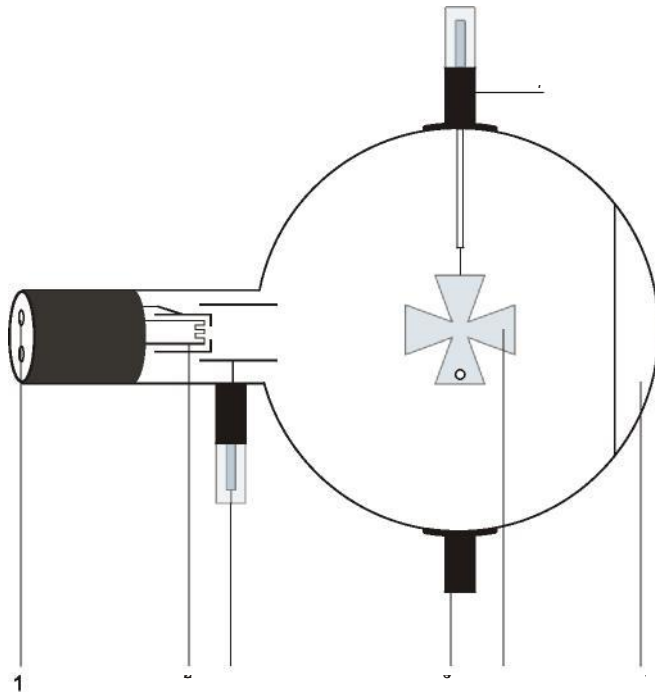


# Schattenkreuz-Röhre D 1000649

## Bedienungsanleitung

10/15 ALF



- 1 4-mm-Buchsen zum Anschluss von Heizung und Kathode
- 2 Heizwendel
- 3 4-mm-Steckerstift zum Anschluss der Anode
- 4 Halter
- 5 Malt'eserkreuz
- 6 Fluoreszenzschirm
- 7 Halter mit 4-mm-Steckerstift zum Anschluss des Malt'eserkreuzes

### 1. Sicherheitshinweise

Glühkathodenröhren sind dünnwandige, evakuierte Glaskolben. Vorsichtig behandeln: Implosionsgefahr!

- Röhre keinen mechanischen Belastungen aussetzen.
- Verbindungskabel keinen Zugbelastungen aussetzen.
- Röhre nur in den Röhrenhalter D (1008507) einsetzen.

Zu hohe Spannungen, Ströme sowie falsche Kathodenheiztemperatur können zur Zerstörung der Röhre führen.

- Die angegebenen Betriebsparameter einhalten.
- Schaltungen nur bei ausgeschalteten Versorgungsgeräten vornehmen.
- Röhren nur bei ausgeschalteten Versorgungsgeräten ein- und ausbauen.

Im Betrieb wird der Röhrenhals erwärmt.

- Röhre vor dem Ausbau abkühlen lassen.

Die Einhaltung der EC Richtlinie zur elektromagnetischen Verträglichkeit ist nur mit den empfohlenen Netzgeräten garantiert.

### 2. Beschreibung

Die Schattenkreuz-Röhre dient zum Nachweis der geradlinigen Ausbreitung von Elektronenstrahlen im feldfreien Raum durch Schattenprojektion des Malt'eserkreuzes auf einen Fluoreszenzschirm. Des Weiteren ermöglicht sie die Beobachtung der Strahlenbündelung durch Magnetfelder zur Einführung in die Elektronenoptik.

Die Schattenkreuz-Röhre ist eine Hochvakuum-Röhre mit einer Elektronenkanone bestehend aus einer Haarnadel-Kathode aus reinem Wolfram und einer zylinderförmigen Anode. Die Elektronenkanone emittiert ein divergentes Strahlenbündel, das auf den Fluoreszenzschirm trifft. In der Mitte der Röhre befindet sich ein Malt'eserkreuz aus Aluminium. Im unteren Segment des Schattenkreuzes ist ein Loch von 3 mm Durchmesser, wodurch sich die Orientierung des Kreuzschattens unter dem Einfluss des Magnetfeldes erkennen lässt.

### 3. Technische Daten

Heizspannung:	$\leq 7,5$ V AC/DC
Anodenspannung:	2000 V bis 5000 V
Anodenstrom:	typ. 0,18 mA bei ( $J_A = 4000$ V)
Spannung am Kreuz:	2000 V bis 5000 V
Strom am Kreuz:	typ. 75 $\mu$ A bei ( $J_A = 4500$ V)
Glaskolben:	ca. 130 mm $\emptyset$
Gesamtlänge:	ca. 260 mm

### 4. Bedienung

Zur Durchführung der Experimente mit der Schattenkreuz-Röhre sind folgende Geräte zusätzlich erforderlich:

1 Röhrenhalter D	1008507
1 Hochspannungsnetzgerät 5 kV (115 V, 50/60 Hz)	1003309
oder	
1 Hochspannungsnetzgerät 5 kV (230 V, 50/60 Hz)	1003310
1 Spule aus Helmholtz-Spulenpaar S	1000611
1 DC-Netzgerät 20 V, 5 A (115 V, 50/60 Hz)	1003311
oder	
1 DC-Netzgerät 20 V, 5 A (230 V, 50/60 Hz)	1003312
1 Rundstabmagnet	1003112
Zusätzlich empfohlen:	
Schutzadapter, 2-polig	1009961

#### 4.1 Einsetzen der Röhre in den Röhrenhalter

- Röhre nur bei ausgeschalteten Versorgungsgeräten ein- und ausbauen.
- Fixierschieber des Röhrenhalters ganz zurück schieben.
- Röhre in die Klemmen einsetzen.
- Mittels der Fixierschieber Triode in den Klemmen sichern.
- Gegebenenfalls Schutzadapter auf die Anschlussbuchsen der Röhre stecken.

#### 4.2 Entnahme der Röhre aus dem Röhrenhalter

- Zum Entnehmen der Röhre Fixierschieber wieder zurück schieben und Röhre entnehmen.

### 5. Experimentierbeispiele

#### 5.1 Geradlinige Ausbreitung von Elektronenstrahlen

- Schaltung gemäß Fig. 1 vornehmen. Dabei den Minuspol der Anodenspannung an die mit Minus gekennzeichnete 4-mm-Buchse am Röhrenhals anschließen.

- Zuerst nur die Heizspannung einschalten. Durch das von der Glühkathode ausgehende sichtbare Licht wird ein Schatten des Malteserkreuzes auf den Fluoreszenzschirm geworfen.

- Anodenspannung einschalten.

Von den geladenen Teilchen wird ein scharfer Schatten erzeugt. Dieser Schatten ist deckungsgleich mit dem ersten Schatten. Die Elektronenstrahlen breiten sich wie sichtbares Licht geradlinig aus und werfen ebenfalls einen Schatten.

#### 5.2 Elektrostatische Ladungswirkung

- Schaltung gemäß Fig. 1 vornehmen. Dabei den Minuspol der Anodenspannung an die mit Minus gekennzeichnete 4-mm-Buchse am Röhrenhals anschließen.
- Das Malteserkreuz vom Anodenpotenzial trennen.

Auf dem Kreuz sammelt sich negative Ladung, die nach Erreichen eines Gleichgewichts der weiteren Aufnahme negativer Ladungen entgegen wirkt. Nahe an dem Kreuz vorbeifliegende Kathodenstrahlen werden abgelenkt und so der Schatten verzerrt (siehe Fig. 3).

Wird das Kreuz auf Kathodenpotenzial gelegt, dann ist die Verzerrung derart, dass das Bild über die Grenzen des Fluoreszenzschirms hinaus vergrößert wird.

#### 5.3 Magnetische Ablenkung

- Schaltung gemäß Fig. 1 vornehmen. Dabei den Minuspol der Anodenspannung an die mit Minus gekennzeichnete 4-mm-Buchse am Röhrenhals anschließen.
- Während die Röhre in Betrieb ist, den Rundstabmagnet in ihre Nähe bringen.

Es tritt eine Verschiebung des Schattens ein, die sowohl von der magnetischen Feldstärke als auch von der Anodenspannung abhängig ist.

Mittels der Drei-Finger-Regel lassen sich Ablenkrichtung, Feldrichtung und Bewegungsrichtung der Ladungen so in Beziehung zueinander setzen, dass demonstriert werden kann, dass Kathodenstrahlen sich im Magnetfeld ähnlich verhalten wie elektrische Ströme in Leitern.

#### 5.4 Einführung in die Elektronenoptik

- Die Röhre entgegen ihrer normalen Halterung um 90° gedreht im Röhrenhalter einspannen.
- Eine Spule so in den Röhrenhalter einsetzen, dass der Leuchtschirm von ihr umschlossen ist. Alternativ kann die Spule auch in einem Stativ aufgebaut werden (siehe Fig. 5).
- Schaltung gemäß Fig. 4 vornehmen. Dabei den Minuspol der Anodenspannung an die mit Minus gekennzeichnete 4-mm-Buchse am Röhrenhals anschließen.
- Röhre in Betrieb nehmen und Schatten beobachten.
- Spulenstrom einschalten und langsam erhöhen.

Wird das Magnetfeld verstärkt (Erhöhung des Spulenstroms), beginnt sich das Bild des Kreuzes zu drehen, zieht sich zu einem kleinen Fleck zusammen und vergrößert sich dann wieder in umgekehrter Richtung.

Eine Änderung der Anodenspannung ermöglicht weitere Veränderung des Schattenbildes. Analog zu einem optischen Linsensystem können Kathodenstrahlen und Ablenkfelder benutzt werden, um elektronische Schattenbilder zu vergrößern.

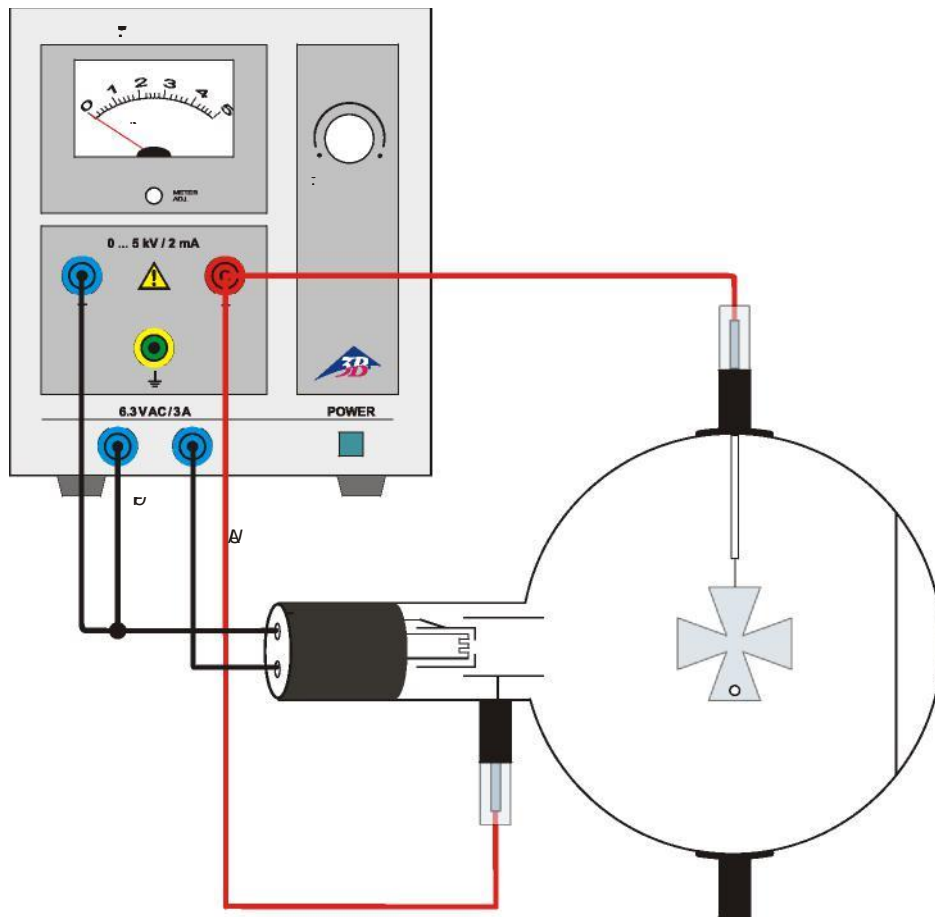


Fig. 1 Geradlinige Ausbreitung von Elektronenstrahlen

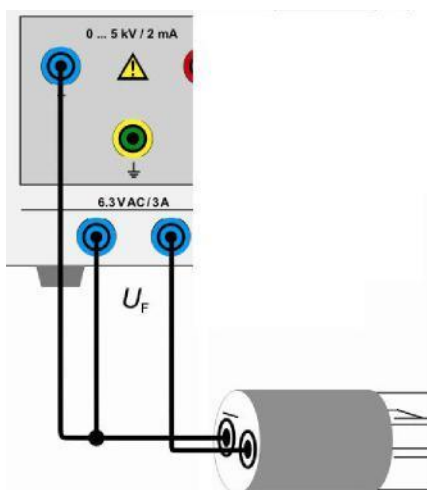


Fig. 2 Beschaltung mit Schutzadapter, 2-polig



Fig. 3 Elektrostatische Ladungswirkung

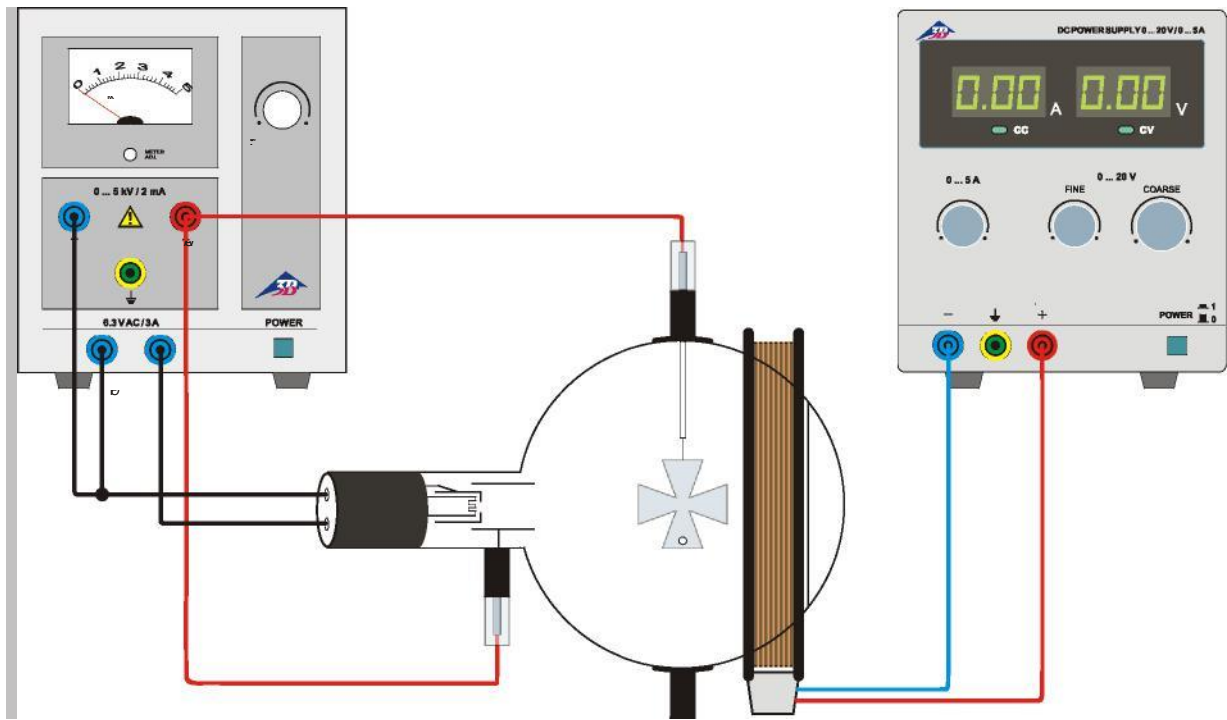


Fig. 4 Einführung in die Elektronenoptik

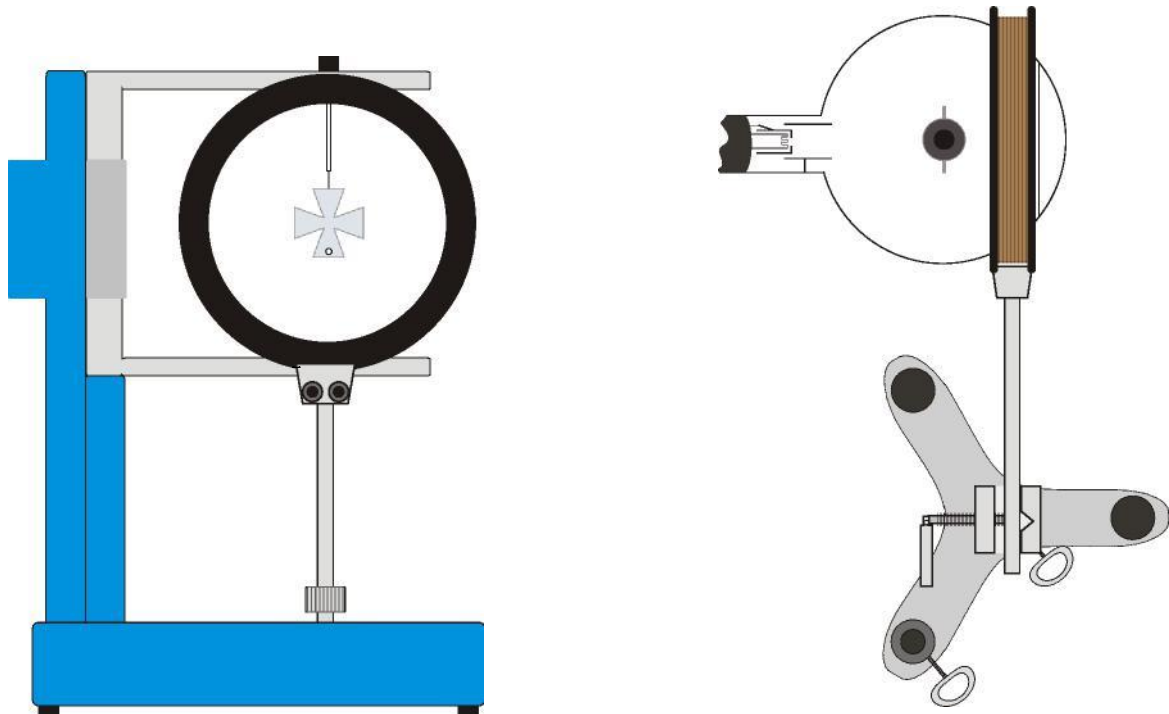


Fig. 5 Aufbau der Spule (links im Röhrenhalter, rechts an Stativmaterial)