

---

# Magnetfelder von Spulen

## Protokoll

---

Praktikant: Michael Lohmann  
Felix Kurtz  
E-Mail: m.lohmann@stud.uni-goettingen.de  
felix.kurtz@stud.uni-goettingen.de  
Betreuer: Björn Klaas  
Versuchsdatum: 05.09.2014

Testat:
---------

## Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Einleitung</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>Theorie</b>	<b>3</b>
2.1	Magnetfelder . . . . .	3
<b>3</b>	<b>Durchführung</b>	<b>3</b>
<b>4</b>	<b>Auswertung</b>	<b>5</b>
4.1	Eichen des Ladungsmessgeräts . . . . .	5
4.2	Vergleich der beiden Messmethoden . . . . .	5
4.3	Messung mit der Hallsonde . . . . .	6
4.4	Homogenität der Magnetfelder . . . . .	6
4.5	Bestimmung von $\mu_0$ . . . . .	6
<b>5</b>	<b>Diskussion</b>	<b>6</b>
	<b>Literatur</b>	<b>6</b>

## 1 Einleitung

Spulen sind für die Transformation von Spannungen essentiell. Jede Spule besitzt ein charakteristisches Magnetfeld mit dessen genauer Kenntnis man zum Beispiel Untersuchungen wie Magnetresonanztomographie ermöglichen kann. Dafür ist allerdings eine sehr genaue Beschreibung des Magnetfeldes der Spule notwendig. Für zwei Spulen wurde es hier durchgeführt. [Mes10]

## 2 Theorie

### 2.1 Magnetfelder

Magnetfelder lassen sich durch die magnetische Flussdichte  $\vec{B}$  und die Feldstärke  $\vec{H}$  beschreiben. Mit der Magnetisierung  $\vec{M}$  kann man diese verknüpfen:

$$\vec{H} = \frac{1}{\mu_0} \vec{B} - \vec{M}. \quad (1)$$

Für geringe Flussdichten ist die Magnetisierung proportional zu der Flussdichte:  $\vec{M} = \chi \vec{H}$ . Dadurch ergibt sich

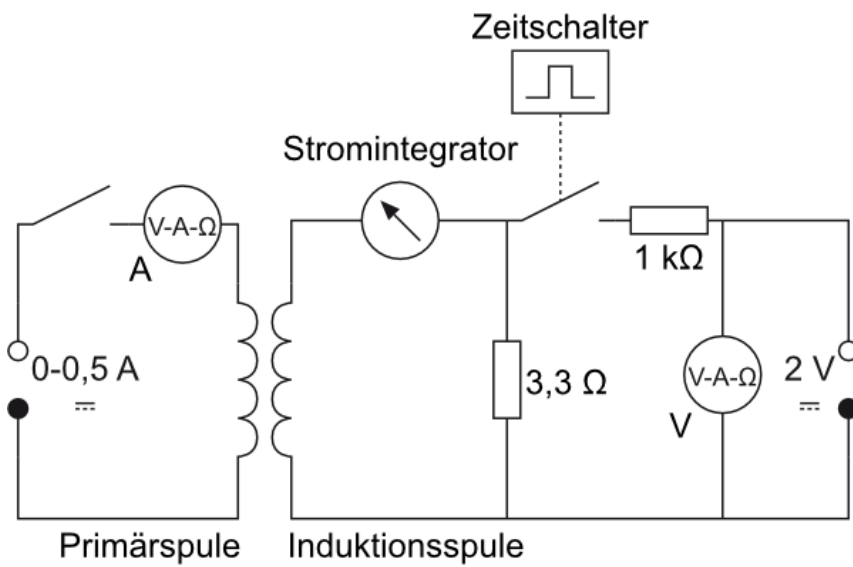
$$\vec{B} = \mu_0(1 + \chi) \vec{H} = \mu_0 \mu_r \vec{H}. \quad (2)$$

## 3 Durchführung

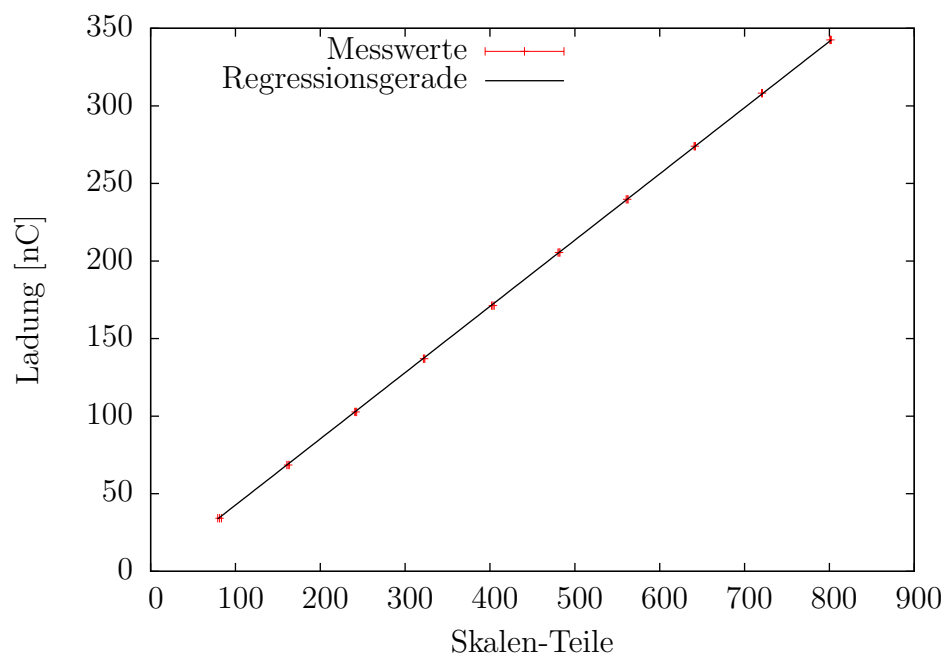
Zuerst muss der Stromintegrator kalibriert werden. Dazu

Danach misst man das Magnetfeld der Längs Spule (Primärspule) mit der Induktionsspule nach dem Aufbau aus Abb. 1, indem der Schalter im Primärkreis kurz geöffnet und wieder geschlossen wird. Der durch den erzeugten Spannungspuls resultierende Strom wird über das Ladungsmessgerät integriert. Für verschiedene Positionen auf der Spulenachse wird die Anzeige des Ladungsmessgerätes notiert. Die Schrittweite beträgt dabei 2 cm und die Messung wird auch außerhalb der Spule fortgeführt.

Zu den weiteren Messungen wird die Hall-Sonde benutzt. Diese schließt man an den Strom an und auf dem Display erscheint das gemessene Magnetfeld in Gauss. Man startet bei allen drei Spulen (inkl. Helmholtzspule) in der Mitte der Spule und bewegt die Sonde bei jeder Messung um 1 cm heraus. Zuletzt werden die Daten der einzelnen Spulen wie Länge, Durchmesser und Wicklungszahl notiert.



**Abbildung 1:** Magnetfeldmessung mit der Induktionsspule [LP1, Datum: 09.10.2014]



**Abbildung 2:** Ladung in Abhängigkeit der angezeigten Skalenteile.

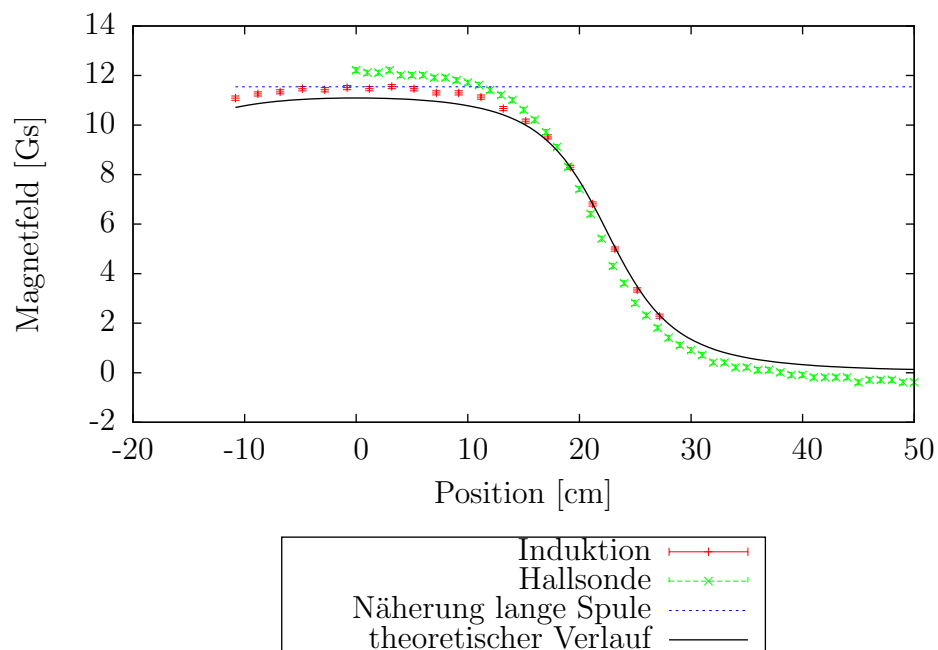
## 4 Auswertung

### 4.1 Eichen des Ladungsmessgeräts

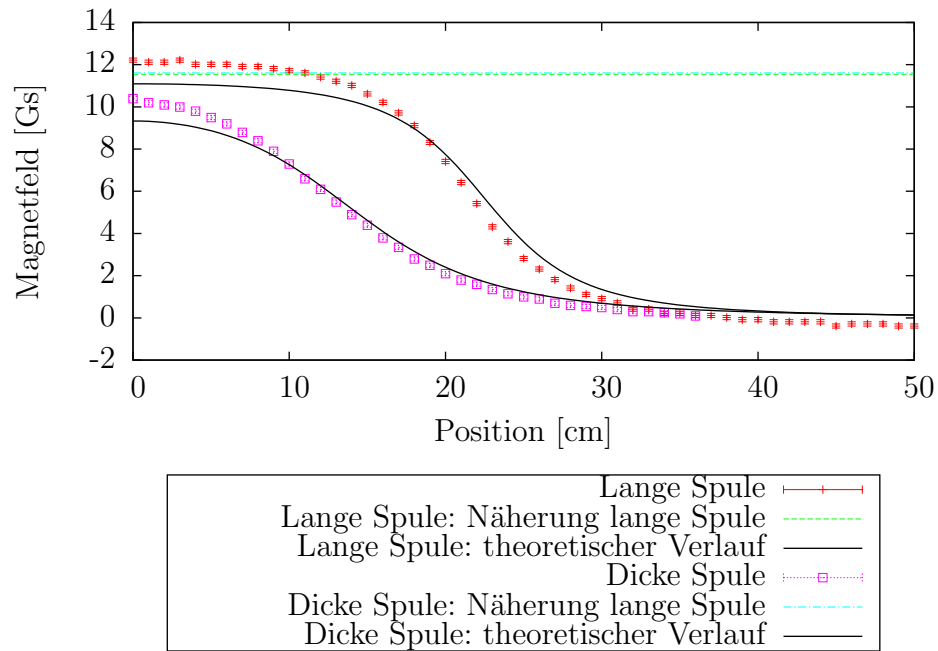
$$\kappa = (426.9 \pm 0.4) \text{ pC/Skt} \quad (3)$$

Da der Fehler so gering ist wird er in der folgenden Berechnung nicht berücksichtigt.

### 4.2 Vergleich der beiden Messmethoden



**Abbildung 3:** Verlauf des Magnetfeldes: Vergleich der beiden Messmethoden mit der Theorie anhand der Langen Spule.



**Abbildung 4:** Verlauf des Magnetfeldes: Vergleich der langen und der dicken Spule sowie jeweils mit der Theorie.

Messungsmethode	Spule	$\mu_0$ [ $10^{-7} \text{ H m}^{-1}$ ]
Induktionsspule	Lange Spule	$13.020 \pm 0.020$
Hallsonde	Lange Spule	$13.67 \pm 0.11$
	Dicke Spule	$13.28 \pm 0.13$
	Helmholtzspule	$12.39 + / - 0.05$

### 4.3 Messung mit der Hallsonde

### 4.4 Homogenität der Magnetfelder

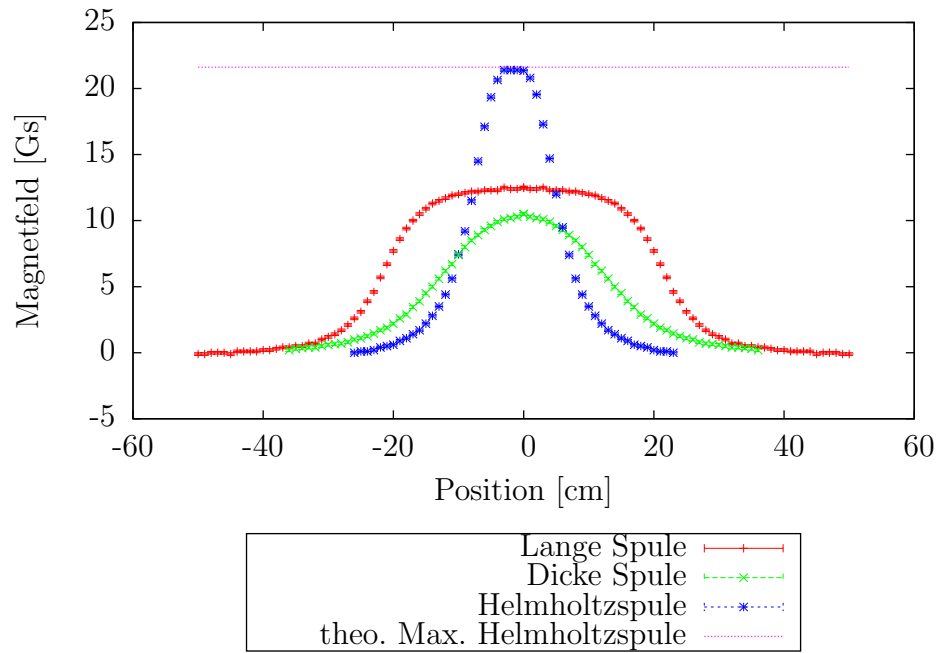
### 4.5 Bestimmung von $\mu_0$

## 5 Diskussion

### Literatur

[LP1] Lehrportal der Universität Göttingen.  
[goettingen.de/get/text/4087](https://lp.uni-goettingen.de/get/text/4087).

<https://lp.uni-goettingen.de/get/text/4087>



**Abbildung 5:** Verlauf des Magnetfeldes der 3 Spulen: Messung mit der Hallsonde.

[Mes10] Meschede, Dieter: *Gerthsen Physik*. Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, 24. Auflage, 2010, ISBN 978-3-642-12893-6.