

Waltenhofen'sches Pendel

DEMONSTRATION UND UNTERSUCHUNG DER FUNKTIONSWEISE EINER WIRBELSTROMBREMSE.

- Untersuchung der Wirbelstromdämpfung eines Waltenhofen'schen Pendels im inhomogenen Magnetfeld.
- Nachweis der Unterbindung der Wirbelströme in einer geschlitzten Metallscheibe.

UE3040400

04/16 ALF

ALLGEMEINE GRUNDLAGEN

Bewegt sich eine Metallscheibe in einem inhomogenen Magnetfeld, so ändert sich für jeden beliebigen Abschnitt der Scheibe ständig der magnetische Fluss und im Umfang des Abschnitts wird eine Ringspannung induziert. Daher fließen überall in der Metallscheibe elektrische Wirbelströme. Diese erfahren im Magnetfeld Lorentzkräfte, die insgesamt die Bewegung der Scheibe hemmen. Drastisch reduziert werden die Wirbelströme, wenn man die Metallscheibe mit Schlitzten versieht, so dass der Strom nur auf Umwegen von einem Steg zum anderen fließen kann. In diesem Fall wird die Bewegung der Scheibe nur wenig gehemmt.

Das Auftreten und das Unterbinden von Wirbelströmen lässt sich eindrucksvoll an einem Waltenhofen'schen Pendel demonstrieren. Es handelt sich um eine teilweise geschlitzte Metallscheibe, die in einem inhomogenen Magnetfeld schwingt.

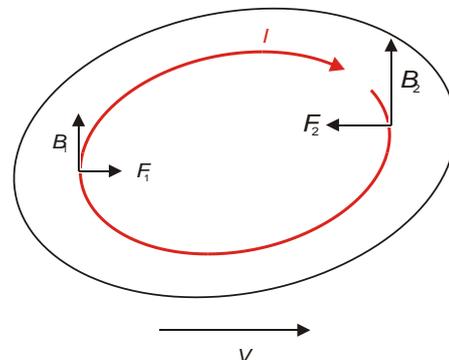


Fig. 1: Wirbelstrom I in einer mit der Geschwindigkeit v durch ein inhomogenes Magnetfeld B_1 , B_2 bewegten Metallscheibe und Lorentzkräfte F_1 und F_2 auf die beiden Äste des Wirbelstromes. Die gegen die Bewegung gerichtete Kraft ist größer als die Kraft in Bewegungsrichtung.



Fig. 2 Versuchsaufbau Waltenhofen'sches Pendel

GERÄTELISTE

1 Waltenhofen'sches Pendel	1000993 (U8497500)
1 Stativfuß 150 mm	1002835 (U13270)
1 Stativstange, 750 mm	1002935 (U15003)
1 Universalmuffe	1002830 (U13255)
1 U-Kern,	1000979 (U8497215)
1 Paar Polschuhe,	1000978 (U8497200)
1 Paar Spannbügel	1000977 (U8497181)
2 Spulen D mit 1200 Windungen	1000989 (U8497440)
1 DC-Netzgerät 20 V, 5 A @230 V oder	1003312 (U33020-230)
1 DC-Netzgerät 20 V, 5 A @115 V	1003311 (U33020-115)
1 Satz 15 Sicherheits-Experimentierkabel	1002843 (U138021)

AUFBAU

- Elektromagnet aus U-Kern, zwei Spulen mit 1200 Windungen und zwei Polschuhen aufbauen.
- Spulen in Reihe an das DC-Netzgerät anschließen.
- Aluminiumscheibe zunächst an der geschlitzten Fläche im Pendelstab festklemmen.
- Stativstange im Stativfuß aufbauen, magnetisierte Stange mit Hilfe der Universalnuffe an der Stivstange befestigen und daran das Waltenhofen'sche Pendel anhängen.
- Aufbau so ausrichten, dass der ungeschlitzte Teil der Aluminiumscheibe frei zwischen den Spitzen der Polschuhe schwingen kann und das Pendel seine Ruhelage zwischen den Polschuhen findet.
- Möglichst geringen Abstand der Polschuhe wählen, ohne dass das Pendel in seiner Bewegung behindert wird, und Polschuhe fixieren.

DURCHFÜHRUNG

- Strom durch den Elektromagneten stufenweise erhöhen.
- Pendel aus der Ruhelage stoßen und Schwingungen beobachten.
- Aluminiumscheibe an der ungeschlitzten Fläche festklemmen und Versuche wiederholen.

MESSBEISPIEL

Tab. 1: Zahl der Schwingungen der Aluminiumscheibe im Magnetfeld nach Auslenkung aus der Ruhelage bei einem Abstand der Polschuhe von 8 mm und einer Auslenkung von ca. 7 cm

I (A)	Anzahl Schwingungen	
	ungeschlitzte Seite	geschlitzte Seite
0,25	21	90
0,5	6	59
0,75	3	46
1	2	37
1,25	1	30

AUSWERTUNG

Schwingt die ungeschlitzte Seite der Metallscheibe durch das inhomogene Magnetfeld, so werden die Schwingungen gedämpft. Die Dämpfung ist umso stärker, je größer das Magnetfeld ist. Innerhalb der Metallscheibe werden Wirbelströme induziert. Auf diese Wirbelströme übt das inhomogene Magnetfeld insgesamt eine Kraft entgegen der Bewegung aus (vgl. Lenzsche Regel).

Schwingt die geschlitzte Seite der Metallscheibe durch das inhomogene Magnetfeld, ist die Dämpfung nur schwach, da sich hier die Wirbelströme nur schwach ausbilden können.

ERGEBNIS

Innerhalb der sich in einem inhomogenen Magnetfeld bewegenden Metallscheibe werden Wirbelströme induziert. Auf diese Wirbelströme übt das inhomogene Magnetfeld insgesamt eine Kraft entgegen der Bewegung aus (vgl. Lenzsche Regel).

In der geschlitzten Aluminiumscheibe können sich Wirbelströme nur schwach ausbilden.