

Eine *elektronische Baugruppe*, die in der Lage ist, auf einer Vielzahl von verschiedenen Elektronenstrahlröhren eine Uhr darzustellen.

Alternativ kann auch der Mikrocontroller entfernt werden und ein eigener Controller oder Einplatinencomputer kann die Steuerung der Röhre übernehmen. Hierzu sind die Eingänge der D/A-Wandler und die Helligkeitssteuerung nach außen geführt und werden mit TTL-Pegel bedient.

Vorwort

Diese Unterlage soll beim Aufbau des Bausatzes behilflich sein und dabei helfen die Baugruppe in Betrieb zu nehmen, die noch erforderlichen Komponenten auszuwählen und zur kompletten Uhr mit Elektronenstrahlröhre aufzubauen. Hierbei wird ein relativ hohes Maß an Kenntnissen auf dem Gebiet der Elektronik vorausgesetzt. Da Spannungen von bis zu 1600V zum Einsatz kommen, nachfolgend einige allgemeine Hinweise über Gefahren im Umgang mit Hochspannung. Ich erhebe keinerlei Gewähr auf Richtigkeit und Vollständigkeit der nachfolgenden Informationen. Jeder ist für seine Sicherheit selbst verantwortlich! Der Leser soll lediglich für einige Gefahren im Umgang mit Hochspannung sensibilisiert werden.

Gefahr eines elektrischen Schlages

Gefahr besteht nicht nur beim Berühren eines Leiters, sondern bei 1500V reicht bereits eine Annäherung, so dass ein Funke überspringen kann und somit ein Strom durch den menschlichen Körper fließt. Beim Hochspannungsteil unserer Baugruppe begrenzt sich dieser schaltungsbedingt auf etwa 60mA. Das ist nicht harmlos, Ströme von mehr als 20mA können bereits tödlich sein ! Metallische Gehäuseteile müssen geerdet werden. Nie Teile eines Mess- oder Versuchsaufbaus berühren, wenn die HV-Quelle eingeschaltet ist ! Kondensatoren können selbst nach Monaten noch eine gefährliche Restladung enthalten und sich auch im Laufe der Zeit selbst statisch aufladen ! Hochspannungskondensatoren müssen aus diesem Grund kurzgeschlossen gelagert werden. Auf unserer Leiterplatte haben alle Kondensatoren Entladungswiderstände, sodass spätestens eine Minute nach dem Abschalten der Versorgungsspannung Berührungen gefahrlos möglich sein sollten.

Gefahr durch Implosion !

Beim Umgang mit der Röhre sollte immer eine Schutzbrille getragen werden. Sie ist luftleer und bei einem harten Stoß oder sonstiger Beschädigung kann sie implodieren und Glassplitter fliegen herum. Es existieren zwar interessante Konstruktionen mit nackter Röhre, sie sollte aber trotzdem zusammen mit der Elektronik immer in einem Gehäuse untergebracht werden.

Allgemeines zur RöhrenUhr

Oszilloskopröhren, Katodenstrahlröhren oder wie man sie auch nennen mag, gehören weitestgehend der Vergangenheit an, da sie heutzutage meist durch LCD-Displays ersetzt werden. Allerdings schlummern noch jede Menge davon in zahlreichen Bastlerstuben. Diese zum Leben zu erwecken und uns eine Freude zu bereiten ist Aufgabe dieser Baugruppe. Sie stellt alle Signale und Spannungen zur Verfügung, die zur Ansteuerung vieler 7-10cm Röhren notwendig sind. Gegebenenfalls müssen einige Anpassungen am Spannungsteiler für die Röhrenspannungen vorgenommen werden (R54-R58). Röhren mit größerem Durchmesser können ebenfalls betrieben werden, jedoch ist dafür oft eine zusätzliche Beschleunigungsspannung notwendig. Diese kann leicht aus einer Eigenbau-Hochspannungskaskade gewonnen werden, da der Strombedarf im μA -Bereich liegt.

Das Modul (Baugruppe) ist als ‚Funkuhr‘ zum Empfang der DCF77 – Zeitzeichensignale ausgelegt. Alternativ dazu besteht allerdings auch die Möglichkeit, die Uhr netzsynchronisiert zu betreiben. Allerdings wird hierbei um Mitternacht nur der Tag des Datums hochgezählt. Zum Einstellen der Uhrzeit und des Datums dienen dabei zwei Taster.

Die Bildwiederholfrequenz ist netzsynchron und beträgt damit 50 bzw. 60Hz, je nach Wahl. Dadurch bewirken Streufelder von benachbarten Trafos kein Flimmern oder Flackern und es kann meist auf eine magnetische Abschirmung der Röhre verzichtet werden.

Bedienung

Im Folgenden wird auf die Platzbezeichnung (z.B. P51) einiger Trimmer, Anschlüsse, Jumper und sonstiger Bauteile Bezug genommen. Zum Auffinden verwenden Sie bitte die beiliegende Zeichnung.

Manuelles Stellen über 2 Taster

Anschluss der Taster an JP9: T2 zwischen Pin 13 und 14 und T1 zwischen Pin 15 und 16, s.S.8

- Einmal T1 drücken: aktiviert die Zeiteinstellung mittels T2:
 - innerhalb 60 Sekunden können nun die Minuten mit T2 eingestellt werden
 - T1 erneut drücken: nun können die Stunden mit T2 eingestellt werden
 - T1 erneut drücken: nun können die Tage mit T2 eingestellt werden
 - T1 erneut drücken: nun können die Monate mit T2 eingestellt werden
 - T1 erneut drücken: nun kann das Jahr mit T2 eingestellt werden
 - T1 erneut drücken: Verlassen der Einstellfunktion
- Nur T2 drücken: toggelt zwischen MEZ und **UTC**. *Hinweis:* In der Zeit nach Mitternacht, wo ein Umschalten auf UTC einen Datumssprung nach gestern auslösen müsste, bleibt das aktuelle Datum stehen. Dies war keine Bequemlichkeit des Programmierers, vielmehr hatte ursprünglich der Speicher im µC für diese Realisierung nicht ausgereicht.
- Bei Betrieb ohne DCF77 auf MESZ schalten: PIN 1 - 2 des DCF-Eingangs JP5 mit einer Brücke verbinden.

Weniger anzeigen, Text im Display

Warum sollte man dies wollen ? Oszilloskopröhren sind keine Helligkeitswunder und das Bild wird umso schwächer, je mehr der Elektronenstrahl zu malen hat. Außerdem wird die Ablesbarkeit bei vollem Schirm und größerer Entfernung schlechter, weil sich die Zeiger kaum noch vom auch leuchtenden Hintergrund abheben. Mit 2 Steckbrücken an JP9 (Seite 8), lassen sich das Datum, ein Teil des Ziffernblattes oder beides abschalten. Dazu bitte Netzstecker ziehen ! „NO_DATE“ schaltet das Datum ab und „Spar_Skala“ lässt nur noch 4 Zahlen auf dem Ziffernblatt stehen. „60Hz“ schaltet auf 60Hz Netzbetrieb und US-Datumsformat um. Wurde ein Text im Display gewünscht, wird dieser bei gesteckter Brücke ‚Display Text On‘, JP9 5-6 angezeigt.

Einstellen der Bildlage und Größe

Dies ist mit Sicherheit bei der Inbetriebnahme oder einem Röhrenwechsel notwendig. Auch bei einer Standortveränderung der Uhr wird sich, bedingt durch das Erdmagnetfeld oder Metallteile, die Lage des Bildes auf dem Schirm verändern.

Drehen Sie vorsichtig an den Präzisionstrimmern:

P41	X – Position	P31	Y – Position
P10	X – Größe	P14	Y – Größe

Einstellen der Bildhelligkeit und Schärfe

Passt die verwendete Röhre zu den Werten der Widerstände R53 bis R58, so kann mit P52 die Helligkeit von komplett dunkel bis sehr (zu) hell eingestellt werden. Ist dieser Bereich verschoben, genügt es meist R53 zu verändern. Oft kann nicht dunkel genug eingestellt werden, dann ist R53 zu erhöhen. Die Helligkeit sollte keinesfalls so hoch gewählt werden, dass die eigentlich dunkelgetasteten Strahläufe sichtbar sind. Durch wechselweises Verstellen von P51 und P50 kann die Strahlschärfe optimal eingestellt werden.

P52	Helligkeit	P51	Fokus	P50	Astigmatismus
-----	------------	-----	-------	-----	---------------

Wahl der Anodenspannung

Tatsächlich ist dies, aus schaltungstechnischen Gründen, die negative Katodenspannung. Aus Sicht der Röhre ist dies aber egal. Mit den Steckbrücken JP1 und JP3 kann in Stufen von 300V zwischen -600V und -1500V gewählt werden. Siehe Abbildung 1. Höhere Spannung bewirkt

hellere und schärfere Bilder, allerdings auch einen erhöhten Verschleiß der Röhre. Das Bild wird außerdem kleiner, da der Elektronenstrahl ‚härter‘ wird und sich schwerer ablenken lässt. Daher ist eine Korrektur nach jeder Anodenspannungsänderung mit den entsprechenden Einstellern erforderlich.

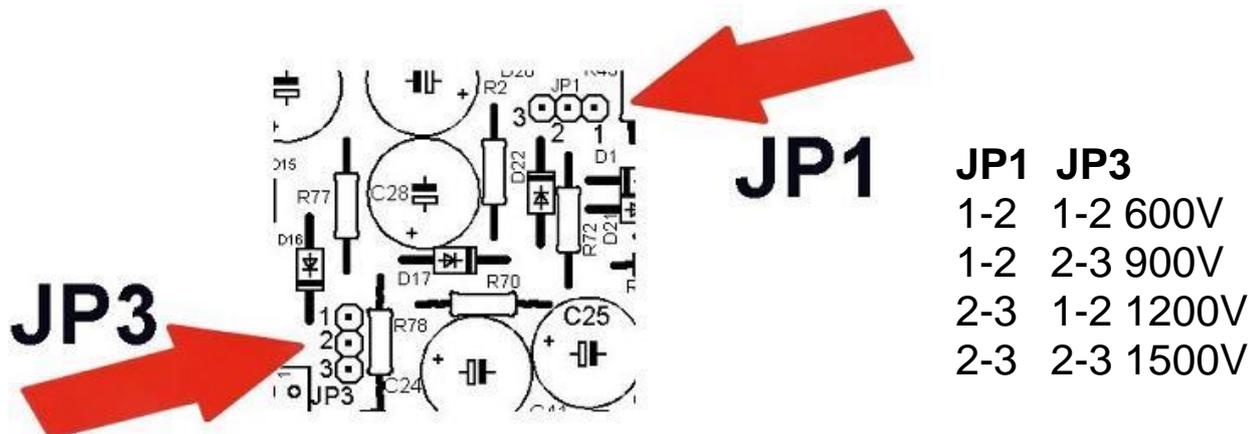


Abbildung 1

Anschluss der Versorgungsspannungen

- 12...15 VAC, 120mA an X2, Hinweis: Die Verlustleistung in den Spannungsreglern IC5 und IC6 steigt mit höherer Eingangswchelspannung. Bleibt man im Bereich bis ca. 14VAC, kann auf eine Kühlung verzichtet werden. **ACHTUNG**: Metallfahne liegt beim IC6 *nicht* auf GND !
- 210...235 VAC, 50mA an X3, **Niemals** direkt die Netzspannung anschließen ! Die gesamte Baugruppe würde sonst auf Netzpotenzial liegen ! Das ist **lebensgefährlich** !
- 6,3V Heizspannung an X1, 60mA...800mA, je nach verwendeter Röhre. **Achtung**: Manche Röhren benötigen nur 4V !

VORSICHT !!! Diese Spannung muss unbedingt gegenüber allen anderen mit einer Spannungsfestigkeit von min. 1500V potenzialgetrennt sein ! Nochmals **ACHTUNG**: Diese Spannung liegt auch gegenüber GND auf -1600V !

Die Schraubklemmen X1...X3 nicht zu fest anziehen, sie werden jeweils nur von *einem* Lötpad gehalten. Am besten mit einem Tropfen Sekundenkleber fixieren.

Hinweise zu den Versorgungsspannungen:

- Spannungsangaben auf Trafos gelten unter Nennlast. Da diese bei der RöhrenUhr-Elektronik selten erreicht wird, könnten die Spannungen zu hoch ausfallen. Besser alle Spannungen unter unserer Last nachmessen.
- Es können Vorwiderstände, 1 Watt reicht vollkommen aus, verwendet werden, um zu hohe Trafospannungen herunterzusetzen. Dabei ist zu beachten, dass, bedingt durch den Ladestrom der Elkos, die Spitzen der Wechselfspannung gekappt werden. Kontrolliert man die Eingangswchelspannung, zeigt ein normales effektivwertgeeichtes Vielfachmessgerät daher zu hohe Werte an. Besser die Gleichspannung messen. Katode D7: 15...19V, Katode D15: 280...330V.
- Der eigens für dieses Projekt angefertigte Ringkerntransformator **TRA800** liefert passend alle Spannungen und Ströme bei geringem Streufeld und einem Ø von nur 66mm. Selbstverständlich weist seine Heizwicklung die notwendige Isolation von > 1600V gegenüber allen anderen Wicklungen auf.

Anschluss der Röhre

- Die Röhre wird an CON3 angeschlossen. Für einige Typen haben wir Vorschläge zum korrekten Anschluss gesammelt. Siehe letzte Seite dieser Anleitung !
- Bei Röhren deren Katode mit einem Heizfadenanschluss verbunden ist, müssen die Widerstände R61, R62 entfernt werden.
- Die Leitungen zu den Ablenkplatten sind kapazitätsarm, möglichst *nicht* in einem Kabelbaum, zu verlegen. Die X/Y-Endstufen sind recht hochohmig, eine zu hohe kapazitive Belastung bewirkt ein unschönes 'Verschleifen' von Kanten. Außerdem kann es durch kapazitive Verkopplungen der Leitungen untereinander zu Beeinflussungen kommen. Besonders die Leitung zur Katode (CON3 Pin 7) könnte 'stören', da auf ihr die steilflankigen (0,25ns/V) Austastimpulse mit hoher Spannung liegen. Halten Sie diese etwas von den anderen entfernt, um unschöne Verzerrungen zu vermeiden.

Hinweise und Tipps zum Bausatz

Nicht alle Bauteile die im Stromlauf- und im Bestückungsplan erscheinen werden auch bestückt ! Einige sind für zukünftige Erweiterungen vorbereitet. Für **nicht zu bestückende** Bauteile und im Falle von unklaren Bauteilwerten oder -bezeichnungen, beziehen Sie sich bitte auf die **Stückliste!**

Der Zusammenbau der Uhr ist einfach, wenn der Erbauer sich für das Bestücken der Leiterplatte Zeit nimmt. Als Erstes sollten die nahe beieinander liegenden Löt pads mit einem Filzstift markiert werden. Üblicherweise beginnt man mit dem Bestücken der bedrahteten Bauelemente, deren Anschlussdrähte danach geringfügig umgebogen werden, um sie am Herausfallen zu hindern. An den Stellen, bei denen die Löt pads dicht beieinander liegen, können sich diese Drahtenden leicht berühren und so zu schwerwiegenden Kurzschlüssen führen, die sehr mühsam aufzufinden sind. Dies ist besonders bei den 4 Ablenktransistoren T3-T6 und den umliegenden Bauteilen der Fall. Die Markierung mit dem Filzstift erinnert daran, hier ein besonderes Augenmerk darauf zu richten. Als letztes werden die IC-Sockel bestückt und verlötet.

Die Transistorpärchen T3 -T4 und T5 - T6 sind jeweils thermisch miteinander zu koppeln indem sie miteinander verschraubt werden. Hierbei kann etwas *elektrisch nicht leitende* Wärmeleitpaste verwendet werden. Der dickere Strich symbolisiert die Metallfläche, bitte NICHT mit den Metallflächen zueinander montieren ! Alle 4 schauen in die gleiche Richtung.

Die Präzisionstrimmer sollten auf der Leiterplatte *aufliegen*, sonst wackeln sie beim Drehen und die Beinchen brechen über kurz oder lang ab.

Löten: Niemals in eine Lötstelle mit dem Seitenschneider hineinschneiden !!! Immer die Anschlussdrähte der Bauteile **vor** dem Löten kürzen !

Kommen wir zu **IC1**. Es ließ sich nicht vermeiden, hier ein SMD-Bauteil einzusetzen. Allerdings sollte ein Pinabstand von 1,27mm keine unüberwindbare Hürde darstellen. Im Internet (YouTube) gibt es einige Videos, die zeigen, wie man ohne besondere Ausrüstung diesen Chip schneller und sauberer auf die Leiterplatte lötet als ein bedrahtetes Bauteil. Und es funktioniert !

Inbetriebnahme und Abgleich

Zuerst sollte man ohne ICs und Röhre die Spannungen des Netzteils prüfen (jeweils gegen GND, Steckbrücken JP1 und JP3 auf -600V.

- 5V an Pin 40 von IC8
- +12 V an Pin8 von IC3
- -12 V an Pin4 von IC3
- +250V an Pluspol von C26
- ca. -600V an einem Beinchen von R61

Abgleich:

- Spannung ausschalten und > 1 min warten.
- Alle IC's stecken
- P10 und P14 auf Linksanschlag
- Spannung an CON3 Pin4 mit P41 auf ca. 140V einstellen.

- Spannung an CON3 Pin3 kontrollieren, soll 130V...150V.
- Spannung an CON3 Pin2 und mit P31 auf ca. 140V einstellen.
- Spannung an CON3 Pin1 kontrollieren, soll 130V...150V.
- Spannung aus, Röhre anschließen, Spannung ein. Nun sollte ein Leuchtpunkt auf dem Schirm erscheinen (evtl. mit P52 etwas die Helligkeit anpassen)
- Mit P31 und P41 ggf. die Mittellage korrigieren
- Mit P50 Leuchtpunkt möglichst rund einstellen, dann mit P51 scharf stellen (kleinster Durchmesser)
- P10 und P14 nach rechts drehen, nun sollte sich der Leuchtpunkt in ein Ziffernblatt verwandeln.

Sonstiges

Bei der Auswahl der Röhre sollte darauf geachtet werden, dass bei dieser möglichst der gesamte Schirmdurchmesser nutzbar ist. Bei manchen ist zugunsten der Y-Ablenkempfindlichkeit der Winkel der max. Y-Strahlableitung begrenzt, s. Datenblatt.

Bei Röhren mit einem Sockel bei dem die Stifte direkt im Glas eingeschmolzen sind, bitte *äußerste Vorsicht* walten lassen. Bei den kleinsten Kräften, die auf das Glas ausgeübt werden, bricht dieses! Im Vergleich dazu besteht ein rohes Ei aus Granit ! Verbogene Stifte mittels geeigneter Werkzeuge so richten, dass auch nicht das *kleinste* Biegemoment am Glas ankommt. Die Fassung nur aufstecken, wenn alle Stifte absolut gerade sind !

Jede Röhre reagiert auch auf das *Erdmagnetfeld*. In kommerziellen Geräten ist diese meist so gut abgeschirmt, dass dieser Einfluss sehr gering ist. Aus ästhetischen Gründen verzichten wir bei der Röhrenuhr allerdings oft darauf und müssen daher mit Fremdfeldern umgehen. Manche Röhren reagieren so empfindlich, dass, je nach Drehrichtung, der Strahl große Flächen vom Schirm gar nicht mehr erreicht. Mit einem kleinen magnetisierten Stahlteil (selbst ein winziger Magnet ist schon zu stark) geschickt in der Nähe des Röhrenhalses platziert, lässt sich der Strahl wieder zurückholen.

Obwohl durch die Bildwiederholfrequenz von 50Hz die Darstellung auf dem Schirm recht unempfindlich gegenüber gleichfrequenten Magnetfeldern ist, können sich starke Felder störend bemerkbar machen. Wenn also die Zeiger nicht mehr richtig treffen oder sich von ihrer Befestigung entfernen, Zahlen nicht mehr da stehen wo sie sollen, hilft nur noch ein größerer Abstand der Röhre von der ‚Störquelle‘ oder ein Drehen des Trafos.

Optionale Anschlüsse

Anschluss eines DCF77 – Empfängers

Die DCF77-Impulse müssen ‚positiv‘ sein, d.h. der kurze Puls HI und der längere LOW. Der Impulsausgang wird an JP5 Pin 2 angeschlossen, GND liegt auf Pin 3, eine Versorgungsspannung von 3,3V für das Empfangsmodul kann an Pin 1 abgenommen werden. Bei Modulen die 5V Betriebsspannung benötigen, muss D24 entfernt und R18 überbrückt werden. Ein Blinken im Sekundentakt der roten LED1 deutet auf einen ausreichend guten Empfang des Zeitzeichensenders hin.

Den Status des DCF-Empfangs erkennt man an einem Symbol im Display:

Symbol	Beschreibung
	Uhr läuft netzsynchronisiert. Kein DCF-Empfang oder kein Empfänger angeschlossen.
	DCF-Impulse festgestellt aber fehlerhaftes Paket empfangen oder noch nicht synchronisiert (nach dem Einschalten)

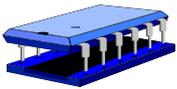


Korrektes Zeitsignal empfangen
und Uhr synchronisiert

Anschluss einer „Dunkeltastung“ (Bewegungsmelder)

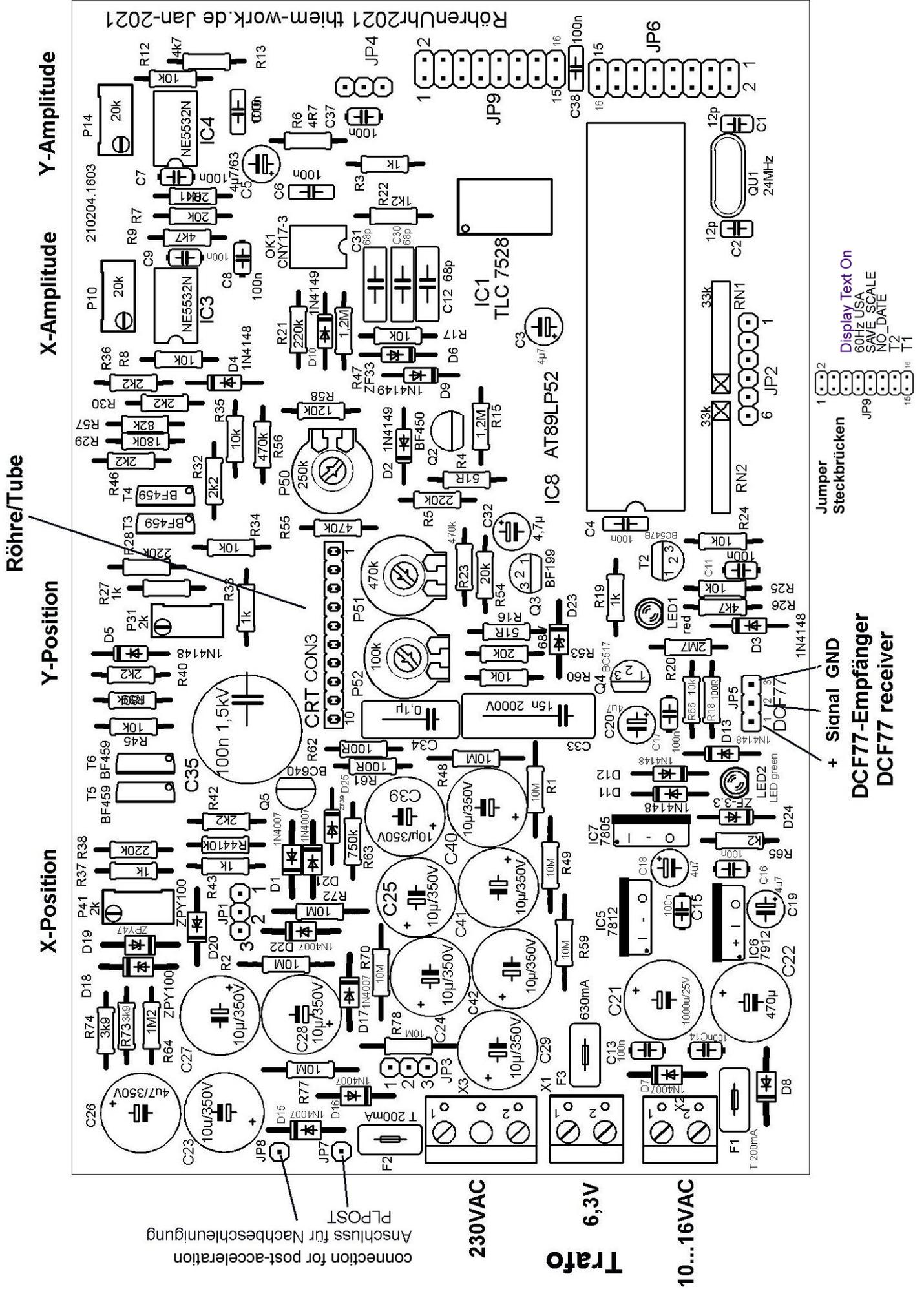
Um die Leuchtschicht der Röhre zu schonen, kann diese durch ein externes Signal, z.B. dem eines Bewegungsmelders, auf 'dunkel' geschaltet werden. Hierzu muss Pin 3 von JP9 auf GND geschaltet werden. Dies geschieht zweckmäßigerweise mit einem „Open Kollektor“ npn-Transistor, der mit etwa 5mA belastbar sein muss. Bitte keine Spannung an diesen Pin anlegen! An JP4 Pin 1 kann +12V Betriebsspannung, max. 100mA, und an Pin 2 0V (GND) abgenommen werden.

Bezugsquellen: Erste Adresse für Röhren und Zubehör ist die Firma „**Frag Jan zuerst**“, Dipl.-Ing. Jan Philipp Wüsten, Preiler Ring 10, D-25774 Lehe, Telefon: (+49) 04882-6054551
<http://www.scopeclock.de/>



Elektronische Baugruppen und Bausätze Inhaber: Elke Thiem, Jean-Hofmann-Str. 21, D-63500 Seligenstadt, Tel. 06182-290366, E-Mail: info@thiem-work.de, URL: www.thiem-work.de, USt-Id: DE 812379577

Bestückungs- und Anschaltplan



Connection of some tubes to our tube clock electronic **ACHTUNG Attention** The resistance values are for orientation only. Blank fields: no change

Signal	CON3	B7 S2	D7-16	5ADP-1, DG13-14, DN10-14	B7 S4-01	D13-27	D7-210	D3-11, D3-111	8LO29I	DG7-74A	DG7-32 DG7-31	DG7-36 3WP12	D13-480	3JP12	DG7-6
FIL1	10 ws	14	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	14	9
FIL2	9 gr	1	2	14	14	14	2	2	14	12	12	12	14	1	1
G1	8 vio	3	3	3	3	3	3	3	3	2	2	2	3	3	8
K	7 bl	2	4	2	2	2	4	4	2	3	3	3	7	2	
G3	6 gn	4	5	5	4	4	5	5	5	4	4	4	8	5	7
DX2	3 rot	7	6	8	6	10	7	11	11	7	6	6	4	8	2
DX1	4 or	8	7	7	7	9	8	9	10	6	7	7	6	7	3
a,G2,G4	5 ge	9, 12, a	8	9	5, 8, 12, a	5, 8, 11, 12	10	8	9	8, a2 (lateral)	8	8	9	9	4
DY1	2 brn	10	9	10	10	6	11	6	8	9	9	9	10	10	5
DY2	1 sw	11	10	11	9	7	13	7	7	10	10	10	12	11	6
R53		39k					8k2	10k			100k				
R54				120k			100k	120k				100k		220k	
R56															0
R58														180k	0
															remove R61+R62

No guarantee for the correctness ! Please optimize by own tests, e.g. by swapping the X/Y deflection connections

2021-März

