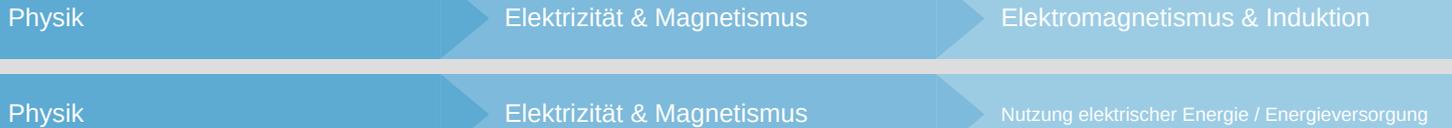


# Drehbewegung durch Wirbelströme (DEMO) Funktionsprinzip eines Wechselstromzählers



Schwierigkeitsgrad	Gruppengröße	Vorbereitungszeit	Durchführungszeit
mittel	1	10 Minuten	20 Minuten

This content can also be found online at:



<http://localhost:1337/c/6049f7afc2c6280003465e87>

PHYWE



# Lehrerinformationen

## Anwendung

PHYWE



Versuchsaufbau

Eine drehbar gelagerte Metallscheibe, die von zwei phasenverschobenen magnetischen Wechselfeldern durchsetzt wird, rotiert. In der Scheibe werden Wirbelströme induziert, wodurch auf diesen stromdurchflossenen Leiter Kräfte wirken.

Phasenverschobene Wechselfelder sind auch bei herkömmlichen kommerziellen Wechselstromzählern die Ursache der Drehbewegung der Zählscheibe.

## Sonstige Lehrerinformationen (1/2)

PHYWE

### Vorwissen



Die Schüler sollten mit dem Prinzip des Wirbelstromes vertraut sein.

### Prinzip



Durch das äußere wechselnde Magnetfeld bilden sich gemäß des Induktionsgesetzes Wirbelströme in der Scheibe. Durch die Kraftwirkung des phasen- und ortsverschobenen zweiten äußeren Magnetfeldes auf diese Wirbelströme wird die Scheibe in Rotation versetzt.

## Sonstige Lehrerinformationen (2/2)

PHYWE

### Lernziel



Die Schüler sollten verstehen, wie Wirbelströme zu Rotationen führen können.

### Aufgaben



Beobachte die Scheibe nach Einschalten des Stromes.

## Theorie

PHYWE

Durch das äußere wechselnde Magnetfeld bilden sich gemäß dem Induktionsgesetz Wirbelströme in der Scheibe.

$$\operatorname{rot}\vec{E} = \frac{\partial\vec{B}}{\partial t}$$

Durch den in einem Polschuh platzierten Thomsonschen Kurzschlussring sind die beiden äußeren Magnetfelder räumlich und phasisch versetzt.

Es handelt sich bei den Strom-Zählern nach diesem Funktionsprinzip um sogenannte Ferraris-Zähler (benannt nach dem Italiener Galileo Ferraris) und die Aluminiumscheibe wird in diesem Zusammenhang auch als Ferrarisläufer bezeichnet.

Durch die induzierten Wirbelströme und ihr räumliche und zeitliche Anordnung, wird ein mechanisches Drehmoment erzeugt, wodurch die Scheibe anfängt sich zu drehen.



PHYWE



## Schülerinformationen

## Motivation

PHYWE

Eine drehbar gelagerte Metallscheibe, die von zwei phasenverschobenen magnetischen Wechselfeldern durchsetzt wird, rotiert. In der Scheibe werden Wirbelströme induziert, wodurch auf diesen stromdurchflossenen Leiter Kräfte wirken.

Phasenverschobene Wechselfelder sind auch bei herkömmlichen kommerziellen Wechselstromzählern die Ursache der Drehbewegung der Zählscheibe.



Wechselstromzähler

## Material

Position	Material	Art.-Nr.	Menge
1	PHYWE Stelltrafo mit Digitalanzeige, RiSU 2019 DC: 0...20 V, 12 A / AC: 0...25 V, 12 A	13542-93	1
2	Eisenkern, U-förmig, geblättert	06501-00	1
3	Fuß für Eisenkerne	06508-00	1
4	Spule, 75 Windungen (primär)	06511-01	1
5	Polschuhe für Eisenkern, U-förmig	06493-00	1
6	Thomsonscher Kurzschlussring	06565-00	1
7	Aluminiumscheibe	06564-00	1
8	Bolzen mit Stift	02052-00	1
9	Verbindungsleitung, 32 A, 750 mm, schwarz Experimentierkabel, 4 mm Stecker	07362-05	2
10	PHYWE Dreifuß, für 1 Stange, d ≤ 14 mm	02002-55	1
11	Stativstange, Edelstahl, l = 250 mm, d = 10 mm	02031-00	1
12	Doppelmuffe, für Kreuz-,T- oder Parallelspeisung mit Gelenkschraube	02054-00	1

## Aufbau

PHYWE

- Baue den Versuch nach Abb. 1 auf.
- Halte die Aluminiumscheibe drehbar am Bolzen mit Stift (in Klemmsäule). Achte darauf, dass keine unnötige Klemmreibung auftritt.
- Der untere Teil der Scheibe sollte sich zwischen den Polschuhen des Elektromagneten befinden. Versee den geschlitzten Polschuh mit dem Kurzschlussring.



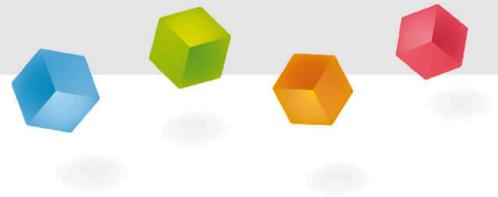
Abb. 1

## Durchführung

PHYWE

- Beim Einschalten des Stromflusses wird die Scheibe von zwei phasenverschobenen magnetischen Wechselfeldern durchsetzt: einmal vom Feld des Elektromagneten und zum anderen vom Feld des im Kurzschlussring induzierten Wechselstromes.
- Nach Anlegen der Spannung beginnt die Scheibe daher zu rotieren (ca. 25V~).
- Hinweis: Falls sich die Scheibe nicht drehen sollte, muss ggf. der U-förmigen Eisenkern seitlich leicht verschoben werden. (Die Projektion der Fläche des Kurzschlussring sollte ungefähr zur Hälfte frei und zur anderen Hälfte auf der Scheibe sein.)
- Um den Unterschied in der Phasendifferenz zu verdeutlichen, kannst du den Kurzschlussring entfernen und danach feststellen, dass sich die Scheibe nicht dreht.
- Zur Änderung der Drehrichtung kann der Kurzschlussring im Polschuh mit Schlitz so umpositioniert werden, dass er sich auf der anderen Seite des Polschuhs befindet. Schalte dazu das Netzgerät aus, entnehme den Polschuh samt Kurzschlussring und verschiebe letzteren von rechts nach links.

PHYWE



# Protokoll

## Aufgabe (1/3)

PHYWE

Ohne den Tomsonschen Kurzschlussring...

... dreht sich die Scheibe langsamer.

... dreht sich die Scheibe nicht.

... dreht sich die Scheibe schneller.

## Aufgabe (2/3)

PHYWE

Damit die Scheibe sich dreht benötigt man...

- ... zwei phasengleiche magnetische Wechselfelder.
- ... zwei phasenverschobene magnetische Wechselfelder.
- ... zwei ortsgleiche magnetische Wechselfelder.
- ... zwei örtlich versetzte magnetische Wechselfelder.

✓ Überprüfen

## Aufgabe (3/3)

PHYWE

Ziehe die Wörter in die richtigen Felder!

Ursache für die [ ] der Scheibe sind die in der Scheibe induzierten [ ], durch die die Scheibe zum stromdurchflossenen Leiter wird, auf den im [ ] eine Kraft einwirkt - die [ ].

Da die beiden Magnetfelder räumlich versetzt und auf Grund der [ ] phasenverschoben sind, kommt es durch die induzierten Wirbelströme insgesamt zu einer mechanischen [ ] ähnlich wie beim Asynchronmotor.

Induktivität

Wirbelströme

Bewegung

Rotation

Magnetfeld

Lorentzkraft

✓ Überprüfen

Folie	Punktzahl/Summe
Folie 12: Einfluss des Kurzschlussrings	0/2
Folie 13: Magnetische Wechselfelder	0/2
Folie 14: Kraftwirkung	0/6

Gesamtpunktzahl  0/10

 Lösungen anzeigen

 Wiederholen