

## Wirbelstrom-Bremse (Funktionsmodell)



### 1. Einleitung

Dieses pädagogische Modell ermöglicht die Verdeutlichung des Faraday-Gesetzes: das Prinzip der elektromagnetischen Bremse.

Folgende Themen werden behandelt:

- das Bremsen durch Wirbelstrom einer nichtmagnetischen aber stromführenden Scheibe
- der Wirkungsgrad einer elektromagnetischen Bremse
- der Wirkungsgrad des Gesamtblocks Motor-Scheibe

Das Gerät besteht aus folgenden Komponenten:

- einem Motor, der eine Metallscheibe dreht
- zwei Metallstreifen, die jeweils mit einem Spulenkern verbunden sind, und sich wie ein Elektromagnet verhalten.

### 2. Funktion

Der Motor wird eingeschaltet und die Scheibe führt eine Kreisbewegung im elektromagnetischen Feld aus. Diese Bewegung induziert einen Strom in der Scheibe, den man Foucaultstrom oder Wirbelstrom nennt.

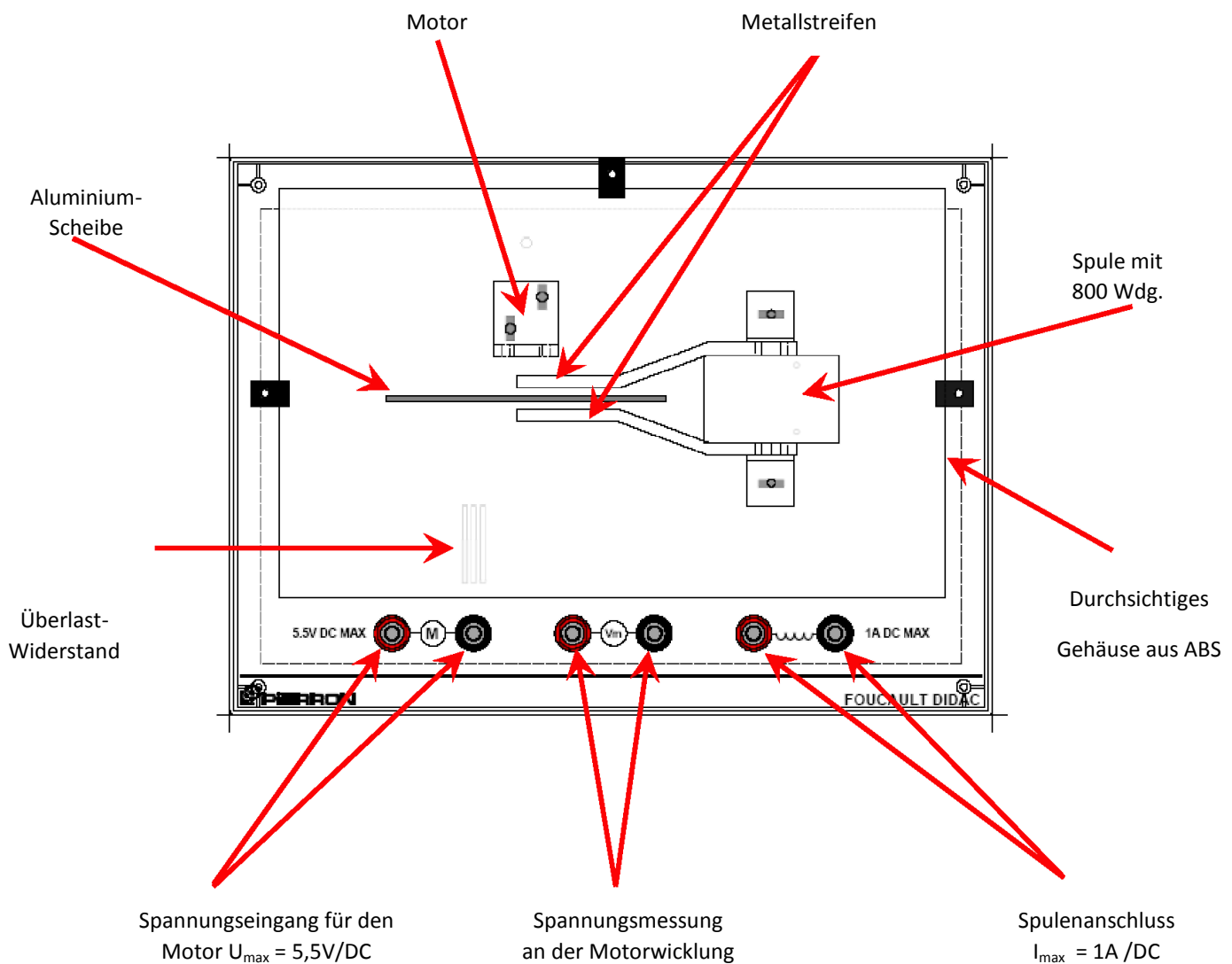
Dadurch kommt es zu einer Wechselwirkung, die der hervorgerufenen Bewegung entgegengesetzt ist (Lenzsche Regel). Die Scheibe wird ohne mechanischen Kontakt gebremst.

Da alle Komponenten in einem durchsichtigen Kunststoffgehäuse eingebaut ist, kann das Phänomen hervorragend betrachtet werden.

### 3. Lieferumfang

- Modell FOUCAULT DIDAC
- Bedienungsanleitung

#### 3.1 Aufbau der Wirbelstrombremse



#### 4. Daten

- Betriebsspannung : 2bis 5,5 V/DC **Achtung: Die Spannung von 5,5V darf nicht überschritten werden**
- Leerlaufdrehzahl : ca. 14000 1/min
- Stromaufnahme : 275mA im Leerlauf / max. 1,6A
- Schutzeinrichtung gegen Überlast durch einen 8W-Widerstand
- Die Aluminiumscheibe hat eine Markierung als Index zur Geschwindigkeitsmessung.
- Die Spule hat 800 Wdg. mit 0,5mm Kupferdraht. Die Stromaufnahme beträgt 1A bei 6V. Hinweis: Der Strom darf 1A nicht überschreiten (ggf. Strombegrenzung verwenden).
- Das gerät verfügt über Sicherheitsmessbuchsen.
- Gehäuse aus transparentem ABS
- Abmessungen : 300 x 200 x 205mm, Masse 1500g

#### 5. Theoretische Betrachtungen

**Wirbelströme entstehen, wenn man ein elektrisch leitfähiges Material, wie z.B. Metall in einem Magnetfeld bewegt oder sich ein leitfähiges Material in einem zeitlich ändernden Magnetfeld befindet.**

**Prinzip:** Das sich zeitlich ändernde Magnetfeld ist verantwortlich für die Entstehung einer elektromotorischen Kraft innerhalb dieses stromführenden Umfelds. Diese elektromotorische Kraft induziert einen Strom im Körper. Dieser Strom wirkt sich so aus, dass dieser ein Magnetfeld erzeugt, das sich der Ursache der Änderung des externen Felds widersetzt.

Da die Spule in diesem Fall von einem Gleichstrom versorgt wird, ist das Magnetfeld konstant. Jedoch bewirkt die Bewegung der Scheibe (aufgrund der Rotation) vor dem Magnetfeld eine Änderung des magnetischen Flusses.

Diese Änderung verursacht die die Entstehung von Strömen, die in der Ebene der Scheibe induziert werden (die Foucaultströme) und die für das Auftreten der Laplace Regel (UVW-Regel –**U**rsache, **V**ermittlung, **W**irkung) verantwortlich sind, die sich der Bewegung der Scheibe entgegensetzen, was den beobachteten Bremseffekt zur Folge hat.

#### 6. Betrieb des Gerätes

Vor jeder Inbetriebnahme überzeuge man sich davon, dass das Gerät nicht offensichtlich beschädigt ist.

#### Benötigtes Material

- 2 einstellbare Gleichspannungsnetzgeräte (0-6V / 1 A)
- 3 Multimeter (Digital- oder Analog-Multimeter)
- 1 Stroboskop

## Inbetriebnahme

- Schließen Sie eines der einstellbaren Netzteile an die Motoranschluss (linkes Buchsenpaar) an.
- Schließen Sie das andere einstellbare Netzteil an die Spulenklappen (rechtes Buchsenpaar) an
- Schließen Sie das Multimeter an das mittlere Buchsenpaar (Spannungsabgriff über der Motorwindung) an
- 2 Multimeter werden zur Strommessung in den Motorkreis und Spulenkreis eingeschleift (in Serie geschaltet).

**Beachten Sie die richtige Polung**

## 7. Versuchsdurchführung

### Ablauf

- (1) Legen Sie wegen des Anlaufmomentes des Motors eine Anfangsspannung von 5 V an den Motorklappen an
- (2) Wenn der Motor einmal gestartet ist, reduzieren Sie diese Spannung auf 2,5 V
- (3) Warten Sie ein paar Sekunden, bis sich die Motorgeschwindigkeit stabilisiert
- (4) Stellen Sie das Stroboskop auf Maximalgeschwindigkeit ein, und senken Sie dann schrittweise die Geschwindigkeit zwischen 2 Blitzen bis die Marke auf der Scheibe unbeweglich erscheint
- (5) Erhöhen Sie die Frequenz am Stroboskop
- (6) Erhöhen Sie ebenfalls die Spannung an den Motorklappen
- (7) Legen Sie nun an die Spule eine Gleichspannung von 3 V
- (8) Erhöhen Sie die Drehzahl der Scheibe mit Hilfe des Stroboskops
- (9) Erhöhen Sie nun die Spannung an den Motor- und Spulenklappen
- (10) Wiederholen Sie die Bedienungsweise ab Schritt 7 und stellen Sie dabei eine max. Spannung von 6 V an den Spulenklappen ein. **Beachten Sie, dass der Strom an der Spule 1 A nicht überschreiten darf (ggf. Strombegrenzung einstellen!)**

### Ergebnis

Man stellt eine deutliche Senkung der Drehgeschwindigkeit des Motors fest, sobald durch die Spule ein Strom fließt.

Beispiele von Messwerten

<b>U(V)</b>	2.5	2.5	2.5
<b>U<sub>b</sub>(V)</b>	0	3	6
<b>I<sub>b</sub>(A)</b>	0	0.43	0.86
<b>I<sub>m</sub>(A)</b>	0.38	0.45	0.47
<b>V<sub>m</sub>(V)</b>	0.71	0.36	0.27
<b>n (1/min)</b>	1300	510	290

<b>U(V)</b>	4	4	4
<b>Ub(V)</b>	0	3	6
<b>Ib(A)</b>	0	0.43	0.85
<b>Im(A)</b>	0.5	0.66	0.72
<b>Vm(V)</b>	1.55	0.79	0.56
<b>n (1/min)</b>	3000	1300	700

<b>U(V)</b>	5.5	5.5	5.5
<b>Ub(V)</b>	0	3	6
<b>Ib(A)</b>	0	0.43	0.85
<b>Im(A)</b>	0.66	0.89	0.98
<b>Vm(V)</b>	2.6	1.29	0.9
<b>n (1/min)</b>	4500	2100	1200

### Legende

<b>U(V)</b>	: Anschlussspannung des Motors [V]
<b>Ub(V)</b>	: Anschlussspannung der Spule [V]
<b>Ib(A)</b>	: Spulenstrom [I]
<b>Im(A)</b>	: Motorstrom [I]
<b>Vm(V)</b>	: Gemessene Spannung an den Motorklemmen [V]
<b>n (1/min)</b>	: Drehzahl in Umdrehungen [1/min]

## 8. Wartung und Instandsetzung

Das Gerät ist wartungsfrei. Reinigen Sie das Gerät mit einem trockenen, fusselfreien und weichen Lappen. Hartnäckige Verschmutzungen entfernen Sie bitte mit einem feuchten Lappen. Achten Sie darauf, dass keine Feuchtigkeit in das Gerät eindringt. Verwenden Sie keine alkohol- oder lösungsmittelhaltigen Reinigungsmittel. Ein beschädigtes Gerät darf nicht benutzt werden.

Das Gerät darf ausschließlich durch von CONATEX-Lehrmittel GmbH autorisiertem Personal repariert werden.