

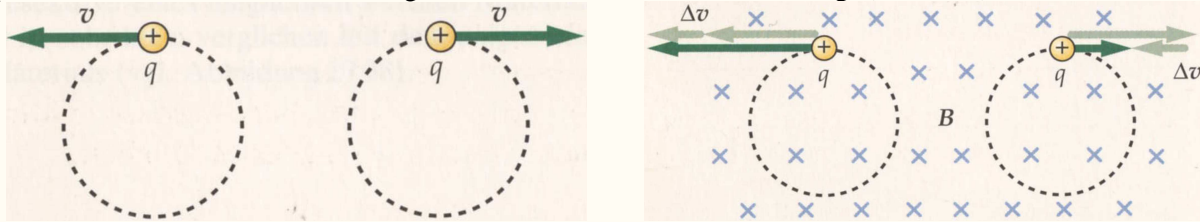
## Einführung und Erklärung:

Die aufgebauten Versuche beinhalten diamagnetische Stoffe. Bei den angelegten inhomogenen Feldern kann beobachtet werden, dass sie von beiden Polen abgestoßen werden und einige dadurch sogar zum Schweben gebracht werden können.

Jedes Atom besitzt ein magnetisches Dipolmoment aufgrund der Bewegung und des Spins seiner Elektronen. Aus klassischer Sicht können diese magnetischen Momente durch bewegte Ladungen begründet werden. In paramagnetischen und ferromagnetischen Stoffen besitzen die Atome oder Moleküle permanente magnetische Dipolmomente im Gegensatz zu diamagnetischen Stoffen, in denen sich die magnetischen Momente aller Elektronen gegenseitig aufheben.

Werden Paramagnete oder Ferromagnete in ein äußeres Magnetfeld gebracht, werden die magnetischen Dipole (teilweise) in Feldrichtung ausgerichtet. Dadurch wird das äußere Magnetfeld noch zusätzlich verstärkt (Bsp.: Eisenkern in Spule). Von einem inhomogenen Magnetfeld wird dieser Körper angezogen (Bsp.: Aluminium ist paramagnetisch, Eisen ist ferromagnetisch).

Zum qualitativen Verständnis des Diamagnetismus kann man ihn sich wie folgt (klassisch) vorstellen:



In der linken Skizze sehen sie zwei gepaarte „Elektronen“ (hier: positive Ladungen), deren magnetische Momente sich aufheben. Werden Diamagnete mit gepaarten Elektronen in ein Magnetfeld gebracht, wirkt auf die bewegten Elektronen im Magnetfeld eine Lorentzkraft. Diese vergrößert die Zentripetalkraft eines Elektrons und verringert die des gepaarten Elektrons (entgegengesetzte Bewegung). Damit der Radius der Kreisbewegung konstant bleibt, vergrößert bzw. verkleinert sich die Geschwindigkeit (rechts). Die Änderung beider Geschwindigkeiten erfolgt in dieselbe Richtung (Richtung von  $\Delta v$ ). Daher resultieren für die gepaarten Elektronen zusätzliche magnetische Momente, die in dieselbe Richtung und entgegen dem äußeren Magnetfeld zeigen. Von einem inhomogenen Magnetfeld wird dieser Körper abgestoßen (Bsp.: Wasser, Wasserstoff, Graphit und Stickstoff sind diamagnetisch).

## Versuche zum Diamagnetismus:

- 1) Über starken (vergoldeten) Neodymmagneten schwebt ein Plättchen aus pyrolytisch abgeschiedenem Graphit. **Bitte stoßen Sie es behutsam an.**
- 2) Über kleinen Neodymmagneten schwebt eine gewöhnliche Druckbleistiftmine (HB). **Schauen Sie am besten mittig durch die Linse und stupsen Sie die Mine leicht von oben.**
- 3) Sind beide Tomaten in Ruhe, so kann man eine von beiden allmählich auslenken. Da das Magnetfeld an der Oberfläche des Magneten am stärksten ist, muss man nahe an die Tomate herangehen (ca. 2 mm). Tomaten bestehen zu ca. 95 % aus Wasser.
- 4) Man kann auch einen Wasserstrahl mit einem solchen Magneten ablenken. Zum einen zeigt dies oben die Webcam. Zum anderen sieht und hört man eventuell das Aufkommen unten auf einer Stricknadel. (Der Wasserstrahl berührt noch leicht die Stricknadel. Wird der Magnet sehr nahe an den Wasserstrahl herangeführt, so fällt der Strahl neben die Stricknadel.)

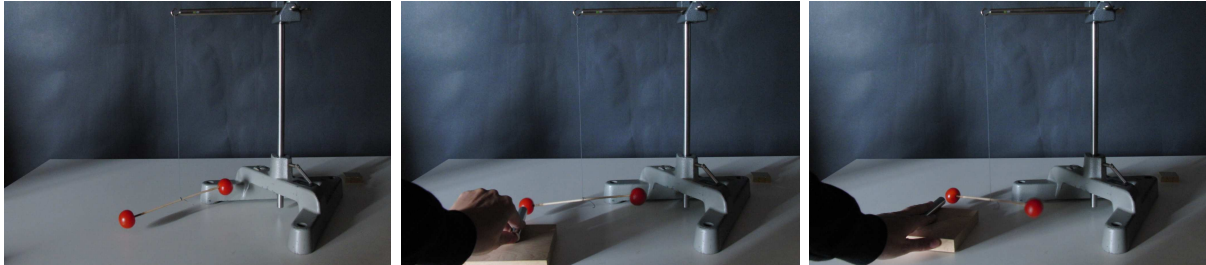
## Literatur:

- 1) Berger, R. (2010): Vorlesung zum Magnetismus. Osnabrück
- 2) Jäger, E. & Kaganow, M. I. (2000). Grundlagen der Festkörperphysik. Frankfurt: Harri Deutsch
- 3) Tipler, P. A. & Mosca, G. (2006). Physik. Heidelberg: Elsevier

# Versuche zum Diamagnetismus

(Marion Schulte)

## 1. Tomaten



Dieser Versuch wurde nach einer Idee von Karsten Rincke (Universität Regensburg) aufgebaut.

<http://www.physik.uni-regensburg.de/forschung/rincke/Materialien/magnetischetomaten.m2t>

Zwei Kirschtomaten werden auf einem Holzspieß links und rechts befestigt. Der Holzspieß wird so aufgehängt, dass die Kirschtomaten näherungsweise auf gleicher Höhe sind. Sind beide Tomaten in Ruhe, kann eine von beiden mit dem Neodym – Magnet allmählich ausgelenkt werden.

Tomaten bestehen zu etwa 95 % aus Wasser, welches diamagnetisch ist.

	Suszeptibilitätskonstante $\chi_m$	Permeabilitätskonstante $\mu_r$
Wasser	$-8,8 \cdot 10^{-6}$	$\chi_m + 1$

## 2. Ablenken eines Wasserstrahls

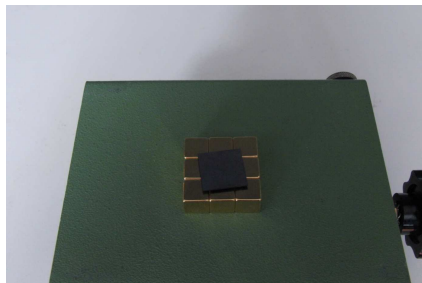
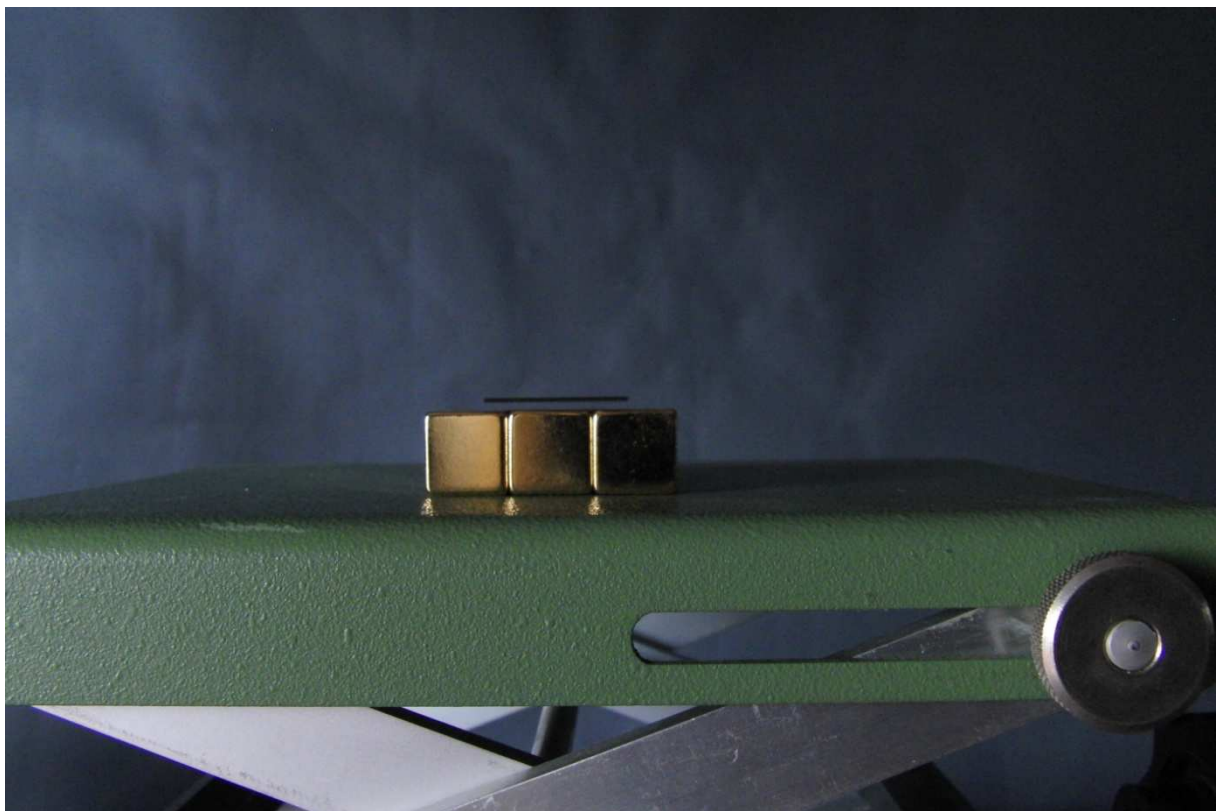


Beim Nähern eines Neodym – Magneten an einen Wasserstrahl kann beobachtet werden, dass der Wasserstrahl leicht abgelenkt wird (vom Magneten weg). Da die Ablenkung sehr schwach ist, werden Hilfsmittel benötigt, um sie sichtbar zu machen.

Eine Möglichkeit ist die Stricknadel, die im Bild zu sehen ist. Ohne den Neodym – Magneten trifft der Wasserstrahl auf die Stricknadel. Mit dem genäherten Magneten ist es möglich zu sehen und insbesondere zu hören, dass der Wasserstrahl neben der Stricknadel in den Eimer fällt. Eine andere Möglichkeit ist eine Webcam. Hierbei sollte auf eine vertikale Vergleichslinie im Hintergrund geachtet werden.

	Suszeptibilitätskonstante $\chi_m$	Permeabilitätskonstante $\mu_r$
<b>Wasser</b>	$-8,8 \cdot 10^{-6}$	$\chi_m + 1$

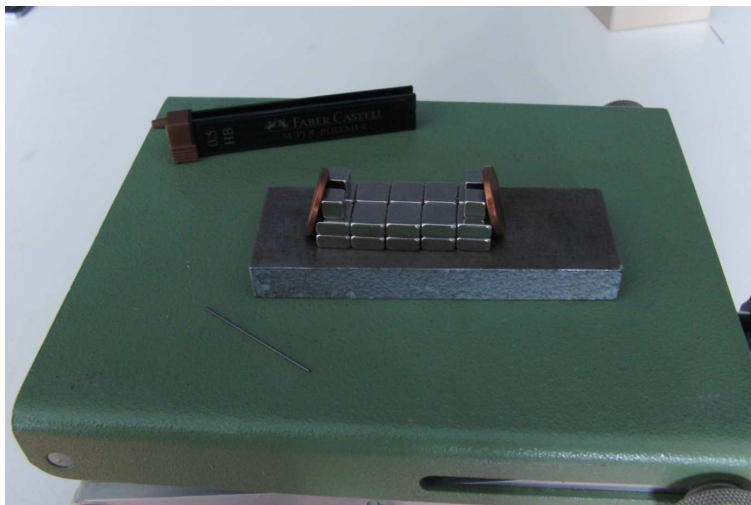
### 3. Pyrolytischer Graphit



Über starken (vergoldeten) Neodym – Magneten schwebt ein Plättchen aus pyrolytischem Graphit.

	Suszeptibilitätskonstante $\chi_m$	Permeabilitätskonstante $\mu_r$
<b>Pyrolytischer Graphit</b>	ca. $-450 \cdot 10^{-6}$	$\chi_m + 1$

#### 4. Bleistiftmiene



Eine gewöhnliche Druckbleistiftmiene schwebt über kleine Neodym – Magnete.

	Suszeptibilitätskonstante $\chi_m$	Permeabilitätskonstante $\mu_r$
Graphit	$-160 \cdot 10^{-6}$	$\chi_m + 1$

## Materialien

<b>Stabmagnet</b>	Neodym – Magnet	ca. 27 €	<a href="http://www.supermagnete.de">www.supermagnete.de</a>
<b>Silberne Magnete</b>	Neodym – Magnete	ca. 0,50 € pro Stück	<a href="http://www.supermagnete.de">www.supermagnete.de</a>
<b>Goldene Magnete</b>	Neodym – Magnete	Schwebeset ca. 38 €	<a href="http://www.innomats.de">www.innomats.de</a>
<b>Plättchen</b>	Pyrolytischer Graphit		
<b>Bleistiftmiene</b>	Bleistiftmiene für Druckbleistifte – 0.5 HB	0,94 € für 12 Stück	Schreibwaren