

# ELV-UNISCOPE

## 10 MHz-Oszilloskop von ELV-HAMEG)

### Teil 5:

### Abgleich- und Testanleitung

*Dieser Artikel befaßt sich mit der Prüfung und dem Abgleich des ELV-UNISCOPEs. Alle hierfür durchzuführenden Maßnahmen setzen voraus, daß alle in der Bauanleitung beschriebenen Arbeiten richtig ausgeführt wurden.*

Vorweg ein wichtiger Hinweis: Aufgrund einer Veränderung an der Netzbuchse mußte die in Bild 4 wiedergegebene Anschlußbelegung geändert werden. Die vier Drähte am Umschalter (rot, gelb, grün und weiß) sind jetzt genau entgegengesetzt anzulöten. Zur Vermeidung weiterer Fehler ist das komplette Anschlußbild untenstehend nochmals dargestellt. Ferner wurde beim wiederholten Studium der Bauanleitung festgestellt, daß einige Kriterien nicht ausführlich genug behandelt wurden. Auf diese wird daher in den folgenden Abschnitten nochmals eingegangen.

#### a) Optische und mechanische Kontrolle

Wieder bezugnehmend auf die Netzbuchse wird dringend empfohlen, die Anschlüsse nochmals mit der neuen Darstellung zu vergleichen. Den VDE-Vorschriften entsprechend müssen die Drähte vor dem Anlöten durch die Ösen gesteckt und um diese herumgebogen werden. Ferner ist darauf zu achten, daß die kurz zu haltenden Verbindungsdrähte zwischen Trafo und Netzbuchse durch eine Isolierbuchse geführt sind. Zumindest sollte ein dicker Isolierschlauch darübergeschoben sein. Besondere Aufmerksamkeit erfordert auch die Lötöse, welche den Masseanschluß der Netzbuchse mit dem Chassis verbindet. Sie muß eine feste und haltbare Verbindung darstellen. Abschließend ist der Netzkasten mit dem dafür vorgesehenen Plastikdeckel (Rastnocke nach unten) sorgfältig zu verschließen.

Ebenfalls sehr wichtig sind die Sockelanschlüsse der Bildröhre. Zu beachten ist, daß die Anschlüsse 1-5 Hochspannungs-

potential besitzen. Die Anschlußdrähte dafür müssen daher besonders gut isoliert verlegt sein. Alle Anschlüsse sind nochmals mit Bild 5 zu vergleichen. Es wird darauf hingewiesen, daß bei falscher Beschaltung die Bildröhre sofort nach Inbetriebnahme ausfallen kann. Auch sind die Anschlußstifte der Bildröhre sehr empfindlich. Bei unsachgemäßem Aufsetzen der Fassung kann die Röhre ebenfalls zerstört werden. Daher sollte man vorher kontrollieren, ob auch keiner der Stifte verbogen ist. Ein evtl. erforderliches Nachbiegen darf nur sehr behutsam geschehen.

Hinsichtlich der Verbindungen zwischen den einzelnen Leiterplatten ist folgendes zu beachten: Alle Flachbandkabel sind auf einer Seite direkt in die Leiterplatte eingelötet. Auf der anderen Seite werden die abisolierten Drähte einfach in die jeweils dafür vorgesehenen 6poligen Kontaktleisten gesteckt. Nach den bisherigen Erfahrungen gibt es keine Kontaktschwierigkeiten. Im Zweifelsfalle kann aber auch die andere Seite des Flachbandkabels direkt in die Leiterplatte eingelötet werden. Es ist zu beachten, daß keines der Flachkabel verdreht sein darf. Die Anschlußfolge verläuft immer parallel mit der Gegenseite. Zum Abschluß der optischen Kontrolle ist noch die Lage der Bauteile zu überprüfen. Dabei ist es besonders wichtig, daß die auf der Hauptleiterplatte befindlichen Tastenschalter richtig bis an die Begrenzung eingedrückt angelötet sind. Andernfalls können in Verbindung mit den Schubstangen mechanische Störungen auftreten. Weiterhin sollte man kontrollieren, ob auch alle Elkos sowie andere große Kondensatoren richtig auf der Leiterbahnplatte aufsitzen. Dabei ist auch nochmals die richtige Polarität der



Elkos zu überprüfen. Dies hat besonders sorgfältig zu geschehen, da oftmals die falsche Polarität eines kleineren Elkos nicht unbedingt zum Versagen des Gerätes führen muß, aber dennoch verschiedene Funktionen beeinflussen kann, was nicht immer sofort bemerkt wird. Eine außerdem noch wichtig erscheinende Kontrolle ist die Überprüfung der Typen- und Seitenrichtigkeit aller Transistoren und IC's. Dies sollte unbedingt anhand der Bestückungspläne erfolgen.

Im Anschluß an die optischen Kontrollen sollte eine Überprüfung der Drehmomente aller Schalter und Regler erfolgen. Außerdem ist festzustellen, ob die Bildröhre am Frontchassis an allen vier Seiten in Gummi gelagert ist. Die Schirmfläche der Bildröhre muß etwa 24 mm aus dem Frontchassis herausragen. In dieser Lage muß die Röhre relativ festsitzen. Auch sollte man unbedingt versuchen, an der Bildröhrenfassung zu wackeln. Läßt sie sich hin und her bewegen, ist wahrscheinlich der Gummiring um den Röhrenhals zu weit vorn. Die Röhre muß dann nochmals herausgenommen werden. Röhrenfassung dabei vorsichtig und an allen Seiten gleichmäßig abziehen. Der Gummiring ist dann so weit nach hinten zu schieben, bis der Röhrenhals sich nicht mehr bewegen kann. Dabei darf nach wie vor die Bildschirmfläche nicht mehr als 24 mm aus dem Chassis herausstehen. Ein weiteres Kriterium ist auch die Lage der Tastenknöpfe. Sollten einer oder mehrere an der Seite schleifen, kann man sich durch leichtes Verbiegen der Schubstangen behelfen. Beim Anschrauben der Drehknöpfe ist darauf zu achten, daß diese nicht auf der Frontplatte aufsitzen, da sie sonst evtl. Schleifspuren hinterlassen. Es ist zu empfehlen, die Frontplatte nicht vor Beendigung aller Prüf- und Abgleicharbeiten aufzusetzen.

#### b) Erstes Einschalten

Vorsorglich werden zuerst alle Einstelltrimmer auf den Leiterplatten ungefähr auf Bereichsmitte gedreht. Das gleiche ist auch für die beiden Positionsregler erforderlich. Die Stellungen der Drehschalter sind weniger kritisch. Vor Inbetriebnahme des Gerätes ist mit Hilfe eines Ohmmeters festzustellen, daß zwischen Netzkreis und Chassis keine Verbindungen bestehen. Für das erste Einschalten wäre es vorteilhaft, wenn ein Regeltransformator zur Verfügung

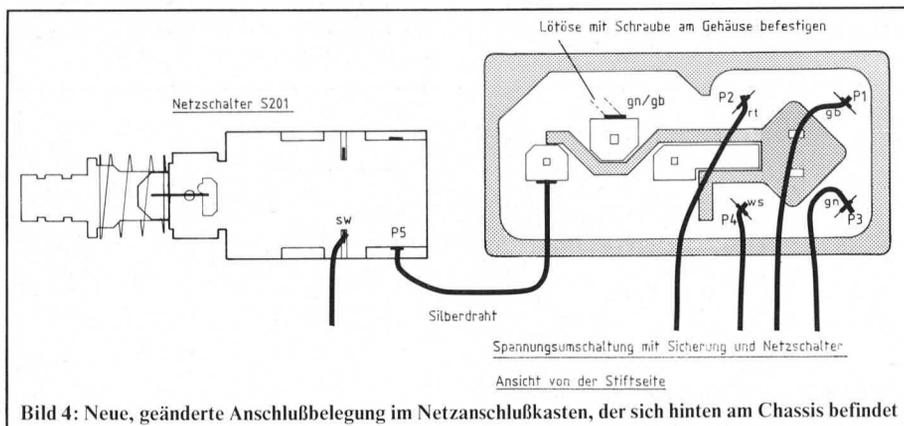


Bild 4: Neue, geänderte Anschlußbelegung im Netzanschlußkasten, der sich hinten am Chassis befindet

stünde. Die Netzspannung kann dann langsam hochgefahren werden. Z. B. ist es dann möglich, bei ca. 50–55 V festzustellen, ob auch alle Trafospaltungen der Sekundärseite verhältnismäßige Spannungen (in diesem Fall ca. 25 % ihres Sollwertes) aufweisen. Hierzu ist natürlich ein Wechselspannungen anzeigendes Multimeter erforderlich. Die gleichen Messungen sollte man bei etwa 110 V wiederholen. Es müßten dann etwa 50 % der Sollwerte vorhanden sein. Es ist vorteilhaft, jetzt auch schon die am Elko C 205 (47 uF/250 V liegend) auftretende Gleichspannung zu messen. Bei 110 V sollen dort ca. +110 V anliegen. Vorausgesetzt, daß im Gerät keine namhaften Kurzschlüsse sind, muß jetzt auch bereits die neben der Netztaaste sitzende Betriebsanzeige leuchten. Sind die obengenannten Werte vorhanden, kann die Netzspannung bedenkenlos auf 220 V erhöht werden. Die Spannung am Elko C 205 muß dabei gleichzeitig auf ca. 200 V ansteigen. Zur Kontrolle des gesamten Spannungshaushaltes werden nun alle an der Checkleiste auf der Hauptleiterplatte liegenden Spannungen der Reihe nach durchgemessen. Abweichungen der niederen Spannungen unter 5 % sind zunächst uninteressant. Für die Messung der Hochspannung (1,8 kV) ist unbedingt ein entsprechend spannungsfestes Meßgerät zu verwenden. Wenn der Eingangswiderstand des verwendeten Voltmeters bekannt ist, kann ein entsprechender Vorwiderstand selbst gebaut werden. Dies ist jedoch nur sinnvoll, wenn der Gesamtwiderstand (Meßgerät + Vorwiderstand) mindestens 10 M $\Omega$  beträgt. Anderenfalls werden die 1,8 kV zu stark belastet und sind nicht mehr exakt meßbar. Da die Hochspannung mit dem R-Trimmer R 211 auf der Zeitbasisplatte genau eingestellt werden muß, ist die Messung unerläßlich. Wie aus den Bestückungsplänen ersichtlich, befindet sich die Hochspannungserzeugung auf der Zeitbasisplatte. Der Entnahmepunkt für die 1,8 kV-Spannung liegt leider durch verschiedene Umstände bedingt am oberen Rand der Leiterplatte und ist daher bei unvorsichtiger Handhabung des Gerätes leicht zu berühren. Die Zone über dem braunen Kondensator (C 208) sollte deshalb nach dem Anlöten der Hochspannungsleitung zur Basisleiterplatte unbedingt mit Hilfe eines aufgeklebten Isolierstückes berührungssicher abgedeckt werden.

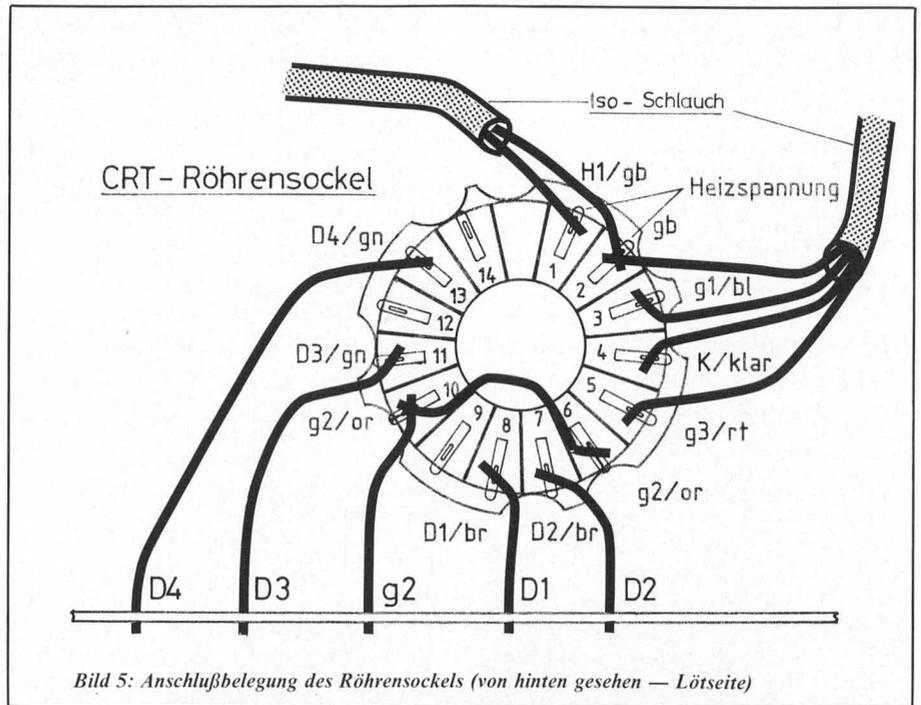


Bild 5: Anschlußbelegung des Röhrensockels (von hinten gesehen — Lötseite)

Sollte eine der Spannungen auf der Checkliste mehr als 5 % von ihrem Sollwert abweichen, muß ein Fehler vorliegen. Dieser ist dann auf jeden Fall erst zu beseitigen. Sehr wichtig und aufschlußreich sind die Plattenspannungen der Bildröhre. Sind beide Spannungen eines Plattenpaares stark unsymmetrisch, deutet dies auf einen Fehler in der dazugehörigen Ablenkeinrichtung hin. Die Ursache für eine gewisse Unsymmetrie kann aber auch an der seitlich eingestellten Position des betreffenden Ablenkteiles liegen. Es ist daher immer nochmals zu versuchen, die angestrebte Symmetrie mit Hilfe des entsprechenden Positions-Reglers zu erreichen. Ist das Auffinden des Fehlers schwierig, sollte man zunächst auf Komponententest umschalten. Durch Drücken der Komponententest-Taste werden die komplizierteren Teile beider Ablenkeinrichtungen abgeschaltet. Es sind dann nur die beiden Endstufen mit der Vorstufe des Komponententesters in Betrieb. Dabei erkennt man eindeutig, ob irgendwelche Fehler vor oder in den Endstufen zu suchen sind. Wenn der Bildröhrenkreis und die Endstufen in Ordnung sind, muß bei genügend aufgedrehtem Helligkeitsregler immer ein ca. 6 cm langer waagerechter Strahl zu sehen sein. Ande-

renfalls sind Fehler in diesen einfachen Stufen relativ leicht zu finden. Ergibt sich beim Umschalten auf Oszilloskopbetrieb, daß die Spannungen an den Y-Platten unsymmetrisch werden und dies mit dem Y-Pos.-Regler auch nicht kompensiert werden kann, ist der Y-Vorverstärker zu untersuchen. Meist handelt es sich dabei um durch Halbleiter oder Kurzschlüsse hervorgerufene Unsymmetrien. Ein leicht anzuwendendes Verfahren für die Fehlersuche ist u. a. das Herausziehen des Doppel-FETs und des IC's  $\mu A$  733. Ist die Unsymmetrie damit behoben, liegt der Fehler in einer dieser beiden Stufen; anderenfalls dahinter. Fehler in der Zeitbasis sind in der Regel schwieriger zu finden. Hierfür ist in erster Linie ein genaues Durchmessen aller Spannungswerte zu empfehlen. Dabei ist auch an evtl. defekte IC's zu denken.

### c) Der Abgleich

Ist auf dem Bildschirm die Zeitlinie sichtbar und ist diese mit den Positionsreglern hin und her zu bewegen, kann mit dem Abgleich begonnen werden.

Hierfür ist ein 1 kHz-Rechteck-Generator mit ca. 20 V<sub>ss</sub> Ausgangsamplitude erforderlich.

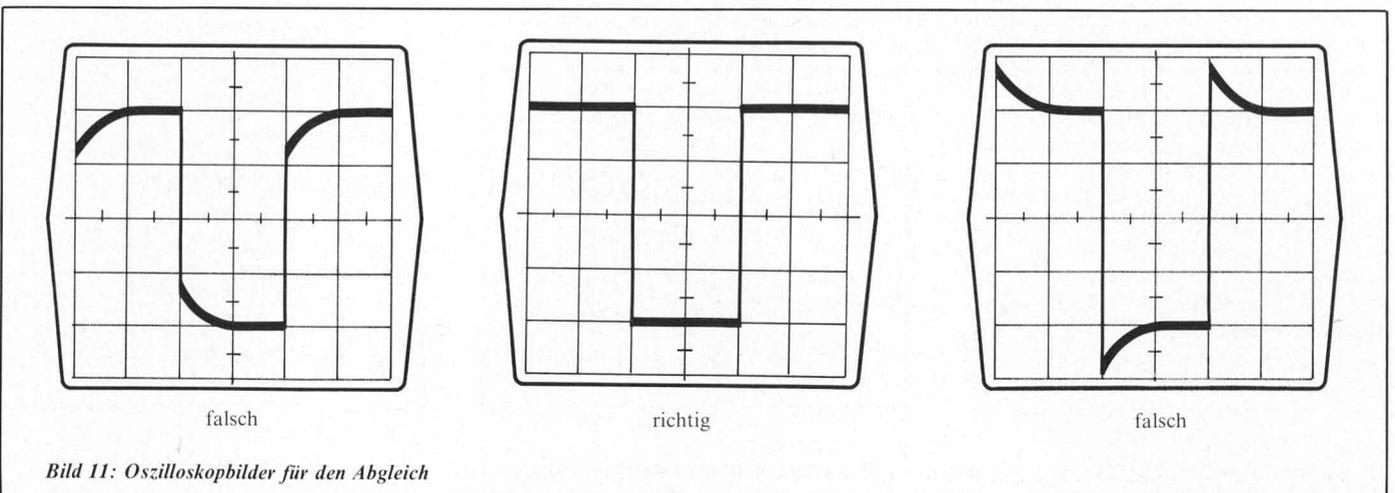
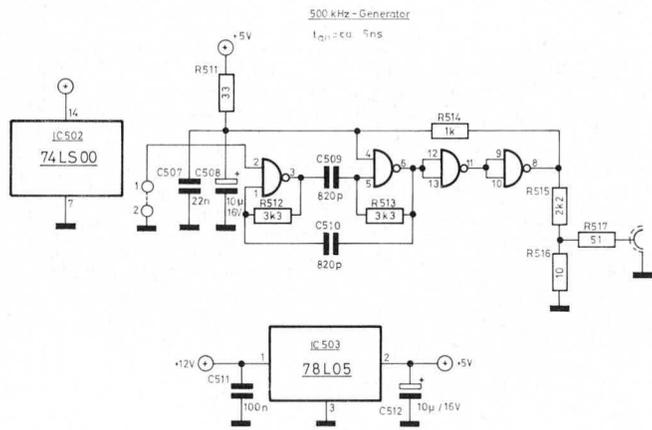
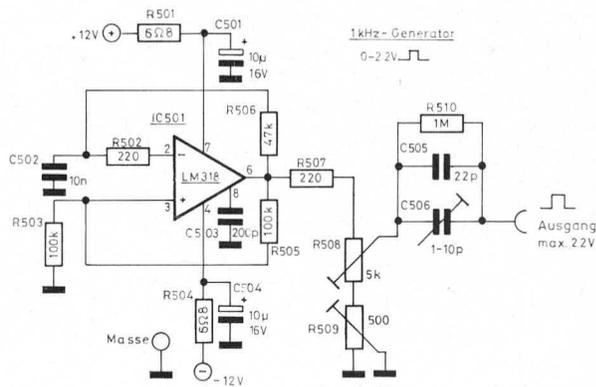


Bild 11: Oszilloskopbilder für den Abgleich



**Bild 9: Schaltbild des 500 kHz-Rechteck-Generators mit 5 ns Anstiegszeit**  
Für den Betrieb dieses Generators sind die Platinenanschlußstifte 1 + 2 unbeschaltet (offen).



**Bild 10: Schaltbild des 1 kHz-Rechteck-Generators mit einer maximalen Ausgangsamplitude von ca. 22 V<sub>SS</sub>**

Für den Betrieb dieses Generators sollten die Platinenanschlußpunkte 1 + 2 des 500 kHz-Generators miteinander verbunden werden, wodurch dieser stoppt. Dies ist erforderlich, um eine Beeinflussung auszuschließen, da sich beide Generatoren auf derselben Platine befinden.

Steht kein Generator dieser Art zur Verfügung, kann hilfweise die in Bild 10 dargestellte Schaltung nachgebaut werden. Es handelt sich dabei um einen selbstschwingenden Operationsverstärker, der eine Rechteckspannung von max. ca. 22 V<sub>SS</sub> abgibt. Die erforderlichen Versorgungsspannungen (+12 V und -12 V) werden der Checkleiste des ELV-UNISCOPEs entnommen. Ist sichergestellt, daß 1 cm hohe Signale einwandfrei getriggert werden, sollte mit dem Abgleich des Y-Verstärkers begonnen werden. Zuvor ist jedoch noch die DC-Balance des Y-Verstärkers einzustellen. Dies kann aber erst nach Erreichen der normalen Betriebstemperatur bzw. etwa 20 Minuten nach dem Einschalten erfolgen. Der Abgleich ist an dem links neben dem Y-Pos.-Regler sitzenden R-Trimmer möglich. Während der Einstellung wird der Y-Feinregler ständig hin und her gedreht. Sobald sich die Strahlage dabei nicht mehr verändert, ist die DC-Balance richtig eingestellt.

### 1. Abgleich des Y-Verstärkers

Zuerst wird die Verstärkung mit dem Trimmer R 027, auf der Leiterplatte des Y-Vorverstärkers, eingestellt. Hierfür wird eine Gleichspannungsquelle benötigt. Steht diese nicht zur Verfügung, kann die doppelt stabilisierte 5 Volt-Spannung des Gerätes verwendet werden. Allerdings ist dann vorher mit einem genauen Voltmeter zu kontrollieren, wie weit diese von ihrem Sollwert abweicht. Fehler größer als 2% sind beim Abgleich entsprechend zu berücksichtigen. Der Teilerschalter ist dann auf 1 V/cm zu schalten. Danach wird die Strahllinie mit dem Y-Pos.-Regler auf genau 3 cm unter Bildschirmmitte, d. h. auf den unteren Bildrand eingestellt. Nun wird mit der dem Gerät entnommenen 5 Volt-Spannung der Strahl nach oben ausgelenkt. Dabei muß die erste Taste auf DC stehen. Mit Hilfe des R-Trimmers R 027 wird der Strahl auf 2 cm oberhalb der Mittellinie eingestellt. Wie bereits erwähnt, ist dabei ein evtl. ausgemessener Fehler entsprechend zu berücksichtigen. Es ist möglich, daß bei der Einstellung ein gewisser Nachzieheffekt auftritt. Daher muß der Abgleich mehrmals wiederholt werden. Für die Übertragungsgüte des Y-Verstärkers ist es erforderlich, daß der Abgleich für die höheren Frequenzbereiche mit Hilfe eines

schnellen Rechtecks erfolgt. Die Anstiegszeit desselben sollte nicht größer als 5 ns sein. Ein entsprechender Bausatz wird in Kürze von ELV zur Verfügung stehen. Es kann aber auch ein entsprechender 500 kHz-Rechteck-Generator nach der Schaltung in Bild 9 aufgebaut werden. Mit diesem kann an den Trimmern C 033 und R 048, die sich auf der Basisleiterplatte befinden, auch auf schnelles Rechteck abgeglichen werden. Da beide Trimmer voneinander abhängig sind, ist der Abgleichvorgang mehrmals durchzuführen. Richtig abgeglichen darf das Rechteck am oberen Teil der Flanke weder Überschwingungen noch sichtbare Verwindungen aufweisen (Bild 11).

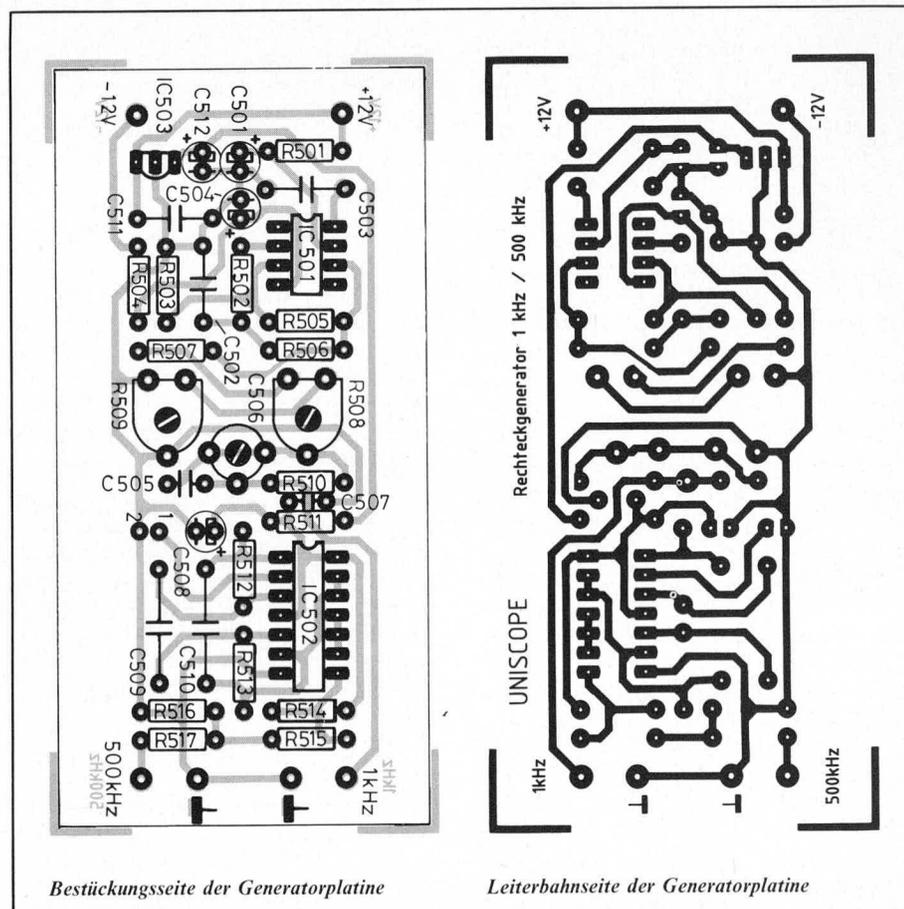
### 2. Abgleich des Eingangsteilers

Die Übertragungsgüte des Meßverstärkers ist weitgehend auch vom Eingangsteiler

abhängig, welcher zu den kritischsten Teilen eines Oszilloskops gehört. Das Problem liegt dabei hauptsächlich in der Hochohmigkeit, welche die Auswirkungen von Streukapazitäten stark begünstigt, deshalb ist der Abgleich sehr sorgfältig durchzuführen.

Der gesamte Teiler hat 12 Stellungen, wovon jedoch nur die Positionen 10 mV, 20 mV und 50 mV so wie 0,5 V und 5 V abzugleichen sind, alle anderen werden nur kontrolliert.

Jeder abzugleichenden Stellung sind zwei Trimmer zugeordnet. Obwohl sich beide gegenseitig beeinflussen, ist ihre Wirkung doch sehr unterschiedlich. Der Abgleich des einen bezieht sich hauptsächlich auf die Flanke des darzustellenden Rechtecks, während der andere mehr den Anfang des Daches verändert.



Letztere bestimmen auch gleichzeitig, was sehr wichtig ist, die Impedanz des Eingangsteilers. Sie muß unbedingt in jeder Position gleich sein.

Zum Abgleich wird jetzt der in Bild 10 dargestellte 1 KHz-Rechteckgenerator verwendet, der sich mit auf derselben Zusatzplatine befindet, wie auch der 500 kHz-Generator. Diese Platine wird nicht ins Gerät eingebaut. Sie dient **nur** dem Abgleich.

Die zur Speisung notwendigen +12 V und -12 V werden der Checkleiste auf der Basisleiterplatte des Oszilloskops entnommen. Es genügt, wenn die Zuführungsleitungen einfach etwas verzinnt und in die Kontaktleiste gesteckt werden. Danach wird der Generator mit dem BNC-Stecker auf die Eingangsbuchse des Meßverstärkers gesetzt. Damit sind alle vorbereitenden Arbeiten abgeschlossen.

Auf der Generatorplatte befinden sich zwei R- und ein C-Trimmer. Die Stellungen der R-Trimmer bestimmen die Ausgangsamplitude des Generators. Sie werden zunächst beide bis zum linken Anschlag zuge dreht. Das Ausgangssignal beträgt dann ca. 15-20 mV. Die Folgefrequenz liegt bei ca. 1 kHz.

Ist das Oszilloskop eingeschaltet, kann der Abgleich beginnen.

Zunächst wird der Zeitbasisschalter auf 0,5 ms oder 1 ms eingestellt. Dann wird in der 5 mV Position des Eingangsteilers mit dem C-Trimmer der Generatorplatte auf exaktes Rechteck abgeglichen. Richtig eingestellt dürfen am oberen Flankenende weder Spitzen noch Verrundungen sichtbar sein. Damit ist der am Generator befindliche Verteiler an die Basisimpedanz des Meßverstärkers angepaßt (Bild 11).

Nunmehr ist der Eingangsteiler auf 10 mV zu schalten. Die dabei etwa auf die Hälfte abfallende Signalamplitude ist dann mit dem linken R-Trimmer des Generators wieder auf ca. 4 cm Bildhöhe einzustellen. Jetzt wird der mit den ersten zwei Trimmern des Eingangsteilers C 017 und C 018 wiederum auf exaktes Rechteck (Bild 11, mitte) abgeglichen.

Wie bereits erwähnt beeinflusst der eine das Dach und der andere die Flanke des Rechtecks (Bild 12 + Bild 13).

Auch in der nächsten Stellung (20 mV) wird mit dem linken R-Trimmer erst wieder die Amplitude erhöht und anschließend mit den Trimmern C 020 und C 021 der Abgleich des Rechtecks durchgeführt. Das gleiche gilt auch für die 50 mV-Stellung mit den Trimmern C 003 und C 004.

Für die Positionen 0,1 V und 0,2 V ist kein Abgleich möglich. Sie werden nur kontrolliert. Bezüglich der Güte des Rechtecks sind in den nicht abgleichen Stellen öfter kleine Kompromisse zu machen. Manchmal erkennt man dabei aber auch Fehler, die beim vorhergehenden Abgleich anderer Teiler gemacht wurden.

Eine Erhöhung der Signalamplitude mit dem linken R-Trimmer ist nur in den ersten 4-5 Stellungen möglich, für den weiteren

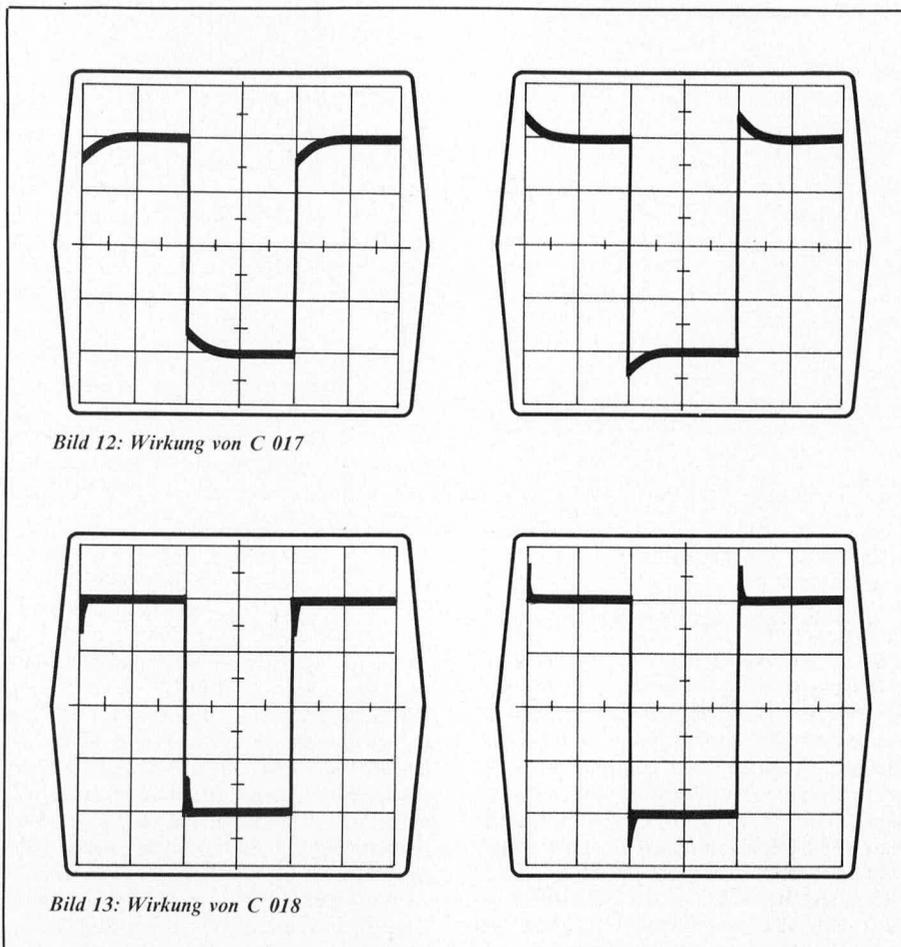


Bild 12: Wirkung von C 017

Bild 13: Wirkung von C 018

Abgleich ist dann der rechte R-Trimmer des Generators zu benutzen.

Nun wird auf 0,5 V weitergeschaltet und nach Erhöhung des Signals mit den Trimmern C 007 und C 008 erneut auf exaktes Rechteck abgeglichen.

In den Stellungen 1 V und 2 V wird wieder nur kontrolliert.

Als letzte abzugleichende Position werden in Stellung 5 V die Trimmer C 011 und C 012 eingestellt.

Bei 10 V und 20 V wird wiederum nur kontrolliert. Wobei eine verringerte Signalamplitude in Kauf zu nehmen ist.

Als Kompromiß kann noch der Y-Feinregler aufgedreht werden. Will man sicher sein, daß der Eingangsteiler wirklich optimal abgeglichen ist, sollte man den ganzen Abgleichvorgang nochmals wiederholen.

### 3. Einstellung des Kalibrators und Componententesters

Der Kalibrator soll normalerweise 200 mV Rechteck abgeben. D. h., legt man diese über einen 10:1 Tastkopf an den Eingang des Meßverstärkers, muß in Stellung 5 mV bei kalibrierter Feinreglung ein exakt 4 cm hohes Signal aufgezeichnet werden. Der Abgleich kann mit dem R-Trimmer R 407, der sich auf der Basisleiterplatte befindet, erfolgen.

Vorbedingung ist natürlich, daß die Verstärkung richtig eingestellt ist. Am Componententester wird nur die vertikale Position der Strahllinie eingestellt. Nach Drücken der Komponententaste, wird diese am R-Trimmer R 149 auf der Basisleiterplatte reguliert.

### 4. Abgleich Trigger und Zeitbasis

Für die Triggerung ist nur die  $\pm$ Symmetrie einzustellen. Dies ist besonders bei kleinen Bildhöhen von Bedeutung.

Man kann dafür den ELV-Generator verwenden. Mit dem auf der Basisleiterplatte befindlichen R-Trimmer R 102 wird bei etwa 3-4 mm Bildhöhe und gleichzeitig ständigem Umschalten der  $\pm$ Polarität auf in beiden Stellungen stehendes Bild abgeglichen.

Der Abgleich der Zeitbasis beginnt mit der Einstellung des Opto-Kopplers. Sie ist relativ unkritisch.

Der Trimmer R 313, ebenfalls auf der Basisleiterplatte, ist so einzustellen, daß die Zeitlinie in allen Zeitbasisstellungen über die ganze Strahlänge gleiche Helligkeit aufweist. Andernfalls können am Anfang der Linie helle Punkte auftreten oder sie erscheint verkürzt. Oftmals zeigen sich diese Fehler erst nach einer gewissen Anwärmzeit.

Für den Abgleich der Zeitbasis wird ein relativ frequenzgenauer Generator bis ca. 1 MHz benötigt. In Kürze wird auch von ELV ein quarzkontrollierter Generator, natürlich entsprechend preiswert, als Bausatz lieferbar sein.

Für den Abgleich der Basisstellung (50  $\mu$ s/cm) wird ein 20 kHz Signal benötigt. Mit dem R-Trimmer R 162 auf der Zeitbasisplatte ist dann genau auf 1 cm pro Kurvenzug einzustellen.

Dabei muß der Zeitfeinregler unbedingt in seiner kalibrierten Stellung stehen. Alle anderen Bereiche sind nur zu kontrollieren.

Beginnend bei 0,5  $\mu\text{s}$  nach unten gehend, werden folgende Frequenzen benötigt: 2 mal 1 MHz, 500 kHz, 200 kHz, 100 kHz, 50 kHz, 20 kHz, 10 kHz, 5 kHz, 2 kHz, 1 kHz, 500 Hz, 200 Hz, 100 Hz, 50 Hz, 20 Hz, 10 Hz und 5 Hz.

Es ist möglich, daß die unteren 6 Bereiche zu hoch liegen, weil der für diese Stellungen zuständige Kondensator theoretisch etwas zu klein ist. In diesem Fall muß der Kondensator C 125 von 2,2  $\mu\text{F}$  durch Zusatzkapazitäten auf 2,44  $\mu\text{F}$  vergrößert werden. Der für die Zusatzkapazitäten benötigte Platz ist auf der Zeitbasis-Leiterplatte bereits vorgesehen. Wird bei der Kontrolle der Zeitbereiche festgestellt, daß alle Toleranzen nur nach einer Seite liegen, ist zu empfehlen, den für die Basisstellung zuständigen Trimmer R 162 nochmals zu korrigieren. Die Toleranzen sollten dann auf beide Seiten verteilt sein.

## 5. Einstellung des Astigmatismus

Auf dem hinteren Teil der Basisleiterplatte, unterhalb der Bildröhre befindet sich der R-Trimmer R 321, mit dem der Astigmatismus bzw. das Verhältnis zwischen vertikaler und horizontaler Schärfe korrigiert werden kann. Die richtige Einstellung ist auch abhängig von der Y-Plattenspannung (ca. 90 V). Man sollte diese daher vorsichtshalber vorher kontrollieren. Während des Abgleichs muß der FOKUS-Regler ständig hin und her gedreht werden, bis sich die Punktform rechts und links vom FOKUS-Punkt nicht mehr verändert. Dabei ist zu beachten, daß sich Fokus-Einstellung und Astigmatismuskorrektur gegenseitig beeinflussen. Nach der Einstellung sollte nochmals eine Rechteckkontrolle vorgenommen werden. Die letzte Einstellung muß immer am Fokusregler erfolgen.

## 6. Einstellung der minimalen und maximalen Helligkeit

Für die Einstellung befinden sich auf der Basisleiterplatte unterhalb des vorderen Teils der Bildröhre zwei 500 k $\Omega$  Trimmer (R 309 und R 310). Diese dürfen nur mit einem gut isolierten Schraubenzieher betätigt werden (Vorsicht Hochspannung!). Beide Trimmer sind voneinander abhängig. Daher müssen die Einstellungen evtl. mehrmals wiederholt werden. Nach dem Abgleich ist zu kontrollieren, ob der Strahl auch bei gedrückter Hor. ext-Taste verdunkelt werden kann.

## 7. Korrektur der Strahlage

Die Strahlröhre hat eine zulässige Winkelabweichung von  $\pm 5$  Grad zwischen der X-Ablenkplattenebene D1-D2 und der horizontalen Mittellinie des Innenrasters. Zur Korrektur dieser Abweichung und der von der Aufstellung des Gerätes abhängigen erdmagnetischen Einwirkung muß der mit TR bezeichnete Trimmer nachgestellt werden. Dieser befindet sich im Bedienfeld unter der Bildröhre. Im allgemeinen ist der Strahlbereich asymmetrisch. Es sollte aber kontrolliert werden, ob sich die Strahllinie mit dem TR-Trimmer etwa schräg nach beiden Seiten um die Rastermittellinie einstellen läßt.

# Testplan

## 1. Allgemeines

Dieser Testplan soll helfen, in gewissen Zeitabständen und ohne großen Aufwand an Meßgeräten die wichtigsten Funktionen des ELV-UNISCOPEs zu überprüfen. Aus dem Test evtl. resultierende Korrekturen und Abgleicharbeiten im Inneren des Gerätes sind in der Abgleichanleitung beschrieben.

Wie bei den Voreinstellungen ist darauf zu achten, daß zunächst beide Knöpfe mit Pfeilen in Kalibrierstellung „C“ stehen. Keine der Tasten (außer der Netztaсте) soll eingedrückt sein. Es wird empfohlen, das Oszilloskop schon ca. 15 Minuten vor Testbeginn einzuschalten.

## 2. Strahlröhre:

Helligkeit und Schärfe, Linearität, Rasterverzeichnung:  
Die Strahlröhre im ELV-UNISCOPE hat normalerweise eine gute Helligkeit. Ein Nachlassen derselben kann nur visuell beurteilt werden. Eine gewisse Randunschärfe ist jedoch in Kauf zu nehmen, sie ist röhrentechnisch bedingt. Zu geringe Helligkeit kann die Folge zu kleiner Hochspannung sein. Dies erkennt man leicht an der stark vergrößerten Empfindlichkeit des Meßverstärkers. Der Einstellbereich für maximale und minimale Helligkeit muß so liegen, daß kurz vor Linksanschlag des Instens.-Einstellers der Strahl gerade verläßt, und bei Rechtsanschlag die Schärfe noch akzeptabel ist. Auf keinen Fall darf bei maximaler Intensität mit Zeitablenkung der Rücklauf sichtbar sein. Auch bei gedrückter Taste Hor. ext. muß sich der Strahl völlig verdunkeln lassen. Dabei ist zu beachten, daß bei starken Helligkeitsänderungen immer neu fokussiert werden muß. Außerdem soll bei maximaler Helligkeit kein „Pumpen“ des Bildes auftreten. Letzteres bedeutet, daß die Stabilisation der Hochspannungsversorgung nicht in Ordnung ist. Die R-Trimmer für Hochspannung, minimale und maximale Helligkeit sind nur innen zugänglich (siehe Abgleichplan und Bauanleitung).

Ebenfalls röhrentechnisch bedingt sind gewisse Toleranzen der Linearität und Rasterverzeichnung. Sie sind in Kauf zu nehmen, wenn die vom Röhrenhersteller angegebenen Grenzwerte nicht überschritten werden. Auch hierbei sind speziell die Randzonen des Schirmes betroffen. Diese Grenzwerte werden ständig überwacht. Das Aussuchen einer toleranzfreien Röhre ist praktisch unmöglich (zu viele Parameter).

## 3. Astigmatismuskontrolle

Es ist zu prüfen, ob sich die maximale Schärfe waagerechter und senkrechter Linien bei derselben FOKUS-Knopfeinstellung ergibt. Man erkennt dies am besten bei der Abbildung eines Rechtecksignals höherer Frequenz (ca. 500 kHz).

Eine andere Methode ist die Kontrolle der Leuchtfleckform. Bei abgeschaltetem Y-Eingang (Stellung GD) und gedrückter Taste Hor. ext. wird mit dem FOKUS-Einsteller mehrmals über den Fokussierpunkt gedreht. Die Form (nicht die Größe) des Leuchtflecks, gleichgültig ob rund, oval oder eckig, muß dabei rechts und links vom Fokussierpunkt gleichbleiben. Für die Astigmatismuskorrektur (senkrechte Schärfe) befindet sich im Gerät ein R-Trimmer von 100 k $\Omega$  (siehe Abgleichplan und Bauanleitung).

## 4. Symmetrie- und Drift des Meßverstärkers

Beide Eigenschaften werden im wesentlichen vom Y-Vorverstärker bestimmt. Die Prüfung und Korrektur der DC-Balance erfolgt wie in der Bauanleitung beschrieben.

Eine Kontrolle der Y-Symmetrie ist über den Regelbereich des Y-POS.-Reglers möglich. Man gibt auf den Y-Eingang ein Sinus-Signal von etwa 50 Hz bis 100 kHz. Es kann auch ein Rechtecksignal verwendet werden, wenn es gut symmetrisch ist. Wenn dann bei einer Bildhöhe von ca. 6 cm der Y-POS.-Regler nach beiden Seiten bis zum Anschlag gedreht wird, muß der oben und unten noch sichtbare Teil ungefähr gleichgroß sein.

Unterschiede bis 1 cm sind noch zulässig (Signalanpassung dabei auf AC). Mögliche Ursachen und Korrekturen der Unsymmetrie sind in der Bau- und Abgleichanleitung beschrieben.

Die Kontrolle der Drift ist relativ einfach. Nach etwa 10 Minuten Einschaltzeit wird der Strahl (ohne Eingangssignal) exakt auf Mitte Bildschirm gestellt. In der folgenden Stunde darf sich die vertikale Strahlage um nicht mehr als 5 mm verändern. Größere Abweichungen werden oft durch unterschiedliche Einzeldaten des Doppel-FET's im Eingang des Meßverstärkers verursacht. Teilweise werden Driftschwankungen auch von den am Gate vorhandenen Offsetstrom beeinflusst. Dieser ist zu hoch, wenn sich beim Durchdrehen des Y-Eingangsteilers über alle Stellungen die vertikale Strahlage insgesamt mehr als 0,5 mm verändert. Manchmal treten solche Effekte erst nach längerer Betriebszeit des Gerätes auf.

## 5. Kalibration des Meßverstärkers

Die mit einem Rechteck bezeichnete Ausgangsöse CAL. gibt eine Rechteckspannung von 0,2 V<sub>ss</sub> ab. Sie hat normalerweise eine Toleranz von nur 1%. Stellt man eine direkte Verbindung zwischen Ausgangsöse und dem Eingang des Meßverstärkers (Taste AC/DC gedrückt, Feinsteller auf „C“) her, muß das aufgezeichnete Signal in Stellung 50 mV/cm 4 cm hoch sein. Abweichungen von max. 1,2 mm (3%) sind gerade noch zulässig.

Wird zwischen Ausgangsöse und Meßeingang ein Tasteteiler 10:1 geschaltet, muß sich die gleiche Bildhöhe in Stellung 5 mV/cm ergeben. Bei größeren Toleranzen

zen sollte man erst klären, ob die Ursache im Meßverstärker selbst oder in der Amplitude der Rechteckspannung zu suchen ist. Unter Umständen kann auch ein zwischen-geschalteter Tastteiler fehlerhaft oder falsch abgeglichen sein, oder zu hohe Toleranzen haben.

Gegebenenfalls ist die Kalibration des Meßverstärkers mit einer exakt bekannten Gleichspannung möglich (DC Eingangskopplung — Taste AC/DC gedrückt). Die Strahl-lage muß sich dann entsprechend dem eingestellten Ablenkoeffizienten verändern.

## 6. Übertragungsgüte des Meßverstärkers

Die Kontrolle der Übertragungsgüte ist mit Hilfe des 500 kHz-Rechteckgenerators mit kleiner Ansteigzeit (ca. 5 ns) und des eingebauten 1 kHz Kalibrators möglich.

Die Verbindung zwischen 500 kHz-Generator-Ausgang und dem Vertikaleingang des ELV-UNISCOPEs muß direkt (also ohne Zwischenschaltung eines Kabels) erfolgen.

Dabei darf das aufgezeichnete Rechteck, besonders bei 500 kHz und einer Bildhöhe von 4–5 cm, kein Überschwängen zeigen. Jedoch soll die vordere Anstiegsflanke oben auch nicht nennenswert verrundet sein.

Bei den angegebenen Frequenzen 500 kHz und 1 kHz dürfen weder Dachschrägen noch Löcher oder Höcker im Dach auffällig sichtbar werden. (Ablenkoeffizient 5 mV/cm; Signalkopplung auf DC). Im allgemeinen treten nach dem einmal erfolgten Abgleich des Gerätes keine größeren Veränderungen auf, so daß normalerweise auf diese Prüfung verzichtet werden kann.

Allerdings ist für die Qualität der Übertragungsgüte nicht nur der Meßverstärker von Einfluß. Der vor dem Verstärker sitzende Eingangsteiler ist in jeder Stellung frequenzkompensiert. Bereits kleine kapazitive Veränderungen können die Übertragungsgüte herabsetzen. Fehler dieser Art werden in der Regel am besten mit dem 1 kHz-Rechteckgenerator 0–22 V<sub>ss</sub> erkannt. Es ist empfehlenswert, in gewissen Zeitabständen alle Stellungen des Eingangsteilers zu überprüfen und, wenn erforderlich, nachzugleichen (Abgleich entsprechend Abgleichplan). Der im 1 kHz-Rechteckgenerator eingebaute Vorteilertrimmer wird in Stellung 5 mV/cm auf die Eingangsimpedanz des ELV-UNISCOPEs abgeglichen (Signalkopplung auf DC; Rechteckdächer exakt horizontal ohne Dachschrägen, Bildhöhe etwa 4 cm). Danach soll die Form des Rechtecks in jeder Eingangsteilerherstellung gleich sein.

## 7. Kontrolle Triggerung

Wichtig ist die interne Triggerschwelle. Sie bestimmt, ab welcher Bildhöhe ein Signal exakt stehend aufgezeichnet wird. Beim ELV-UNISCOPE sollte sie bei 3 mm liegen. Eine noch empfindlichere Triggerung birgt die Gefahr des Ansprechens auf den Störpegel in sich. Dabei können phasenverschobene Doppelbilder auftreten.

Eine Veränderung der Triggerschwelle ist nur intern möglich. Die Kontrolle erfolgt mit irgendeiner Sinusspannung zwischen 50 Hz und 1 MHz. Dabei soll automatische Triggerung AT benutzt werden. Danach ist festzustellen, ob die gleiche Triggerempfindlichkeit auch mit Normaltriggerung NORM. und LEVEL-Einstellung vorhanden ist. Durch Drücken der +/- Taste muß sich der Kurvenanstieg der ersten Schwingung umpolen.

Das ELV-UNISCOPE muß bei einer Bildhöhe von etwa 5 mm Sinussignale bis 30 MHz einwandfrei intern triggern.

Zur externen Triggerung (Trig. ext.-Taste gedrückt) sind frequenzabhängig etwa 0,5 V<sub>ss</sub> bis 1 V<sub>ss</sub> Signalspannung an der BNC-Buchse erforderlich.

Die TV-Triggerung wird am besten mit einem Videosignal beliebiger Polarität geprüft. Nur bei gedrückter Taste TV ist eine sichere Triggerung auf den Bildimpuls möglich. Dagegen kann nur mit ungedrückter Taste TV auf die Zeilenfrequenz getriggert werden. Steht kein Videosignal zur Verfügung, so kann die TV-Triggerung mit der Netz- und der Kalibrationsfrequenz untersucht werden. Bei Triggerung auf die Netzfrequenz darf die Stellung TV keinen Einfluß auf die Triggerung haben.

Beim 1 kHz Kalibrationssignal muß sich hingegen der minimale Spannungsbedarf für eine einwandfreie Triggerung mindestens verdoppeln.

## 8. Zeitablenkung

Vor Kontrolle der Zeitbasis ist festzustellen, ob die Zeitlinie 7 cm lang ist. Andernfalls kann sie am R-Trimmer für die Sweepamplitude (siehe Abgleichplan) korrigiert werden.

Diese Einstellung sollte bei der Timebase Schalterstellung 50 µs/cm erfolgen.

Vor Beginn der Zeitbasiskontrolle ist der Zeitfeinregler auf „C“ einzurasten, dies gilt, bis dessen Änderungsbereich kontrolliert wird. Ferner ist zu untersuchen, ob die Zeitablenkung von links nach rechts schreibt. Hierzu Zeitlinie mit den Y-POS.- und X-POS.-Einstellern auf horizontale Rastermitte zentrieren und Timebase auf 200 ms stellen (Wichtig nur nach Röhrenwechsel!).

Steht für die Überprüfung der Zeitbasis kein exakter Markengeber zur Verfügung, kann man auch mit einem genau geeichten Sinusgenerator arbeiten. Seine Frequenztoleranz sollte nicht größer als ±1% sein. Die Zeitwerte des ELV-UNISCOPEs werden zwar mit ±5% angegeben; in der Regel sind sie jedoch wesentlich besser.

Zur gleichzeitigen Kontrolle der Linearität sollten immer mindestens 7 Schwingungen d. h., alle 1 cm ein Kurvenzug, abgebildet werden. Zur exakten Beurteilung wird mit Hilfe des X-POS.-Einstellers die Spitze des ersten Kurvenzugs genau hinter die linke erste vertikale Linie des Rasters gestellt. Die Tendenz einer evtl. Abweichung ist schon nach den ersten Kurvenzügen erkennbar.

Recht genau kann man die Bereiche 20 und 10 ms/cm mit Netzfrequenz 50 Hz kontrol-

lieren. Es wird dann bei 20 ms/cm alle 1 cm und bei 10 ms/cm alle 2 cm ein Kurvenzug abgebildet.

Die folgende Tabelle zeigt, welche Frequenzen für den jeweiligen Zeitablenkbereich benötigt werden.

200 ms/cm –	5 Hz
100 ms/cm –	10 Hz
50 ms/cm –	20 Hz
20 ms/cm –	50 Hz
10 ms/cm –	100 Hz
5 ms/cm –	200 Hz
2 ms/cm –	500 Hz
1 ms/cm –	1 kHz
0,5 ms/cm –	2 kHz
0,2 ms/cm –	5 kHz
0,1 ms/cm –	10 kHz
50 µs/cm –	20 kHz
20 µs/cm –	50 kHz
10 µs/cm –	100 kHz
5 µs/cm –	200 kHz
2 µs/cm –	500 kHz
1 µs/cm –	1 MHz
0,5 µs/cm –	2 MHz

Dreht man den Zeitfeinregler bis zum Anschlag nach rechts, erfordert ein Kurvenzug mindestens 2,5 cm horizontaler Länge (Messung bei 50 µs/cm).

## 9. Korrektur der Strahl-lage

Die Rechteckstrahlröhre hat eine zulässige Winkelabweichung von ±5 Grad zwischen der X-Ablenkplattenebene D1–D2 und der horizontalen Mittellinie des Innenrasters.

Zur Korrektur dieser Abweichung und der von der Aufstellung des Gerätes abhängigen erdmagnetischen Einwirkung muß der mit TR bezeichnete R-Trimmer auf dem Bedienfeld unter dem Bildschirm nachgestellt werden. Im allgemeinen ist der Strahldrehbereich asymmetrisch. Es sollte aber kontrolliert werden, ob sich die Strahl-linie mit dem TR-Trimmer etwas schräg nach beiden Seiten um die Rastermittellinie einstellen läßt. Beim ELV-UNISCOPE mit geschlossenem Gehäuse genügt ein Drehwinkel von ±0,82 Grad (1 mm Höhenunterschied auf 7 cm Strahllänge), zur Erdfeldkompensation.

## 10. Sonstiges

Steht ein Regeltrafo zur Verfügung, sollte unbedingt auch das Verhalten bei Netzspannungsänderungen überprüft werden. Zwischen 200 V und 240 V dürfen sich weder in Y- noch in X-Richtung auf dem Bildschirm irgendwelche Änderungen zeigen.

Für die Funktionsprüfung des Komponenten-Testers wird die Taste „CT“ gedrückt. Darauf hin muß sich eine 5–6 cm lange horizontale Linie zeigen. Schließt man die beiden „CT“ Buchsen kurz, muß ein vertikaler Strich sichtbar sein. Korrekturen sind nicht möglich. Im Falle starker Abweichungen muß ein Defekt vorliegen.

Wurden alle in dieser Anleitung beschriebenen Arbeiten sorgfältig ausgeführt, wird das ELV-UNISCOPE für den Anwender stets eine wertvolle Hilfe sein.