



DEUTSCHE
GESELLSCHAFT FÜR
ZERSTÖRUNGSFREIE
PRÜFUNG E.V.

ZfP-Sonderpreis der DGZfP beim Regionalwettbewerb Jugend forscht

JÜLICH



Magnetismus sichtbar gemacht

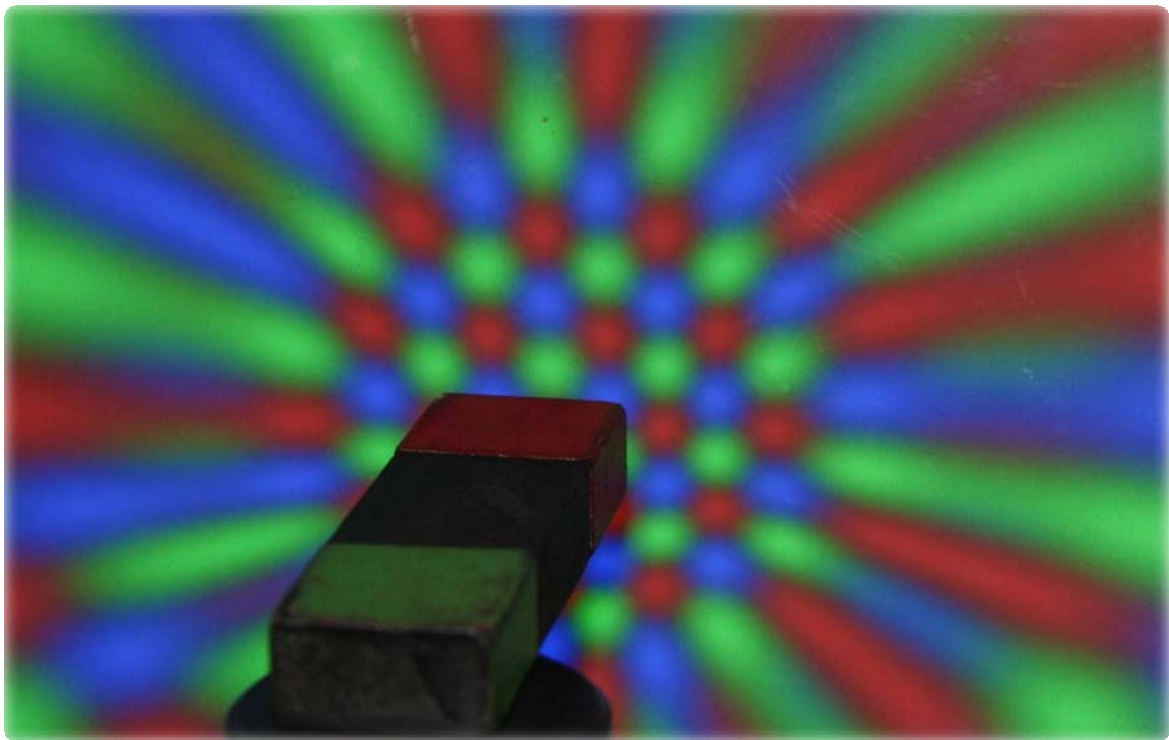
Luca Frenken

Jan Neumann

Schule:

Inda-Gymnasium
Gangolfsweg 52
52076 Aachen

Magnetismus sichtbar gemacht



Jugend Forscht 09/10

Eine Arbeit von Jan Neumann und Luca Frenken

Inhaltsverzeichnis

1. Funktionsprinzip eines Röhrenbildschirms
 - 1.1 Braunsche Röhre
 - 1.2 Lochmaske
 - 1.2.1 Lochmaske
 - 1.2.2 Schlitzmaske
 - 1.3 Entstehung der Farben
 - 1.3.1 Die RGB- Farben
 - 1.3.2 Helligkeitsregelung durch Spannung
 - 1.4 Entstehung eines Films
2. Lorentzkraft
3. Vektoren
4. Eigenschaften von Magneten
 - 4.1 Magnetische Flussdichte
 - 4.2 Magnetische Feldlinien
 - 4.3 Elektromagneten
 - 4.4 Abschirmung von magnetischen Feldern
5. Veränderung durch einen Magneten
 - 5.1 Beobachtungen
 - 5.1.1 Farbwechsel
 - 5.1.2 Struktur der Veränderung
 - 5.1.3 Beobachtungen bei unterschiedlichen Einstellungen
 - 5.1.3.1 Unterschiede bei Loch- und Schlitzmaske
 - 5.1.3.2 Unterschiede bei geänderter Hintergrundfarbe
 - 5.1.3.3 Unterschiede bei Süd- und Nordpol
 - 5.1.3.4 Unterschiede bei geänderter Entfernung
 - 5.2 Erklärung
 - 5.2.1 Farbwechsel
 - 5.2.2 Struktur der Veränderung
6. Veranschaulichungsmöglichkeiten
 - 6.1 Abschirmung durch Eisen
 - 6.2 Magnetische Wechselfelder
 - 6.3 Pulsierender Gleichstrom
 - 6.4 Gleiche bzw. unterschiedliche Vektoren
 - 6.5 Komplementärfarben

Einleitung:

Vielleicht ist Ihnen das auch schon mal passiert? Sie streifen mit einem Magnet an einem Fernsehbildschirm vorbei und schon verändert sich das Bild drastisch. Ebenso kann es auch passieren, dass ein Magnet in der Nähe Ihres Fernsehbildschirms gelegen hat und sie ärgerlich den Fernstechniker rufen wollten, um den „Farbsalat“ zu beseitigen.

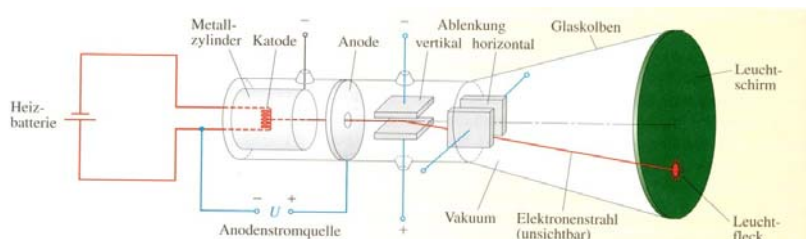
Wir haben uns überlegt, dass man grundsätzlich mit diesem Phänomen magnetische Feldlinien sichtbar machen kann. Wir wollen in dieser Arbeit auch Vorzüge einer solchen Darstellungsart gegenüber der herkömmlichen Darstellungsmethode über Eisenfeilspänen oder kleine Magnetnadeln darstellen....

1. Funktionsprinzip eines Röhrenbildschirms

Um zu erklären warum sich das Bild des Röhrenbildschirms ändert, wollen wir das Funktionsprinzip eines Röhrenbildschirms näher erläutern. Dazu wollen wir zunächst die Braunsche Röhre erklären, die ebenfalls mit dem gleichen Funktionsprinzip wie ein Bildschirm arbeitet.

1.1 Braunsche Röhre

Die Braunsche Röhre ist ein trichterförmiger Glaskolben mit einer Mattscheibe. Zuerst werden mithilfe einer Heizbatterie Elektronen aus einem Draht freigesetzt. Diese befinden sich dann in der Mitte eines negativ geladenen Metallzylinders. Da sie auch negativ geladen sind, werden sie abgestoßen und in der Mitte gebündelt. Daraufhin werden die gebündelten Elektronen von der positiv geladenen Anode, die im Aufbau auf den Metallzylinder folgt, angezogen. Dadurch werden die Elektronen beschleunigt. Da sich in der Mitte der Anode ein Loch befindet, fliegen die Elektronen durch dieses Loch und kommen als gebündelter

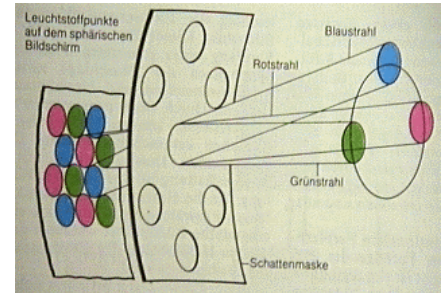


Elektronenstrahl wieder heraus. Der Teil der Braunschen Röhre von der Heizbatterie bis zur Anode wird Elektronenkanone genannt, da dort der Elektronenstrahl entsteht. Um mit diesem Strahl jeden Punkt des Bildschirms erreichen zu können, folgt auf die Anode ein Ablensystem, welches mithilfe von geladenen Platten den Elektronenstrahl vertikal und horizontal ablenken kann. Wird z. B. eine Platte stärker positiv geladen, werden die Elektronen von ihr angezogen und fliegen in die Richtung der Platte. Da die Elektronen jedoch so schnell sind bleiben sie nicht an der Platte kleben, sondern werden nur leicht abgelenkt und fliegen auf die Mattscheibe. Diese Mattscheibe ist mit einer speziellen Beschichtung ausgestattet. Sobald die Elektronen auf sie prallen leuchtet sie. Dies ist dann für uns als leuchtender Punkt auf der Mattscheibe zu sehen.

Wie bereits gesagt arbeitet der Röhrenbildschirm mit dem gleichen Prinzip wie die Braunsche Röhre. Jedoch gibt es bei dem Röhrenbildschirm drei Elektronenkanonen und eine wesentlich komplexere Steuerung der Ablenkung welche hier durch Spulen erfolgt. Diese Elektronenkanonen können im Dreieck oder horizontal angeordnet sein. Um zu erklären warum das so ist müssen wir erst ein weiteres Element das den Röhrenbildschirm von der Braunschen Röhre unterscheidet erklären: Die Lochmaske.

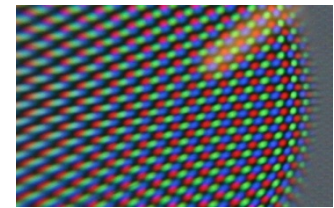
1.2 Lochmaske

Die Lochmaske befindet sich kurz vor der Mattscheibe und verhindert, dass die Elektronenstrahlen auf den falschen Bildpunkt (Pixel)treffen. Da die Elektronen über die Entfernung von der Elektronenkanone bis zur Mattscheibe an Genauigkeit verlieren können, prallen die Elektronen, die falsch fliegen, an der Lochmaske ab. So kommen keine Elektronen auf falsche Bildpunkte und das Bild bleibt scharf.



1.2.1 Lochmaske

Eine Lochmaske mit runden Löchern (ebenfalls Lochmaske genannt) wird meist bei Computerbildschirmen benutzt. Wird eine Lochmaske mit runden Löchern verwendet, bedeutet das, dass die Elektronenkanonen im Dreieck angeordnet sind.



1.2.2 Schlitzmaske

Eine Lochmaske mit länglichen rechteckigen Öffnungen wird Schlitzmaske genannt und meist für Röhrenfernseher benutzt. Wenn eine Schlitzmaske verwendet wird müssen die Elektronenkanonen horizontal angeordnet sein.

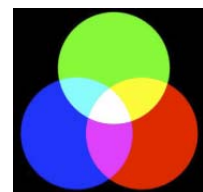


Jetzt ist klar wie ein leuchtendes Bild geschaffen werden kann. Jedoch ist noch nicht klar wie unterschiedliche Farben erzeugt werden können. Die bei der Braunschen Röhre ebenfalls verwendete Beschichtung der Mattscheibe ist bei Röhrenbildschirmen etwas anders aufgebaut. Für jedes Loch in der Lochmaske sind dort drei Punkte, die, wenn Elektronen auf sie prallen, grün, blau bzw. rot leuchten.

1.3 Entstehung der Farbe

1.3.1 Die RGB-Farben

Durch die Mischung der RGB-Farben(rot, grün und blau) kann man jede beliebige Farbe herstellen. Durch die Mischung von rot und blau erhält man z.B. violett. Die Farbe, die dabei nicht zum Leuchten gebracht wird ist in diesem Falle grün. Diese ist deshalb auch die Komplementärfarbe von violett.



1.3.2 Helligkeitsregelung durch Spannung

Wenn man einen Bildpunkt heller leuchten lassen will, benötigt man mehr Elektronen, da dadurch das Material auf dem Bildschirm heller leuchtet. Dazu muss man eine höhere Spannung an die Heizbatterie anlegen. Dadurch werden mehr Elektronen aus dem Draht freigesetzt, die dann auf die Mattscheibe treffen können.

So kann durch verschiedene Spannungen und der Mischung der RGB-Farben jeder Bildpunkt anders gefärbt werden. Wenn z.B. ein heller gelber Bildpunkt gebraucht wird, liegt eine recht hohe Spannung an der Elektronenkanone, die auf den roten Punkt gerichtet ist, an und an der, die auf den grünen Punkte gerichtet ist, ebenfalls.

1.4 Entstehung eines Films

Das ganze System beruht auf der Täuschung des Auges. Es werden Bilder so schnell hintereinander projiziert dass das menschliche Auge diese als einen laufenden Film wahrnimmt. Diese Bilder entstehen dadurch, dass die Elektronenkanonen in hoher Geschwindigkeit Elektronenstrahlen produzieren und für jedes Bild jeden Bildpunkt einmal mit den entsprechenden Einstellungen (Farben, Helligkeit) anstrahlt. Wenn man sich das von einer gewissen Entfernung anschaut erkennt man nicht mehr die drei Punkte eines Bildpunktes sondern nur noch das Gesamtbild, da das Auge alle aufeinander folgende Bilder ab eine Frequenz von 16 Bildern pro Sekunde als flüssige Bewegung wahrnimmt.

2. Lorentzkraft

Die Lorentzkraft ist die Kraft, die auf bewegte Elektronen (Stromfluss) wirkt, wenn sie ein Magnetfeld kreuzen. Man kann die Richtung der Ablenkung dieser durch die „linke Handregel“ feststellen. Dabei stellt der Daumen die Flussrichtung der Elektronen, der Zeigefinger die Richtung des Magnetfeldes und der Mittelfinger die Lorentzkraft dar, wenn diese Finger im rechten Winkel zueinander stehen, kann man die Richtung, in die die Elektronen abgelenkt werden, sehen.

3. Vektoren

Vektoren werden als Pfeile dargestellt. Sie haben einen Betrag (Länge des Pfeiles), eine Richtung (Lage des Pfeiles im Raum) und eine Orientierung (Pfeilspitze gibt diese an). Vorsicht: Die Orientierung wird in der Umgangssprache oft mit der Richtung verwechselt!! Mit Vektoren werden z.B. Bewegungen oder Ausrichtungen dargestellt. Die beiden Enden nennt man „Spitze“ und „Schaft“. Man kann Vektoren in zwei Achsen aufteilen (x- und y-Achse). Gleiche Vektoren setzen gleichen Betrag, gleiche Richtung und gleiche Orientierung voraus.

4. Eigenschaften von Magneten

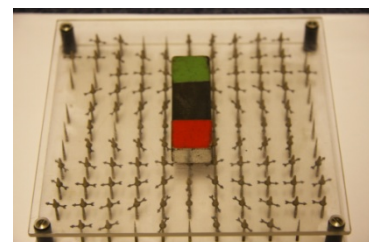
Magneten besitzen immer einen Nord-(Rot) und einen Südpol (Grün). Man kann sie grundsätzlich in drei Kategorien einteilen, Dauermagneten, magnetisierte Stoffe und Elektromagneten. Es gibt verschiedene Formen von Magneten z.B. Elektromagneten, Stabmagneten und Hufeisenmagneten.

4.1 Magnetische Flussdichte

Die magnetische Flussdichte B wird in der Einheit Tesla angegeben und beschreibt die Flächendichte des magnetischen Flusses. Ein Tesla ist definiert durch $\frac{1 \text{ N}}{1 \text{ A} \cdot 1 \text{ m}}$.

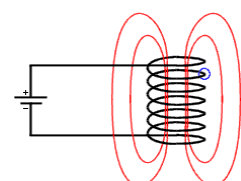
4.2 Magnetische Feldlinien

Magnetische Feldlinien sind ein Modell, welches das Magnetfeld verdeutlichen soll. Sie werden mit bogenförmigen Pfeilen, die vom magnetischen Nordpol zum magnetischen Südpol verlaufen, dargestellt.



4.3 Elektromagneten

Da eine Auswirkung des elektrischen Stroms ein Magnetfeld ist erzeugt eine dicht gewickelte Spule ein Magnetfeld. Bei Elektromagneten befindet sich in der Mitte dieser Spule ein Eisenkern. Dieser verstärkt durch seine von der Spule gerichteten Elementarmagnete das magnetische Feld und ein



stärkerer Magnet entsteht.

4.4 Abschirmung von magnetischen Feldern

Hält man einen Eisengegenstand vor einen Magneten, so kann man feststellen, dass die magnetische Kraft hinter dem Eisen nur noch sehr gering ist. Dieses Phänomen erklärt sich dadurch, dass das Eisenstück von dem Magnet magnetisiert wird und ein Magnetfeld aufbaut. Dieses neue Magnetfeld leitet das Magnetfeld des Magneten um, so dass dieses nicht mehr hinter dem Eisen wirkt. Es wird nicht das gesamte Feld umgelenkt, sondern nur ein Großteil, deswegen ist hinter dem Eisen noch ein sehr schwaches Feld und die magnetische Wirkung ist nur noch sehr gering.

5. Veränderung durch einen Magneten

5.1 Beobachtungen

In den folgenden Unterpunkten wird ein Grundversuch vorausgesetzt: Ein Stabmagnet (oder ähnliches) wird senkrecht vor einen Röhrenbildschirm gehalten. Bei diesem Versuch stellt man fest, dass sich das vorherige Bild mit verschiedenen Einstellungen unterschiedlich verändert.

5.1.1 Farbwechsel

Man kann beobachten, dass sich die die Farbe in den Bereichen bei dem Magneten verändert. Nur in der Mitte, genau vor dem Magneten, bleibt die Farbe gleich.



5.1.2 Struktur der

Veränderung

Wie man deutlich erkennen kann verändert sich das Bild des Bildschirms erheblich und es sind verschiedene Strukturen dieser Veränderungen festzustellen.

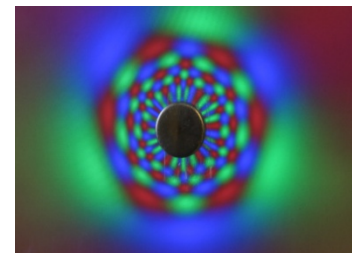
5.1.3 Beobachtungen bei unterschiedlichen Einstellungen

Um Anhaltspunkte für die Erklärung dieses Verhaltens festzustellen, haben wir das eben genannte Experiment mit unterschiedlichen Einstellungen durchgeführt.

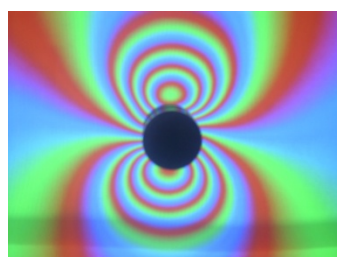
5.1.3.1 Unterschiede bei Loch- und Schlitzmaske

Wenn man dieses Experiment mit Bildschirmen unterschiedlicher Lochmasken durchführt, kann man beobachten, dass sich unterschiedliche Strukturen der Veränderungen zeigen.

Bei Lochmasken sind es viele Kreise die in einer versetzten kreisförmigen Anordnung um



den Magneten herum zu sehen sind. Mit der Entfernung vom Magneten steigt der Flächeninhalt der Kreise. Diese haben immer



drei Farben, die von Kreis zu Kreis regelmäßig wechseln.

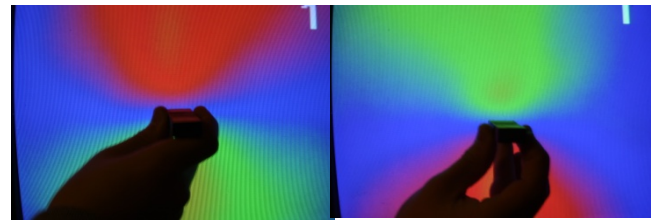
Bei Schlitzmasken bilden sich oberhalb und unterhalb des Magneten kreisähnliche Formen. Diese wachsen ebenfalls mit der Entfernung vom Magneten. Sie haben ebenfalls immer drei unterschiedliche Farben, welche sich regelmäßig abwechseln.

5.1.3.2 Unterschiede bei geänderter Hintergrundfarbe

Ändert man die Hintergrundfarbe, ändern sich auch die drei Farben der Veränderung z.B. Hintergrundfarbe: Blau, Farbe der Veränderung: Blau, Grün und Rot.

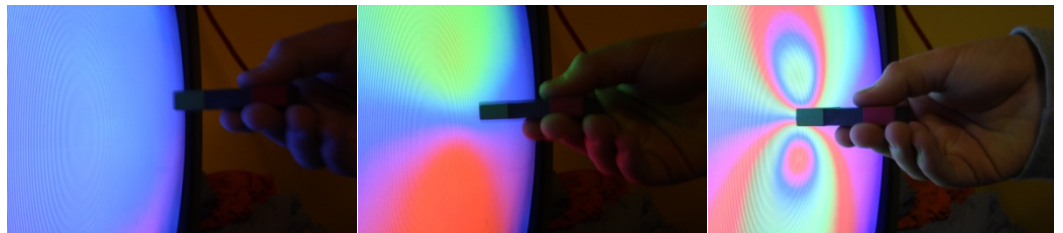
5.1.3.3 Unterschiede bei Nord- und Südpol

Hält man den Magneten einmal mit dem Südpol an den Bildschirm und einmal mit dem Nordpol, kann man beobachten, dass sowohl bei der Loch- als auch bei der Schlitzmaske die Reihenfolge der Farben vertauscht ist.



5.1.3.4 Unterschiede bei geänderter Entfernung– Einfluss der magnetischen Flussdichte

Ändert man die Entfernung des Magneten zum Bildschirm kann man beobachten dass sich schon bei kleinsten Veränderungen die Dichte der



Kreise(Schlitzmaske) bzw. Punkte(Lochmaske) deutlich ändert. Ist der Magnet nah vor dem Bildschirm sind auf einer bestimmten Fläche mehr Kreise bzw. Punkte als wenn man den Magneten weiter vom Bildschirm entfernt hält.

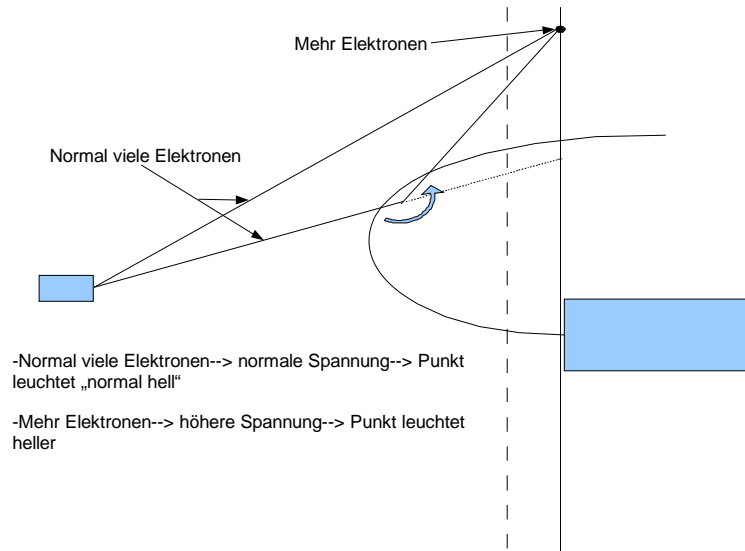
5.2 Erklärung

5.2.1 Farbwechsel

Da das Bild durch bewegte Elektronen entsteht, gibt es einen Strom. Wird nun ein Magnet daran gehalten gibt es ein Magnetfeld, welches die Elektronen kreuzt. Das bedeutet, es gibt eine Lorentzkraft, wenn diese beiden Faktoren im rechten Winkel zueinander stehen. Dadurch, dass die Feldlinien bogenförmig verlaufen und die Elektronenstrahlen schräg projiziert werden, entstehen rechte Winkel.

Eine Lorentzkraft entsteht und die Elektronen werden von ihrer Bahn abgelenkt.

So trifft dieser Strahl nicht mehr auf den für ihn vorgesehenen Bildpunkt, andere Farbpunkte werden bestrahlt und es entstehen andere Farben.



5.2.2 Struktur der Veränderung

Da es schwer fällt, sich die vielen Elektronenstrahlen und deren Ablenkung räumlich richtig vorzustellen, konnten wir keine endgültige Erklärung für die regelmäßige Struktur ausarbeiten.

Wir haben jedoch eine These für einen Bildschirm mit einer Lochmaske:

Es gibt bestimmte Bereiche auf dem Bildschirm in denen die Ablenkung auf Grund der Entfernung vom Magneten, dem Winkel der Elektronen und dem Winkel der Feldlinien immer so ist, dass der Elektronenstrahl immer z.B. den blauen Farbpunkt treffen so leuchtet dieser Bereich immer blau.

5.2.3 Entfernung des Magneten

Da mit der Entfernung des Magneten das Magnetfeld, welches die Elektronen beeinflusst stark abnimmt, kann man sagen das die Entfernung des Magneten die Auswirkung auf die Elektronen vermindert. Da eine Veränderung des Abstands eine Änderung der magnetischen Flussdichte (an einem nicht genau festzustellenden Wirkungsraum) gleichkommt, bedeutet eine Verstärkung der Flussdichte, dass die Anzahl der Farbwechsel zunimmt (Beispiel „n“ Topfmagnete). Allerdings gibt es keinen „zahlenmäßig“ proportionalen Zusammenhang zwischen der Anzahl der Magnete oder Flussdichte und der Linienanzahl „rot/grün/blau-Wechsel“.

6. Veranschaulichungsmöglichkeiten

6.1 Abschirmung

durch Eisen

Hält man zwischen Magneten und Bildschirm einen Eisengegenstand kann man deutlich sehen, dass die Veränderung deutlich abnimmt, da das Eisen das Magnetfeld umlenkt.



6.2 Magnetische Wechselfelder

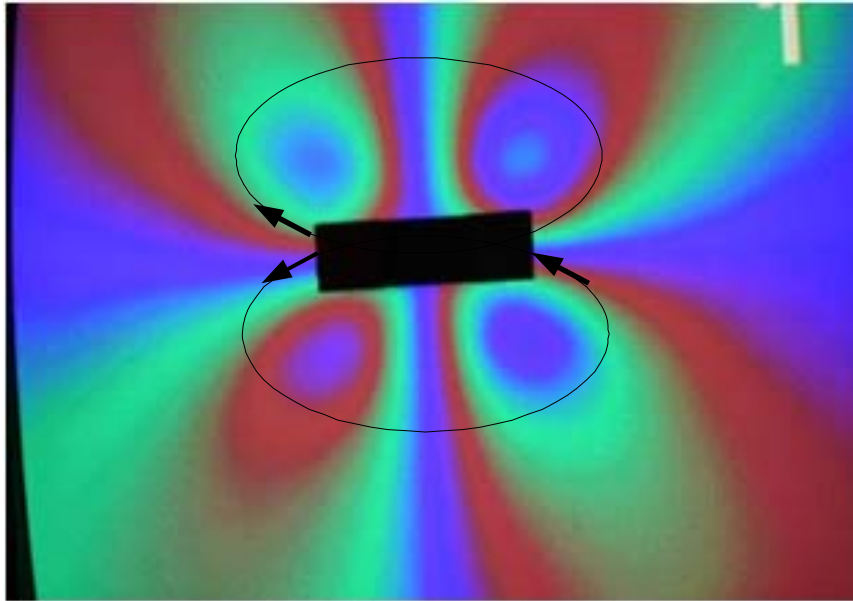
Wir schließen einen Elektromagneten an einen Sinusgenerator, so dass wir die Frequenz des Wechselstroms und somit die Umpolung des Magneten herunter regeln können. Da die Umpolung eines Magneten eine sofortige Wirkung auf das Bild hat und die Farben dadurch vertauscht werden kann mit dieser Methode sehr gut dargestellt werden, dass sich die Polung geändert hat. Ab einer bestimmten Frequenz jedoch geschieht die Umpolung so schnell, dass man die Veränderung nicht mehr deutlich sehen kann.

6.3 Pulsierender Gleichstrom

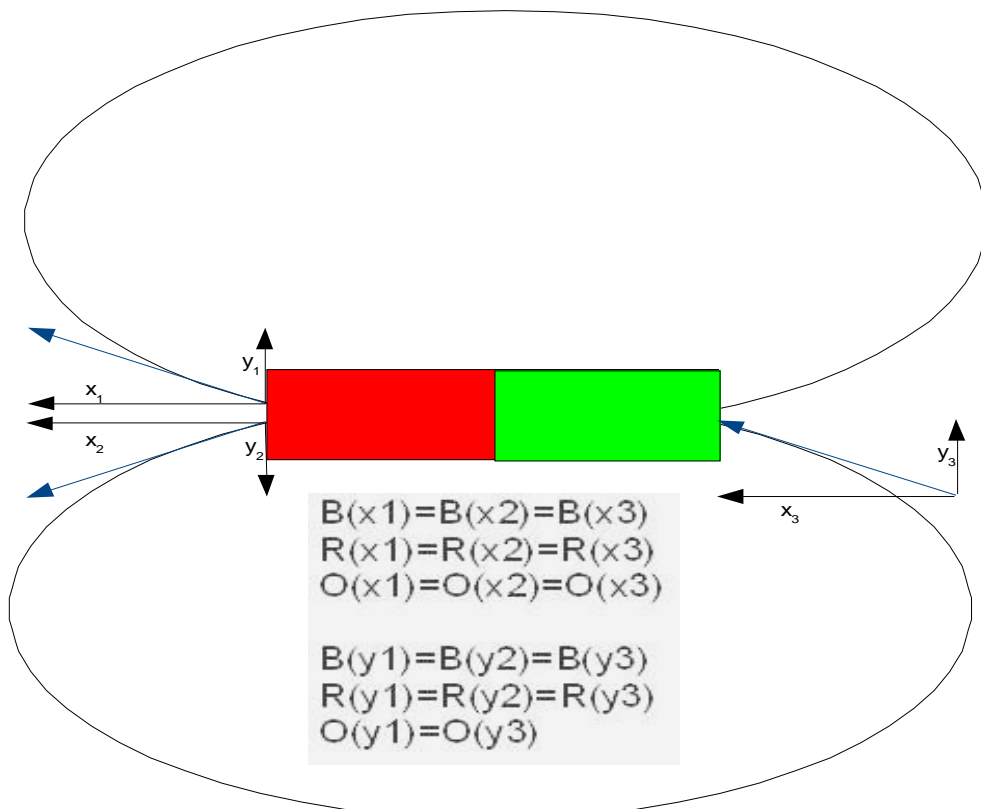
Schließt man einen Elektromagneten an ein Netzgerät, welches Gleichstrom liefert, und hält diesen vor einen Bildschirm, so geht man zuerst davon aus, dass sich das Bild nach der ersten Veränderung nicht mehr verändert. Jedoch fällt auf, dass sich das Bild wellenförmig verändert. So kann man beweisen, dass der angebliche konstante Gleichstrom doch nicht immer den gleichen Strom liefert, sondern, dass ihm ein pulsierender Anteil überlagert wird. Eine Batterie liefert übrigens keine Bildänderung.

6.4 Gleiche bzw. unterschiedliche Vektoren

Hält man einen Stabmagneten waagrecht an einen Schlitzmasken-Bildschirm,



entstehen an jeder Ecke des Magneten kreisförmige Strukturen (wie in 5.1.3.1 beschrieben). Die diagonal gegenüberliegenden kreisförmigen Strukturen weisen die gleichen Farbregehmäßigkeiten auf. Schaut man sich nun an, welche Vektoren die Feldlinien an diesen Stellen haben merkt man dass sie in Orientierung, Betrag und

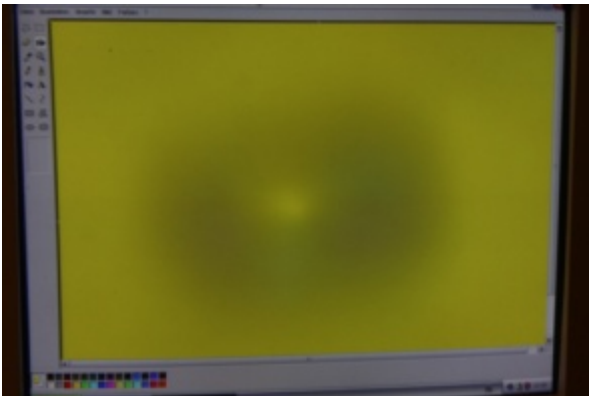


Richtung identisch sind. Vergleicht man andere Ecken stellt man fest, dass deren Vektoren nicht gleich sind und das spiegelt sich in den nicht identischen Farbgelmäßigkeiten wider. So kann man gleiche Vektoren an ihren gleichen Farben erkennen.

6.5 Komplementärfarben

Wenn man z.B. die Farbe Gelb als Hintergrundfarbe einstellt, so werden, um gelbe Bildpunkte darzustellen, nur die grünen und roten zum Leuchten gebracht. Da bei der Ablenkung die Strahlen von ihren eigentlichen Punkten weggelenkt werden, treffen sie hauptsächlich auf andere Bildpunkte. Bei der Hintergrundfarbe gelb wird blau als einzige Farbe nicht beschienen, so werden die Elektronen bei der Ablenkung hauptsächlich auf die Farbe blau geworfen. Deshalb sind bei der Ablenkung zum Großteil bläuliche Farben zu sehen.

Außerdem fällt auf, dass wenn man gelb aus einem Farbspektrum ausblendet und die Restfarben mischt, ein Blau-Ton entsteht, welcher auch hier bei der Veränderung zu sehen ist.



7. Fazit

Zusammenfassend kann man sagen, dass unsere neue Methode zur Veranschaulichung von magnetischen Wirkungen und anderen physikalischen Gegebenheiten deutlich geeigneter ist, da durch die Farben ein völlig neuer Aspekt ins Spiel kommt und schwer zu verstehende Sachen, wie Orientierung von Vektoren etc., viel besser veranschaulicht werden können. Außerdem können viele verschiedene Phänomene, wie zum Beispiel die Lorentzkraft, die Abschirmung magnetischer Felder durch Eisen und Komplementärfarben, mit dieser Art von Darstellung besser erklärt werden.