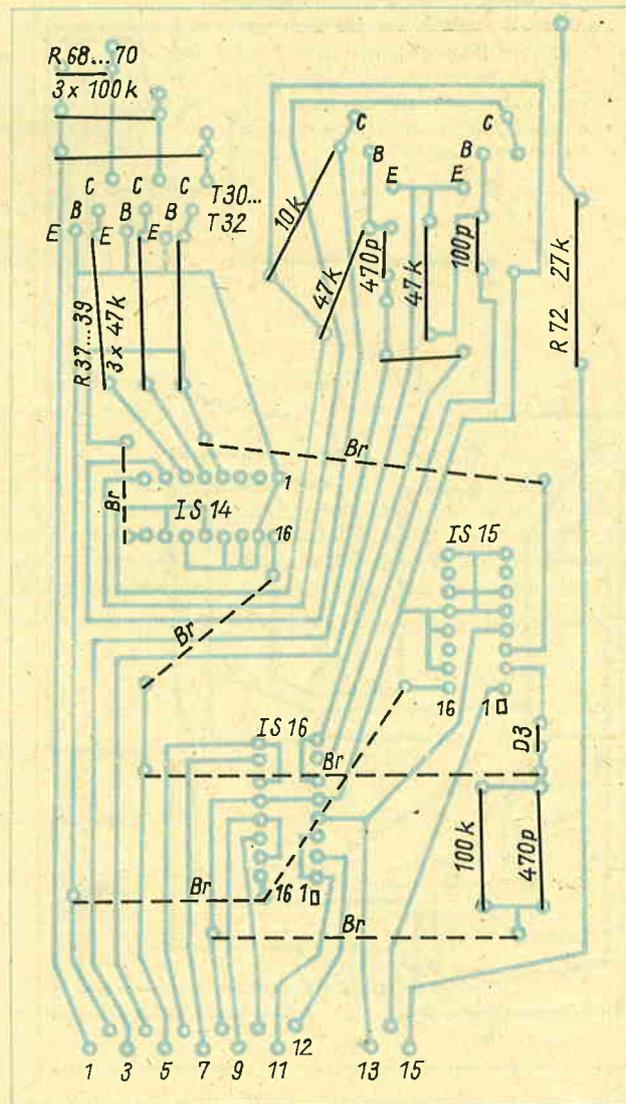


Bild 14: Bestückungsplan zur Leiterplatte nach Bild 13

# Einbau- und Lötvorschriften für p-Kanal-MOS-Bauelemente in Dual-in-line-Bauform

## Allgemeine Richtlinien

Die p-Kanal-MOS-Transistoren und integrierten MOS-Schaltkreise des Kombinat VEB Funkwerk Erfurt werden in DIL-Plastgehäuse gemäß TGL 11 611 und TGL 26 713 geliefert. Die Bauelemente-Anschlüsse sind für ein Anschlußraster von 2,5 mm ausgelegt. Durch Gehäuseform und Anschlußraster eignen sich die Bauelemente besonders für den Einsatz in gedruckten Schaltungen.

## Schutz gegen elektrostatische Aufladungen

Obwohl die Eingänge der p-Kanal-MOS-Bauelemente mit integrierten Schutzdioden versehen sind, können hohe elektrostatische Aufladungen die Bauelemente gefährden, wenn nicht besondere Schutzmaßnahmen bei der Anwendung der Bauelemente beachtet werden. In diesem Zusammenhang muß darauf hingewiesen werden, daß die integrierte Schutzdiode keinesfalls für schaltungstechnische Zwecke (z. B. als Begrenzer) verwendet werden darf.

Durch den Bauelementehersteller wird durch entsprechende Verpackung für Transport und Lagerung die erforderliche Sicherheit gegeben.

Folgende Hinweise sind bei der Verwendung von p-Kanal-MOS-Transistoren und integrierten MOS-Schaltkreisen zu beachten:

1. Arbeitsplätze, an denen mit den genannten Bauelementen gearbeitet wird, sollen leitende, geerdete Auflageflächen haben.
2. MOS-Bauelemente sollen erst unmittelbar vor ihrer Verwendung aus der Herstellerpackung herausgenommen werden.
3. Beim Transport und bei der Weiterverarbeitung müssen statische Aufladungen verhindert werden. Deshalb sind die Bauelemente in Magazinen oder Behältern mit gut leitender Oberfläche aufzubewahren bzw. zu befördern, so daß die Anschlüsse nicht mit Isoliermaterial in Berührung kommen.

Bei der Übernahme von einer Transporteinrichtung in die nächste oder in eine Verarbeitungs- bzw. Meßeinrichtung sind diese vorher auf gleiches Potential zu bringen.

4. Die Berührung der Bauelementeanschlüsse mit der Hand ist zu vermeiden. Sollte das unumgänglich sein, müssen die Personen, die die Bauelemente weiterverarbeiten sowie die Bauelemente selbst und die

Verarbeitungseinrichtungen dasselbe Potential haben. Es sind deshalb besonders sich statisch aufladende Textilien (z. B. DEDERON-Kittel) und Gegenstände (z. B. Stühle, Tische, Fußböden) aus hochisolierenden Materialien zu vermeiden.

5. Die Lötverbindungen sind einwandfrei zu erden. Besonders kritisch sind Lötarbeiten mit LötKolben. Bei häufigen Lötarbeiten (Laboruntersuchungen) empfiehlt sich die Verwendung von Fassungen. Hierbei sind die Bauelemente vor Änderungen der Schaltung aus der Fassung zu nehmen und unter Beachtung der Punkte 3 und 4 auf geerdetem Potential aufzubewahren.

## Biegebeanspruchung

Eine Biegung der Anschlüsse wird über den Winkel hinaus, der durch die Aufspreizung der Anschlüsse vorgegeben ist (max. 15° zur Senkrechten zum Gehäuseboden), nicht zugelassen.

## Torsions- und Zugbeanspruchung

Beanspruchung der Anschlüsse durch Zug- oder Torsion, die auf die Gehäusedurchführung wirken, sind nicht zulässig.

## Lagerung

Die Bauelemente sollen möglichst in der vom Hersteller gelieferten Transportverpackung (oder, mit gleichwertigen Sicherheitsmaßnahmen) entsprechend den für diese Bauelemente gültigen Lieferstandards gelagert werden.

## Lötung

Die Transistoren und Schaltkreise können bei durchkontaktierten und nicht durchkontaktierten Leiterplatten maximal bis zur Aufsetzkante eingelötet werden.

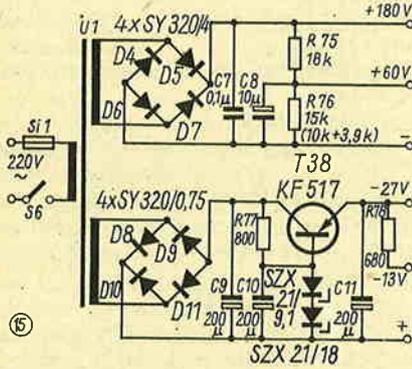
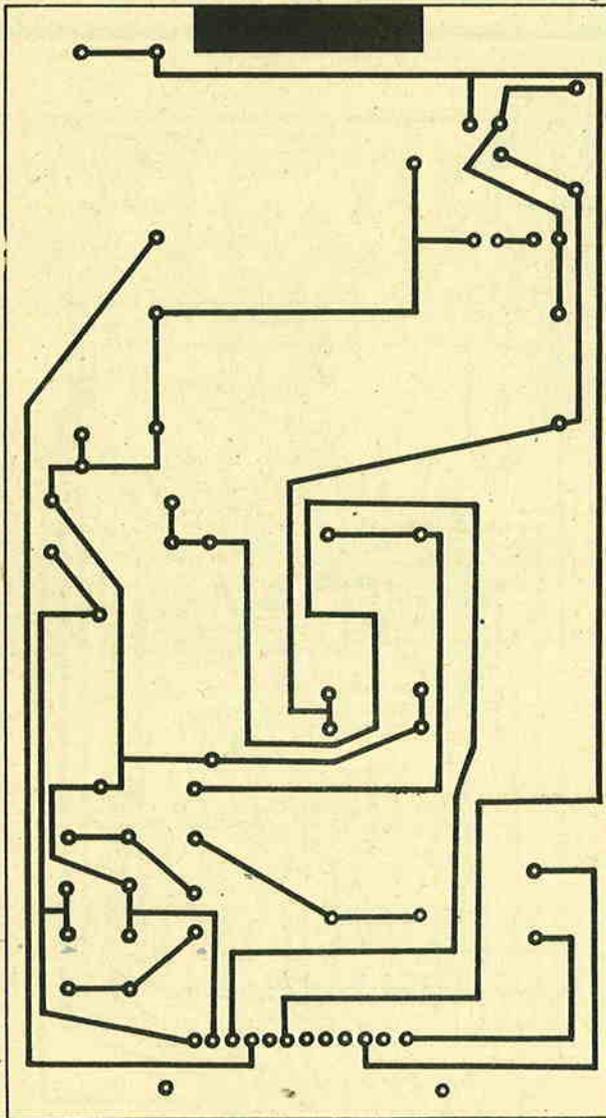
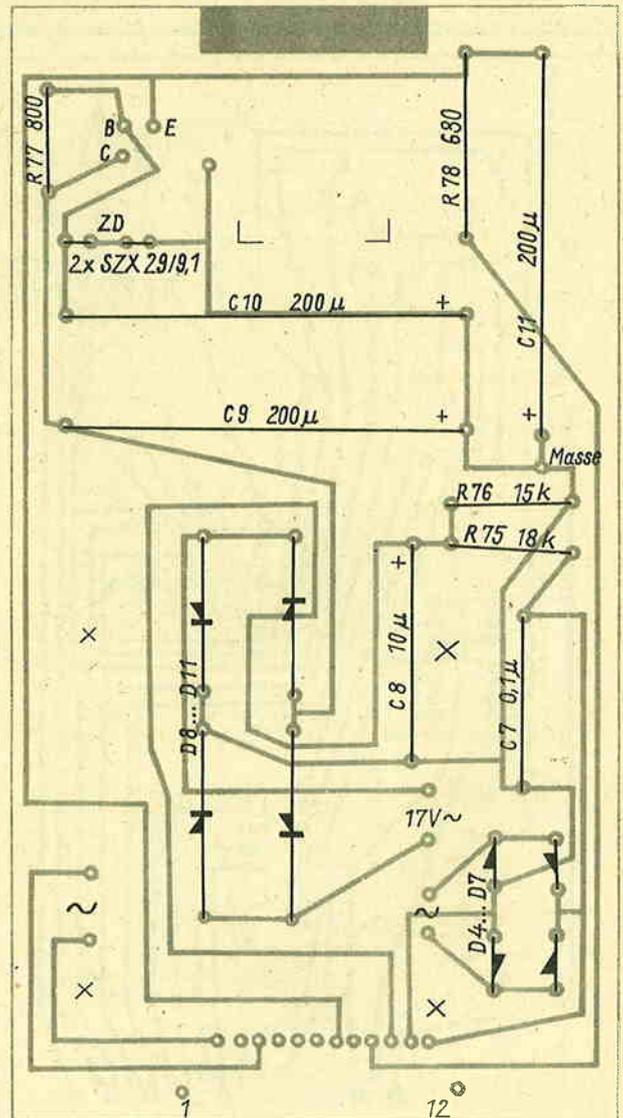


Bild 15: Stromlaufplan des Netzteils



16

Bild 16: Leitungsführung der Platine für die Leiterplatte „Netzteil“



17

Bild 17: Bestückungsplan zur Leiterplatte nach Bild 16

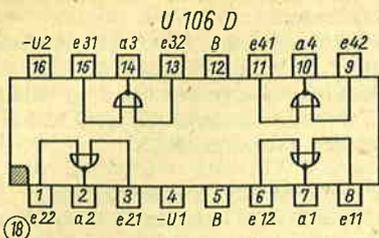


Bild 18: Anschlußbelegung des Schaltkreises U 106 D

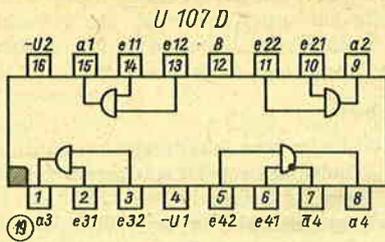


Bild 19: Anschlußbelegung des Schaltkreises U 107 D

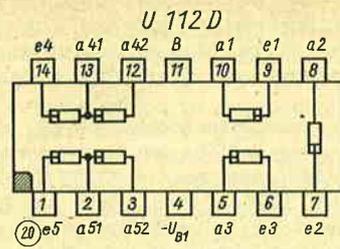


Bild 20: Anschlußbelegung des Schaltkreises U 112 D

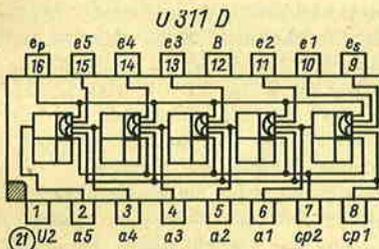


Bild 21: Anschlußbelegung des Schaltkreises U 311 D

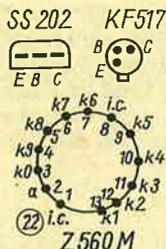
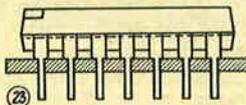


Bild 22: Anschlußbelegung der Transistoren SS 202 und KF 517 sowie der Ziffernanzeigeröhre Z 560 M  
Bild 23: Bauform der MOS-Schaltkreise im DIL-Gehäuse



tätigung der Mikrotaster S2 für Minuten-Zähler, S3 für Minuten-Zehner, S4 für Stunden-Einer und S5 für Stunden-Zehner voreingestellt.

Die Voreinstellung erfolgt mit dem aus der Steuereinheit abgegriffenen Sekundenimpuls. Bei einwandfreier Funktion aller Stufen läuft die Uhr nach Beendigung der Voreinstellung mit dem Minutenimpuls der Steuereinheit weiter.

### 3.2. Kalibrierung der Uhr

Nach erfolgter Einstellung wird die Uhr nach einem Zeitzeichen gestellt. Zeitzeichen können über folgende Zeitgeber entgegengenommen werden: Telefon, Rundfunkgerät, Fernsehgerät. Dabei wird die Uhr bis auf eine Minute zu dem einzustellenden Wert voreingestellt. Die Nachstellung erfolgt durch Betätigung des Schalters S2 für den Minuten-Einer. Nach einem Tag ist bereits eine Gangtendenz zu erkennen. Mit Hilfe des Trimmers C1 erfolgt die Feinkalibrierung. Die erforderliche Genauigkeit wird nach mehrmaliger Feinkalibrierung in größeren Zeiträumen erreicht.

### Lötzeiten und -Temperaturen für p-Kanal-MOS-Bauelemente in Dual-in-line-Bauform Tabelle 2

	Kolbenlötung	Tauch- oder Schwalllötung
Löttemperatur	max. 270 °C	max. 250 °C
Lötzeit	max. 5 s	max. 5 s

Löttemperatur und Lötzeit sind Maximalwerte und dürfen nicht überschritten werden.

nen Richtwerten deuten auf fehlerhafte Baueinheiten hin.

### 3.1. Einstellen der Uhr

Nach Inbetriebnahme haben die Schieberegister einen beliebigen Anfangszustand und demzufolge auch die Anzeige. Die Nullstellung der gesamten Anzeige erfolgt durch Betätigung des Mikrotasters S1. Danach wird jede Zählereinheit durch Be-