

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
3.1 Kalibrierung der x-Achse	4
3.2 Bestimmung der Feldstärken	7
3.3 Landefaktoren und Erdmagnetfeld	7
4 Diskussion	8

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

3.1 Kalibrierung der x-Achse

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 für die gekennzeichneten Spulenströme bestimmt. Die Messwerte sind in Tabelle 1 und 2 aufgetragen. Die Tupel aus Pixelzahl und Spulenstrom

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

$I_{10\text{MHz}}$ / mA	Pixel	$I_{15\text{MHz}}$ / mA	Pixel	$I_{20\text{MHz}}$ / 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 $\nu_{\text{Osz.}} = 25\text{-}30 \text{ MHz}$

$I_{25\text{MHz}}$ / mA	Pixel	$I_{30\text{MHz}}$ / 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

werden genutzt um die Pixelzahl auf den Spulenstrom zu kalibrieren. Dafür wird eine lineare 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.

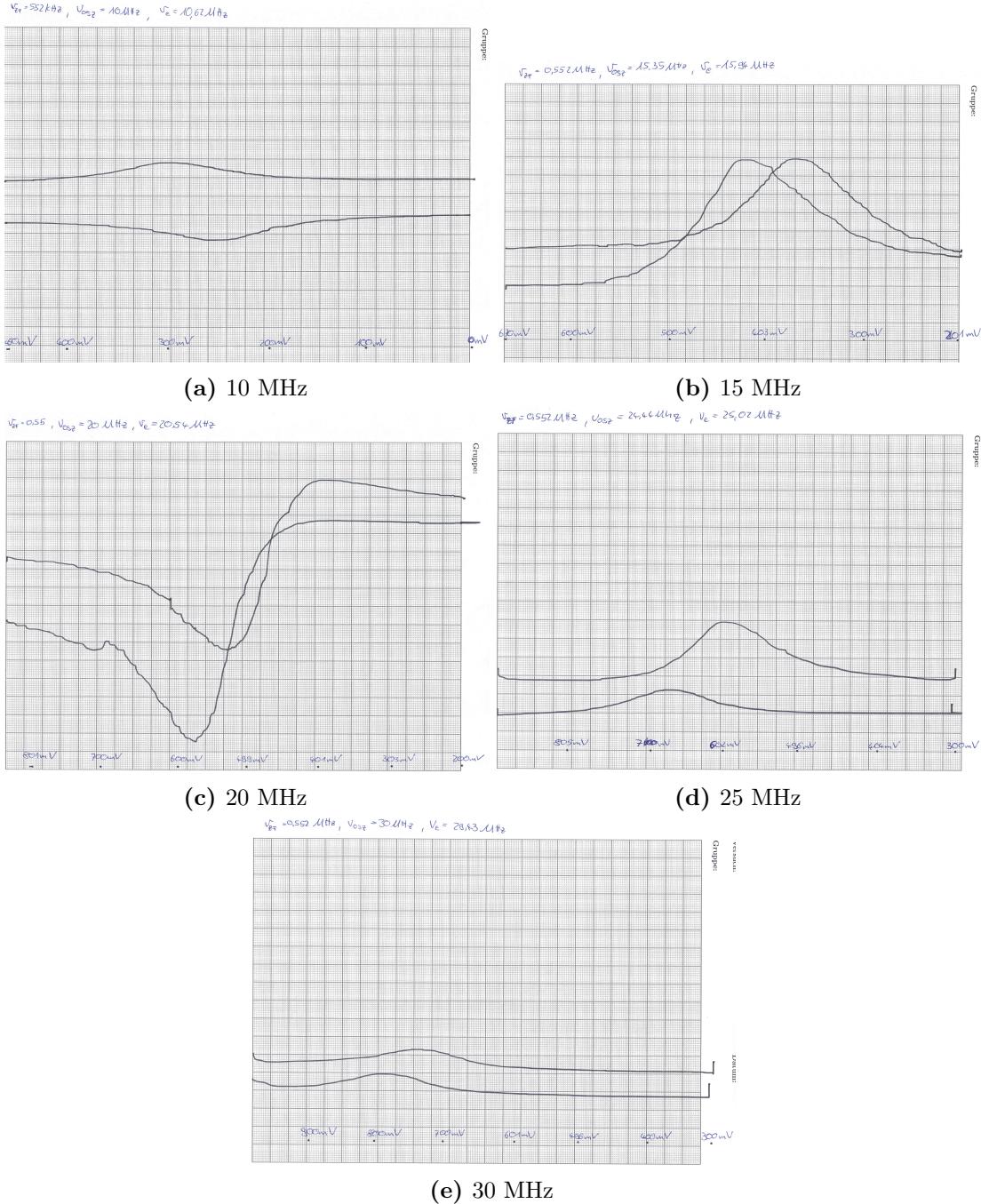


Abbildung 1: Brückenstrom in abhängigkeit des Spulenstrom für verschiedene ν_{Osz}

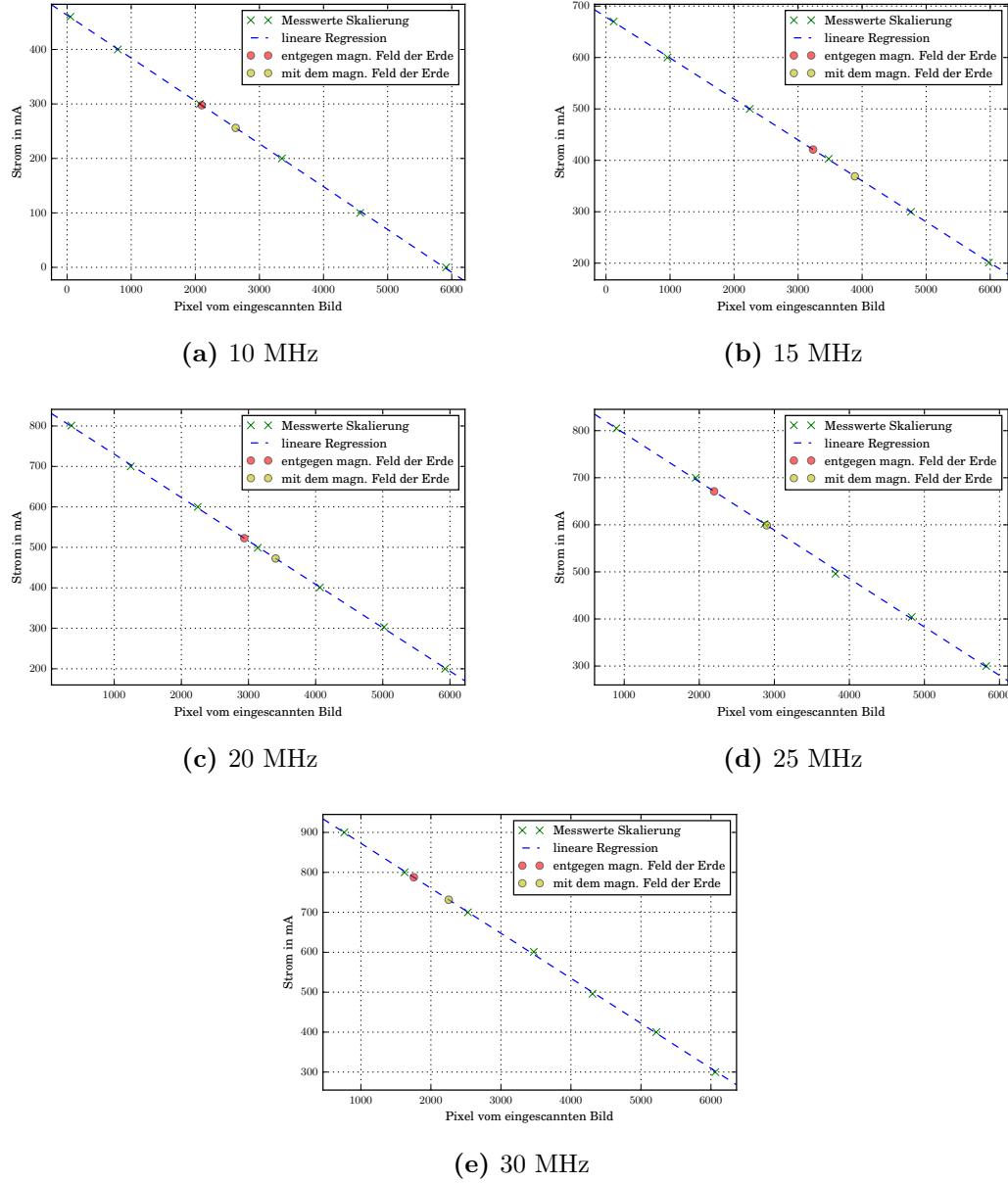


Abbildung 2: Lineare Regression zwischen der Pixel und des Spuelstroms für unterschiedliche Frequenzen

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

3.2 Bestimmung der Feldstärken

Aus der zuvor berechneten Regression lassen sich die Spulenströme für den Resonanzfall berechnen, indem die Extrema der Graphen 1 bestimmt werden. Anschließend wird die magnetischen Feldstärke anhand von Formel ?? berechnet. Die magnetische Feldstärke entsprechend gegen und in Richtung des Erdmagnetfeldes gerichteten Aufbau sind in Tabelle 4 in Abhängigkeit von ν_{Osz} aufgetragen. Der Mittelwert aus den beiden Fällen

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

entspricht dementsprechend den feldfreien Fall.

3.3 Landefaktoren und Erdmagnetfeld

Ebenso lässt sich aus der halben Differenz der beiden magnetischen Feldstärken das magnetische Feld der Erde in Dortmund berechnen. Für die verschiedenen ν_{Osz} sind diese aufgeführt. Mittels Formel ?? werden die Landefaktoren berechnet und sind ebenfalls in 5 aufgetragen.

Tabelle 5: Landefaktoren und Stärke des Erdmagnetfeldes

ν_{Osz}	Erdmagnetfeld / $\mu \text{ T}$	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
Mittel	38.4 ± 1.5	2.02 ± 0.01

4 Diskussion

Aufgrund dessen das die Brückenspannung bei konstanten B-Feld variiert, kann nicht immer der genue Punkt der maxima der Graphen bestimmt werden. Die Fitparameter der linearen Regression weisen einen Fehler von $<1\%$ auf, sodass die Methode der Bestimmung der x-Achse mittels Pixelbestimmung als gellungen erscheint. Aus den Spuelenströmen werden B-Felder von 388 bis $1066 \mu\text{T}$ berechnet. Anhand der Graphen wird die magn. Komponenete des Erdmagnetfeldes von 38.4 ± 1.5 bestimmt, was anbe-tracht der geographischen Breite als realitsisch erscheint. Für den Versuch ergibt sich ein Landefaktor von 2.02 was den Erwartungen entspricht.