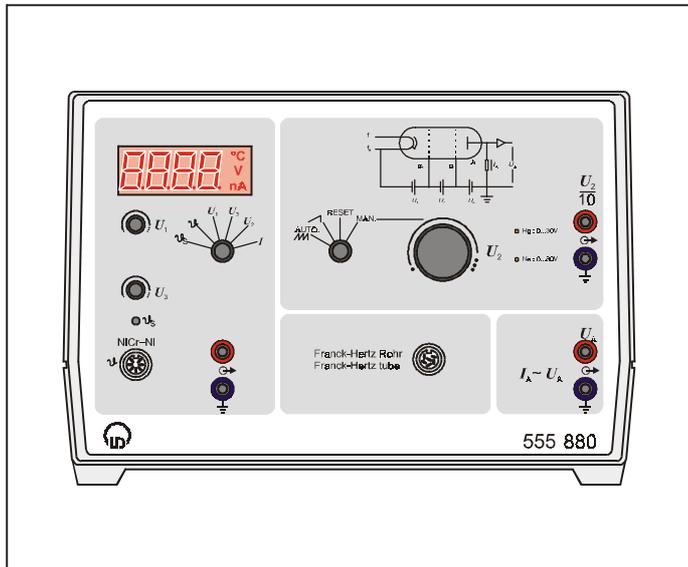


06/05-W97-Kem



## Gebrauchsanweisung 555 880

### Franck-Hertz-Betriebsgerät (555 880)

## Sicherheitshinweise

Das Franck-Hertz-Betriebsgerät entspricht den Sicherheitsbestimmungen für elektrische Mess-, Steuer-, Regel- und Laborgeräte nach DIN EN 61010 Teil 1 und ist nach Schutzklasse I aufgebaut. Es ist für den Betrieb in trockenen Räumen vorgesehen, welche für elektrische Betriebsmittel oder Einrichtungen geeignet sind.

Bei bestimmungsgemäßem Gebrauch ist der sichere Betrieb des Gerätes gewährleistet. Die Sicherheit ist jedoch nicht garantiert, wenn das Gerät unsachgemäß bedient oder unachtsam behandelt wird. Wenn anzunehmen ist, dass ein gefahrloser Betrieb nicht mehr möglich ist, ist das Gerät unverzüglich außer Betrieb zu setzen (z.B. bei sichtbaren Schäden).

- Vor Erstinbetriebnahme überprüfen, ob der auf dem Leistungsschild (Gehäuse-Rückseite) aufgedruckte Wert für die Netzanschlussspannung mit dem ortsüblichen Wert übereinstimmt.
- Vor Inbetriebnahme das Gehäuse auf Beschädigungen untersuchen und bei Funktionsstörungen oder sichtbaren Schäden das Gerät außer Betrieb setzen und gegen unbeabsichtigten Betrieb sichern.
- Gerät nur an Steckdosen mit geerdetem Nullleiter und Schutzleiter anschließen.
- Defekte Sicherung nur mit einer dem Originalwert entsprechenden Sicherung (siehe Sicherungsschild auf der Gehäuse-Rückseite) ersetzen.
- Lüftungsschlitze und Kühlkörper an der Gehäuse-Rückseite immer frei lassen, um ausreichende Luftzirkulation zur Kühlung der inneren Bauteile zu gewährleisten.
- Gerät nur durch eine Elektrofachkraft öffnen lassen.

## 1 Beschreibung

Das Franck-Hertz-Betriebsgerät dient zur Durchführung von Experimenten mit dem Hg-Franck-Hertz-Rohr (555 854) oder dem Ne-Franck-Hertz-Rohr (555 870). Es enthält ein Nanoamperemeter zur Messung des Auffängerstromes, liefert die Kathodenheizspannung, die Emissionsgitterspannung, die Beschleunigungsspannung und die Gegenspannung und steuert als Temperaturmess- und -regelgerät die Heizung für das Hg-Franck-Hertz-Rohr.

Zur Aufzeichnung der Franck-Hertz-Kurve, also des Auffängerstromes in Abhängigkeit von der Beschleunigungsspannung, kann zwischen drei Betriebsarten gewählt werden:

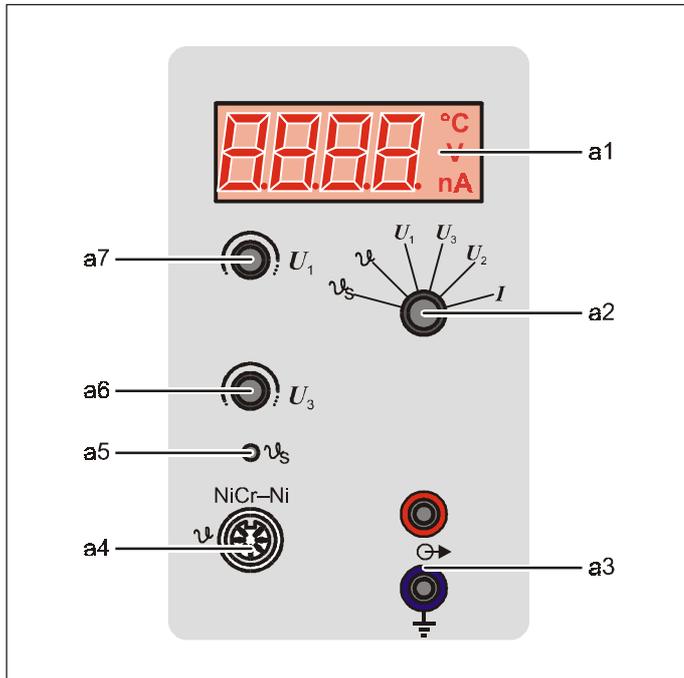
- manueller Betrieb
- schnelle Übersichtsdarstellung mit Zweikanal-Oszilloskop: Die Beschleunigungsspannung wird unter ständiger Wiederholung schnell von Null bis zum Maximalwert durchfahren.
- automatische Aufzeichnung mit XY-Schreiber oder CASSY: Die Beschleunigungsspannung wird einmal langsam von Null bis zum Maximalwert durchfahren.

## 2 Zubehör

1 Hg-Franck-Hertz-Rohr	555 854
1 Anschlussfassung mit DIN-Stecker für Hg-Franck-Hertz-Rohr	555 864
1 Rohröfen 230 V	555 81
oder	
1 Rohröfen 115 V	555 82
1 NiCr-Ni-Temperaturfühler	666 193
1 Ne-Franck-Hertz-Rohr	555 870
1 Halter mit Anschlussfassung für Ne-Franck-Hertz-Rohr	555 871
1 Verbindungskabel für Ne-Franck-Hertz-Rohr	555 872

### 3 Komponenten

#### a) Parameter- und Anzeigefeld:



- a1 Digitalanzeige
- a2 Messgrößenschalter
- a3 Analogausgang
- a4 DIN-Buchse, 5-polig
- a5 Schraubenzieherpotentiometer
- a6 Spannungssteller  $U_3$
- a7 Spannungssteller  $U_1$

#### Digitalanzeige

zeigt die ausgewählte Messgröße in °C, V bzw. nA oder durch Blinken eine Störung im Versuchsaufbau an.

#### Messgrößenschalter

wählt die Messgröße  $\vartheta_s$  (Soll-Temperatur),  $\vartheta$  (Ist-Temperatur),  $U_1$  (Emissionsgitter-Spannung),  $U_3$  (Gegenspannung),  $U_2$  (Beschleunigungsspannung) oder  $I$  (Auffängerstrom) für die Digitalanzeige und den Analogausgang aus.

#### Analogausgang

liefert eine zur ausgewählten Messgröße proportionale Ausgangsspannung  $U$ .

$$\text{Es gilt } \vartheta_s = 100^\circ\text{C} \cdot \frac{U}{V}, \vartheta = 100^\circ\text{C} \cdot \frac{U}{V}, U_1 = 1\text{V} \cdot \frac{U}{V},$$

$$U_3 = 1\text{V} \cdot \frac{U}{V}, U_2 = 10\text{V} \cdot \frac{U}{V} \text{ und } I = 1\text{nA} \cdot \frac{U}{V}$$

#### Schraubenzieherpotentiometer

zur Einstellung der Soll-Temperatur  $\vartheta_s$  des Hg-Franck-Hertz-Rohres (Voreinstellung:  $\vartheta_s = 180^\circ\text{C}$ )

#### DIN-Buchse, 5-polig

zum Anschluss eines NiCr-Ni-Temperaturfühlers (666 193)

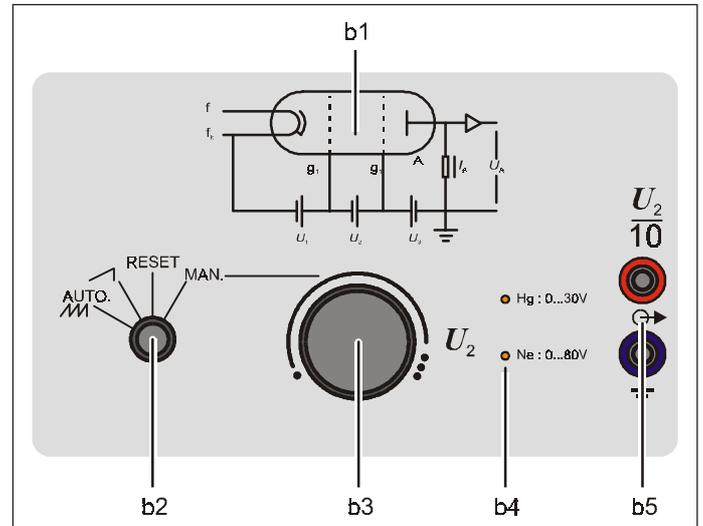
#### Spannungssteller $U_3$

zur Einstellung der Gegenspannung  $U_3$

#### Spannungssteller $U_1$

zur Einstellung der Emissionsgitter-Spannung  $U_1$ .

#### b) Betriebsfeld



- b1 Prinzipschaltskizze
- b2 Betriebsartschalter
- b3 Spannungssteller  $U_2$
- b4 Status-LEDs
- b5 Analogausgang  $U_2 / 10$

#### Prinzipschaltskizze

zeigt die prinzipielle Schaltung für das Franck-Hertz-Experiment.

- f: Kathodenheizung
- f<sub>k</sub>: Kathode
- g1: Emissionsgitter
- g2: Beschleunigungsgitter
- A: Auffänger

#### Betriebsartschalter

wählt die Betriebsart zur Variation der Beschleunigungsspannung  $U_2$ .

Oszilloskopdarstellung

Aufzeichnung der Kurve mit CASSY oder Schreiber

RESET Beschleunigungsspannung wird auf 0 V gesetzt

MAN manuelle Einstellung der Beschleunigungsspannung (punktweise Aufzeichnung der Kurve)

#### Spannungssteller $U_2$

zur manuellen Einstellung der Beschleunigungsspannung  $U_2$  in der Betriebsart „manuell“.

#### Status-LEDs:

zeigen den Anschluss eines Franck-Hertz-Rohres an.

LED	Farbe	Betriebszustand
Hg	grün	kurzzeitig unmittelbar nach Einschalten des Betriebsgerätes
	rot	Ofen wird hochgeheizt
	grün	Solltemperatur erreicht.
Ne	grün	Ne-Franck-Hertz-Rohr über Anschlusskabel angeschlossen

#### Analogausgang $U_2 / 10$

liefert eine zur Beschleunigungsspannung  $U_2$  proportionale Ausgangsspannung

**c) Anschlussfeld:**

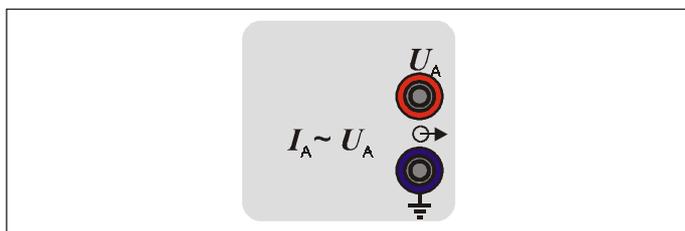


DIN-Buchse, 7-polig

zum Anschluss

- a) des Hg-Franck-Hertz-Rohres (555 854) über die Anschlussfassung mit DIN-Stecker (555 864) oder
- b) des Ne-Franck-Hertz-Rohres (555870) über das Verbindungskabel (555 872).

**d) Auffängerstrom-Ausgabefeld:**

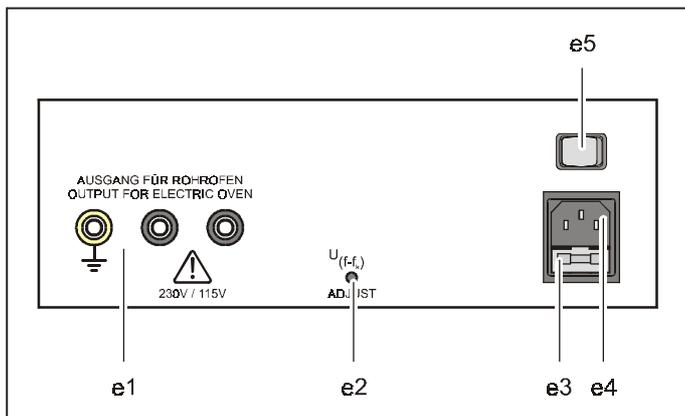


Analogausgang  $U_A$

liefert eine zum Auffängerstrom  $I$  proportionale Ausgangsspannung

$$I = 1 \text{ nA} \cdot \frac{U_A}{V}$$

**e) Rückseite:**



- e1 Anschluss für Rohrofen
- e2 Schraubenzieherpotentiometer
- e3 Primärsicherung
- e4 Netzanschluss
- e5 Netzschalter

Anschluss für Rohrofen

zum elektrischen Anschluss des Rohrofens und zur Erdung des Kupferrohres aus dem Lieferumfang der Anschlussfassung für Hg-Franck-Hertz-Rohr.

Schraubenzieherpotentiometer

zur Einstellung der Kathodenheizspannung.

**4 Technische Daten**

Digitalanzeige: vierstellige 7-Segment-Anzeige

Emissionsgitter-Spannung  $U_1$ : 0 ... 5 V

Beschleunigungsspannung  $U_2$ : 0...30 V für Hg  
0...80 V für Ne  
(Ne-Franck-Hertz-Rohr wird automatisch erkannt)

Gegenspannung  $U_3$ : 0 ... 10 V

Kathodenheizspannung: 5,9 ... 6,7 V,  
Voreinstellung: 6,3 V

Solltemperatur des Hg-Franck-Hertz-Rohres: 140-210°C

Messbereich für Auffängerstrom: 10 nA

Wiederholfrequenz für Oszilloskopdarstellung: 25 Hz / 30 Hz

Bei der Oszilloskopdarstellung ist der Einfluss der Kapazitäten des Franck-Hertz-Rohres und der Anschlussfassung bemerkbar. Der zur Umladung der Elektroden erforderliche Strom bewirkt eine leichte Verschiebung und Verzerrung der Franck-Hertz-Kurve.

Durchgangszeit für automatische Aufzeichnung: >10 s

**Elektrische Daten:**

Leistungsaufnahme: bis 30 W ohne Rohrofen  
bis 230 W mit Rohrofen

Netzanschlussspannung: siehe Leistungsschild auf der Gehäuse-Rückseite.

Primärsicherung: siehe Sicherungsschild auf der Gehäuse-Rückseite.

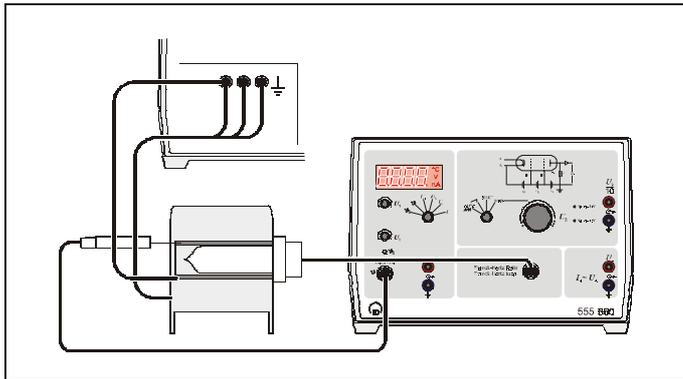
**Allgemeine Daten:**

Abmessungen: 21 cm × 30 cm × 23 cm

Masse: 3 kg

## 5 Bedienung

### 5.1 Inbetriebnahme des Hg-Franck-Hertz-Rohres:



zusätzlich erforderlich:

- |   |         |
|---|---------|
| 1 Hg-Franck-Hertz-Rohr                                      | 555 854 |
| 1 Anschlussfassung mit DIN-Stecker für Hg-Franck-Hertz-Rohr | 555 864 |
| 1 Rohrofen 230 V  | 555 81  |
| oder  |         |
| 1 Rohrofen 115 V  | 555 82  |
| 1 NiCr-Ni-Temperaturfühler                                  | 666 193 |

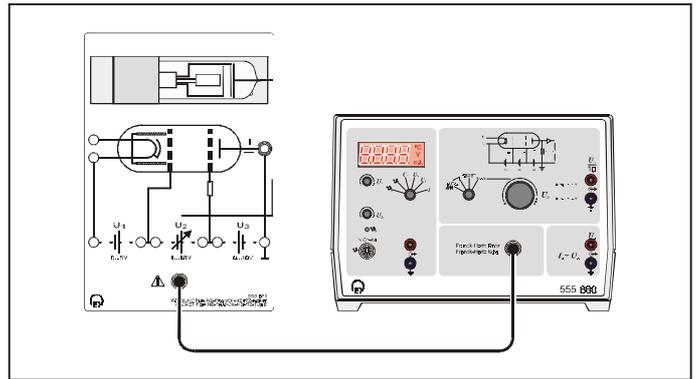
- Kupferrohr aus dem Lieferumfang der Anschlussfassung in den Rohrofen schieben und Kupferlitze durch die rückseitige Öffnung des Rohrofens führen.
- Rohrofen auf der Rückseite des Franck-Hertz-Betriebsgerätes anschließen und Kupferrohr mittels Kupferlitze erden.
- NiCr-Ni-Temperaturfühler durch die kleine Bohrung auf der Rückseite des Rohrofens in das Sackloch des Kupferrohres schieben und an die fünfpolige DIN-Buchse des Franck-Hertz-Betriebsgerätes anschließen.
- Hg-Franck-Hertz-Rohr in die Anschlussfassung stecken und im Anschlussfeld des Franck-Hertz-Betriebsgerätes anschließen.
- Hg-Franck-Hertz-Rohr vollständig in das Kupferrohr schieben.
- Franck-Hertz-Betriebsgerät einschalten und das Erreichen der Betriebstemperatur des Hg-Franck-Hertz-Rohr abwarten.
- Saugspannung  $U_1 = 1,5 \text{ V}$  und Gegenspannung  $U_3 = 1,5 \text{ V}$  einstellen.

Wenige Sekunden nach Einschalten zeigt rotes Leuchten der LED für Hg an, dass der Rohrofen heizt. Nach 10 bis 15 min ist die Betriebstemperatur erreicht und die LED leuchtet grün.

Eventuelles Blinken der Digitalanzeige zeigt einen Aufbaufehler in der Temperaturmessung an:

Fehler	Anzeige
Kein Temperaturfühler angeschlossen	Digitalanzeige blinkt sofort nach Einschalten des Franck-Hertz-Betriebsgerätes
Temperaturfühler angeschlossen, steckt aber nicht im Sackloch des Kupferzylinders.	Digitalanzeige blinkt einige Minuten nach Einschalten des Franck-Hertz-Betriebsgerätes
Temperaturfühler ist nach Erreichen der Betriebstemperatur aus dem Sackloch des Kupferzylinders gefallen.	Digitalanzeige blinkt einige Sekunden nach dem Herausfallen.

### 5.2 Inbetriebnahme des Ne-Franck-Hertz-Rohres:



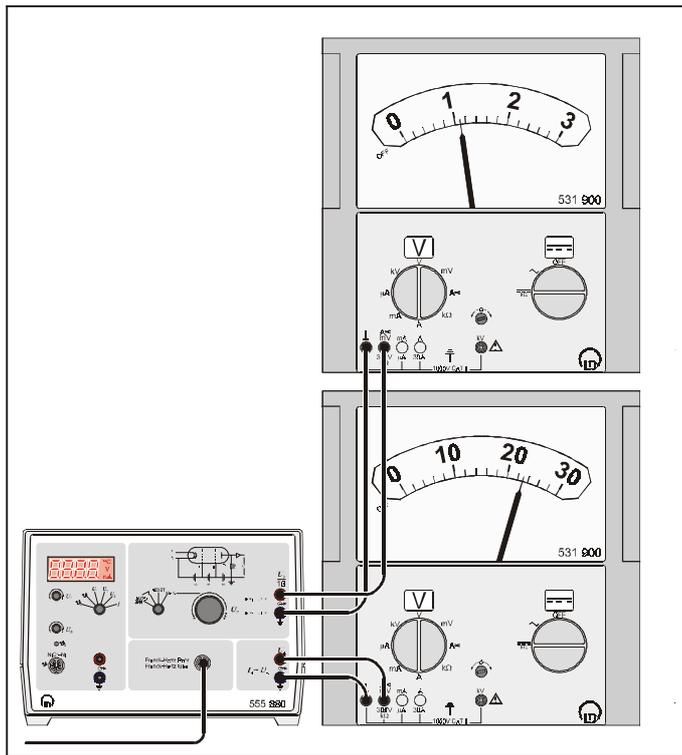
zusätzlich erforderlich:

- |  |         |
|--|---------|
| 1 Ne-Franck-Hertz-Rohr                                 | 555 870 |
| 1 Halter mit Anschlussfassung für Ne-Franck-Hertz-Rohr | 555 871 |
| 1 Verbindungskabel für Ne-Franck-Hertz-Rohr            | 555 872 |

- Franck-Hertz-Betriebsgerät einschalten.
- Saugspannung  $U_1 = 1,5 \text{ V}$  und Gegenspannung  $U_3 = 10 \text{ V}$  einstellen.

Das Ne-Franck-Hertz-Rohr wird bei Raumtemperatur betrieben und ist schon ca. 1 min nach Einschalten des betriebsbereit.

**5.3 Manuelle Aufzeichnung mit zusätzlichen Messgeräten:**



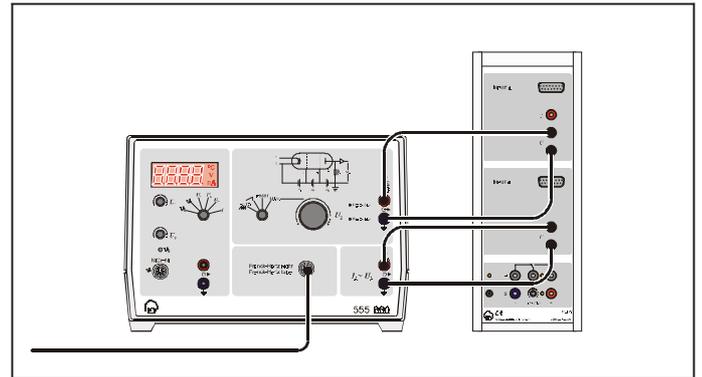
*zusätzlich erforderlich:*

- 2 Voltmeter z.B.. 531 905
- Je ein Voltmeter an Ausgang UA und an Ausgang U2/10 anschließen.
- Für Ausgang UA den Messbereich 0...1 V DC wählen.
- Für Ausgang U2/10 den Messbereich 0...3 V DC für Hg bzw. 0...8 V DC für Ne wählen.
- Betriebsartschalter auf MAN. stellen.
- Mit Spannungssteller  $U_2$  die Spannung langsam von Null bis zum Maximalwert hochfahren und Strom und Beschleunigungsspannung ablesen.

**5.4 Manuelle Aufzeichnung ohne zusätzliche Messgeräte:**

- Betriebsartschalter auf MAN. stellen.
- Auswahlwähler auf den Parameter  $U_2$  schalten und mit Spannungssteller ersten Wert für  $U_2$  anfahren.
- Auf den Parameter  $I$  umschalten und Auffängerstrom in der Digitalanzeige ablesen.
- Auf den Parameter  $U_2$  zurückschalten und nächsten Wert für  $U_2$  anfahren usw.

**5.5 Aufzeichnung mit XY-Schreiber oder CASSY**



*zusätzlich erforderlich:*

- 1 XY-Schreiber 575 664
- oder
- 1 Sensor-CASSY 524 010
- 1 CASSY Lab 524 200
- 2 Paar Kabel, rot und blau, 1 m 501 46

Parameter für XY-Schreiber:

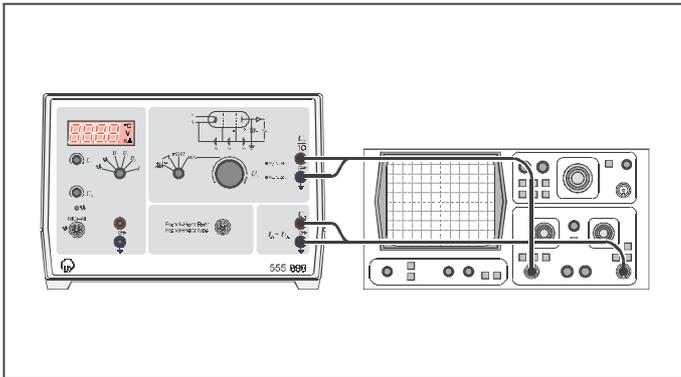
- X-Achse: ca. 0,1 V/cm (Hg) bzw. ca. 0,3 V/cm (Ne)
- Y-Achse: ca. 1 V/cm

Parameter für CASSY:

- Intervall: 100 ms
- Trigger: UA1 = 0,1 V steigend
- X-Achse: ca. 0,1 V/cm (Hg) bzw. ca. 0,3 V/cm (Ne)
- $I_A / nA = U_{B1} / V$
- $U_2 = 10 UA1$

- XY-Schreiber an Ausgang UA (Y) und an Ausgang U2/10 (X) anschließen.
- Betriebsartschalter auf  $\nearrow$  stellen (die Beschleunigungsspannung  $U_2$  wird einmal langsam von Null bis zum Maximalwert durchfahren).
- Sensor-CASSY an Ausgang UA (B) und an Ausgang U2/10 (A) anschließen.
- Betriebsartschalter auf RESET stellen und Messung mit F9 starten.
- Betriebsartschalter auf  $\nearrow$  stellen (die Beschleunigungsspannung  $U_2$  wird einmal langsam von Null bis zum Maximalwert durchfahren).

## 5.6 Schnelle Darstellung mit Oszilloskop:



*zusätzlich erforderlich:*

1 Zweikanal-Oszilloskop	575 211
2 Messkabel BNC/4mm	575 24

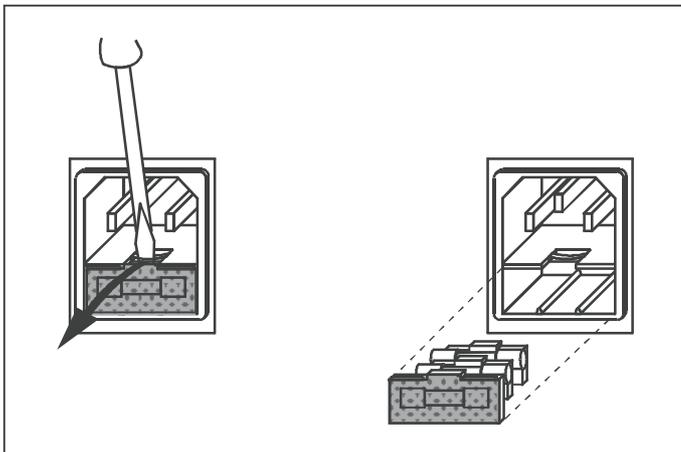
- Zweikanal-Oszilloskop an Ausgang UA (Y) und an Ausgang U2/10 (X) anschließen und auf X-Y-Darstellung schalten.
- Betriebsartschalter auf  $\infty$  stellen (die Beschleunigungsspannung U2 wird unter ständiger Wiederholung schnell von Null bis zum Maximalwert durchfahren.).

Parameter:

X-Achse: 0,5 V / DIV. (Hg) bzw. 1 V / DIV. (Ne)

Y-Achse: 2 V / DIV.

## 6 Sicherungsaustausch



- Einsatz mit Fassung für Sicherung und Reservesicherung heraushebeln.
- Defekte Sicherung durch neue Sicherung ersetzen.
- Reservesicherung einsetzen und Einsatz wieder einschieben.