

VERSUCHSBERICHT ZU

E5 – MAGNETISCHE SUSZEPTIBILITÄT

Gruppe 10 Mi

Alex Oster (E-Mail: a\_oste16@uni-muenster.de)  
Jonathan Sigrist (E-Mail: j\_sigr01@uni-muenster.de )

durchgeführt am 15.11.2017  
betreut von  
Phillip EICKHOLT

21. November 2017

## **Inhaltsverzeichnis**

<b>1</b>	<b>Kurzfassung</b>	<b>2</b>
<b>2</b>	<b>Arten von Magnetismus</b>	<b>3</b>
2.1	Paramagnetismus . . . . .	3
2.2	Diamagnetismus . . . . .	3
<b>3</b>	<b>Versuch 1: Demonstrationsversuch</b>	<b>3</b>
<b>4</b>	<b>Versuch 2: Volumenssuszeptibilität</b>	<b>5</b>
<b>5</b>	<b>Versuch 3: Fallender Neodymmagnet</b>	<b>7</b>
<b>6</b>	<b>Versuch 4: Aluminium-Kamm und -Platte</b>	<b>9</b>

## 1 Kurzfassung

## 2 Arten von Magnetismus

Alle Stoffe besitzen magnetische Eigenschaften, wobei die beim Anlegen eines äußeren Magnetfeldes auftretenden Effekte bei den meisten Stoffen verschwindend gering sind. Die „Stärke“ dieser Effekte ist abhängig von dem Magnetismustypen des Stoffes<sup>1</sup>.

Wir betrachten im Folgenden zwei Typen von Magnetismus, welche für die durchgeführten Versuche relevant sind: Dia- und Paramagnetismus.

### 2.1 Paramagnetismus

Bei Paramagnetismus

### 2.2 Diamagnetismus

Diamagnetismus hingegen

## 3 Versuch 1: Demonstrationsversuch

Der erste Versuch war ein Demonstrationsversuch. Er wurde von unserem Betreuer durchgeführt und diente dazu die, durch ein äußeres Magnetfeld verursachte, Auslenkung einer Flüssigkeit zu messen.

### Methoden

Hierbei wurde ein Laser auf Wasser in einer dünnen Schale gerichtet. Die Reflexion des Lasers von der Wasseroberfläche war an der gegenüberliegenden Wand<sup>2</sup> zu sehen. Wir schieben einen starken Magneten unter der Schale her und Betrachten die Änderung der Reflexion. In Abbildung 1 ist dies schematisch dargestellt. Wir betrachten zur Berechnung der Auslenkung des Wassers  $h$  die Änderung des Winkels, vor und nach Einschieben, des Magneten, wie es in Abb. 2 genauer dargestellt ist. Dazu betrachten wir folgende Gleichungen:

Aus Abbildung 1 folgt:

$$\tan \alpha = \frac{A_0}{a} \quad (1)$$

$$\tan(\alpha + 2\beta) = \frac{A^+}{a}; \quad A^+ = A_0 + \Delta A \quad (2)$$

und aus Abb. 2:

$$\tan \beta = \frac{2h}{d}. \quad (3)$$

---

<sup>1</sup>dieser steht in Abhängigkeit von der Temperatur, kann sich demnach ändern

<sup>2</sup>wird im Folgenden als Schirm bezeichnet

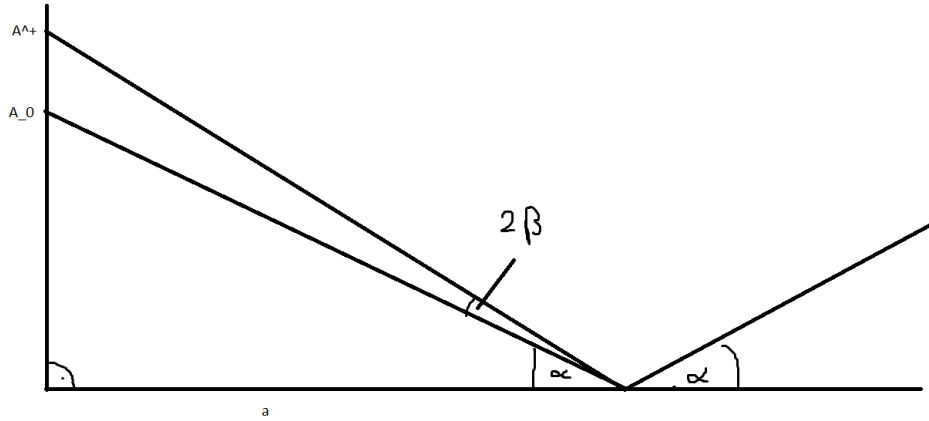


Abbildung 1: Aufbau des Demonstrationsversuchs

(Hierbei ist zu Beachten, dass das Wasser in Fig. 2 in die entgegengesetzte Richtung ausgelenkt ist) Stellt man nun Gl. (3) nach der gesuchten Größe  $h$  um und setzt geeignet Gl. (1) und Gl. (2) ein, so folgt:

$$\tan \beta = \frac{2h}{d} \Leftrightarrow h = \frac{d}{2} \tan \beta \quad (4)$$

$$= \frac{d}{2} \tan \left( \frac{1}{2} \arctan \left( \frac{A^+}{a} \right) - \frac{\alpha}{2} \right) \quad (5)$$

$$= \frac{d}{2} \tan \left( \frac{\arctan \left( \frac{A^+}{a} \right) - \arctan \left( \frac{A_0}{a} \right)}{2} \right) \quad (6)$$

### Fermi-Abschätzung

Um herauszufinden in welcher Größenordnung die Auslenkung des Wassers liegt, haben wir eine Fermi-Abschätzung durchgeführt. Dafür nehmen wir folgende Werte an:

$$a = 3.5 \text{ m}; \quad A_0 = 1.2 \text{ m}; \quad \Delta A = 3 \text{ cm}; \quad d = 1 \text{ cm} \quad (7)$$

Wir erhalten durch Einsetzen in Gleichung Gl. (6) ein Ergebnis von  $h \approx 19 \mu\text{m}$  für die Auslenkung des Wassers, welche in Abb. 3 in Abhängigkeit der

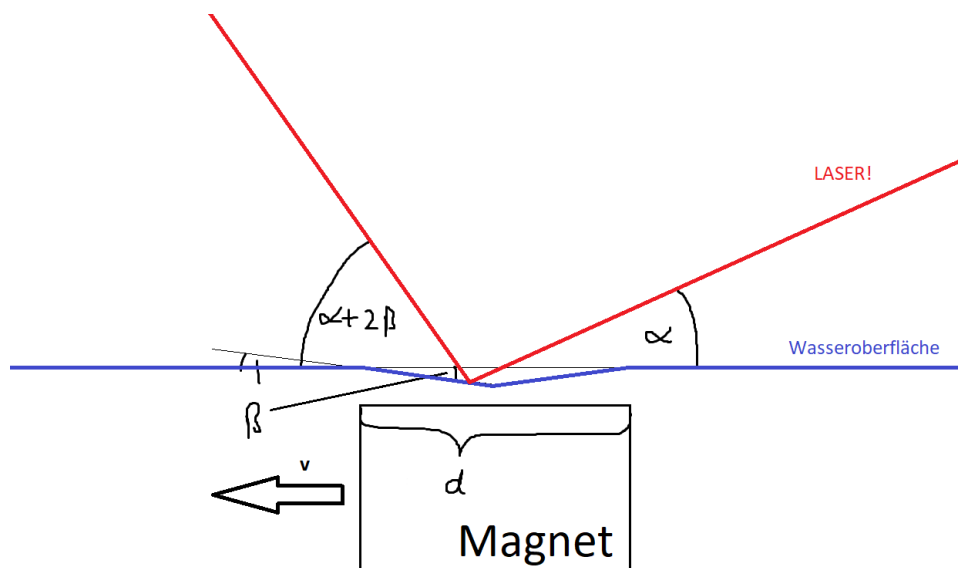


Abbildung 2: Genauere Betrachtung der Winkel

Magnetposition<sup>3</sup> ungefähr dargestellt wird. Zudem haben wir den Versuch mit einem Manganchlorid-Hydrat anstelle von Wasser wiederholt und eine deutlich größere Auslenkung, diesmal zunächst in entgegengesetzte Richtung, durch die Reflexion des Lasers wahrgenommen und mit  $\Delta A = 0.7 \text{ m}$  erhalten wir eine, durch Fermi-Abschätzung der Auslenkung von  $h \approx 420 \mu\text{m}$ .

### Schlussfolgerung

Die von uns ermittelte Größenordnung der Auslenkung für Wasser wirkt realistisch, da es diamagnetisch ist, also nur sehr schwach auf äußere Magnetfelder reagiert sollte, wie von uns ermittelt. Die Betrachtung des Manganchlorids stellt seine paramagnetischen Eigenschaften deutlich in Kontrast zu den Diamagnetischen des Wassers. Diese Kontraste entsprechen den Definitionen von Dia- und Paramagnetismus, da wie wir beobachtet haben (Stärke/Richtung der Auslenkung).

## 4 Versuch 2: Volumenssuszeptibilität

In dem zweiten Versuch bestimmen wir mit Hilfe der Magnetismuswaage die Volumenssuszeptibilität  $\chi_V$  von einigen Stoffen. Diese gibt an, wie stark sich ein Stoff magnetisieren lässt.

<sup>3</sup>bzw. der Zeit, bei konstanter Geschwindigkeit des Magneten

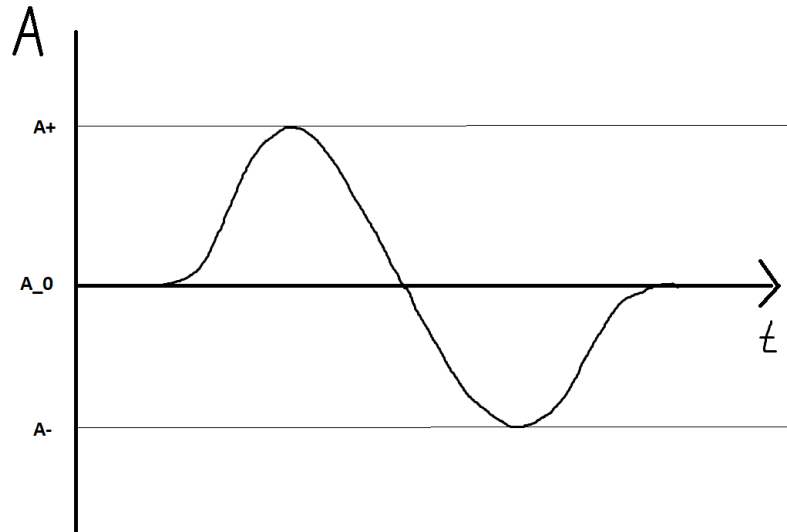


Abbildung 3: Verlauf der Position des Lichtpunktes auf dem Schirm gegen die Zeit

## Methoden

Die Magnetismuswaage, wie sie in Abb. ?? dargestellt ist, dient zur Messung der Gewichtsänderung eines Stoffes bei anliegendem äußerem Magnetfeld. Dieses stammt von dem, an dem Schwenkkran angebrachten, Magneten. Um eine möglichst genau Messung durchzuführen, bei der die Abstände zwischen Stoffprobe und Magnet gleich sind, verwenden wir eine 1 mm dicke Kunststoffplatte um die Höhe des Schwenkkrans einzustellen.

Damit der Magnet die einfache Messung des Gewichts der Stoffprobe nicht beeinflusst, wird er mit dem Schwenkkran zunächst wegbewegt. Für die Messung selber nullen wir zuerst das Gewicht unserer Stoffprobe und fahren dann den Magneten über die Probe.

Die Waage besitzt eine Unsicherheit von 0.001 g und es ergibt sich mit der Unsicherheit der Digitalanzeige eine Gesamtunsicherheit von

Unsere Stoffproben für diesen Versuch sind Aluminium, pyrolitisches Graphit, Glashalterung (mit und ohne Glas) und eine leere Kunststoffhalterung.

Um nun aus dem Gewichtsunterschied die Volumenssuszeptibilität  $\chi_V$  zu erhalten, gehen wir auf folgende Gleichungen ein:

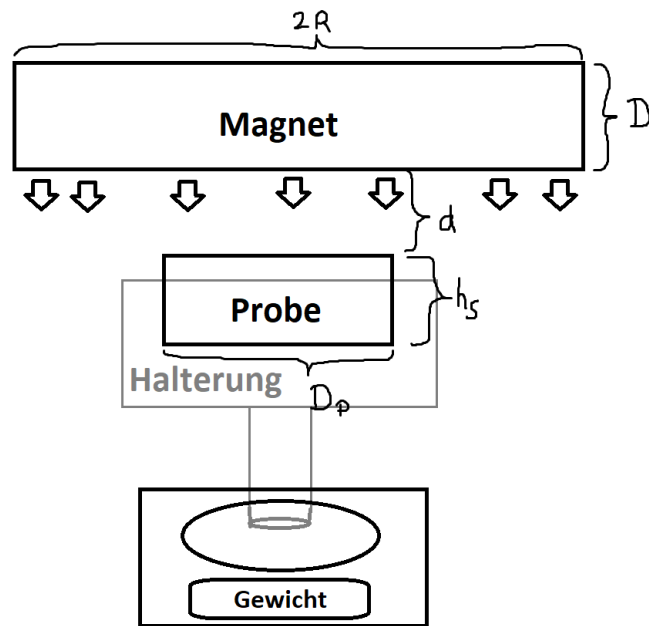


Abbildung 4: Aufbau der Magnetismuswaage

## Messung

Unsere Messung ergab, durch Anwendung auf die Gleichung ?? , die in Tab.1 dargestellten Ergebnisse für die Volumenssuszeptibilitäten  $\chi_V$  der Stoffe.

	Al	pyr. Graphit	Halterung (Glas)	(ohne)	Kunststoffhalterung
$\chi_V$	0 m	0 m	0 m	0 m	0 m

Tabelle 1: Ergebnisse der Messungen

## Schlussfolgerung

Die von uns erhaltenen Wert für die Volumenssuszeptibilitäten entsprechen den Erwartungen. Die

## 5 Versuch 3: Fallender Neodymmagnet

Bei diesem Versuch lassen wir einen Neodymmagneten durch zwei Röhren aus Aluminium fallen. Eine der beiden Röhren besitzt einen Schlitz, der sich über die ganze Länge zieht. Der Aufbau ist in Abb. 5 dargestellt.



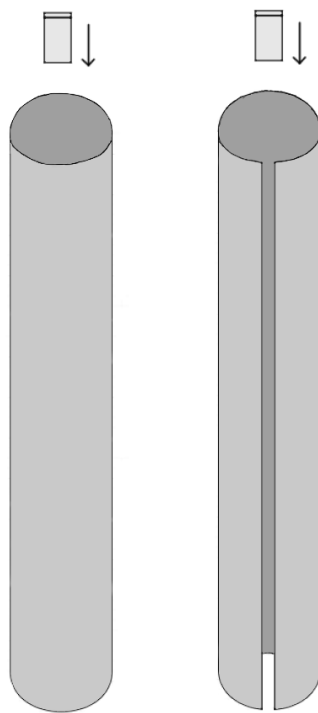


Abbildung 5: Aufbau des dritten Versuches

### **Beobachtung**

Wir beobachten, dass der Magnet in den beiden Röhren langsamer fällt als wenn man ihn außerhalb der Röhren fallen lassen würde. Hierbei ist jedoch zu beachten, dass der Magnet bei der Röhre mit Schlitz schneller fällt als bei der Anderen.

### **Schlussfolgerung**

Das bewegte B-Feld des Magneten induziert einen Kreisstrom in der Aluminiumröhre. Dieser erzeugt dann ein neues B-Feld, welches dem des Magneten entgegenwirkt. Dies führt zu unseren Beobachtungen, dass der Magnet langsamer fällt.

Für die Röhre mit Schlitz wird ebenfalls ein Kreisstrom induziert. Da dieser sich aufgrund der Öffnung jedoch nicht gleichmäßig ausbreiten kann, führt zu einem schwächerem Gegenfeld. Hier fällt der Magnet deswegen ein wenig schneller.

## **6 Versuch 4: Aluminium-Kamm und -Platte**

Hier haben wir eine Aluminiumplatte und einen -kamm, welche an einer Aufhängung befestigt sind, siehe Abbildung ???. An diesen beiden Objekten bewegen wir nun drei starke aneinander gebundene Magneten von verschiedenen Richtungen und mit unterschiedlichen Geschwindigkeiten. Dazu vergleichen wir unsere Beobachtungen für beide Objekte.

### **Beobachtung**

gleiche Effekte, bei Kamm aber schwächer

### **Schlussfolgerung**

Wirbelströme