



**TU Dresden**  
Fakultät Physik  
Physikalisches Grundpraktikum

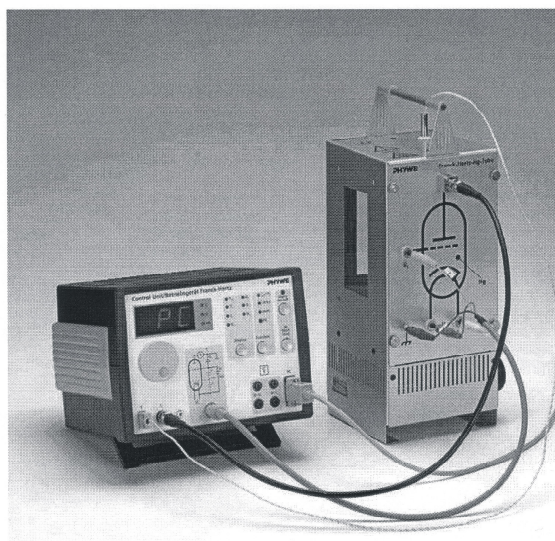
Platzanleitung **FH**  
Franck-Hertz-Versuch

## 1 Aufgabenstellung

1. Nehmen Sie die Anodenstromkurve  $I_A(U_1)$  ( $I_A$ -Anodenstrom,  $U_1$ -Beschleunigungsspannung) einer mit Quecksilber (Hg) gefüllten Elektronenröhre bei drei verschiedenen Temperaturen des Hg-Dampfes ( $\vartheta_1 = 175^\circ\text{C}$ ,  $\vartheta_2 = 180^\circ\text{C}$ ,  $\vartheta_3 = 185^\circ\text{C}$ ) auf.
2. Messen Sie die Anodenstromkurve  $I_A(U_1)$  einer mit Neon (Ne) gefüllten Elektronenröhre bei drei verschiedenen Steuerspannungen  $U_3$ .
3. Bestimmen Sie aus den Lagen der Maxima des Anodenstromes  $U_1^{\max_i}$  ( $i = 2, \dots, N$ ) die mittlere Anregungsenergie von Quecksilber und Neon. Ermitteln Sie anhand der so bestimmten Anregungsenergien  $E_a$  und den Termschemata der Elemente die Elektronenzustände nach der Stoßanregung. Berechnen Sie anschließend die Frequenz und die Wellenlänge der von den jeweiligen Atomen nach der Stoßanregung emittierten elektromagnetischen Strahlung.
4. Überprüfen Sie durch eine geschickte Auftragung der Maxima des Anodenstromes  $I_A^{\max}(U_1^{\max})$  der Hg-Röhre (für  $\vartheta = 185^\circ\text{C}$ ) die zu erwartende  $U^2$ -Abhängigkeit im Raumladungsgebiet der Elektronenröhre (Childsches-Raumladungsgesetz). Ermitteln Sie anschließend die Kontaktspannung  $U_K$  zwischen Kathode und Anode.
5. Nehmen Sie das optische Spektrum des von der Neon-Röhre emittierten Lichts auf und vergleichen Sie die am stärksten beitragenden Wellenlängen mit den elektronischen Übergängen im Termschema.

## 2 Hinweise zur Versuchsdurchführung

Bauen Sie die Schaltung nach Abb. 1 auf, beginnen Sie Ihre Versuche mit der Ne-Röhre.



**Abb. 1:** Betriebsgerät mit Hg-Röhre und Ofen des Franck-Hertz-Versuchs

## 2.1 Aufbau

Verbinden Sie die Ne-Röhre bzw. die Hg-Röhre über ein 5-poliges Kabel und einem BNC-Kabel mit dem Betriebsgerät über die Anschlüsse (9) und (11) (Abb. 2). Bei der Verbindung der Hg-Franck-

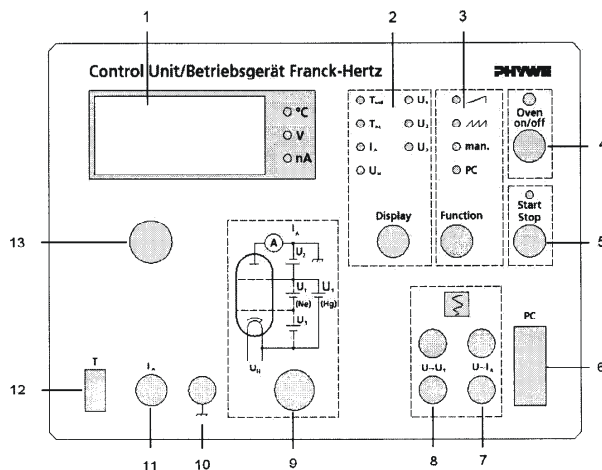


Abb. 2: Funktions- und Bedienelemente des Franck-Hertz-Betriebsgerätes

Hertz-Röhre ist darauf zu achten, dass die Beschriftungen der 4 mm-Stecker des 5-poligen Kabels mit denen der Buchsen auf der Frontplatte der Röhre übereinstimmen. Weiterhin ist für den Betrieb der Hg-Röhre zusätzlich ein Temperatursensor (Ni Cr-Ni-Thermoelement) an den Anschluss (12) des Betriebsgerätes anzuschließen. Die Fühlerspitze des Thermoelements wird durch die Öffnung im Franck-Hertz-Ofen geführt und in der Höhe der Röhrenkathode positioniert. Des Weiteren ist der Ofen mittels der Anschlussleitung mit der Schukosteckdose auf der Rückseite des Betriebsgerätes zu verbinden. Der seitlich am Ofen befindliche Drehknopf ist auf Stellung 7 zu stellen. Es ist darauf zu achten, dass keine Kabel am Franck-Hertz-Ofen anliegen, da diese sonst während des Betriebs des Ofens „verschmoren“. **Achtung! Während des Betriebs des Franck-Hertz-Ofens nicht an das Gehäuse fassen!**

Zur Erfassung und Darstellung der Messwerte ist das Betriebsgerät (Anschluss 6) über ein RS232-Kabel mit der seriellen Schnittstelle des Computers zu verbinden.

## 2.2 Inbetriebnahme

**Vor der Inbetriebnahme des Versuchsplatzes ist der Aufbau vom Betreuer abnehmen zu lassen!**

Inbetriebnahme:

1. Betriebsgerät an das Stromnetz (230 V) anschließen und mittels Netzschalter an der Rückseite einschalten.
2. Mit dem Tastschalter (3) am Betriebsgerät den Modus „PC“ einstellen.
3. Computer einschalten und in gewohnter Weise anmelden.
4. Programm „measure“ starten.

## 2.3 Aufnahme der Messwerte

Das Messprogramm erkennt automatisch, ob eine Hg- oder eine Ne-Röhre angeschlossen ist. Die systematische Messunsicherheit der Beschleunigungsspannung ist mit 1% laut Hersteller angegeben.

Zur Analyse der statistischen Unsicherheiten sind für jeden Parametersatz mehrere Anodenstromkurven aufzunehmen und in Sinne einer Kleinststatistik auszuwerten. Die Auswahl der Parameter und das Starten der Messung ist im Folgenden zusammengefasst:

1. Button „Messaufnahme“ (roter Kreis) mittels Mausklick aktivieren.
2. In das sich danach öffnende Fenster die Betriebsparameter eintragen:

- Mode            automatic control
- X data         Voltage  $U_1$  (bei Messung der Franck-Hertz-Kurve)  
                      Time (bei Messung des Dunkelstromes  $I_0$ )
- Channels       Current IA
- Parameters

Parameter	Quecksilber (Hg)	Neon (Ne)	$I_0$ -Hg
$U_1$	max. 45 V	max. 99,9 V	0
$U_2$	1-3 V	s. Versuchsplatz	0
$U_3$	–	3-4 V	–
$U_H$	6,3 V	s. Versuchsplatz	6,3 V
$T_{\text{soll}}$	175-185 °C	–	185 °C
$t_{\text{max}}$	–	–	60 s
$\delta t$	–	–	0,1 s

- Display        Diagram
- Continue

3. Bei Verwendung der Hg-Röhre werden Sie durch das Erscheinen eines Fensters auf dem Monitor darauf hingewiesen, dass Sie zu warten haben, bis die eingestellte Solltemperatur erreicht ist (**mindestens 15 min Aufheizzeit beachten**). Nach dem Erreichen der Solltemperatur erscheint erneut ein Fenster, in dem Sie die Messung starten können. Die Messkurve wird in Echtzeit auf dem Monitor dargestellt.

## 2.4 Auswertung der Messdaten mit dem Messprogramm

Das Messprogramm bietet die Möglichkeit, eine „Peak“-Analyse durchzuführen. Das heißt, die Maxima des Stromes aus der Messkurve zu extrahieren. Bevor der Menü-Punkt „Peak“-Analyse aktiviert wird, ist die Messkurve zu glätten, um Effekte des statistischen Rauschens herauszumit-teln. Die geglättete Kurve wird danach in das Diagramm mit eingetragen (rechte Achse). Bezüglich der geglätteten Kurve ist dann die Peak-Analyse durchzuführen. Die Ergebnisse der Peak-Analyse  $U_1^{\text{max}}_i$  und  $I_A^{\text{max}}_i$  ( $i = 1, \dots, N$ ) sind in Tabellenform ins Protokollbuch zu übernehmen. Die Messwerte sind auf dem Laufwerk P: unter einem sinnvoll bezeichneten Ordner zu speichern.

## 2.5 Auswertung von Messdaten in „Origin“

Das von der Firma Phywe gelieferte Auswerteprogramm ist nicht in der Lage, mehrere Messkurven in einem Diagramm darzustellen, was die Untersuchung des Einflusses der einzelnen Messparameter auf den Verlauf der Franck-Hertz-Kurve erschweren würde. Deshalb sind die Messdaten über die Zwischenablage in das Programm „Origin“ einzufügen und dort in entsprechenden Diagrammen

darzustellen und von dort aus auch auszudrucken. „Origin“ kann auch genutzt werden, um recht komfortabel und schnell lineare Regressionsanalysen durchzuführen.

## 2.6 Wechsel der Franck-Hertz-Röhren

- Funktion (3) am Betriebsgerät auf „manuell“ stellen.
- Betriebsgerät am Netzschalter (Rückseite des Betriebsgerätes) ausschalten.
- Andere Röhre an das Betriebsgerät über die Anschlüsse (9) und (11) anschließen. Dabei sind die Hinweise unter 2.1 zu beachten.
- Betriebsgerät am Netzschalter einschalten.
- Funktion (3) am Betriebsgerät auf „PC“ stellen.

## 2.7 Aufnahme des optischen Spektrums

Für die Analyse des von der Ne-Röhre emittierten Lichtes steht ein elektronisches wellenlängendispersives Spektrometer der Firma „OceanOptics“ zur Verfügung. Die Öffnung für den Lichteintritt ist durch eine blaue verschraubbare Kappe verschlossen. Um das Spektrometer in die Nähe des Licht emittierenden Bereichs der Ne-Röhre zu bringen, legt man deren Gehäuse vorsichtig auf die Rückseite mit der Öffnung nach oben und setzt entsprechend das Spektrometer mit der Öffnung nach unten darauf. Für die Aufzeichnung des Spektrums starten Sie das Programm „OceanView“. Mit „QuickView“ können Sie sich ohne Probleme das momentane Spektrum anschauen. Unter „Acquisition Group Window“ (ganz links) lässt sich die Integrationszeit einstellen. Die numerischen Daten können mit „Copy to Clipboard“ beispielsweise in Origin eingefügt und ausgewertet werden. Für die Aufgabenstellung genügt es allerdings die relevanten Wellenlängen direkt „OceanView“ zu bestimmen.

### Hinweise

- Für die Aufnahme eines Spektrums müssen Sie über eine längere Dauer eine konstante Spannung  $U_1$  anlegen. Nutzen Sie dafür den Modus „manual control“. Verwenden Sie die üblichen Parameter der Neon-Röhre, sowie  $U_3 = 4V$  und  $U_1 = 90V$ . Bitte vermeiden Sie unnötigen Betrieb der Röhre.
- Da die Dunkelspektren u.U. artifizielle Peaks enthalten, sollte zusätzlich immer ein solches bei ausgeschalteter Ne-Röhre aufgenommen werden.
- Werten Sie nur die Wellenlängen der fünf höchsten (realen) Intensitäten aus und ordnen Sie diese den Übergängen im Ne-Termschema zu. Protokollieren Sie das optische Spektrum sowie das zugehörige Dunkelspektrum.