

ANFÄNGERPRAKTIKUM DER FAKULTÄT FÜR PHYSIK,  
UNIVERSITÄT GÖTTINGEN

---

# Versuch Dia- und Paramagnetismus

## Protokoll

---

Praktikant: Michael Lohmann  
Felix Kurtz  
E-Mail: m.lohmann@stud.uni-goettingen.de  
felix.kurtz@stud.uni-goettingen.de  
Betreuer: Björn Klaas  
Versuchsdatum: 09.09.2014

Testat:
---------

## **Inhaltsverzeichnis**

<b>1</b>	<b>Einleitung</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>Theorie</b>	<b>3</b>
2.1	Magnetfelder in Materie . . . . .	3
2.2	Hallsonde . . . . .	3
2.3	Diamagnetismus . . . . .	3
2.4	Paramagnetismus . . . . .	4
<b>3</b>	<b>Durchführung</b>	<b>4</b>
<b>4</b>	<b>Auswertung</b>	<b>5</b>
<b>5</b>	<b>Diskussion</b>	<b>5</b>
	<b>Literatur</b>	<b>5</b>

## 1 Einleitung

Magnetismus ist eine der wichtigsten Methoden, um elektrische Daten zu speichern. So basieren herkömmliche Festplatten auf diesem Prinzip. Um dies zu vermessen, kann man den zu untersuchenden Stoff in ein vorhandenes Magnetfeld führen und die Auswirkungen beobachten.

## 2 Theorie

### 2.1 Magnetfelder in Materie

Die Ausbreitung von Magnetfeldern in Materie erfolgt nach den MAXWELL-Gleichungen durch

$$\vec{B} = \mu_0 \vec{H} + \mu_0 \vec{M} \approx \mu_0 \mu_r \vec{H} \quad (1)$$

mit der magnetischen Suszeptibilität

$$\chi \vec{M} = \vec{H} \quad (2)$$

$$\Rightarrow \mu_r = 1 + \chi. \quad (3)$$

$\mu_r$  nennt man auch die relative Permeabilität. Dieser Zusammenhang gilt jedoch nach [Dem09, S. 112] nur für kleine magnetische Flussraten, da sonst  $\vec{M}$  nicht mehr proportional zu  $\vec{H}$  ist.

### 2.2 Hallsonde

Hallsonden funktionieren nach der Lorentzkraft. Ein Strom wird durch ein Metallplättchen geleitet. Ist dieses in einem Magnetfeld, so werden die Elektronen durch die Lorentzkraft abgelenkt. Dadurch baut sich jedoch ein elektrisches Feld auf, was sie wieder zurück lenkt. Durch den weiteren Weg steigt der Widerstand des durchflossenen Wegs. Dieser kann nun vermessen werden und daraus kann der verlängerte Weg bestimmt werden und daraus wiederum das Magnetfeld.

### 2.3 Diamagnetismus

Als diamagnetische Stoffe werden solche bezeichnet, welche eine aus einem äußeren Magnetfeld herausgedrängt werden. Dies entsteht dadurch, dass sich in ihrem inneren Ströme bilden, welche nach der Lenzschen Regel der Ursache (dem Magnetfeld) entgegenwirkt. Solche Stoffen haben keine permanenten Dipole, da diese wieder Kräfte ausüben würden, welche deutlich stärker sind, als die diamagnetischen. Wie durch die Herkunft des Effektes zu erahnen, ist er kaum Temperaturabhängig. Der Diamagnetismus tritt

bei allen Metallen auf, wird aber häufig durch andere Effekte wie Ferro- oder Paramagnetismus überlagert. Die bekanntesten Materialien mit diamagnetischen Eigenschaften sind Wasser, Kupfer, Gold oder Bismut (wie es in unserem Versuch verwendet wird).

## 2.4 Paramagnetismus

Der Paramagnetismus ist ein Effekt, bei dem in bestimmten Stoffen von außen angelegte Magnetfelder verstärkt werden. Diese bestehen aus Atomen mit nicht vollständig gefüllten Elektronenschalen. Ohne äußere Felder gleichen sich die magnetischen Momente, welche durch die nicht gleichmäßig verteilten Ladungen entstehen aus. Wird jedoch ein externes Feld angelegt, so richten sich die Elementarmagnete an dem Feld aus. Sie verstärken es so. Mit steigender Temperatur werden die Elektronen jedoch immer weniger durch äußere Felder beeinflusst, so dass dieser Effekt mit steigender Temperatur abnimmt. Dies hat Marie CURIE entdeckt und es in dem folgenden Gesetz beschrieben:

$$\chi = \frac{C}{T}$$

mit der Materialkonstante  $C$ .

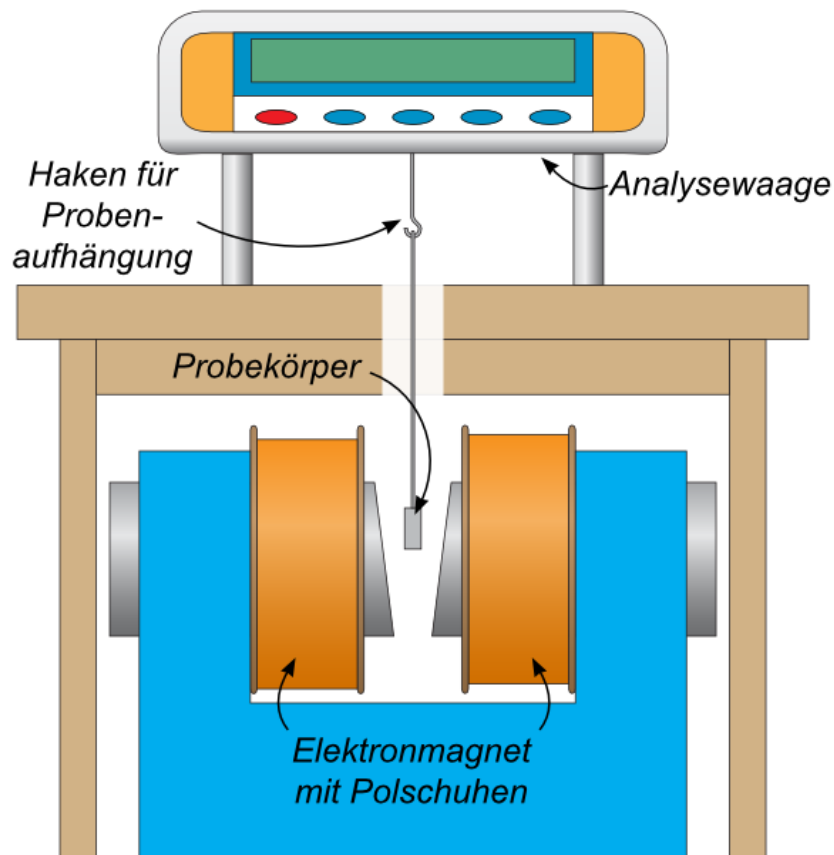
## 3 Durchführung

Zunächst wird der Aufbau aus Abb. 2 aufgebaut. Dabei schaltet man eine Spule auf zwei Polschuhen über einen Schiebewiderstand mit einem Amperemeter in Reihe, wie in Abb. 2 zu sehen.

Zunächst wird der Widerstand so eingestellt, dass ein konstanter Strom von 1.2A durch die Spulen fließt. Ändert sich dieser, so ist der Widerstand nachzuregeln. Das sich ergebende Magnetfeld wird nun mit der HALLsonde bestimmt. Hierbei sollte die Schrittlänge 5mm nicht überschreiten.

Daraufhin wird die Position zwischen den Polschuhen vermerkt, wenn man die Körper an die Analysenwaage hängt. Anschließend werden die Massen der drei Probekörper (Ta,  $\text{MnO}_2$  und Bi) aufgenommen. Dies geschieht je für ein- und ausgeschaltetes Magnetfeld. Diese Messungen werden je dreimal durchgeführt, wobei man zwischen den Messungen die Probekörper abnehmen oder zumindest anstoßen sollte.

Nun wird für die Position des Tantalkörpers und 5 und 10mm jeweils darüber und darunter das Magnetfeld für die Stromstärken (0.8, 1.0, 1.2 und 1.4A) vermessen. Abschließend wird der Tantal-Körper erneut eingehängt und für die im letzten Schritt eingestellten Werte der Stromstärke werden jeweils drei Messungen der Gewichtskraft durchgeführt. Auch hier ist der Körper zwischen den Messungen anzustoßen.



**Abbildung 1:** Aufbau der Waage zur Bestimmung der Kräfte nach [LP1, 15.11.14, 14 Uhr].

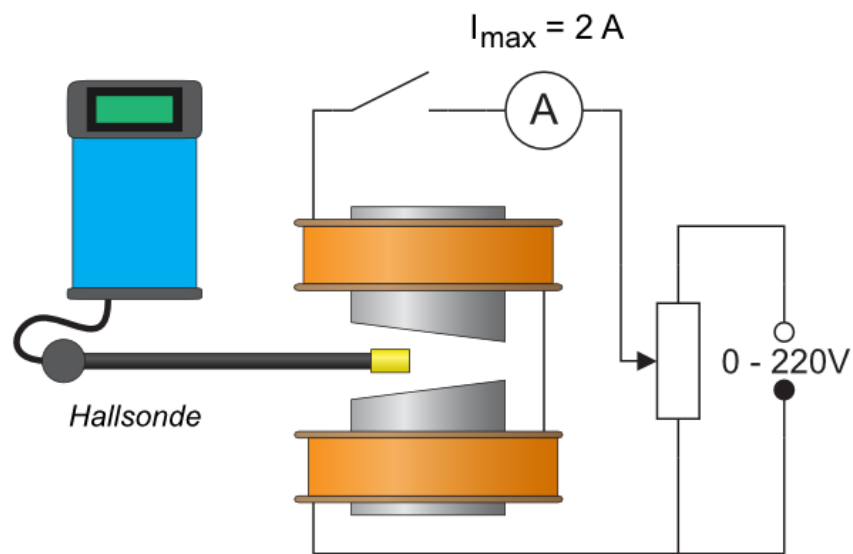
## 4 Auswertung

## 5 Diskussion

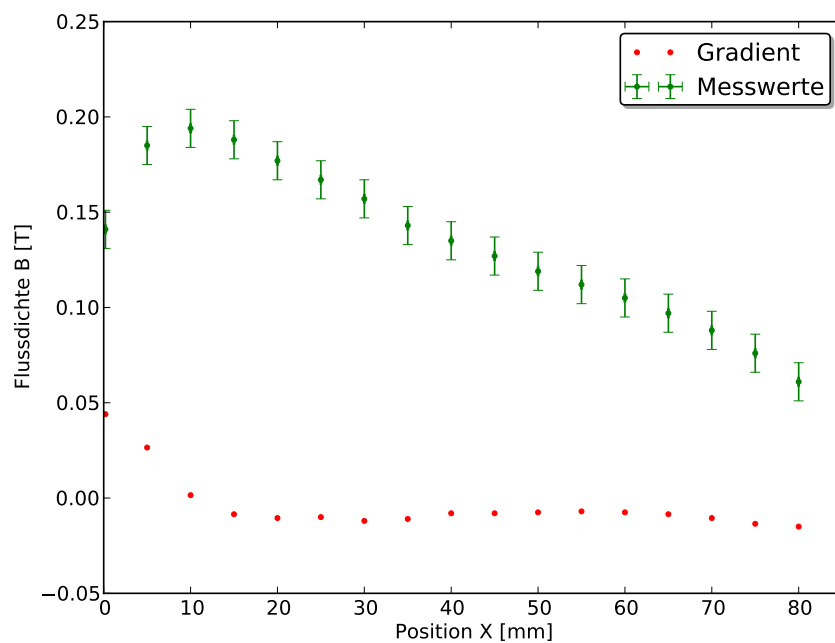
## Literatur

[Dem09] Demtröder, W.: *Experimentalphysik 2, Elektrizität und Optik*. Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, 5. Auflage, 2009, ISBN 978-3-540-68210-3.

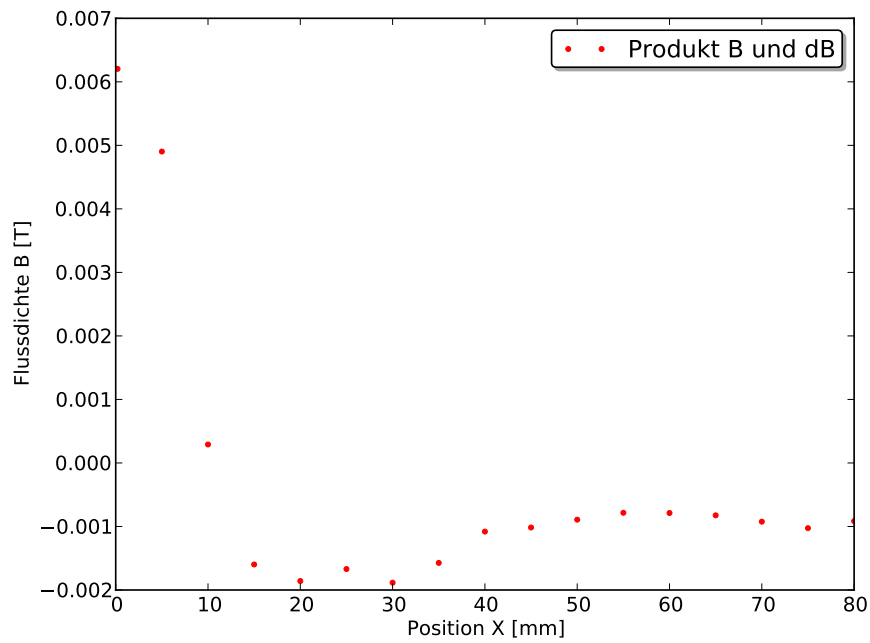
[LP1] *Lehrportal der Universität Göttingen*. <https://lp.uni-goettingen.de/get/text/4205>.



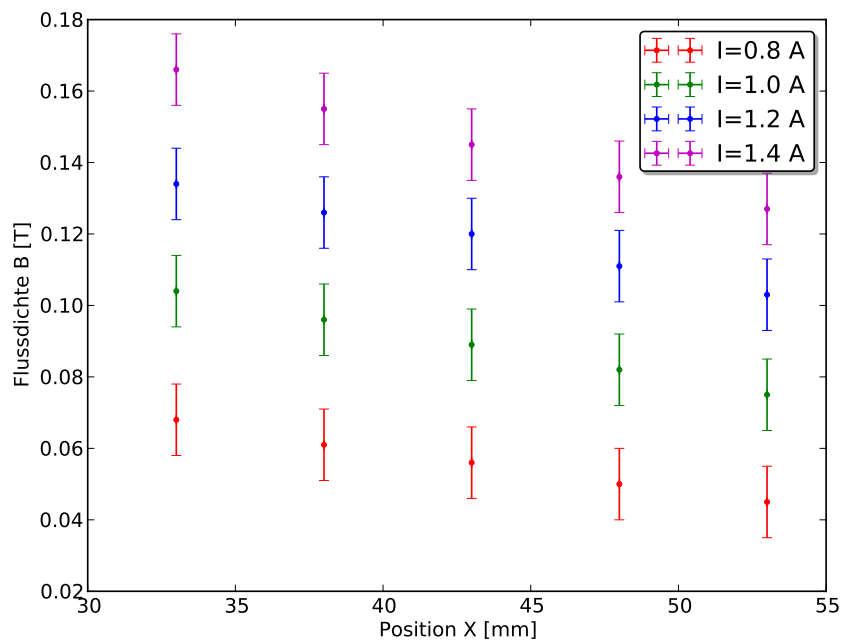
**Abbildung 2:** Schaltkreis zur Bestimmung von Dia- und Paramagnetismus nach [LP1, 15.11.14, 14 Uhr].



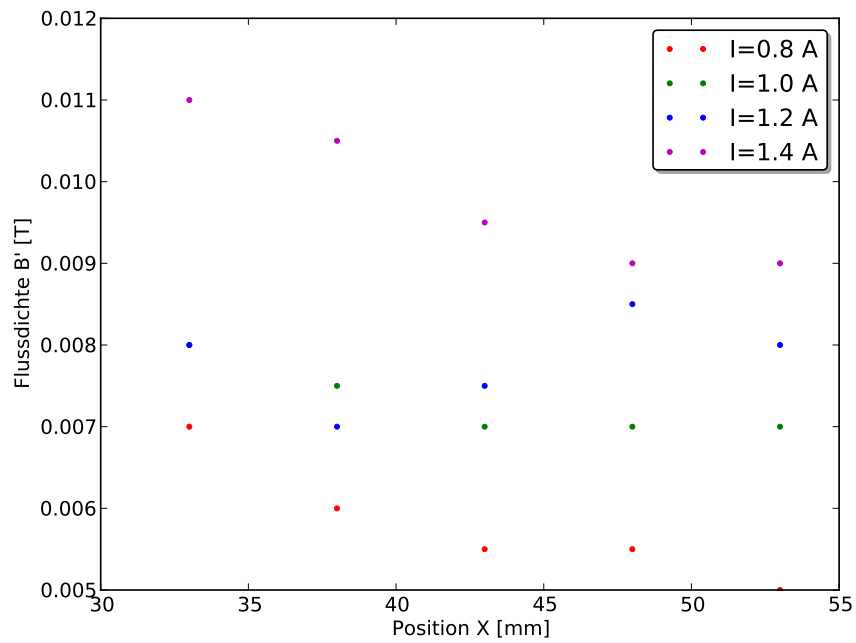
**Abbildung 3:** Auswertung von Versuch 1



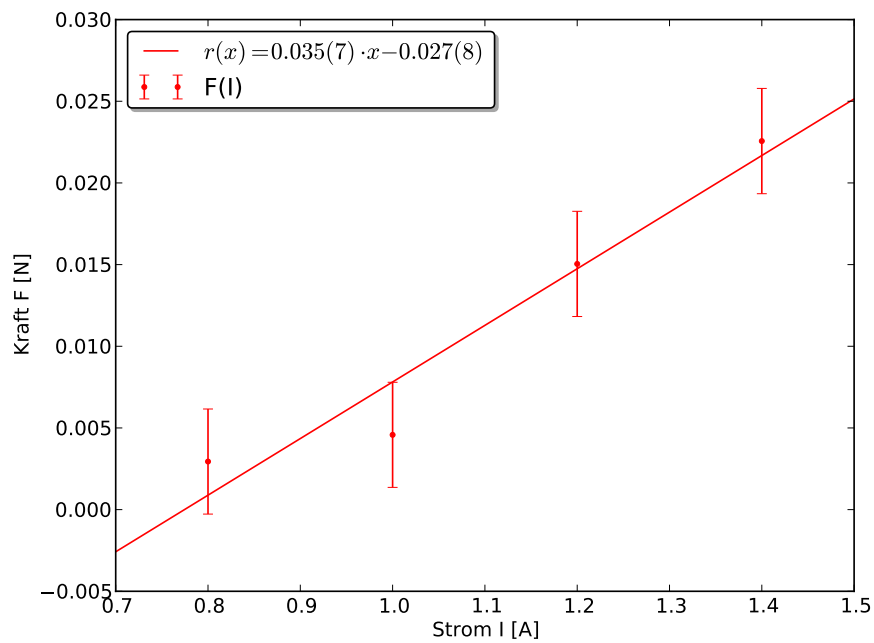
**Abbildung 4:** Auswertung von Versuch 3



**Abbildung 5:** Auswertung von Versuch 6 erster Teil



**Abbildung 6:** Auswertung von Versuch 6 zweiter Teil



**Abbildung 7:** Auswertung von Versuch 7