

VERSUCH NUMMER

TITEL

Maximilian Sackel

Maximilian.sackel@udo.edu

Philip Schäfers

philip.schaefers@udo.edu

Durchführung: DATUM

Abgabe: DATUM

TU Dortmund – Fakultät Physik

Inhaltsverzeichnis

| | |
|---|----------|
| 1 Theoretische Grundlage | 3 |
| 1.1 Fehlerrechnung | 3 |
| 1.1.1 Mittelwert | 3 |
| 1.1.2 Gauß'sche Fehlerfortpflanzung | 3 |
| 1.1.3 Lineare Regression | 3 |
| 2 Durchführung und Aufbau | 4 |
| 3 Auswertung | 4 |
| 4 Diskussion | 7 |

1 Theoretische Grundlage

1.1 Fehlerrechnung

Sämtliche Fehlerrechnungen werden mit Hilfe von Python 3.4.3 durchgeführt.

1.1.1 Mittelwert

Der Mittelwert einer Messreihe x_1, \dots, x_n lässt sich durch die Formel

$$\bar{x} = \frac{1}{N} \sum_{k=1}^N x_k \quad (1)$$

berechnen. Die Standardabweichung des Mittelwertes beträgt

$$\Delta\bar{x} = \sqrt{\frac{1}{N(N-1)} \sum_{k=1}^N (x_k - \bar{x})^2} \quad (2)$$

1.1.2 Gauß'sche Fehlerfortpflanzung

Wenn x_1, \dots, x_n fehlerbehaftete Messgrößen im weiteren Verlauf benutzt werden, wird der neue Fehler Δf mit Hilfe der Gaußschen Fehlerfortpflanzung angegeben.

$$\Delta f = \sqrt{\sum_{k=1}^N \left(\frac{\partial f}{\partial x_k} \right)^2 \cdot (\Delta x_k)^2} \quad (3)$$

1.1.3 Lineare Regression

Die Steigung und y-Achsenabschnitt einer Ausgleichsgeraden werden gegebenfalls mittels Linearen Regression berechnet.

$$y = m \cdot x + b \quad (4)$$

$$m = \frac{\overline{xy} - \overline{x}\overline{y}}{\overline{x^2} - \overline{x}^2} \quad (5)$$

$$b = \frac{\overline{x^2y} - \overline{x}\overline{xy}}{\overline{x^2} - \overline{x}^2} \quad (6)$$

2 Durchführung und Aufbau

3 Auswertung

Zur Bestimmung des Lande-Faktors der Elektronen und des Erdmagnetfeldes in Dortmund, werden zunächst die x-Koordinaten in Abbildung 1 zu sehenden Graphen normiert. Dazu werden die Graphen eingescannt. Mittels eines Bildbearbeitungsprogramm wird die Pixelanzahl der x-Koordinate bestimmt. Die Messwerte sind in Tabelle 1 und 2 aufgetragen. Die Tupel aus Pixelzahl und Spulenstrom werden genutzt um die Pixelzahl

Tabelle 1: Pixelzahl in abhängigkeit des Spulenstroms bei $\nu_{\text{Osz.}} = 10\text{-}20 \text{ MHz}$

| I_{10MHz} / mA | Pixel | I_{15MHz} / mA | Pixel | I_{20MHz} / mA | Pixel |
|-------------------------|-------|-------------------------|-------|-------------------------|-------|
| 0 | 5911 | 201 | 5980 | 200 | 5928 |
| 100 | 4572 | 300 | 4763 | 303 | 5018 |
| 200 | 3351 | 403 | 3477 | 401 | 4064 |
| 300 | 2070 | 500 | 2245 | 499 | 3138 |
| 400 | 792 | 600 | 960 | 600 | 2245 |
| 460 | 52 | 670 | 120 | 700 | 1246 |
| — | — | — | — | 801 | 362 |

Tabelle 2: Pixelzahl in abhängigkeit des Spulenstroms bei $\nu_{\text{Osz.}} = 25\text{-}30 \text{ MHz}$

| I_{25MHz} / mA | Pixel | I_{30MHz} / mA | Pixel |
|-------------------------|-------|-------------------------|-------|
| 300 | 5823 | 300 | 6062 |
| 404 | 4830 | 400 | 5220 |
| 496 | 3815 | 496 | 4308 |
| 602 | 2870 | 601 | 3470 |
| 700 | 1953 | 700 | 2528 |
| 805 | 896 | 800 | 1624 |
| — | — | 900 | 762 |

auf den Spulenstrom zu kalibrieren. Dafür wird eine linera Regression durchgeführt. Anhand der Steigung m und des Bios b der linearen Regression

$$f(x) = m \cdot x + b \quad (7)$$

ergeben sich die in Tabelle 3 aufgeführten Koeffizienten. Daraus lassen sich die Spulenströme für die Extrema der Graphen 1 bestimmen, anhand derer die magnetischen Feldstärke anhand von Formel ?? berechnen. Die magnetische Feldstärke entsprechend gegen und in Richtung dem Erdmagentfeld gerichteten Aufbau sind in Tabelle 4 in Abhängigkeit

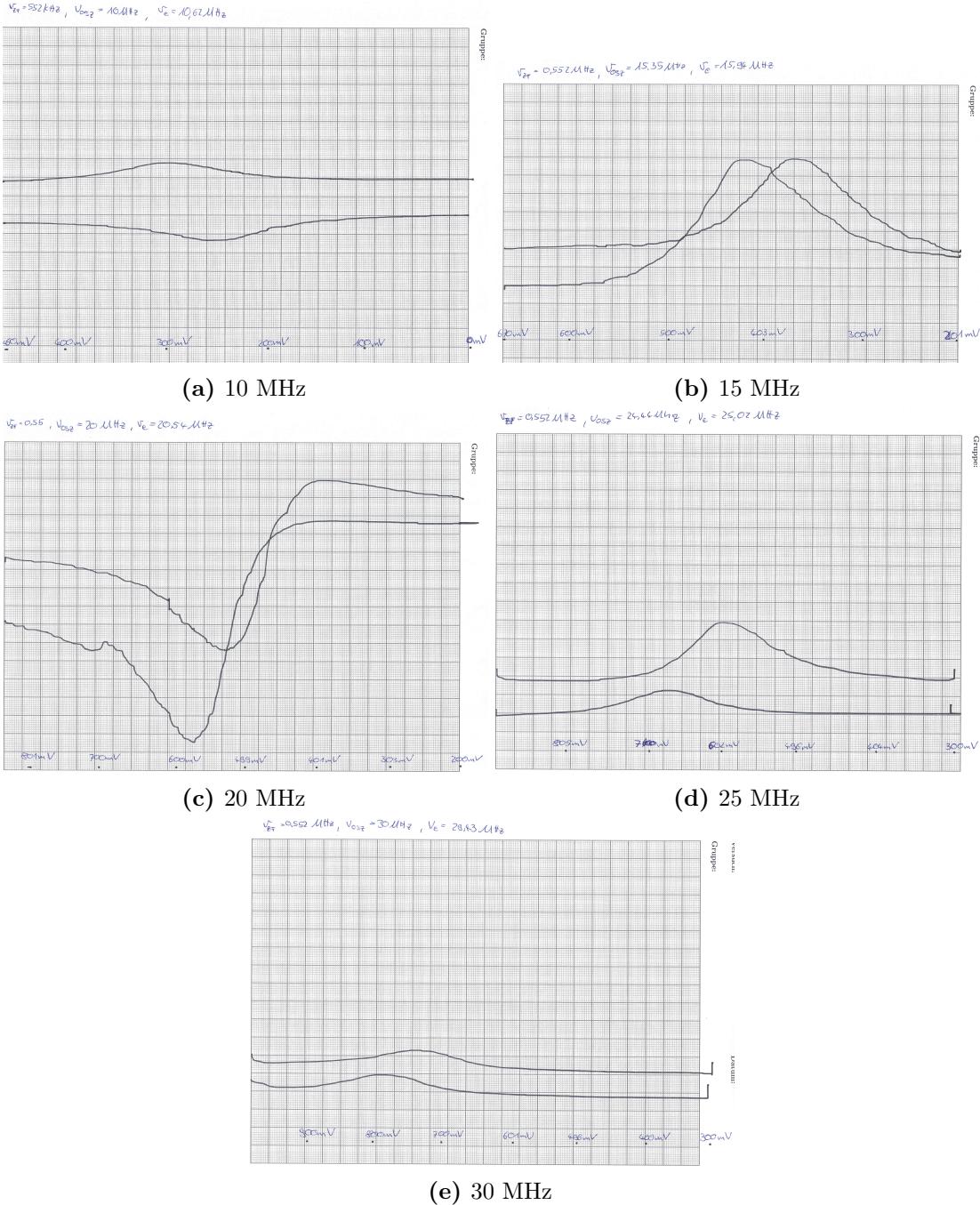


Abbildung 1: Brückenstrom in Abhängigkeit des Spulenstrom für verschiedene ν_{Osz}

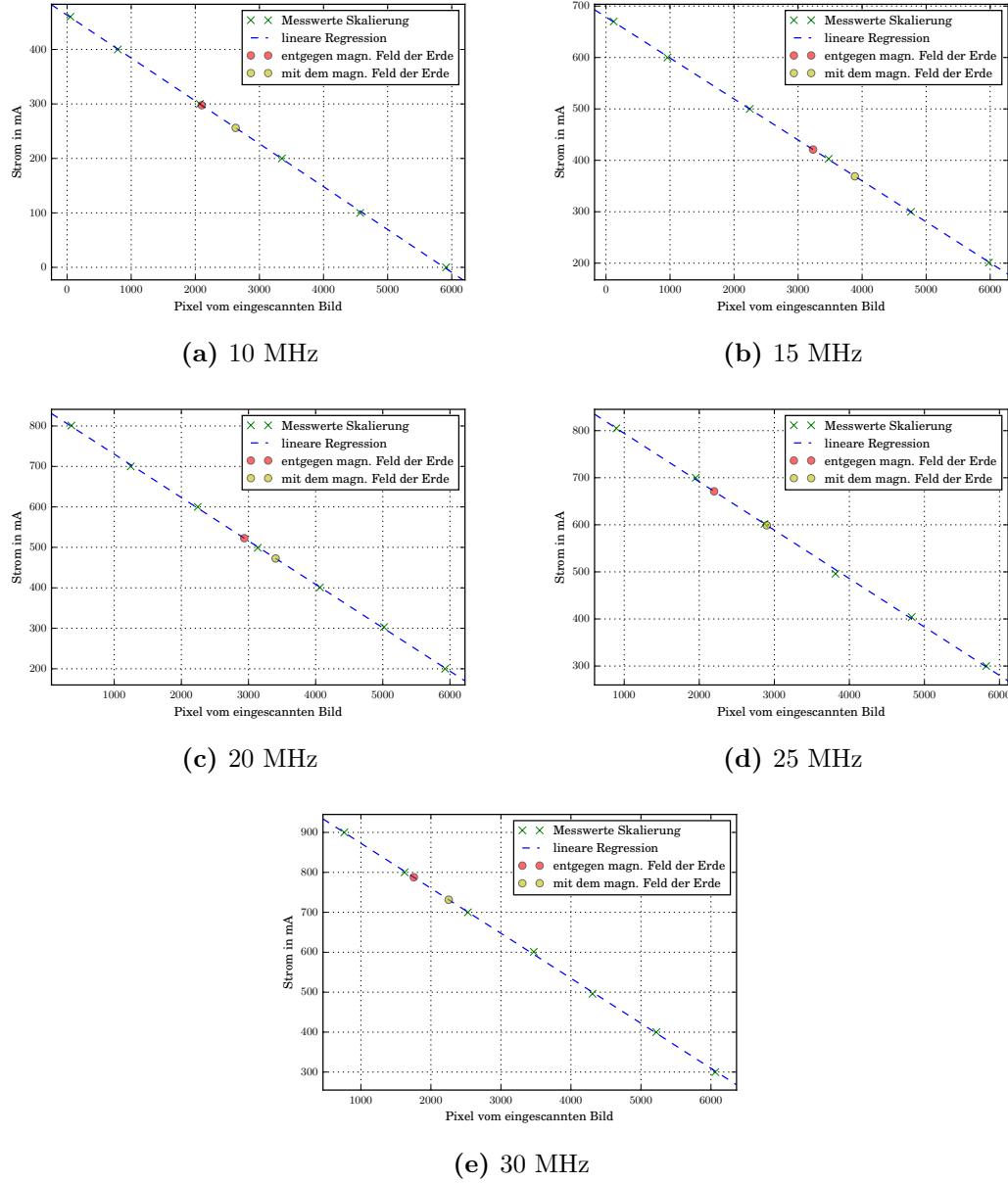


Abbildung 2: Lineare Regression zwischen der Pixel und des Spuelstroms für unterschiedliche Frequenzen

Tabelle 3

| ν_{Osz} | Steigung m | Bios b |
|--------------------|------------------|-----------------|
| 10 MHz | 7.87 ± 0.04 | 463.0 ± 1.4 |
| 15 MHz | 7.97 ± 0.03 | 678.6 ± 1.1 |
| 20 MHz | 10.73 ± 0.07 | 837 ± 2 |
| 25 MHz | 10.2 ± 0.1 | 897 ± 5 |
| 30 MHz | 11.27 ± 0.08 | 986.0 ± 3.3 |

Tabelle 4

| ν_{Osz} | B-Feld in Richtung des Erdmagnetfeld / μT | B-Feld entgen der Richtung des Erdmagnetfeld / μT | gemitteltes B-Feld / μT |
|--------------------|---|---|---------------------------------|
| 10 MHz | 417 ± 2 | 359 ± 3 | 388 ± 2 |
| 15 MHz | 590 ± 2 | 518 ± 2 | 554 ± 2 |
| 20 MHz | 733 ± 4 | 663 ± 5 | 698 ± 4 |
| 25 MHz | 941 ± 8 | 840 ± 8 | 891 ± 8 |
| 30 MHz | 1105 ± 5 | 1026 ± 5 | 1066 ± 5 |

von ν_{Osz} aufgetragen. Der mittelwert aus den beiden Fällen entspricht dementsprechend den Feldfreien Fall. Ebenso lässt sich aus der halben Differenz der beiden magnetischen Feldstärken das magn Feld der Erde berechnen. Für die verschiedenen ν_{Osz} sind diese aufgeführt. Mittels Formel ?? werden die Landefaktoren berchent und sind ebenfalls in 5 aufgetragen.

Tabelle 5

| ν_{Osz} | Erdmagnetfeld / T | Lande Faktor |
|--------------------|-------------------|-----------------|
| 10 MHz | 29.2 ± 0.2 | 1.95 ± 0.01 |
| 15 MHz | 36.5 ± 0.1 | 2.06 ± 0.01 |
| 20 MHz | 35.1 ± 0.2 | 2.10 ± 0.01 |
| 25 MHz | 50.6 ± 0.6 | 2.01 ± 0.02 |
| 30 MHz | 39.4 ± 0.3 | 2.01 ± 0.01 |

4 Diskussion