

### Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung
2. Technische Daten
3. Beschreibung der Schaltung
  - 3.1. Zählereinheit
  - 3.2. Torsteuerung
  - 3.3. Zeitmarkengeber
  - 3.4. Eingangsschaltung - Zählen
  - 3.5. Eingangsschaltung - Zeitmessung
  - 3.6. Integrator
4. Bedienungsanleitung
  - 4.1. Allgemeines
  - 4.2. Zählen elektrischer Impulse
    - 4.2.1. Eingangswahl
    - 4.2.2. Torzeiten
    - 4.2.3. Betriebsarten
  - 4.3. Messung von Zeitdifferenzen
    - 4.3.1. - bei periodischen Vorgängen
    - 4.3.2. - bei Einzelvorgängen
    - 4.3.3. Zeitmarkenfrequenzen
    - 4.3.4. Betriebsarten
5. Anschlußmöglichkeiten für Zubehör
6. Besondere Hinweise
7. Zubehör

8. Beispiele für Anwendungsmöglichkeiten
  - 8.1. Frequenzmessung
    - 8.1.1. - bei Frequenzen kleiner 2 MHz
    - 8.1.2. - bei Frequenzen von 2 bis 250 MHz
    - 8.1.3. Untersuchung des Dopplereffektes an Ultraschall
  - 8.2. Zählrohrbetrieb
  - 8.3. Zählen von Impulsen
  - 8.4. Frequenzmessung an Stimmgabeln
  - 8.5. Drehfrequenzmessung
  - 8.6. Bestimmung der Fallzeit
  - 8.7. Messung der Schalllaufzeit in Luft
  - 8.8. Geschwindigkeitsmessung mit Lichtschranken
  - 8.9. Messung von Ein-, Ausschaltzeiten und Periodendauern bei periodischen Signalen
  - 8.10. Hellzeitmessung. Bestimmung der Öffnungszeit von Fotoverschlüssen
  - 8.11. Dunkelzeitmessung, Geschwindigkeitsmessung mit einer Fotodiode
  - 8.12. Messung der Berührungszeiten beim elastischen Stoß

## 1. Einleitung

Der elektronische Zähler und Kurzzeitmesser ist ein modernes elektronisches Meßgerät, das im physikalischen Experimentalunterricht vielseitig verwendet werden kann. Es erlaubt Messungen von Frequenzen bis 250 MHz und von Zeiten bis zu 1  $\mu$ sec bei einem Zählvolumen von  $10^7$ . Daher liefert es bei der Bestimmung zahlreicher Größen und Naturkonstanten sehr genaue und reproduzierbare Meßwerte. Die Versuchs- und Meßaufbauten sind einfach und übersichtlich und das Ergebnis kann an Sieben-Segmentleuchtdiodenanzeigen direkt abgelesen werden. Für angeschlossene Generatoren und Vorrichtungen liefert das Gerät die erforderlichen Spannungen.

## 2. Technische Daten

### Frequenzmessung und Ereigniszählung

Torzeiten	Auflösung
0,1 sec	10 Hz
1 sec	1 Hz
10 sec	0,1 Hz

beliebig durch Start/Stopp-Tasten bzw - Eingänge.

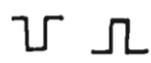
- Eingang A : wechselfspannungsgekoppelt mit der Zeitkonstanten  $\tau$
- ~ Eingangswiderstand 1 MOhm  
Frequenzbereich 10 Hz - 2,5 MHz (Sinus)  
Empfindlichkeit 200 mV<sub>SS</sub> bis 500 kHz  
max. Eingangsspannung 250 V<sub>eff</sub> ( $\tau = 1$  sec)
  - ⊙ Vorspannung für Zählrohr 0-800 V stetig einstellbar ( $\tau = 10^{-4}$  sec)
  - ⊙ Vorspannung für Mikrophon 5 V über 1 kOhm ( $\tau = 1$  sec)
  - ▶ Vorspannung für Fotodiode 5 V über 220 kOhm ( $\tau = 10^{-4}$  sec)

- Eingang B : Eingangswiderstand 3 kOhm  
Frequenzbereich 100 kHz - 250 MHz  
Empfindlichkeit 200 mV<sub>SS</sub> 0,5 - 150 MHz  
max. Eingangsspannung 20 V<sub>eff</sub>  
Vorteilungsfaktor 100

## Zeitmessung

Zeitmarkenfrequenzen	Auflösung
1 MHz	1 $\mu$ sec
0,1 MHz	10 $\mu$ sec
10 kHz	0,1 msec
1 kHz	1 msec

a) Ein- bzw. Ausschaltzeit - Eingang Start

 gleichspannungsgekoppelt  
Empfindlichkeit 300 mV<sub>SS</sub> (Hysterese des Schmitt-Triggers)  
Lage der Triggerpegel 0,2/0,5 V  
Vorspannung 5 V über 100 kOhm  
max. Eingangsspannung 150 V<sub>eff</sub>

b) Periodendauer - Eingang Start

 wechspannungsgekoppelt ( $\tau = 10$  sec)  
Empfindlichkeit 300 mV<sub>SS</sub>  
max. Eingangsspannung 150 V<sub>eff</sub>

c) Zeitintervall - Eingang Start und Stopp

Start/Stopp wechspannungsgekoppelt ( $\tau = 10^{-2}$  sec)  
Empfindlichkeit 300/200 mV<sub>SS</sub>  
Vorspannung 5 V über 10 kOhm  
max. Eingangsspannung 50 V<sub>eff</sub>  
Doppelauslösesperre beim Starteingang

Zeitbasen Bauart : hochstabile Quarzbasis  
Frequenzen : 8 und 6,5536 MHz  
Stabilität :  $\pm 10 \cdot 10^{-6}$

Anzeige 7-stellig durch 26 mm hohe Siebensegmentanzeige in Hz (sec<sup>-1</sup>)  
bzw. sec mit Angabe des Exponenten zur Basis 10, Indikation  
des Torzustandes durch eine grüne Leuchtdiode

Lautsprecher Ausgang niederohmig

Mittelwertanzeige linear, in 3 Bereichen 10, 100, 1000  $\frac{I_{mp}}{s \cdot V}$   
Anzeigeelement bis 3 V

Spannungen für Zubehör Beleuchtung 6 V $\sim$ , max. Strom 2 A, Impuls-  
lautsprecher 0 - 200 V, stetig einstellbar

Netzanschluß 220 V $\sim$

Sicherung 315 mA

Abmessungen 500 x 160 x 210 mm<sup>3</sup>

### 3. Beschreibung der Schaltung

#### 3.1. Zählereinheit

Das Herz des Zählers ist ein hochintegrierter Baustein in CMOS-Technik, der bis auf die Generatoren für die Zeitmarken und Torzeiten alle zur Registrierung von Impulsen nötigen Teile enthält.

#### 3.2. Torsteuerung

Die zur Torsteuerung verwendeten Signale werden durch einen quarzstabilisierten Oszillator von 6,5536 MHz erzeugt. Dieses Signal wird auf die benötigten Torzeiten (0,1; 1; 10 sec) heruntergeteilt und dann bei Frequenzmessungen dem Eingang "Tor" des Zählerbausteins zugeführt. Ist dieses Torsignal eine logische "0", so wird die am "Eingang" des Zähler-ICs auftretende Impulsfolge gezählt. (Abb. 2)

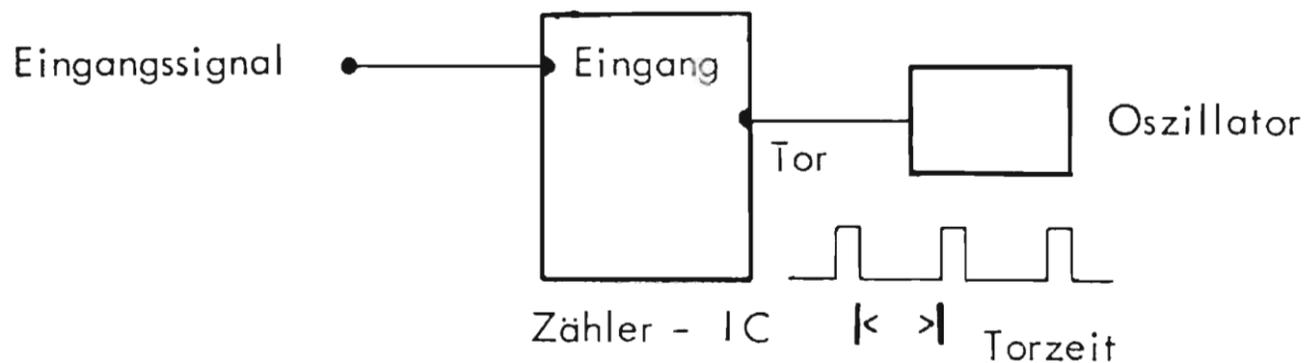


Abb. 2 Beschaltung des Zählerbausteins bei Frequenzmessungen

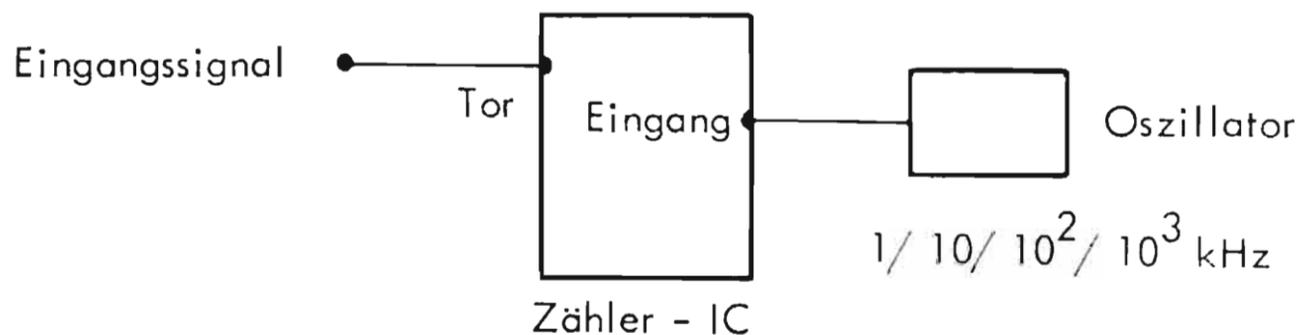


Abb. 3 Beschaltung des Zählerbausteins bei Zeitmessungen

#### 3.3. Zeitmarkengeber

Die Zeitmarkenfrequenzen werden ebenfalls durch einen quarzstabilisierten Oszillator (8 MHz) geliefert. Nach weiterer Frequenz-Teilung auf  $10^3$  bis  $10^1$  kHz gelangt dieses Signal zum "Eingang". Wenn gleichzeitig das zu messende Signal am "Tor" liegt, dient der Zähler-IC als Zeitmesser. (Abb. 3)

#### 3.4. Eingangsschaltung - Zählen

Das Gerät besitzt zwei Eingänge. Eingang A ist hochohmig (1 MOhm) und verarbeitet sinusförmige Signale von 10 Hz bis 2,5 MHz von mindestens 200 mV<sub>SS</sub>. Hier werden auch die Wandler (Zählrohr, Mikrophon, Fotodiode) angeschlossen. Die Vorspannungen für diese Signalquellen werden durch Druck der entsprechenden Taste (⊕, ⊖, □) zugeschaltet.

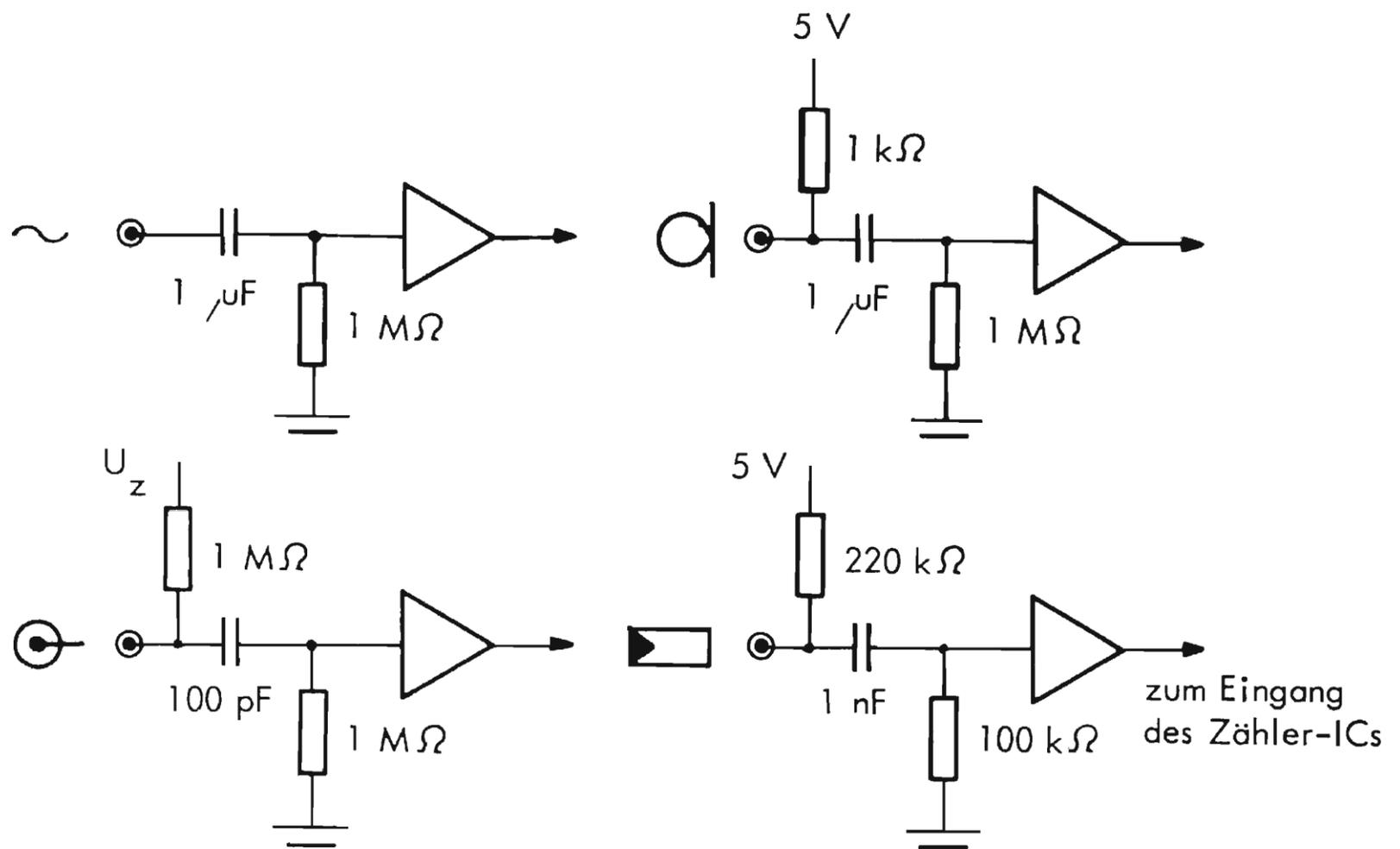


Abb. 4 Eingangsschaltungen (A)

Eingang B ist niederohmig und für die Messung sehr hoher Frequenzen ( $\leq 250$  MHz) ausgelegt. Er teilt die Eingangsfrequenz durch 100 und ist deshalb auf der Frontplatte mit  $f/100$  gekennzeichnet. Dieser Eingang verarbeitet Signale von mindestens  $200 \text{ mV}_{SS}$  bis maximal  $20 \text{ V}_{eff}$ .

### 3.5. Eingangsschaltung - Zeitmessen

Sind die Tasten  $\sqcup$ ,  $\sqcap$  oder  $\sqcap$  betätigt, gelangt das am Start-Eingang liegende Signal über einen Schmitt-Trigger mit folgenden Eingangsschaltungen zum Anschluß "Tor" des Zählerbausteins (siehe Abb.5).

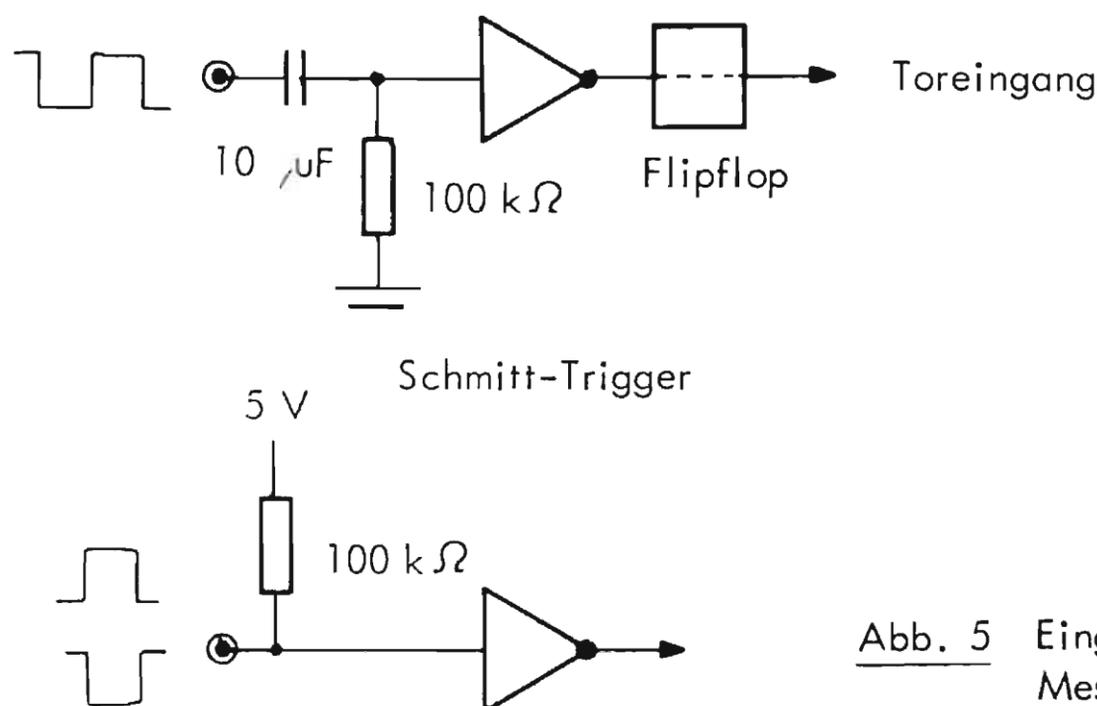


Abb. 5 Eingangsschaltung bei Messung von Ein-, Ausschaltzeiten und Periodendauern

Wegen der in Tastenstellung " $\sqcup$ " und " $\sqcap$ " vorhandenen Vorspannung können Hell- und Dunkelzeiten mit Fotodioden gemessen werden.

Bei Druck der Taste Start/Stopp werden die an den Eingängen Start und Stopp liegenden Signale von Schmitt-Triggern in Rechtecke verwandelt und einem Flip-flop zugeführt. Eine Doppelauslösesperre verhindert, daß etwa während einer halben Sekunde nach Auslösen des Zählers ein nochmaliges Auslösen erfolgen kann.

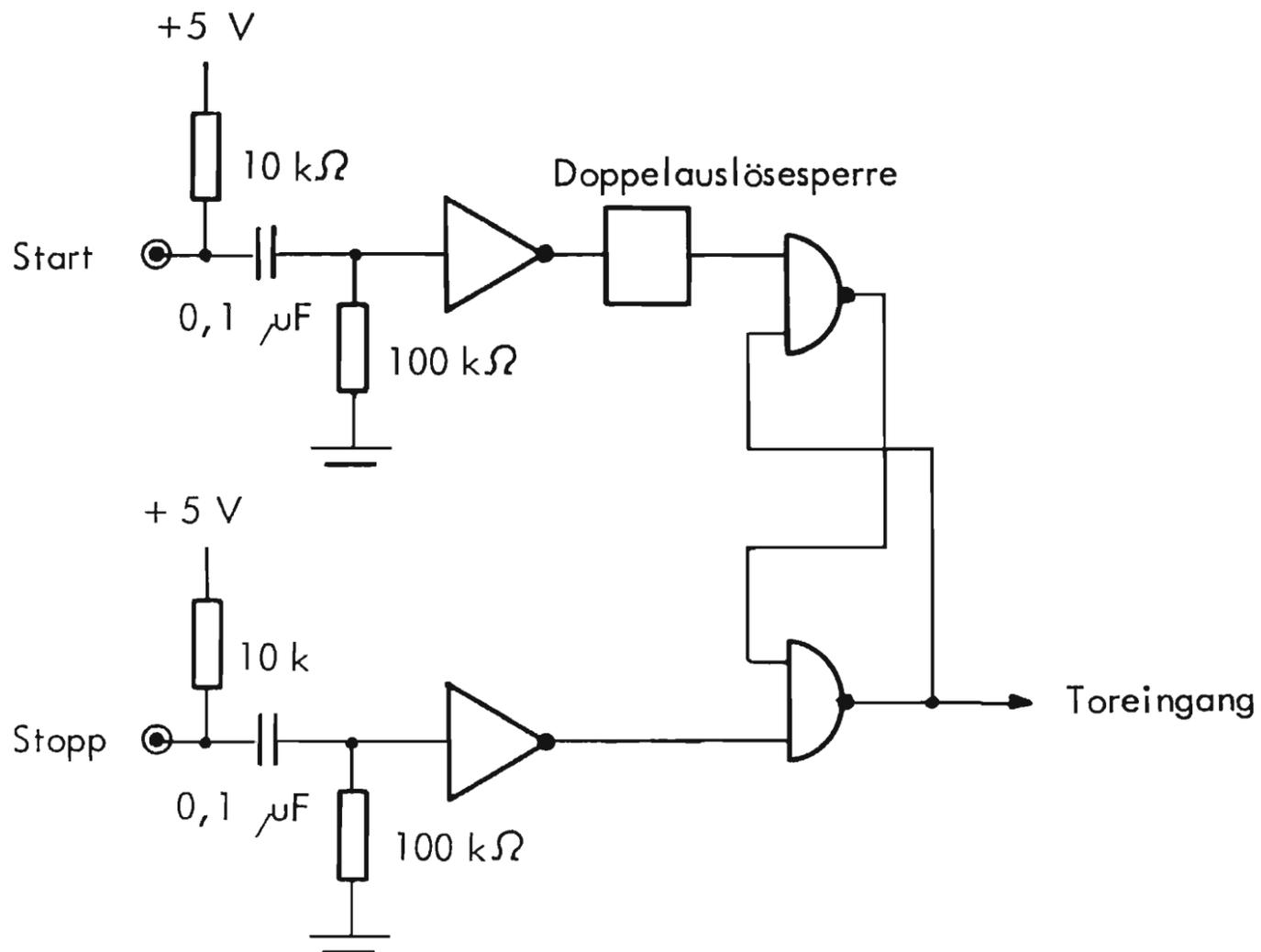


Abb. 6 Eingangsschaltung Start und Stopp

## 4. Bedienungsanleitung

### 4.1. Allgemeines

Der elektronische Zähler und Kurzzeitmesser wird an eine Schutzkontaktsteckdose 220 V $\sim$  angeschlossen. Der Netzschalter wird (S 1) auf Position "I" gestellt und das Gerät ist sofort betriebsbereit.

### 4.2. Zählen elektrischer Impulse und Perioden

#### 4.2.1. Eingangswahl

1. Beim Zählen elektrischer Impulse und Perioden wird die Signalquelle je nach Frequenz dem unteren oder dem oberen Eingang zugeführt. Es darf jeweils nur ein Eingang benutzt werden. Zugleich ist die Taste "  $\sim$  " zu drücken. Die Eingangsimpulse dürfen bei Verwendung des Einganges A max. 250 V<sub>eff</sub> haben.
2. Zählrohrbetrieb  
Das Zählrohr wird an den Eingang A angeschlossen. Die Zählrohrspannung wird am Drehschalter S 5 und am Potentiometer P eingestellt. Nach Betätigung der Taste "  $\oplus$  " ist der Zähler einsatzbereit. Die Zählrohrspannung wird vom Gerät geliefert. Sie kann am Drehschalter S 5 in 4 Stufen geschaltet und am Potentiometer P fein eingestellt werden. Die Zählrohrspannung kann am Buchsenpaar, das sich unter dem Potentiometer P befindet, mit einem hochohmigen Voltmeter gemessen werden. Das als Zubehör angegebene Zählrohr 7135 wird normalerweise mit 500 V betrieben. Die Zählrohrimpulse können mit einem am Buchsenpaar  angeschlossenem niederohmigen Lautsprecher (ca. 4 Ohm) hörbar gemacht werden.  
Für die Impulsmittelwertanzeige wird am Buchsenpaar  $\textcircled{V}$  ein Voltmeter angeschlossen. Die Meßbereiche können am Drehschalter S 4 umgeschaltet werden. Die angegebenen Impulsraten gelten für einen Ausschlag von 1 V.
3. Zählung akustischer Schwingungen  
Ein Kohlekörnermikrofon (z.B. Nr. 6210) wird an Eingang A angeschlossen und die Taste  $\textcircled{Q}$  betätigt. Die Mikrofonspannung wird vom Gerät geliefert und liegt am Eingang sobald die entsprechende Taste gedrückt ist.
4. Zählung von Lichtimpulsen  
Die Fotodiode wird so an den Eingang A angeschlossen, daß der mit einem roten Punkt gekennzeichnete Steckerstift in der Koaxbuchse ist. Sobald die Taste gedrückt ist, liegt eine Vorspannung von 5 V über 220kOhm am Eingang A und der Zähler ist betriebsbereit.  
Vom Gerät wird jeder Lichtimpuls gezählt und zwar beim Übergang von dunkel auf hell.  
Der Lichtstrahl soll die Fotodiode möglichst scharf gebündelt treffen. Ein Speisestrom von max. 2 A für die Lampe kann dem Buchsenpaar 6 V $\sim$  entnommen werden. Die in den beiden folgenden Kapiteln 4.2.2. und 4.2.3. enthaltenen Bemerkungen gelten unabhängig von der Wahl des Eingangs und der Art des benutzten Wandlers.

#### 4.2.2. Torzeiten

Die Torzeit wird am Drehschalter S 3 eingestellt und auf dessen linken Seite abgelesen. Intern werden drei verschiedene Torzeiten (0, 1; 1; 10 sec) erzeugt. In Position "Stopp" kann eine beliebige Torzeit durch Impulse an den "Start/Stop"-Eingängen bzw. Betätigung der Start-Stop-Tasten eingestellt werden. Ausführliche Angaben sind dazu in Kapitel 4.3. zu finden. Der Torzustand wird jeweils durch die grüne Leuchtdiode neben dem Eingang " B " angezeigt. Solange sie leuchtet, ist der Zähler aktiviert und registriert die Eingangssignale.

#### 4.2.3. Betriebsarten

Mittels des Wahlschalters S 2 können nun 3 Betriebsarten eingestellt werden :

a) manuell, d.h. Einzelauslösung :

Der Zähler startet bei Betätigung der "Start"-Taste und zählt während der eingestellten Torzeit (0, 1; 1; 10 sec). Der Stand des Zählers wird augenblicklich angezeigt. Vor einer erneuten Messung ist der Zähler mittels der "0"-Taste zurückzusetzen. Der nach Ablauf der Torzeit angezeigte Wert  $x$  zusammen mit den Exponenten  $E$  entspricht der Frequenz bzw. Impulsrate  $x \cdot 10^E$  Hz (Imp/sec). Im Falle, daß der Wahlschalter S 3 auf Stopp steht, registriert der Zähler alle Signale bis zur Betätigung der Stopp-Taste.

b) halb-automatisch

Diese Betriebsart entspricht der unter a) erläuterten Einzelauslösung bis auf den Wegfall der Betätigung der 0-Rückstellung. Der Zähler setzt sich automatisch am Ende der Torzeit auf 0 zurück, so daß eine Betätigung der "0"-Taste entfällt.

c) automatisch, d.h. Intervallauslösung

Bei dieser Betriebsart registriert der Zähler während der fest eingestellten Torzeiten alle Signale und zeigt deren Anzahl nach Ablauf der Torzeit an. Diese Anzeige bleibt erhalten, während sich der Zähler auf "0" zurücksetzt und erneut beginnt, die einfallenden Signale zu zählen. Nach Ende dieser folgenden Torzeit wird wiederum die Zählrate auf der Anzeige sichtbar gemacht. Von nun ab wiederholt sich der oben beschriebene Ablauf. Eine Betätigung der Start-, Stopp- und 0-Taste ist dabei ohne Einfluß. Ist der Wahlschalter S 3 in Position Stopp, ist die Arbeitsweise des Zählers ähnlich wie unter b) mit dem einzigen Unterschied, daß die Zählrate erst am Ende der Zählperiode angezeigt wird.

#### 4.3. Messung von Zeitdifferenzen

##### 4.3.1. - bei periodischen Ereignissen

Die Signalquelle wird dabei mit dem Eingang Start verbunden, und es wird je nach Meßvorhaben die Taste  $\sqcup$ ,  $\sqcap$  oder  $\sqcap\sqcup$  betätigt. In den ersten beiden Fällen wird die Aus- bzw. Einschaltzeit gemessen; wegen der Gleichspannungskopplung und der Lage des Triggerpegels muß das Signal im positiven Spannungsbereich liegen. Im letzteren Fall wird die Periodendauer gemessen.

##### 4.3.2. - bei Einzelereignissen

Bei gedrückten Tasten  $\sqcup$  oder  $\sqcap$  ist es z.B. möglich, Hell- oder Dunkelzeiten einer Fotodiode zu messen. Dazu wird die Diode einfach am Eingang Start angeschlossen. Der Zähler liefert über einen Arbeitswiderstand von 220 kOhm die nötige Spannung.

Zum Messen einer Zeitdifferenz zwischen einer Start- und Stopp-Auslösung werden die Tasten Start/Stopp gedrückt oder entsprechende Wandler (Kontakte) an die Eingänge Start und Stopp angeschlossen.

Die Auslösung der elektronischen Uhr erfolgt dann sowohl über die Start-Drucktaste als auch über elektrische Impulse am Starteingang. Das Anhalten wird durch die Stopp-Drucktaste oder über den Stopp-Eingang bewerkstelligt. Start und Stopp werden an den Eingängen durch positive Flanken ausgelöst. Als Wandler können angeschlossen werden :

Ruhekontakte	bei der Fallstrecke
Mikrofone	zur Schallgeschwindigkeitsmessung
Fotodioden	zur Geschwindigkeitsmessung

Die entsprechenden Arbeitsspannungen liegen über Vorwiderstände an den Eingängen.

#### 4.3.3. Zeitmarkenfrequenzen

Am Drehschalter S 3 werden die Zeitmarkenfrequenzen (1, 10,  $10^2$ ,  $10^3$  kHz) eingestellt. Gleichzeitig damit leuchtet im Anzeigefeld rechts oben der Exponent zur Basis 10 auf, der angibt, auf welche Einheit sich der angezeigte Wert x bezieht; z.B.  $x^{-6}$  bedeutet  $x \cdot 10^{-6}$  sec = x  $\mu$ sec. Während der Kurzzeitmesser die Zeitmarken registriert, leuchtet wieder die grüne Leuchtdiode "Tor".

#### 4.3.4. Betriebsarten

Der Wahlschalter S 2 erlaubt auch hier die Benutzung von 3 Betriebsarten.

##### a) manuell - Einzelauslösung

Bei periodischen Ereignissen mißt der Zähler das erste nach Betätigung der Start-Drucktaste auftretende Zeitintervall (Ein-, Ausschaltzeit, Periodendauer). Die abgelaufene Zeit wird augenblicklich angezeigt. Vor einer erneuten Messung muß der Zähler mittels 0-Taste zurückgesetzt werden.

Das Gleiche gilt auch, wenn es sich um ein einmalig auftretendes Zeitintervall (Hell-, Dunkelzeit) handelt. Bei der Messung von Zeiten zwischen der Auslösung durch Start- und Stopp-Tasten und/oder den Eingängen Start und Stopp kann ebenfalls diese Betriebsart benutzt werden.

##### b) halbautomatisch

Diese Betriebsart unterscheidet sich von der unter a) beschriebenen nur dadurch, daß die Betätigung der 0-Taste entfällt. Der Kurzzeitmesser ist nach Ablauf einer Meßperiode sofort wieder zählbereit.

##### c) automatisch - Intervallauslösung

Diese Betriebsart wird zweckmäßigerweise nur bei periodischen Signalen angewendet. Der Zähler mißt dabei die Länge des gewählten Zeitintervalls (  ,  ,  ) und zeigt diese nach deren Ablauf an. Diese Anzeige bleibt erhalten, während sich der Zähler auf "0" zurücksetzt und nach Beginn des nächsten Intervalls erneut beginnt, die Zeitmarken zu registrieren. Damit auch bei kurzen Zeiten zwischen den Meßintervallen eine Ablesung möglich ist, verhindert eine elektronische Schaltung das Auftreten von mehr als ca. 5 Anzeigen pro Sekunde. Sind diese Zeiten jedoch kleiner als 200  $\mu$ sec, so ist die Betriebsart a) oder b) zu verwenden. Dann nämlich beginnt das neue Meßintervall, bevor die für den Betrieb des Zählers notwendigen Steuersignale vorüber sind.

## 5. Anschlußmöglichkeiten für Zubehör

Neben den Betriebsspannungen für Zählrohr, Mikrofon und Fotodiode, die bei entsprechender Tastenstellung an der Eingangsbuchse und an den "Start"- und "Stopp"-Buchsen liegen, können dem Gerät folgende Spannungen entnommen werden :

1. 6 V Wechselspannung, max. Strom 2 A, für Beleuchtungseinrichtung, am Buchsenpaar " 6 V  $\sim$  ".
2. 0 bis 200 V Gleichspannung zur Erzeugung von Schallimpulsen. Die Spannung wird am Drehregler D 2 eingestellt und über einen Widerstand (10 k $\Omega$ ) einem Kondensator (1  $\mu$ F) zugeführt. Betätigt man den Tastschalter (rechts oben), so wird der Kondensator über einen am Buchsenpaar "  " angeschlossenen Lautsprecher entladen. Im Lautsprecher entsteht dadurch ein kurzer Schallimpuls, wie er für die Bestimmung der Schallgeschwindigkeit erforderlich ist.

## 6. Besondere Hinweise

1. Um die Ablesung und Bedienung des Geräts zu erleichtern, kann es mit zwei Füßchen schräggestellt werden. Die Füßchen befinden sich in den Griffen und können herausgezogen werden, wenn die Sperrklinken am rückseitigen unteren Ende der Griffe eingedrückt werden.
2. Der elektronische Zähler und Kurzzeitmesser ist weitgehendst bedienungssicher. Die maximal an die Eingänge anlegbaren Spannungen sind abhängig von der Tastenstellung und betragen mindestens 50 V<sub>eff</sub>. (außer bei Eingang B max. 20 V<sub>eff</sub>)
3. Durch falsche Einstellung und sonstige falsche Anschlüsse kann das Gerät nicht beschädigt werden.
4. Bei Überlastung des Anschlusses 6 V Wechselspannung kann die Gerätesicherung durchbrennen. Alle übrigen Spannungsanschlüsse sind kurzschlußfest.
5. Die Eingänge für das Meßsignal und die Start- und Stoppimpulse haben große Empfindlichkeit. Deshalb ist es zweckmäßig, die Anschlüsse zu hochohmigen Gebern über abgeschirmte Leitungen herzustellen. Meßfehler durch Streufelder werden dadurch vermieden.
6. Die als Zubehör aufgeführte Fotodiode darf nicht am "Eingang" liegen, wenn die Taste Zählrohr gedrückt ist. Sie würde durch die hohe (Zählrohr-) Spannung zerstört.

## 7. Zubehör

- 1 Zählrohr Nr. 7135. Selbstlöschendes Zählrohr mit Glimmerfenster zur Messung von  $\alpha$ -,  $\beta$ - und  $\gamma$ -Strahlen.
- 2 Kohlekörnermikrofone mit Haltestiel Nr. 6210
- 2 Fotodioden mit Anschlußleitung und Haltestiel Nr. 7208  
oder Lichtschranke Nr. 7206
- 1 Fallstrecke Nr. 7201, bestehend aus 1 Haltemagnet, 1 Kontaktklappe, 3 Stahlkugeln und 2 Einfachmuffen.
- 1 Druckkammerlautsprecher 8  $\Omega$  8 W mit Haltestiel Nr. 7233
- 2 Koaxkabel mit einem UHF Stecker und einem abgeschirmtem Stecker (4 mm  $\varnothing$ )  
1,20 m lang Nr. 7209



Wird ein anderer Oszillator aufgebaut, so ist darauf zu achten, daß er kontinuierlich und nicht pulsierend arbeitet. Dies kann mit einem schnellen Oszilloskop festgestellt werden. Die Ankopplung des Zählers an den Sender erfolgt induktiv über eine Schleife oder eine Spule mit wenigen Windungen. Damit der Sender immer gleichmäßig durch diese Ankopplung belastet wird und frequenzstabil bleibt, ist es ratsam, die Induktionsschleife an einem Stativstab zu befestigen und nicht zu verschieben.

### 8.1.3. Untersuchung des Dopplereffektes an Ultraschall

Mit Hilfe eines durch den Piezokristall eines Luftultraschallgebers frequenzstabilisierten Oszillators (ca. 35 kHz) kann der Dopplereffekt nachgewiesen werden (siehe Ergänzung zu 7224). Der in den Oszillator eingebaute piezoelektrische Kristall dient gleichzeitig als Sender, ein gleichartiger Ultraschallwandler als Empfänger (Abb.8).

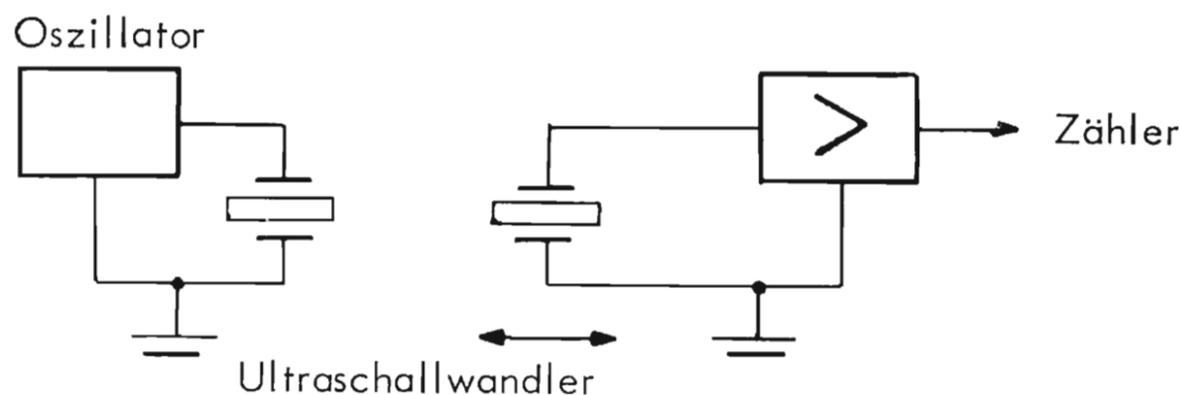


Abb. 8 Meßanordnung zum Dopplereffekt an Ultraschall

Das Signal des Empfängers wird, falls nötig, mit einem Verstärker (z.B. 7220) verstärkt und dem Eingang A des Zählers zugeführt. Wird der Sender gegenüber dem Empfänger bewegt (oder umgekehrt), so wird während der Bewegung eine veränderte Frequenz ermittelt. Besonders geeignet hierfür ist der automatische (Intervall-) Betrieb mit 1 sec Torzeit.

### 8.2. Zählrohrbetrieb

Nach Betätigung der Taste "⊕" wird das Zählrohr an den Eingang A angeschlossen. Die Zählrohrspannung wird am Schalter S 5 und am Potentiometer P auf den gewünschten Wert eingestellt (500 V bei dem Zählrohr 7135).

Je nach Zählrate wählt man die Torzeit fest oder gibt sie durch Druck auf die Start-Stopp-Tasten ein. Zur akustischen Wiedergabe wird ein Lautsprecher ( $\geq 4 \Omega$ ) am Buchsenpaar "☐||" angeschlossen. Zur Mittelwertanzeige wird ein Voltmeter (3 V) am Buchsenpaar "Ⓟ" angeschlossen und der Meßbereich am Schalter S 4 eingestellt.

### 8.3. Zählen von Impulsen

Sollen kurze Pulse mit langen Pausenzeiten gezählt werden, wie sie z.B. das Kernstrahlungsmeßgerät 7140 liefert, so ist die Taste "▣" zu drücken und der Eingang A zu benutzen. Ansonsten verläuft die Messung völlig analog zum Zählrohrbetrieb.

#### 8.4. Frequenzmessung an Stimmgabeln

Für diese wird die Taste "□" betätigt und ein Kohlekörnermikrofon an Eingang A angeschlossen. Die Messung wird zweckmäßigerweise im Intervallbetrieb mit 1 sec Torzeit durchgeführt. Die kräftig angeschlagene Stimmgabel wird direkt vor das Mikrofon gebracht.

#### 8.5. Drehfrequenzmessung

Es wird die Taste "▣" gedrückt und eine Fotodiode am Eingang A angeschlossen (mit dem roten Punkt an der Koaxbuchse).

Die Beleuchtungseinrichtung und die Fotodiode sind so anzuordnen, daß bei jeder Umdrehung der Lichtstrahl einmal unterbrochen wird. Die Messung verläuft ansonsten so, wie unter 8.1. beschrieben.

Beispiele :

1. Die Welle, deren Umdrehungszahl gemessen werden soll, wird mit einer Blende (z.B. einer Scheibe mit exzentrischem Loch) versehen (Abb.9).

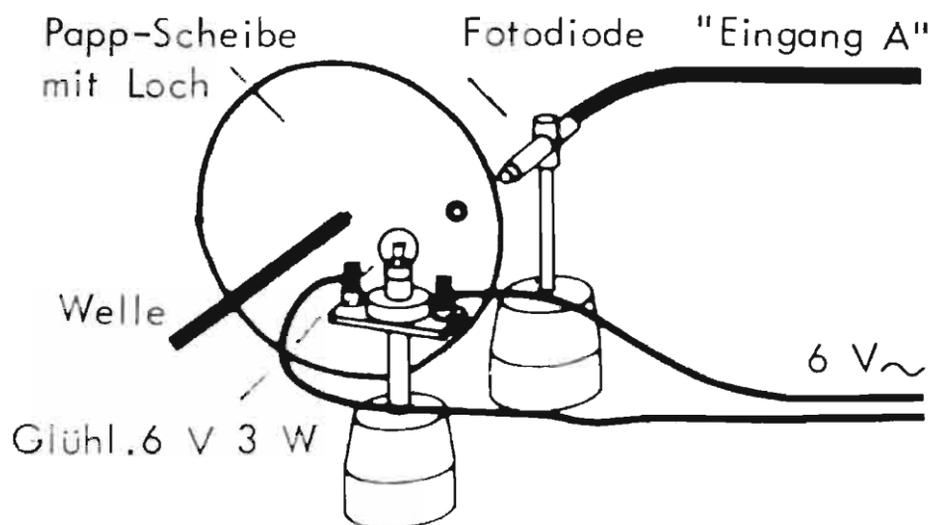


Abb. 9

2. Auf der Welle wird ein kleiner Spiegel so angebracht, daß er den Lichtstrahl bei jeder Umdrehung einmal auf die Fotodiode reflektiert (Abb. 10).
3. Eine Welle mit glänzender (vernickelter) Oberfläche wird zum Teil mit einem schwarzen Klebestreifen abgedeckt, durch den das auf der Welle reflektierte Licht unterbrochen wird (Abb. 10).

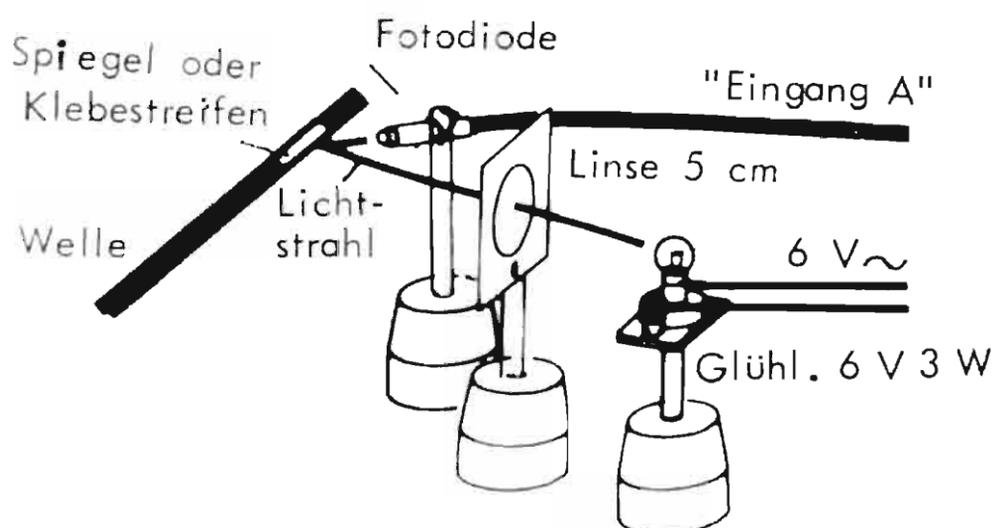


Abb. 10

## 8.6. Bestimmung der Fallzeit

Es wird eine Fallstrecke nach Abb. 11 aufgebaut.

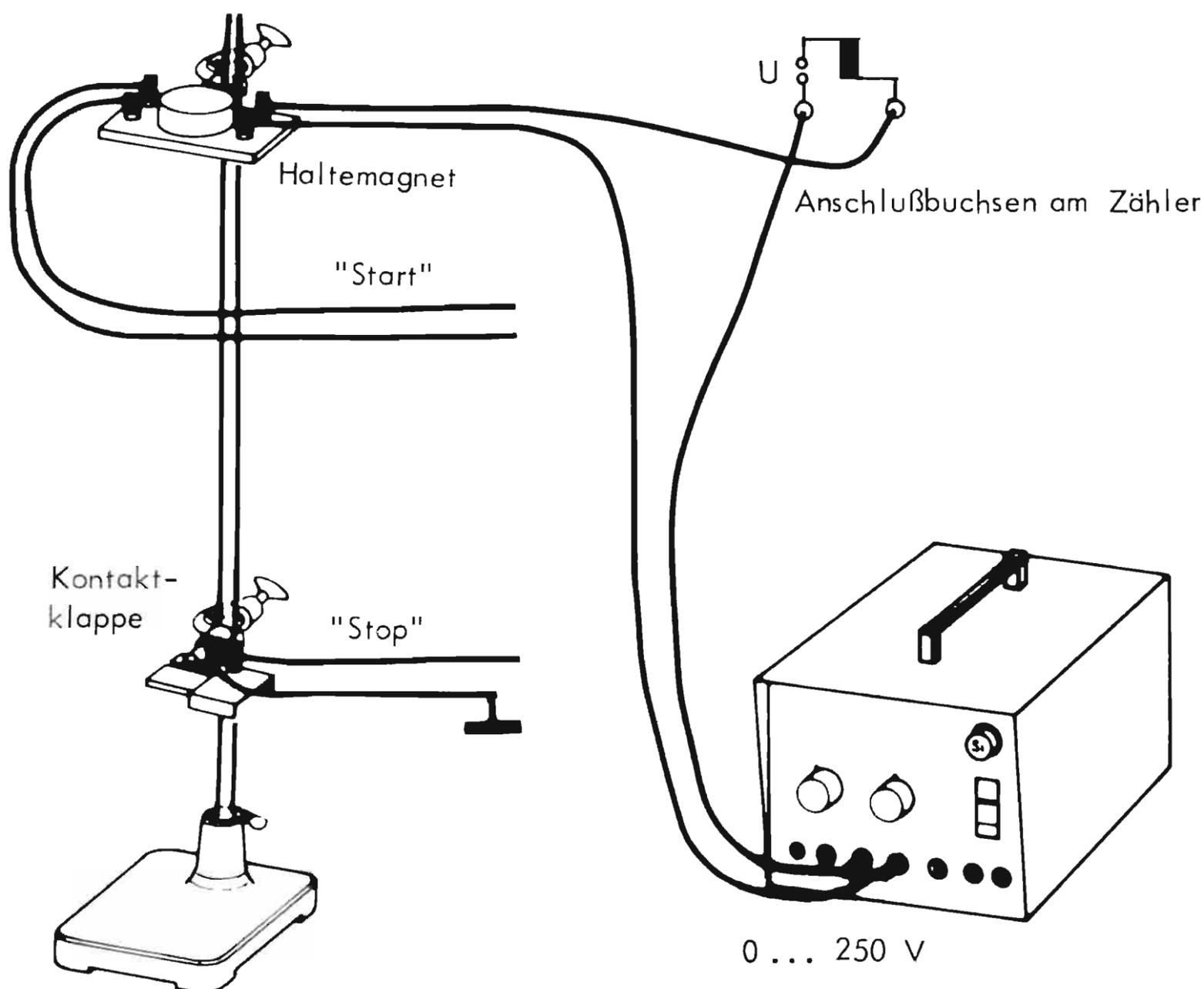


Abb. 11

Als Netzgerät bis 250 V kann z.B. das Gerät 5225 verwendet werden, dessen Spannung so eingestellt wird, daß die Stahlkugel gerade gehalten wird. Nach Betätigung der Taste Start/Stop, Wahl der Zeitmarkenfrequenz (10 kHz oder höher) am Schalter S 3 wird die Betriebsart am Schalter S 2 auf manuell oder halbautomatisch eingestellt. Ist der Zählerstand vor Beginn der ersten Messung nicht null, so muß er in Betriebsart "manuell" durch Betätigen der Nulltaste zurückgesetzt werden. Danach wird in Betriebsart "manuell" oder "halbautomatisch" weitergearbeitet. Dann kann der Haltestromkreis am Tastschalter unterbrochen werden.

Weitere Hinweise sind der Anleitung 7201 zu entnehmen.

## 8.7. Messung der Schalllaufzeit in Luft

Zwei Mikrofone und ein Impulslautsprecher werden nach Abb. 12 angeschlossen und angeordnet. Wie in Kapitel 8.6. werden die Tasten Start/Stopp, die Schalter S 3 (Zeitmarkenfrequenz) und S 2 (Betriebsart) betätigt.

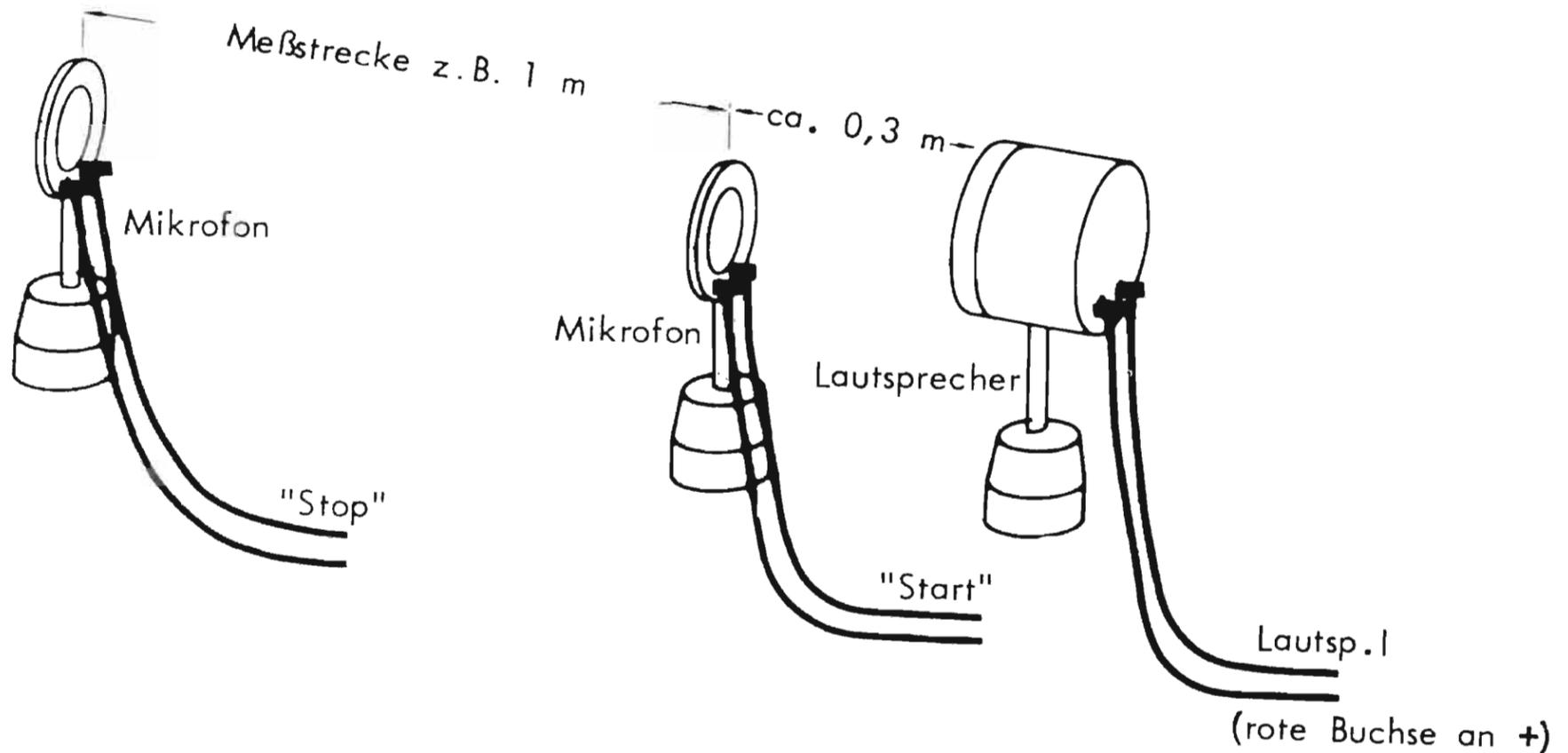


Abb. 12 Messung der Schalllaufzeit

Die Spannung für den Impulslautsprecher wird am Schalter S 5 (Stellung 200 V) und am Potentiometer P so eingestellt, daß durch den Schallimpuls gerade noch sicher gestoppt wird (Der Tastschalter wird wiederholt betätigt, löst dabei Schallimpulse aus, und währenddessen wird das Potentiometer von "0" so weit nach rechts gedreht, bis der Zähler gestoppt wird). Damit ist die Versuchsanordnung einsatzbereit.

Der Abstand der beiden Mikrofone kann bei entsprechender Zeitmarkenfrequenz (1 MHz) auch im cm-Bereich liegen.

Der Einfluß einer offenen Flamme (Bunsenbrenner oder Butangasbrenner), die den Laufweg des Schalls zwischen den Mikrofonen erhitzt, kann deutlich nachgewiesen werden (Zeitmarkenfrequenz 1 MHz). Die Laufzeit wird verringert.

Wenn eine geringere Genauigkeit ausreichend ist, kann die Laufstrecke statt mit dem Lautsprecher auch durch Händeklatschen ausgelöst werden. Eine Doppelauslösesperre verhindert dabei, daß eventuell auftretende Echos den Zähler nach kurzer Zeit ein zweites Mal starten.

## 8.8. Geschwindigkeitsmessung mit Lichtschranken

Zwei Fotodioden werden an die "Start"- und "Stopp"-Buchsen angeschlossen und nach Abb. 13 angeordnet und ausgeleuchtet.

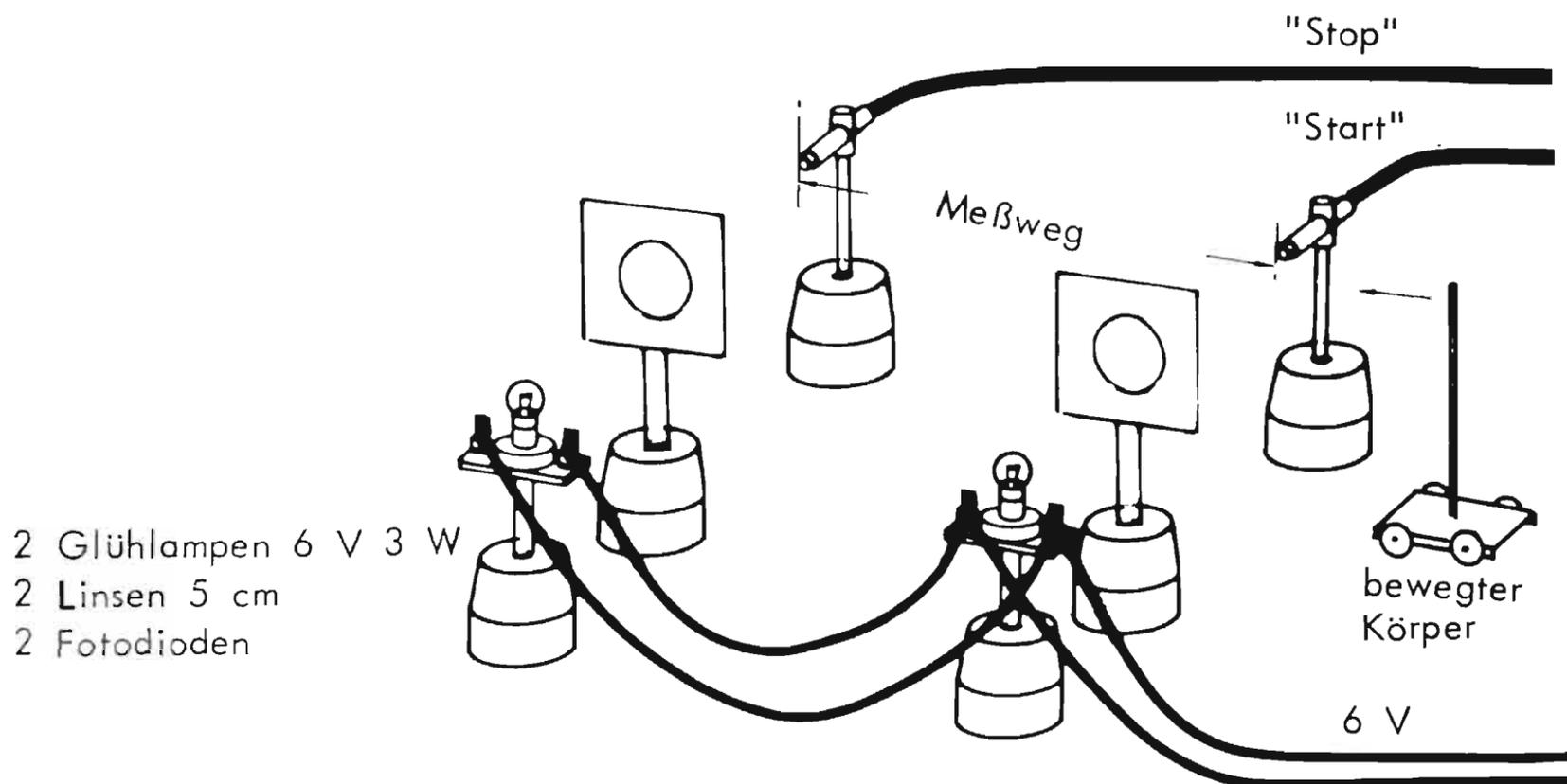


Abb. 13

Nach Betätigung der Taste Start/Stopp, Wahl der Zeitmarkenfrequenz und der Betriebsart (S 2) kann der Versuch durchgeführt werden.

Die Lichtunterbrechung durch den bewegten Körper bewirkt Start und Stopp.

## 8.9. Messung von Ein-, Ausschaltzeiten und Periodendauern bei periodischen Signalen

Für diese Messungen wird das Signal dem Eingang "Start" zugeführt und eine der Tasten "  $\square$  ", "  $\sqcap$  " oder "  $\sqcup$  " gedrückt.

Als Betriebsarten kann nur der Automatikbetrieb bei kurzen Zeiten ( $t \leq 200 \mu\text{sec}$ ) zwischen den Meßintervallen nicht verwendet werden. Dann sind nämlich die Meßintervalle kürzer als die Steuersignale. Der Zähler registriert zwar jedes Meßintervall, zeigt aber der besseren Ablesbarkeit halber nicht mehr als ca. 5 Werte pro Sekunde an.

Weitere Hinweise zur Bedienung finden sich in Kapitel 4.3. Bei der Messung der Ein- und Ausschaltzeiten ist der Eingang "Start" gleichspannungsgekoppelt, so daß das Eingangssignal wegen der Lage der Triggerpegel den Spannungsbereich von 0,1 bis 0,5 V überstreichen muß. Bei Messung der Periodendauern ist der Eingang Start wechsellspannungsgekoppelt ( $\tau = 1 \text{ sec}$ ), so daß keine längeren Periodendauern gemessen werden können.

Der verwendete Signalgenerator soll einen Ausgangswiderstand, der sehr viel kleiner als 220 kOhm ist, haben.

## 8.10. Hellzeitmessung, Bestimmung der Öffnungszeiten von Foto- verschlüssen

Eine Fotodiode wird am Eingang "Start" angeschlossen, die Taste "  $\sqcup$  " gedrückt, die Zeitmarkenfrequenz (S 3) und die Betriebsart (S 2) gewählt. Die Meßanordnung wird nach Abb. 14 aufgebaut.

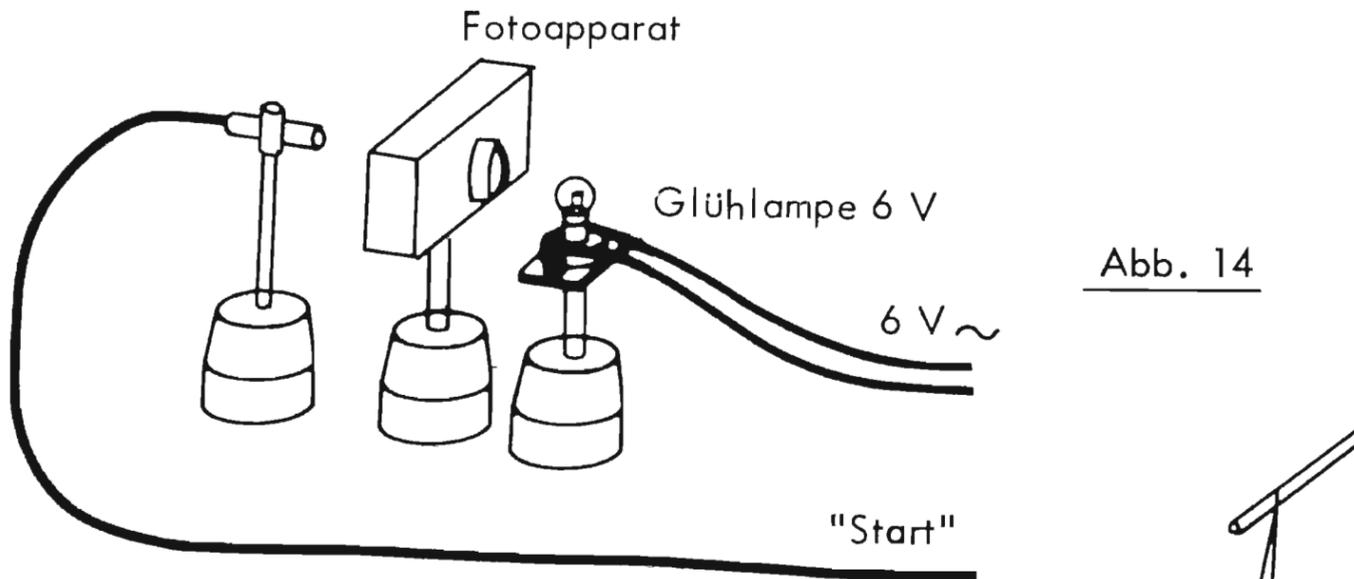


Abb. 14

Es ist auf gute Ausleuchtung der Fotodiode zu achten. Nötigenfalls ist eine stärkere Lampe zu benutzen.

Bei manuellem oder halbautomatischem Betrieb wird die erste Hellzeit, die nach Betätigung der Starttaste auftritt, registriert. Bei Automatikbetrieb entfällt der Druck auf die Starttaste und es wird jede Hellzeit gemessen.

## 8.11. Dunkelzeitmessung, Geschwindigkeitsmessung mit einer Fotodiode

Eine Fotodiode wird am Eingang "Start" angeschlossen und die Taste "  $\sqcap$  " gedrückt. Sonst verläuft die Messung analog wie in Kapitel 8.10. beschrieben.

Die experimentelle Anordnung, um die Geschwindigkeit eines Fadenpendels zu bestimmen, ist der Abb. 15 zu entnehmen. Es wird dabei die Zeit  $\Delta t$  gemessen, während der kein Licht auf die Fotodiode fällt. Wenn der bewegte Körper die Länge  $\Delta s$  hat, so beträgt seine Geschwindigkeit  $v = \Delta s / \Delta t$ .

Auf diese Weise lassen sich bequem auch die Geschwindigkeiten von Wagen auf Bahnhöfen messen.

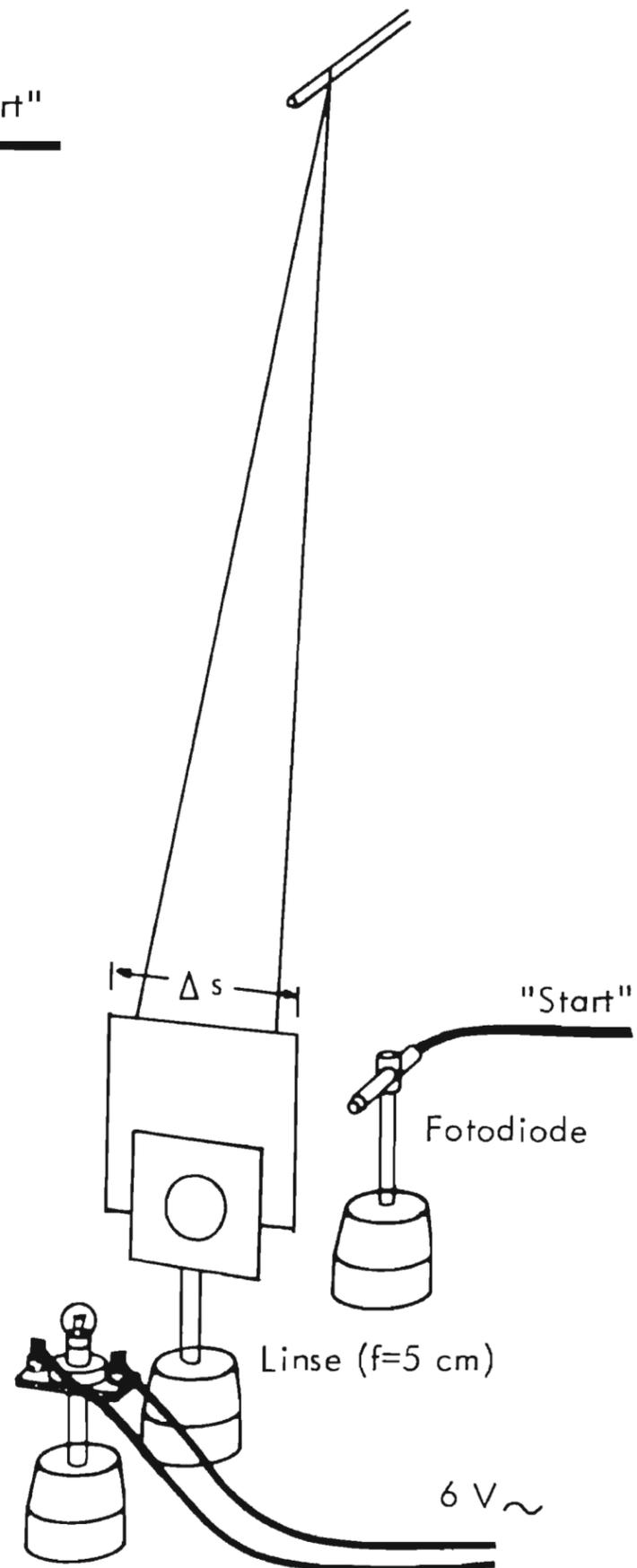


Abb. 15 Messung der Geschwindigkeit eines Fadenpendels

## 8.12. Messung der Berührungszeiten beim elastischen Stoß

Eine Stahlkugel wird über eine leitende und flexible Verbindung (Cu-Litze) mit der Startbuchse verbunden. Der Stoßpartner (eine 2. Kugel oder ein Stück Stahlblech) wird leitend mit der Massebuchse verbunden (siehe Abb. 16).

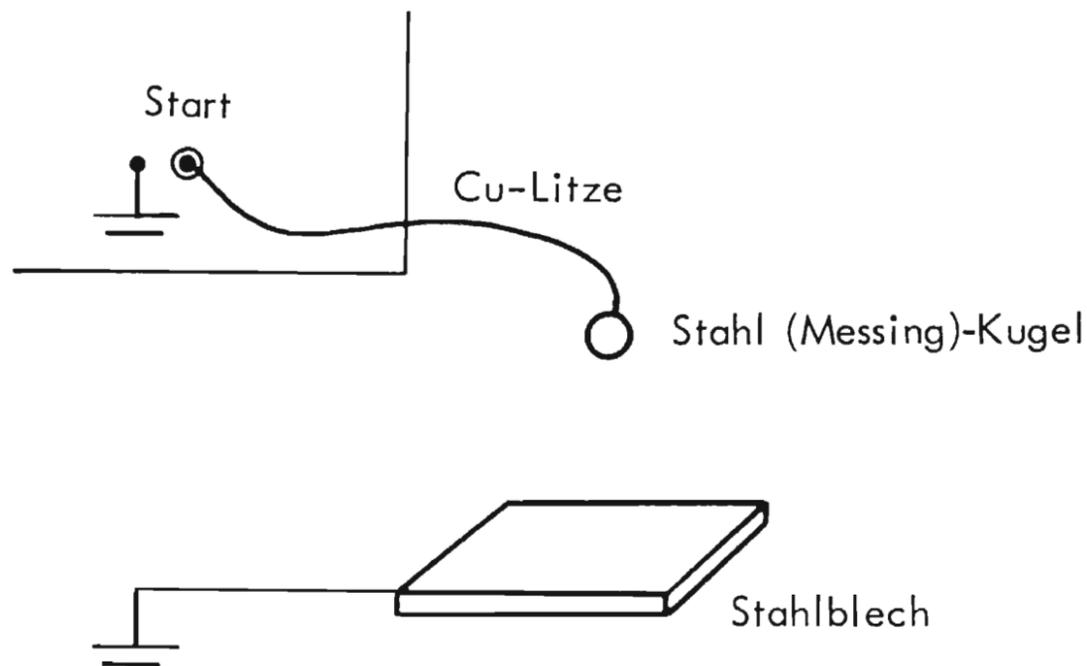


Abb. 16 Messung der Berührungszeit

Wie bei der Messung der Hellzeit ist wieder die Taste "  $\sqcup$  " zu drücken. Als Zeitmarkenfrequenz muß wegen der kurzen Berührungszeiten 1 MHz gewählt werden. Als Betriebsart (S 2) ist manuell oder halbautomatisch geeignet.

Bevor nun die Stahlkugel auf das Blech fallengelassen wird, muß die Starttaste betätigt werden. Der Zähler mißt jetzt die erste auftretende Berührungszeit.