

Protokoll des Physikunterrichts am 10.09.2001 in der dritten Stunde

Der Unterricht begann mit der Besprechung der Hausaufgabe, welche im ersten Teil aus der Anfertigung einer grafischen Darstellung von Messwerten einer Ladungsmessung am Plattenkondensator bestand. Messwerte und Graph werden hier dargestellt:

d[mm]	U[V]	Q1[C·10 ⁻⁷]	Q2[C·10 ⁻⁷]	øQ[C·10 ⁻⁷]	d[mm]	U[V]	Q1[C·10 ⁻⁷]	Q2[C·10 ⁻⁷]	øQ[C·10 ⁻⁷]
2	20	0,90	0,80	0,85	4	120	2,30	2,30	2,30
2	40	1,60	1,60	1,60	4	140	2,70	2,75	2,73
2	60	2,30	2,30	2,30	4	160	3,10	3,10	3,10
2	80	3,00	3,00	3,00	4	180	3,50	3,50	3,50
2	100	3,70	3,70	3,70	4	200	3,80	3,85	3,83
2	120	4,50	4,50	4,50	5	20	0,30	0,30	0,30
2	140	5,20	5,20	5,20	5	40	0,60	0,60	0,60
2	160	6,00	5,90	5,95	5	60	0,90	0,91	0,91
2	180	6,70	6,70	6,70	5	80	1,20	1,21	1,21
2	200	7,40	7,40	7,40	5	100	1,52	1,53	1,53
3	20	0,50	0,50	0,50	5	120	1,81	1,82	1,82
3	40	1,00	1,05	1,03	5	140	2,15	2,16	2,16
3	60	1,55	1,55	1,55	5	160	2,46	2,46	2,46
3	80	2,00	2,00	2,00	5	180	2,74	2,76	2,75
3	100	2,60	2,60	2,60	5	200	3,05	3,06	3,06
3	120	3,08	3,08	3,08	7	20	0,22	0,22	0,22
3	140	3,55	3,55	3,55	7	40	0,45	0,45	0,45
3	160	4,05	4,10	4,08	7	60	0,67	0,66	0,67
3	180	4,60	4,55	4,58	7	80	0,89	0,89	0,89
3	200	5,10	5,10	5,10	7	100	1,10	1,10	1,10
4	20	0,40	0,40	0,40	7	120	1,33	1,32	1,33
4	40	0,70	0,75	0,73	7	140	1,55	1,54	1,55
4	60	1,15	1,15	1,15	7	160	1,78	1,79	1,79
4	80	1,55	1,50	1,53	7	180	2,00	2,00	2,00
4	100	1,90	1,90	1,90	7	200	2,23	2,23	2,23

Tabelle 1: Beobachtungen

- d** = Abstand zwischen beiden Kondensatorplatten
- U** = An die nicht geerdete Platte angelegte Spannung
- Q₁** = Ladungswert bei der ersten Messung
- Q₂** = Ladungswert bei der zweiten Messung (zur Verifizierung)
- øQ** = Durchschnittswert der Ladung

[Bild 1 (Graphische Auswertung der Messergebnisse) umseitig]

Ferner gehörte zu Hausaufgabe die Erstellung eines zweiten Graphen, wobei die im ersten Teil ermittelte Kapazität des Kondensators über dem Kehrwert des Abstandes zwischen beiden Platten abgetragen werden sollte. Dies diente der Linearisierung des Zusammenhangs, da eine umgekehrte Proportionalität vermutet worden war (Graph dazu siehe S. 3). Ferner wurde der Steigungswert dieses zweiten Graphen errechnet, welcher die gesuchte elektrische Feldkonstante ϵ_0 , mit welcher der Quotient aus Fläche durch Distanz der Kondensatorplatten zum Erhalten der Ladungsmenge multipliziert werden muss, angab. In der Hausaufgabe wurden dabei Werte um $7,6 \cdot 10^{-13} \text{F} \cdot \text{m}$ errechnet. An dieser Stelle wurde darauf hingewiesen, dass die günstigste Darstellung eines Ergebnisses dieser Art aus der Angabe einer Vorkommastelle und der entsprechend zu multiplizierenden Zehnerpotenz besteht (wenn es sich anbietet, kann die Zehnerpotenz auch die passende Vorsilbe ersetzt werden). Auf der Basis von Rückschlüssen auf bekannte Zusammenhänge wurde der Wert nun verifiziert: [Fortsetzung auf S. 3]

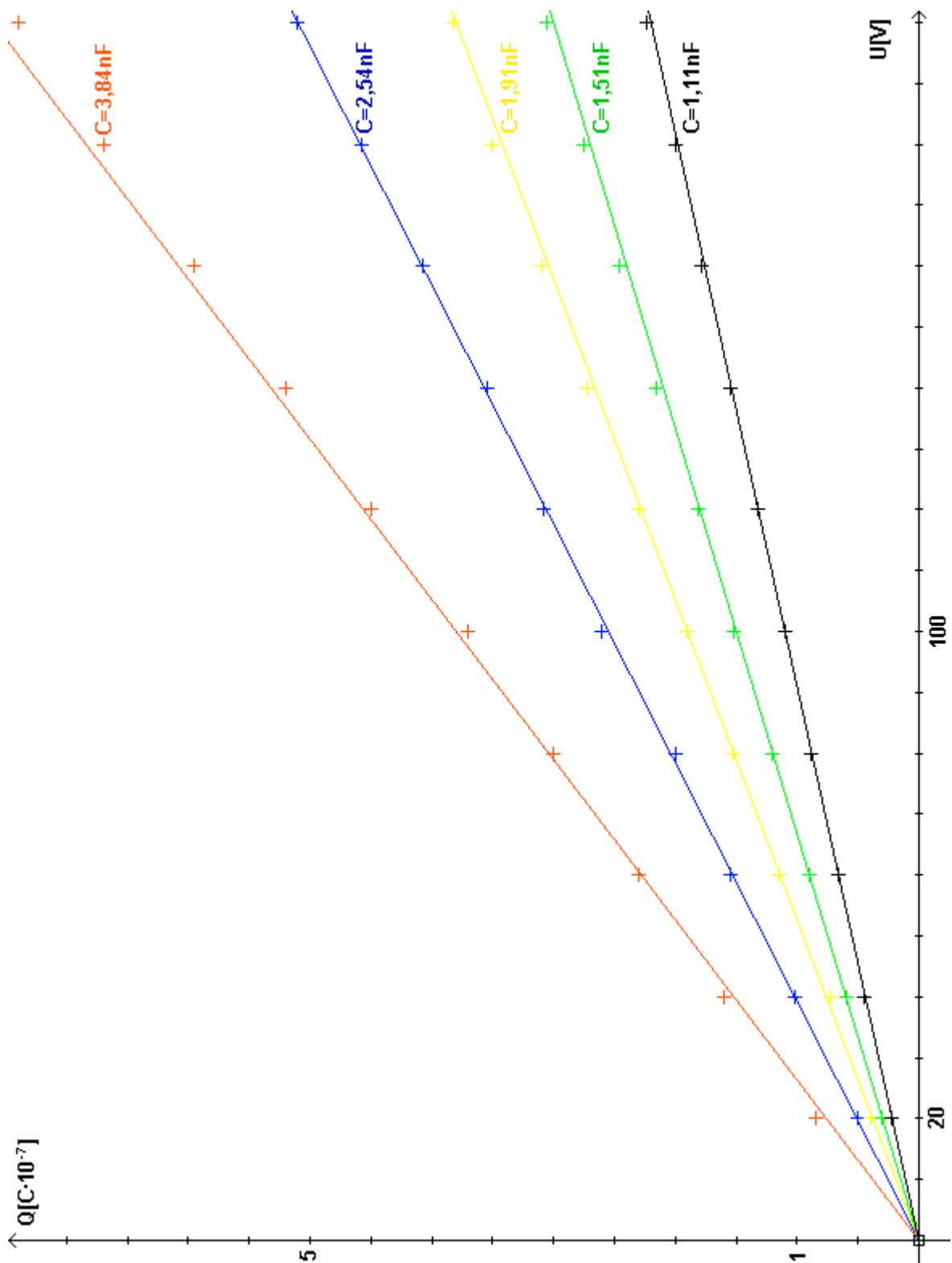


Bild 1: Graphische Auswertung der Messergebnisse aus Tabelle 1.

Die am steilsten verlaufende Kurve gilt für die Messung mit $d = 2 \text{ mm}$, alle darunter liegenden Kurven entsprechend für die weiteren Messungen mit größeren Abständen.

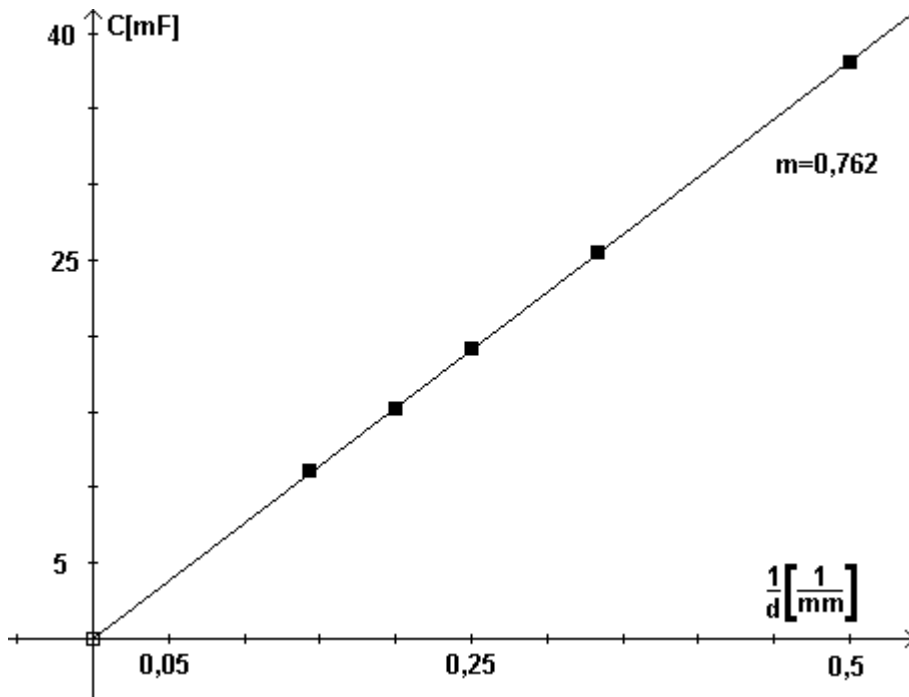


Bild 2: Linearisierung des C-d-Zusammenhanges durch Bildung des Kehrwertes von d

Bekannt war: $Q = C \cdot U$
 $C \sim d^{-1}$
 $C \sim A$ (Zusatzinformation; nicht im Versuch beobachtet)

Legende:
 Q = Ladungsmenge
 C = Kapazität des Plattenkondensators
 A = Oberfläche des Plattenkondensators
 ϵ_0 = Elektrische Feldkonstante

Daraus ergab sich: $C = \epsilon_0 \cdot \frac{A}{d}$

Durch Einsetzen der Werte von A, d und C in diese Gleichung ergab sich für ϵ_0 der Wert $8,854 \cdot 10^{-13} \text{F}\cdot\text{m}$. Hieraus wurde die Abweichung des über die graphische Analyse erhaltenen Ergebnisses zu diesem Wert berechnet. Diese lag bei 7,3%. Da in diesem Bereich Unklarheiten bestanden, wurde noch kurz auf den Weg der Berechnung für solch eine Fehlerbetrachtung in drei Schritten eingegangen:

- 1) Zunächst ist der absolute Fehler durch Differenzbildung beider Werte zu berechnen
- 2) Das Ergebnis des ersten Schrittes wird nun durch den als korrekt erkannten Wert geteilt
- 3) Diese Zahl, multipliziert mit 100, ergibt die prozentuale Fehlerabweichung

Mit den neu gewonnenen Erkenntnissen war es nun möglich, eine allgemeine Formel für das elektrische Feld aufzustellen, welche wie folgt lautet:

$$\frac{Q}{A} = \epsilon_0 \cdot \frac{U}{d}$$

wobei der Quotient aus Q durch A auch als s (Sigma) geschrieben werden kann und Flächenladungsdichte genannt wird. Ebenso ist bereits bekannt, dass der Quotient U durch d die elektrische Feldstärke E ergibt.

Die zweite Stunde des Physikunterrichts wurde vom Kurs genutzt, um die Ausstellung „Reise zum Urknall“ zu besichtigen.

Protokoll von A. Hümmerich