

	<p style="text-align: center;"><i>Robert-Bosch-Gymnasium</i> Physik (2-/4-stündig), NGO</p>	
<p>Praktikum Versuch Nr.: 1.2</p>	<p style="text-align: center;">Block 1 / E-Lehre Elektrisches Potenzial; Potenzialtrog</p>	<p style="text-align: right;">3.3.2014 Seite - 1 -</p>

Potenzialmessung an elektrischen Feldern im "Potenzialtrog"

1. Theoretische Grundlagen

Elektrische Ladungen beeinflussen / verändern den Raum in ihrer Umgebung. Diese Erscheinung beschreiben wir mit dem Begriff des elektrischen Feldes. Räumliche Verteilung und Stärke des elektrischen Feldes sind eindeutig bestimmt durch die Angabe des Feldstärkevektors für jeden (der unendlich vielen) Punkt des Raumes. Zur Vereinfachung bedient man sich bei der Darstellung eines elektrischen Feldes der elektrischen Feldlinien. Diese sind Kurven, deren Tangenten in jedem Raumpunkt mit der Richtung der dort herrschenden Feldstärke übereinstimmen. Die räumliche Dichte der Feldlinien kann dabei als ein Maß für den Betrag der elektrischen Feldstärke, also für die "Stärke" des Feldes (die Feldstärke E) betrachtet werden.

Ein elektrisches Feld kann man auch durch den Verlauf des elektrischen Potentials beschreiben. Das elektrische Potential ρ (Phi) in einem Punkt P des Raumes ist definiert als die Energie, die man aufwenden müsste, um die Ladung q gegen die Feldkräfte von einem Bezugspunkt (einer Bezugsfläche) zum Punkt P zu überführen, dividiert durch den Betrag dieser Ladung q . Die Differenz der Potentiale an zwei verschiedenen Raumpunkten P_1 und P_2 ist die zwischen ihnen herrschende elektrische Spannung.

Das Potential in einem Punkt kann man vereinfacht auch betrachten als die Spannung zwischen diesem Punkt und einem festgelegten Bezugspunkt (der Masse oder der Erde).

Verbindet man in einem elektrischen Feld alle Punkte gleichen Potentials, so erhält man Äquipotential**flächen**, im Querschnitt Äquipotenzial**linien**. Die elektrischen Feldstärkevektoren stehen auf diesen Äquipotentialflächen *senkrecht*. Der Vorteil der Beschreibung der Umgebung einer elektrischen Ladung mit Hilfe des Potentials besteht darin, dass ein Potenzialfeld ein Skalarfeld ist, im Gegensatz zum elektrischen Vektorfeld.

Stationäre elektrische Felder in elektrischen Leitern:

Im vorliegenden Experiment verwenden wir zur Messung einen sogenannten "Potenzialtrog". Das ist eine wasserbefüllte Wanne, die zu etwa 5-10 mm Höhe mit Leitungswasser versehen ist. Gemessen wird also nicht das Feld im ladungsträgerfreien Raum, sondern in Materie, die zumindest Spuren beweglicher Ladungsträger (Ionen) enthält. Zur Verbesserung der Leitfähigkeit geben wir etwas Natronlauge oder Salzsäure zu (einige Tropfen).

Im Wasser herrscht pro Raum- bzw. Flächenelement eine nahezu konstante Ladungsträgerkonzentration. In diese Wasserschicht tauchen Elektroden verschiedener Form ein, wodurch ein elektrisches Feld entsteht. Die Ladungsträger im Wasser bewegen sich dann längs der Feldlinien (in Richtung der Feldstärkevektoren), d. h. es fließt ein Strom geringer Stärke. Längs dieser Feldlinien ist der Spannungsabfall nach dem Ohmschen Gesetz der Wegstrecke proportional, d. h. bei einer von außen anliegenden konstanten Spannung ist auch das elektrische Feld konstant ($\frac{dU}{ds} = E = const$).

	<p style="text-align: center;"><i>Robert-Bosch-Gymnasium</i> Physik (2-/4-stündig), NGO</p>	<p style="text-align: center;">Robert Bosch Gymnasium</p> 
<p>Praktikum Versuch Nr.: 1.2</p>	<p style="text-align: center;">Block 1 / E-Lehre Elektrisches Potenzial; Potenzialtrog</p>	<p style="text-align: right;">3.3.2014 Seite - 2 -</p>

Es handelt sich hier also nicht um ein *statisches* elektrisches Feld, sondern um ein (sich messtechnisch quasi genauso verhaltendes) sog. *stationäres* elektrisches Feld in einem Leiter.

Mit einer Messsonde kann man im Feld Potenzialdifferenz(=Spannungs-)messungen machen. Eventuelle Influenzladungen können (vergleiche Versuche mit der Flammsonde!) durch Ladungszufuhr aus der wässrigen Umgebung jederzeit ausgeglichen werden.

Um die bei einer Gleichspannung auftretende Elektrolyse und die durch die Bildung von Wasserstoff und Sauerstoffgas entstehende Polarisierung der Elektroden weitestgehend zu mindern, wird Wechselspannung benutzt (rascher Polungswechsel).

2. Versuchsvorbereitung


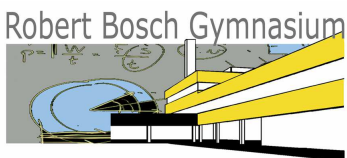
Informiere dich im Unterrichtsskript und im Buch nochmals über das elektrische Feld und das elektrische Potenzial.

3. Versuchsaufbau, Durchführung der Messung / Messaufgaben

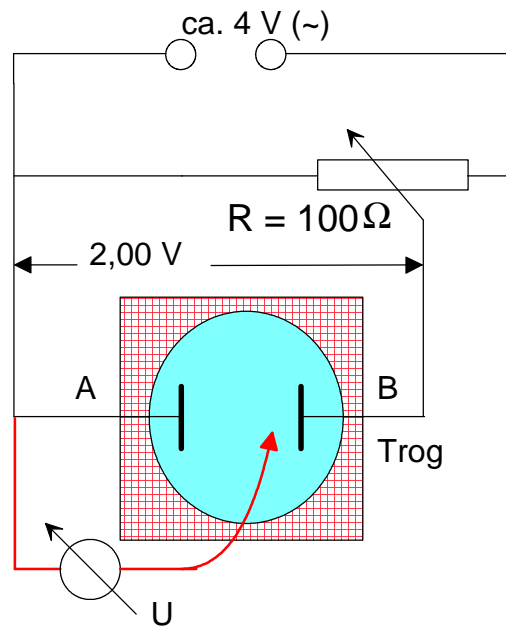
Baue zunächst den Potenzialtrog mit Hilfe einer Wasserwaage und eventuell unter Benutzung von Unterlagskörpern möglichst genau horizontal auf. Unterlege den Boden des Troges mit Millimeterpapier, das wie nachfolgend dargestellt präpariert wurde (cm-Beschriftung und x-y-Achsenkreuz).

Lege zur Messwertaufnahme mehrere identisch vorbereitete Millimeterpapierbogen bereit (evtl. Kopien). Fülle den Trog ca. 5-10 mm hoch mit Wasser; falls du etwas verschüttet hast: säubere den Arbeitsplatz sorgfältig, damit keine empfindlichen elektrischen Geräte "baden gehen".

Gib nun die verschieden geformten Elektroden ins Wasser und schließe diese über die Isolatoren an der Spannungsquelle gemäß nachfolgend dargestellter Schaltung an.

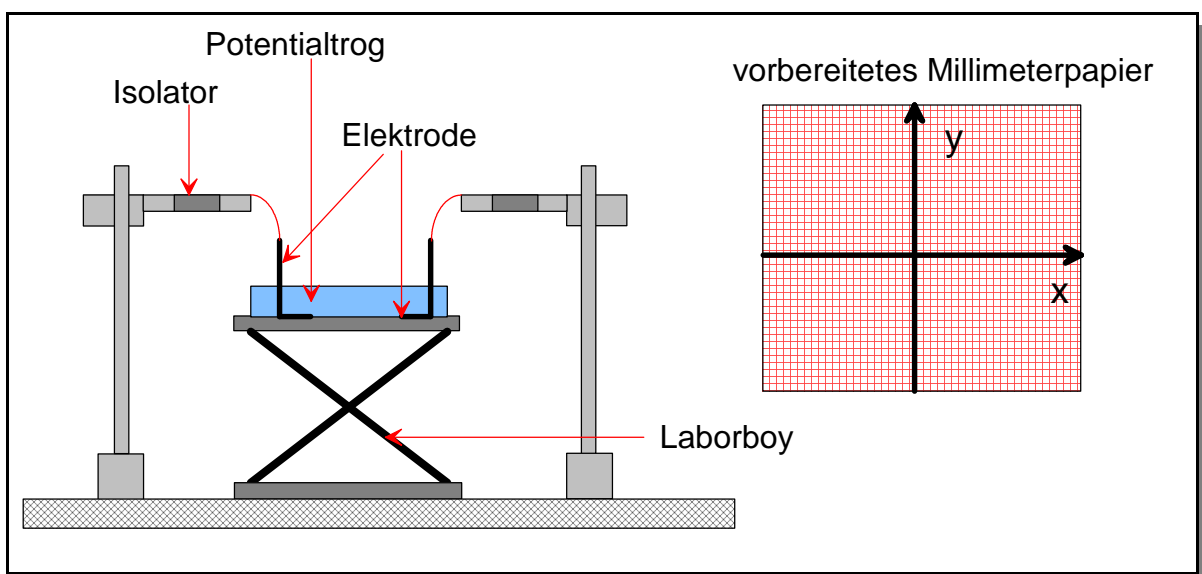
	<p align="center">Robert-Bosch-Gymnasium Physik (2-/4-stündig), NGO</p>	
<p>Praktikum Versuch Nr.: 1.2</p>	<p align="center">Block 1 / E-Lehre Elektrisches Potenzial; Potenzialtrog</p>	<p align="right">3.3.2014 Seite - 3 -</p>

Baue aus einer Wechselspannungsquelle (s. o.), einem $100\ \Omega$ -Schiebewiderstand und den benötigten Messleitungen eine Potentiometerschaltung (s. Schaltplan) auf. Lege eine Spannung von ca. 3-4 V an den Widerstand und stelle den Abgriff (Schieber) dann so ein, dass exakt 2,00 V zwischen A und B liegen. Messe diese Spannung mit einem Digitalvoltmeter aus. Lege nun die Spannung von 2,00 V über die isolierten Zuleitungen an die Elektroden im Potenzialtrog. Der Bezugspol des Digitalvoltmeters wird an der Elektrode A angeschlossen; am anderen wird ein Messkabel mit zusätzlichem Steckstift (Messspitze) als Sonde angeschlossen.



Durchführung der Messung:

Übertrage zunächst in dein Protokoll-Millimeterpapier (das genauso aussieht, wie das, welches unter dem Potenzialtrog liegt) die Lage und Form der Elektroden im Potenzialtrog relativ zum Achsenkreuz. Trage auch deren Potenzialwerte ein.



	<p style="text-align: center;"><i>Robert-Bosch-Gymnasium</i> Physik (2-/4-stündig), NGO</p>	<p style="text-align: center;">Robert Bosch Gymnasium</p> 
<p>Praktikum Versuch Nr.: 1.2</p>	<p style="text-align: center;">Block 1 / E-Lehre Elektrisches Potenzial; Potenzialtrog</p>	<p style="text-align: right;">3.3.2014 Seite - 4 -</p>

Trage ebenfalls alle nach folgender Anleitung gewonnenen Messwerte in ihr Protokollpapier ein. Passe die Dichte der Messpunkte der jeweiligen Problematik bzw. der Geometrie der Feldstruktur an!

Verfahren:

Für ρ_1 wird ein bestimmter Wert zwischen 0,00 V und 2,00 V vorgegeben, z. B. 0,25 V / 0,50 V / 0,75 V... Dann tastet man das Feld im Trog längs verschiedener Parallelen zur x-Achse ab. Stimmt der Messwert am Multimeter mit dem vorgegebenen Wert (im Rahmen der Messgenauigkeit) überein, so liest man die entsprechenden Koordinaten dieses Feldpunktes ab und trägt den Messpunkt ins Protokoll ein. Achte dabei auf vertikales Eintauchen der Sonde und auf die Vermeidung von Parallaxenfehlern beim Ablesen durch die Lichtbrechung an der Wasseroberfläche und am Glasboden des Troges. Messe so nacheinander verschiedene Äquipotenziallinien mit (z. B.) steigenden Potenzialwerten aus!

Beginne deine Messung in einem sinnvollen Quadranten des Koordinatennetzes und nutze die natürlichen Symmetrien des Elektrodensystems und seines Feldes zur Verringerung des Messaufwandes. Achte darauf, dass der Potenzialtrog während einer laufenden Messung nicht relativ zum Millimeterpapier verschoben wird. Markiere dazu die Soll-Lage vor Messbeginn!

Messaufgabe:

Vermesse den Potenzialverlauf für

- ❖ zwei geradlinige Elektroden (Modell des Plattenkondensatorfeldes)
- ❖ 2 punktförmige Elektroden (Dipolfeld)
- ❖ eine Kombination aus beiden

4. Auswertung

Zeichne die Äquipotenziallinien aufgrund Ihrer Messwerte ins Reine auf ein Millimeterpapier. Überlege dir, wo bei der Messung noch Fehler auftreten und wie das Verfahren noch verbessert werden könnte. Diskutieren die Fehlergröße und die Feldverläufe!