

W-Seminararbeit

aus dem Fach

P H Y S I K

Thema: Die Kathodenstrahlröhre
Verfasser: Hassen Kassim
Kursname: Simulation physikalischer Modellvorstellungen mit dem PC
Kursleiter: OStR Peter Schneider
Abgabetermin: 09.11.2010

Erzielte Note: **in Worten:**

Erzielte Punkte: **in Worten:**

(einfache Wertung)

Abgabe im Oberstufenbüro am.....

.....

Unterschrift des Kursleiters

Inhaltsverzeichnis

1. Die Braun'sche Röhre und die Elektrizität	3
2. Geschichte und Entwicklung der Kathodenstrahlröhre	4
2.1. Karl Ferdinand Braun	4
2.2. Entwicklung und Optimierung der Kathodenstrahlröhre	5
2.3. Verwendung der Kathodenstrahlröhre.....	6
3. Aufbau und Funktionsweise der Kathodenstrahlröhre.....	8
3.1. Versuchsaufbau der Kathodenstrahlröhre	8
3.2. Funktionsweise der Kathodenstrahlröhre	9
3.2.1. Teilchenemission	9
3.2.2. Beschleunigung im homogenen E-Feld	11
3.2.3. Fokussierung und Modulierung durch den Wehneltzylinder	12
3.2.4. Relativistische Ablenkung im elektrischen Feld.....	12
3.2.5. Resultierende Abbildung	13
4. Umsetzung der Simulation	14
4.1. Aufbau der Simulation	14
4.2. Die Ablenkfunktion	16
4.3. Grafische Umsetzung.....	16
4.4. Adobe Flash und Actionscript	17
5. Der Fernseher	18
Anhang	19
Abbildungsverzeichnis	19
Literaturverzeichnis	20
Kommentierter Programmcode	22
Erklärung.....	23

1. Die Braun'sche Röhre und die Elektrizität

Im Laufe des 19. Jahrhunderts erfolgte eine bahnbrechende Entwicklung in einem Gebiet der Wissenschaft, die die Welt völlig verändert hat: **Die Lehre der Elektrizität**. Zu dieser Entwicklung trugen eine Vielzahl von Wissenschaftlern und Forschern bei. Von den Maxwellschen Gleichungen bis hin zur Albert Einsteins Spezieller Relativitätstheorie. Dabei nahm jedoch Karl Ferdinand Braun durch seine Erfindung, die nach ihm benannte **Braun'sche Röhre**, eine ganz entscheidende Rolle ein. Es gelang ihm den „zeitlichen Verlauf variabler Ströme“¹ an einem fluoreszierenden Bildschirm aufzuzeichnen. Er entwickelte also eine Apparatur, mit der die Physiker den zeitlichen Verlauf der elektrischen Spannung sichtbar machen konnten. Jedoch konnte sich niemand vorstellen, dass seine Erfindung im Prinzip bis vor kurzem noch in jedem Wohnzimmer zu finden war. Der Röhrenfernseher.

In meiner Seminararbeit befasse ich mich mit der Geschichte der Kathodenstrahlröhre, ihrem Aufbau und ihrer Funktionsweise. Im praktischen Teil habe ich eine Applikation in Form einer Simulation programmiert, auf die ich ebenfalls näher zu sprechen komme.

¹ Pichler, Franz: **100 Jahre Braun'sche Röhre**. Plus Lucis 2/97. Seite 14, Abgerufen am 19.10.2010 von <http://www.univie.ac.at/pluslucis/PlusLucis/972/braun.pdf>

2. Geschichte und Entwicklung der Kathodenstrahlröhre

2.1. Karl Ferdinand Braun

Der deutsche Physiker und Wissenschaftler **Karl Ferdinand Braun** (1850 – 1918) wurde in der Mitte des neunzehnten Jahrhundert in Fulda geboren. Er war Gymnasiallehrer an der Thomas Schule in Leipzig und lehrte später am Physikalischen Institut in Straßburg. Währenddessen gelangen ihm in vielen Gebieten der Physik Fortschritte. Neben der Braun'schen Röhre gehören unter anderem der *Gleichrichtereffekt* und der *Kristalldetektor* zu seinen Entdeckungen und



Abb. 1. Ferdinand Braun (1850 – 1918)

Erfindungen. Als Ferdinand Braun das Phänomen der Röntgenstrahlen untersuchte, fing er an, sich intensiver mit Strahlen zu beschäftigen. Er publizierte 1897 in den *Annalen der Physik und Chemie* seine Arbeit „**Über ein Verfahren zur Demonstration und zum Studium des zeitlichen Verlaufes variabler Ströme**“². Detailreich erläutert er darin den Versuchsaufbau und die Wirkungsweise der Kathodenstrahlröhre. Ferdinand Braun gelang es also, das bis dahin unsichtbare Phänomen der Elektrizität, sichtbar zu machen. Erst mit der Kathodenstrahlröhre gelang der Elektrizitätslehre der Durchbruch, denn sie half den Physikern plötzlich komplizierte Vorgänge im Stromkreis zu ergründen.

Für seinen bedeutenden Beitrag zur Erfindung der Drahtlosen Telegraphie erhielt er zusammen mit seinem italienischen Kollegen *Guglielmo Markonie*, der als Erfinder der Telegraphie angesehen wird, im Jahre 1909 den *Nobelpreis für Physik*.

² Pichler, Franz: **100 Jahre Braun'sche Röhre**. Plus Lucis 2/97. Seite 14, Abgerufen am 19.10.2010 von <http://www.univie.ac.at/pluslucis/PlusLucis/972/braun.pdf>

2.2. Entwicklung und Optimierung der Kathodenstrahlröhre

Zu den wichtigsten Voraussetzungen für die Erfindung der Kathodenstrahlröhre waren verschiedene wichtige wissenschaftliche Erkenntnisse im 19. Jahrhundert nötig. Seit **Thomas Alva Edison** (1847 – 1931) kennen wir die Möglichkeit der thermischen

Glühemission. Der nach ihm benannte **Edison-Effekt** tritt

dabei auf. Schon vor der Braun'schen Röhre entdeckte **Julius Pflücker** (1801 – 1868): „Bei Entladungen in fast luftleeren Röhren registrierte Plücker in der Umgebung der Kathode eine fluoreszierendes Leuchten. Das ließ ihn auf die Existenz von Kathodenstrahlen schließen.“³

Im Jahre 1876 machte **Eugen Goldstein** (1850 – 1930) erste Beobachtungen zur Ablenkungen der Kathodenstrahlen durch eine zweite Kathode. Schließlich erforschten die Physiker **Joseph John Thomson** (1856 – 1940) und **Walter Kaufmann** (1871 – 1947) „die Elektrostatische Ablenkung der Kathodenstrahlen“⁴

Auf Grundlage dieser bedeutenden Erkenntnisse gelang es F. Braun die **Braun'sche Röhre** zu konstruieren.

12. Ueber ein Verfahren zur Demonstration und zum Studium des zeitlichen Verlaufes variabler Ströme; von Ferdinand Braun.

1. Die im Folgenden beschriebene Methode benutzt die Ablenkbarkeit der Kathodenstrahlen durch magnetische Kräfte. Diese Strahlen wurden in Röhren erzeugt, von deren einer ich die Masse angebe, da mir diese die im allgemeinen günstigsten zu sein scheinen (Fig. 1). *K* ist die Kathode aus Aluminiumblech, *A* Anode, *C* ein Aluminiumdiaphragma; Oeffnung des Loches = 2 mm. *D* ein mit phosphorescirender Farbe überzogener Glimmerschirm. Die Glaswand *E* muss möglichst gleichmässig und ohne Knoten, der phosphorescirende Schirm

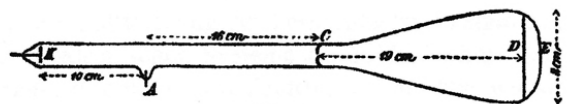


Fig. 1.

Abb. 2. Ferdinands Veröffentlichung 1897 „Über ein Verfahren zur Demonstration und Studium des zeitlichen Verlaufes variabler Ströme.“

³ von Schuhmann, Uwe und A. Knoll, Jürgen: **Meilensteine der Naturwissenschaft und Technik - Karl Ferdinand Braun und die Kathodenstrahlröhre**. Target Film GmbH München. 2:50 – 3:06.

Ausgestrahlt am 14.04.2009 im BR-alpha

⁴Pichler, Franz: **100 Jahre Braun'sche Röhre**. Plus Lucis 2/97. Seite 14, Abgerufen am 19.10.2010 von <http://www.univie.ac.at/pluslucis/PlusLucis/972/braun.pdf>

Als Braun das erste Mal seine Röhre präsentierte, benötigte er mehrere zehntausend Volt für die Darstellung. Eine erhebliche Verbesserung kam mit **Arthur Wehnelts** (1871 – 1944) **Wehneltzylinder**, mit dem es zum einen möglich war die Anzahl der emittierten Elektronen zu steuern und damit natürlich auch die Lichtintensität auf dem Leuchtschirm zu beeinflussen. Zum Anderen jedoch wirkte der Wehneltzylinder „fokussierend“ auf den Elektronenstrahl und verhalf der Braun’schen Röhre zur „diskreteren“⁵ Darstellung mit einer geringeren Spannung.

Fast zeitgleich bauten Alexander Meißner (1883 – 1958) in Deutschland und Edwin Howard Armstrong (1890 – 1954) in den USA einen **Sender**, wobei die Elektronenröhre mit Hilfe des **Rückkopplungsprinzips** zu einem „Hochfrequenzoszillator“⁶ wurde.

2.3. Verwendung der Kathodenstrahlröhre

Zunächst diente die Braun’sche Röhre wissenschaftlichen Zwecken zur Darstellung des Spannungsverlaufs des elektrischen Stroms. Bei dem sogenannten **Oszillograph** verläuft der Elektronenstrahl mit konstanter Geschwindigkeit von links nach rechts und wird vertikal durch Elektroden mit dem „eingespeisten Signal“⁷ abgelenkt.

Im Jahre 1906 reichte **Max Diekmann** (1882 – 1960) zusammen mit seinem Kollegen Gustav Glage ein Patent zum „Verfahren zur Übertragung von Schriftzeichen und Strichzeichnungen unter Benutzung der Kathodenstrahlröhre“⁸ ein. Der Kathodenstrahl tastet den Bildschirm zeilenweise ab und der Wehneltzylinder sorgt für die Helligkeitsregulierung (**Rastergrafik**). Damit war es möglich **bewegte Bilder** darzustellen. Dies war die Grundlage für die Herstellung des Röhrenfernsehers. Durch weitere Optimierungen und Verbesserungen wurde der Röhrenfernseher

⁵ Kind, Urs: **Die Braun’sche Röhre als Beispiel einer Elektronenröhre materialisiert in ihrer Funktion als Bildschirm**, Seite 7

⁶ Kind, Urs: **Die Braun’sche Röhre als Beispiel einer Elektronenröhre materialisiert in ihrer Funktion als Bildschirm**, Seite 9

⁷ Kind, Urs: **Die Braun’sche Röhre als Beispiel einer Elektronenröhre materialisiert in ihrer Funktion als Bildschirm**, Seite 9

⁸ Pichler, Franz: **100 Jahre Braun’sche Röhre**. Plus Lucis 2/97. Seite 14, Abgerufen am 19.10.2010 von <http://www.univie.ac.at/pluslucis/PlusLucis/972/braun.pdf>

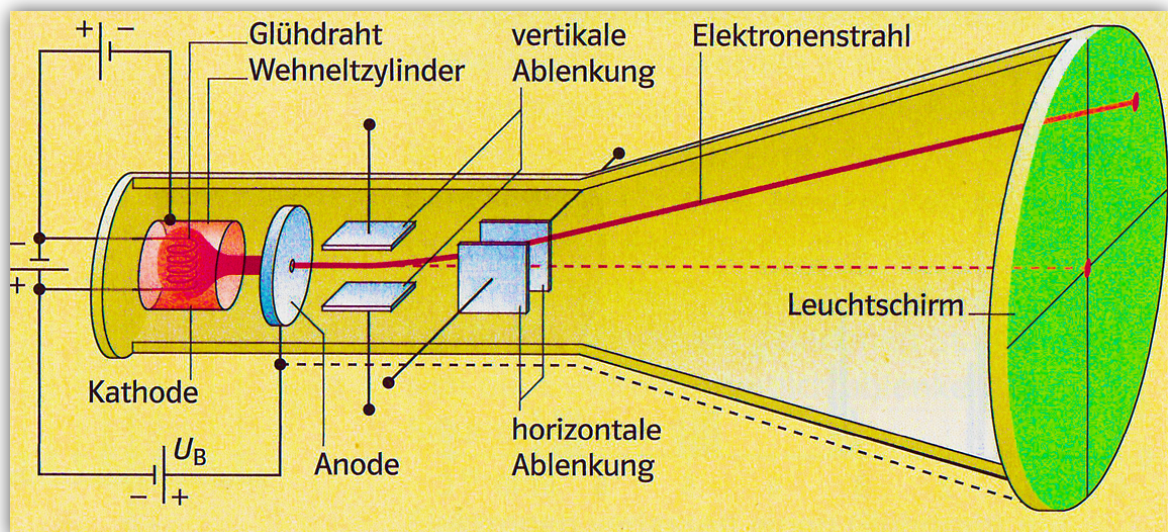
Massenproduktion tauglich. Der sogenannte Röhrenfernseher wird jedoch in jüngster Zeit zunehmend von LCD (Flüssigkristallbildschirm) – und Plasmafernsehgeräten abgelöst.

Wie schon oben erwähnt dient die Braun'sche Röhre auch als Sender und trug zur drahtlosen Telegraphie bei.

3. Aufbau und Funktionsweise der Kathodenstrahlröhre

3.1. Versuchsaufbau der Kathodenstrahlröhre

Die Kathodenstrahlröhre besteht aus einer evakuierten Röhre mit einer Teilchenquelle und der Elektrode mit der entgegengesetzten Ladung. Bei Elektronen handelt es sich um eine Kathode und eine Anode, wobei die Kathode mit dem negativen Pol der Spannungsquelle verbunden ist und aus einer Glühwendel und dem Wehneltzylinder besteht. Die Anode wiederum ist die Elektrode, die mit dem positiven Pol verbunden ist und in der Mitte eine Öffnung besitzt. Anschließend können entweder Elektroden oder Magneten aufgestellt sein. Um jeden Punkt auf dem Schirm erreichen zu können, wird meist eine Ablenkung in vertikaler Richtung und eine Ablenkung in horizontaler Richtung verwendet. Schließlich wird ein Leuchtschirm, der im inneren mit einer fluoreszierenden Phosphorschicht belegt ist, angebracht. „Es handelt sich jedoch nicht um das chemische Element Phosphor sondern um anorganisch-chemische Verbindungen, die Fluoreszenz zeigen.“⁹



⁹ https://www.fh-muenster.de/fb1/downloads/personal/Leuchtstoffe_fuer_Kathodenstrahlroehren_YimgaPrecile-EstelleMouafo_.pdf. Seite 9. Aufgerufen am 02.11.2010

Zur Erzeugung von freien Elektronen wird an die Kathode eine Heizspannung angebracht. Bei Protonen oder α -Teilchen muss der Versuch jeweils angepasst werden. (vgl. 3.2.1.) Anschließend wird durch die Beschleunigungsspannung ein elektrisches Feld zwischen der Kathode und der Anode erzeugt, worauf die Elektroden zur Erzeugung von elektrischen Feldern oder Magneten zur Erzeugung von magnetischen Feldern folgen. Abschließend lässt sich auf dem Leuchtschirm ein aufleuchtender Punkt erkennen.

3.2. Funktionsweise der Kathodenstrahlröhre

3.2.1. Teilchenemission

Um allgemein den Versuch der Röhre durchführen zu können benötigt man zuerst geladen Teilchen, die freigesetzt werden müssen. Es bedarf also einer **Teilchenquelle**.

Der Nobelpreisträger Ferdinand Braun selbst nutzte die Möglichkeit freie Elektronen durch die Glühemission zu emittieren. Es gibt jedoch etliche Möglichkeiten verschiedenste Elementarteilchen zu erzeugen.

Elektronen: Die am häufigsten angewendete Option Elektronen zu emittieren ist die Erzeugung von freien Elektronen durch eine beheizte Kathode. Dabei wird an eine Kathode eine Heizspannung angelegt, die dazu führt, dass sich die Geschwindigkeit der Elektronen in der Kathode erhöht und somit auch die Temperatur der Kathode steigt. Bei ausreichend hoher Heizspannung gelingt es den Elektronen die Austrittsarbeit zu überwinden. Diesen Effekt bezeichnet man auch als **Edison-Effekt**. Je größer die Heizspannung ist, umso mehr Elektronen werden frei.

Protonen: Hierbei werden Wasserstoffatome durch Beschleßen mit Elektronen ionisiert, wobei freie Protonen entstehen, die anschließend durch eine Elektrode mit einem negativen Potenzial beschleunigt werden. Dabei ist zu beachten, dass das Beschleunigen der Protonen eine viel höhere Energie erfordert, da Protonen eine deutlich größere Masse aufweisen.

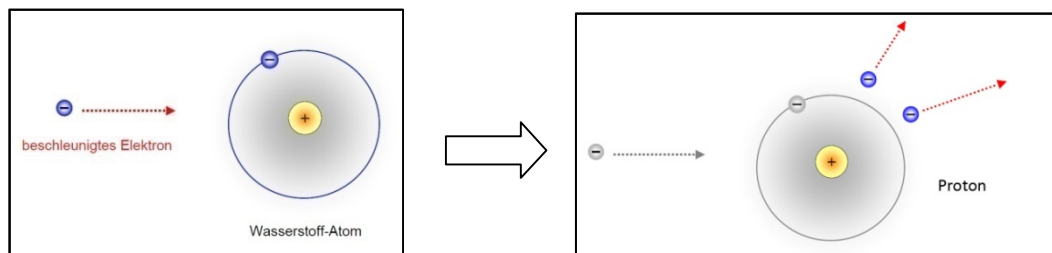


Abb. 4. Elektron wird auf ein Wasserstoff-Atom beschleunigt. Dabei wird das Atom ionisiert und es bleibt ein Proton übrig.

α -Teilchen: Bei α -Teilchen handelt es sich um Heliumkerne, die beim Zerfall von radioaktiven Substanzen frei werden. Zum Beispiel zerfällt Radium-226 in Radon und einen Helium-4-Kern. Auch α -Teilchen besitzen eine relativ große Masse, die eine hohe Energie zur Folge hat.

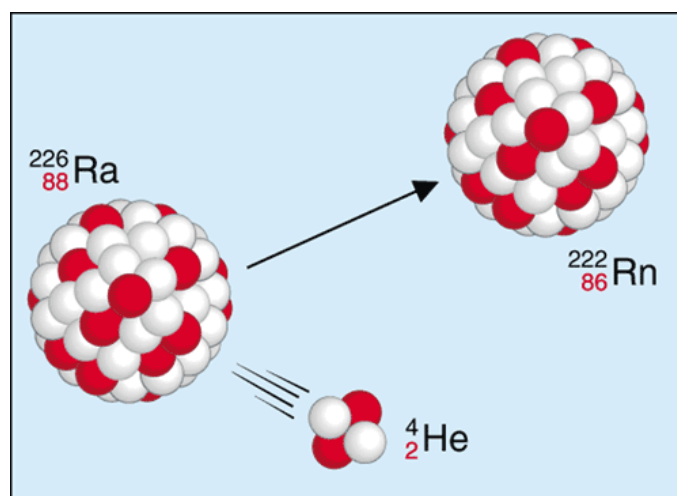


Abb. 5. Radium-226 zerfällt in Radon-222 und Helium-4-Kern

3.2.2. Beschleunigung im homogenen E-Feld

Um die freien Teilchen in Richtung des Leuchtschirms zu beschleunigen, legt man eine Beschleunigungsspannung zwischen der Kathode und der Anode an.

Nun betrachten wir die Formel zur Berechnung der Geschwindigkeit nach der Beschleunigung im elektrischen Feld:

Achtung: Zur Berechnung der Geschwindigkeit der Teilchen muss hier ein relativistischer Ansatz angewendet werden, da die Teilchen eine geringe Masse aufweisen. Außerdem wird Austrittsgeschwindigkeit vernachlässigt.

$$E_{\text{pot, elektrisch}} = E_{\text{kin}};$$

$$e \cdot U = m \cdot c^2 - m_0 \cdot c^2 = \frac{m_0 \cdot c^2}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} - m_0 \cdot c^2 = m_0 \cdot c^2 \cdot \left(\frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} - 1 \right);$$

$$\Rightarrow v = \sqrt{1 - \frac{1}{\left(1 + \frac{e \cdot U}{m_0 \cdot c^2}\right)^2}} \cdot c^2;$$

3.2.3. Fokussierung und Modulierung durch den Wehneltzylinder

Der von Arthur Wehnelt erfundene Wehneltzylinder ist eine „geeignet geformte [Steuer-] Elektrode“¹⁰ auf der sich eine, der Teilchenquelle entgegengesetzte, Ladung befindet. Dies wirkt abstoßend auf die freiwerdenden Teilchen und hat zur Folge, dass die „Anzahl“ der freiwerdenden Teilchen gesteuert werden kann. „Über die Spannungsdifferenz zwischen Wehneltzylinder und Kathode kann die Strahlintensität und damit die Bildpunkthelligkeit gesteuert werden.“¹¹

3.2.4. Relativistische Ablenkung im elektrischen Feld

Wir haben nun Teilchen freigesetzt, moduliert, fokussiert und in Richtung des Leuchtschirms beschleunigt. Nun wird der Strahl durch elektrische oder magnetische Felder abgelenkt. Man kann wahlweise ein oder zwei Felder zur Ablenkung einsetzen. Dabei werden die Teilchen jeweils in y- oder in z-Richtung abgelenkt.

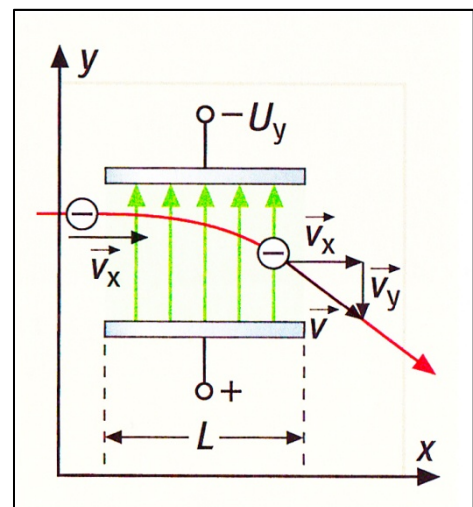


Abb. 6. Ablenkung der Elektronen im elektrischen Feld.

¹⁰ Krieger, Hanno: **Strahlungsquellen für Technik und Medizin**. Teubner Verlag 2005. 1. Auflage. Seite 55

¹¹ Schmidt, Ulrich: **Digitale Film- und Videotechnik**. Carl Hanser Verlag München 2008. 2. Auflage, Seite 98

Die Ablenkung berechnet man wie folgt:

$$y_1 = \frac{1}{2} \frac{e \cdot U_k}{\left(\frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} \cdot m_0 \right) \cdot d \cdot v_{0,x}^2} \cdot l^2;$$

$$y_2 = \frac{e \cdot U_k}{\left(\frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} \cdot m_0 \right) \cdot d \cdot v_{0,x}^2} \cdot l \cdot b;$$

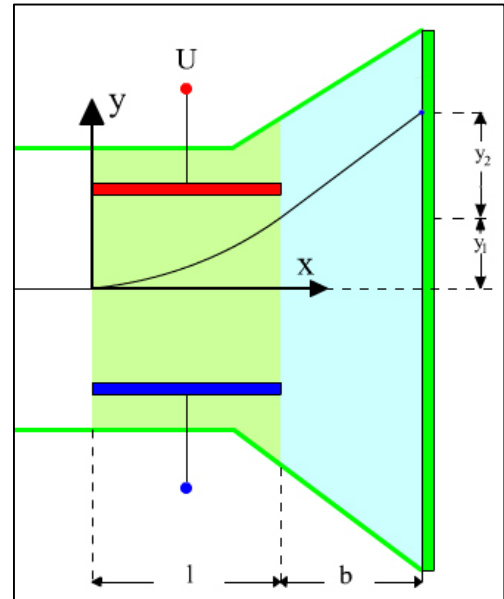


Abb. 7. Ablenkung im elektrischen Feld gezeigt.

Wiederum muss der relativistische Ansatz angewendet werden. y_1 ist hierbei die Ablenkung beim Verlassen des Feldes und y_2 die Ablenkung beim Auftreffen am Schirm. l ist die Länge des Kondensators und b ist der Abstand zwischen Kondensator und Leuchtschirm.

3.2.5. Resultierende Abbildung

Letztlich werden die sogenannten Phosphore im Leuchtschirm durch die beschleunigten Teilchen zur Lichtemission angeregt. Diese Punkte sind dann als aufleuchtend zu erkennen.

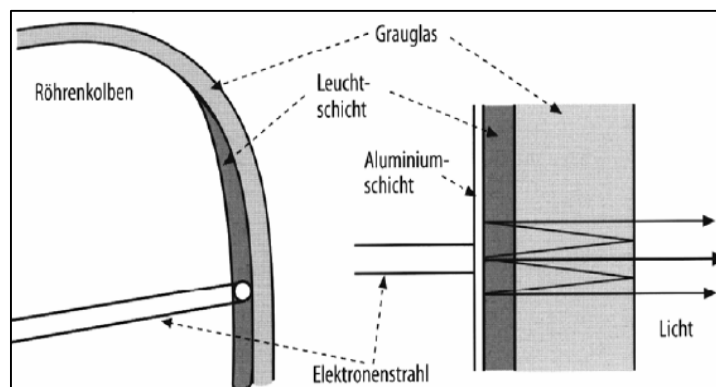


Abb. 8. Der Punkt auf dem Leuchtschirm wird zur Lichtemission angeregt.

4. Umsetzung der Simulation

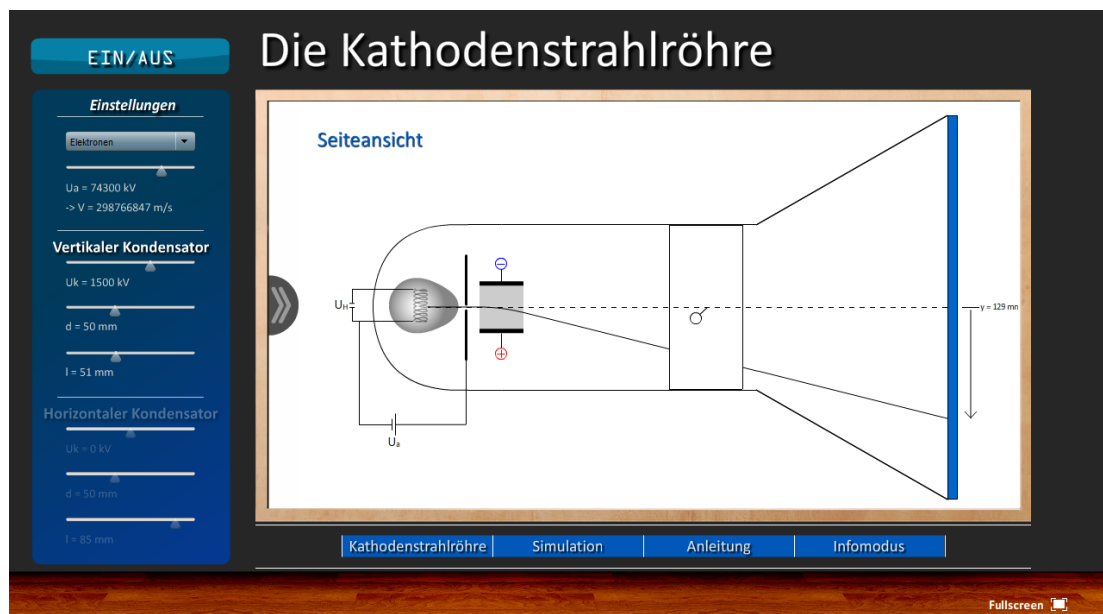
Die Simulation wurde mit Adobe Flash CS5, der Entwicklungsumgebung von Adobe Systems, und der Programmiersprache Actionscript 3.0 programmiert. Hierbei wurde die Applikation für verschiedene Systeme kompiliert.

Darüber hinaus kann die Applikation auf der eigens erstellten Webpräsenz unter der Adresse <http://www.Kathodenstrahl-Röhre.de> direkt aufrufen werden.

4.1. Aufbau der Simulation

Die Simulation ist in Menü, Versuch und Einstellungen unterteilt. Links erkennt der Benutzer die Einstellmöglichkeiten der Elektroden in Form eines Drop-Down-Menüs für die Teilchenwahl und von Slider zur Einstellung der Elektroden. Außerdem ist ein Button für das Ein- bzw. Ausschalten angebracht. Rechts davon sieht der Anwender ein Fenster, in dem der Versuch abläuft. Am linken Rand des Fensters erkennt man einen Pfeil, der mit einem Menü verbunden ist, das erscheint, sobald die Maus in der Nähe dieses Pfeiles ist. Hier kann man zwischen den Ansichten wechseln.

Unter diesem Fenster befinden sich die Menüpunkte, die zu den jeweiligen Punkten führen.



Man kann also den Versuch starten und anschließend die Einstellungen ändern. Unter den Einstellmöglichkeiten befinden sich zum einen die Teilchenwahl und zum anderen die Beschleunigungsspannung. Desweiteren hat der Benutzer die Möglichkeit die Länge, den Abstand und die Ablenkspannung der beiden Elektroden zu verändern. Weiterhin kann man zwischen der Seitenansicht, Oberansicht und Schirmansicht wechseln. Bei der Seitenansicht erkennt man die Ablenkung durch das vertikale Feld und bei der Oberansicht die, die Ablenkung durch das horizontale Feld verursacht wird. Die Schirmansicht zeigt den Schirm und den Auftreffpunkt des Strahls. Hier lässt sich mit dem Button „Punkt speichern“ der Punkt sichern und mit dem Button „Clear“ die Punkte, die zuvor gespeichert wurden, entfernen.

Bei Veränderungen jeglicher Art berechnet der Computer direkt den Verlauf des „neuen“ Teilchenstrahls und zeichnet ihn auf.

Klickt man im Menü den Button mit der Aufschrift „Infomodus“ an, so erscheinen viele kleine Hinweise, die dem Nutzer nützliche Informationen über die Funktion der Kathodenstrahlröhre geben.

Unter dem Menüpunkt „Kathodenstrahlröhre“ lassen sich allgemeine Informationen zu der Geschichte und Entwicklung der Kathodenstrahlröhre finden.

Dem Punkt „Simulation“ kann man einige Angaben zur Simulation entnehmen und unter „Anleitung“ findet sich eine kurze Gebrauchsanweisung, wie der Nutzer die Simulation durchführen kann.

4.2. Die Ablenkfunktion

Für die Linienzeichnungen wurde eine Funktion programmiert, die immer einmal durchlaufen wird. Bei jeder Änderung der Einstellung wie zum Beispiel die Beschleunigungsspannung oder Ablenkspannung ruft die Simulation die Funktion erneut auf, die die Kurve zeichnet. Bevor die neue Kurve gezeichnet werden kann, löscht sie die alte Kurve. Für die Zeichnung braucht man die vorgefertigte „shape“-Klasse, dem man die Koordinaten zweier Punkte angibt. Mit dem Befehl „lineto“ zeichnet die Instanz von „shape“ eine Linie zwischen den beiden Punkte. Für die Kurvenzeichnung wurden zuerst vier Variablen deklariert, die jeweils für den aktuellen x- sowie y-/z-Koordinaten und die Koordinaten des letzten Durchlaufs beinhalten, wobei x-Wert in jedem Durchgang um eins erhöht wird und der jeweilige y- beziehungsweise z-Wert berechnet wird. Dabei wird die Kurvenzeichnung in verschiedene Bereiche unterteilt, die zusammen die Kurve ergeben. Zur Berechnung der y-Werte werden die eingestellten Werte in die Formel aus 3.2.4 (vgl. S. 12) eingesetzt.

Desweiteren bemerkt die Simulation durch verschiedene if-Schleifen, wann der Strahl mit der Röhre oder den Elektroden kollidiert und stoppt daraufhin die Zeichnung.

4.3. Grafische Umsetzung

Mit Adobe Flash CS 5 lassen sich mit vielen hilfreichen Werkzeugen Vektorgrafiken oder auch Bitmapgrafiken erstellen und kombinieren. Fast alle Grafischen Elemente, wie die Röhre oder die Popups wurden direkt in Adobe Flash CS 5 erstellt, bis auf die Holztextur unten und die Glühwendel. Dabei wurde auf eine saubere Zeichnung Wert gelegt.

4.4. Adobe Flash und Actionscript

Mit Adobe Flash lassen sich interaktive Flash-Filme im .swf Format entwickeln. .swf-Dateien lassen sich in Webseiten einbetten und direkt im Browser starten und bedienen. (siehe <http://www.Kathodenstrahl-Röhre.de>) Für die Interaktivität sorgt die Programmiersprache Actionscript, mit der es erst möglich ist, Desktop-Anwendungen mit Adobe Flash zu entwickeln. Hierbei lassen sich viele Argumente finden, die für die Programmierung mit Adobe Flash sprechen. Zum Einen enthält Adobe Flash viele hilfreiche Werkzeuge mit denen man die Oberfläche der Applikation erstellen kann. Zum Anderen sind die Zeitleistensteuerung und die Plattformunabhängigkeit hervor zu heben. Schließlich resultieren daraus auch verschiedene Anwendungsbereiche wie das Kompilieren in das .ipa Format, mit dem es möglich ist native Applikationen für beliebte Geräte wie das Iphone oder Ipad zu erstellen.

5. Der Fernseher

Der auf der Braun'schen Röhre basierende Röhrenfernseher definierte das „Massenmedium“ neu, die durch das Radio beherrscht wurde, indem er den Menschen erstmals ermöglichte, am Geschehen indirekt teilzunehmen. Heutzutage ist der Fernseher von keinem Haushalt mehr weg zu denken. Obwohl der Röhrenfernseher zunehmend durch LCD- oder Plasmafernsehgeräten ersetzt wird, ist es nicht von der Hand zu weisen, dass das Fernsehen wie wir es heute kennen ohne die Erfindung der Braun'schen Röhre durch Ferdinand Braun nicht geben würde.

Anhang

Abbildungsverzeichnis

<u>Abb.</u>	<u>Quelle</u>
Abb. 1.	http://images.nobelprize.org/nobel_prizes/physics/laureates/1909/braun_postcard.jpg
Abb. 2.	Pichler, Franz: 100 Jahre Braun'sche Röhre . <i>Plus Lucis</i> 2/97. Seite 14, Abgerufen am 19. 10.2010 von http://www.univie.ac.at/pluslucis/PlusLucis/972/braun.pdf
Abb. 3.	Nicklaß, Ute und Anselment, Peter: Impulse Physik 11 . Ernst Klett Verlag Stuttgart/Leipzig 2009. 1. Auflage. Seite 38
Abb. 4.	http://project-physicsteaching.web.cern.ch/project-physicsteaching/german/rundgang/protonenquelle/protonenquelle-praesentation.pdf . Seite 18 - 19
Abb. 5.	http://www.kernfragen.de/img/kernfragen/lexikon/Alphazerfall.gif
Abb. 6.	Nicklaß, Ute und Anselment, Peter: Impulse Physik 11 . Ernst Klett Verlag Stuttgart/Leipzig 2009. 1. Auflage. Seite 38
Abb. 7.	http://www.leifiphysik.de/web_ph11_g8/grundwissen/04querfeld/querfeld.swf
Abb. 8.	https://www.fh-muens-ter.de/fb1/downloads/personal/Leuchtstoffe_fuer_Kathodenstrahlroehren_YimgaPrecile-EstelleMouafo_.pdf

Literaturverzeichnis

Videomaterial:

- von Schuhmann, Uwe und A. Knoll, Jürgen: **Meilensteine der Naturwissenschaft und Technik - Karl Ferdinand Braun und die Kathodenstrahlröhre**. Target Film GmbH München. Ausgestrahlt am 14.04.2009 im BR-alpha

Bücher:

- Lautenschlager, Horst: **Abitur – Training Physik. Atom- und Quantenphysik**. Stark Verlag 2007
- Lautenschlager, Horst: **Kompakt-Wissen Physik. Physik 3 – Quanten, Kerne und Atome**. Stark Verlag 2004
- Kind, Urs: **Die Braun'sche Röhre als Beispiel einer Elektronenröhre materialisiert in ihrer Funktion als Bildschirm**
- Nicklaß, Ute und Anselment, Peter: **Impulse Physik 11**. Ernst Klett Verlag Stuttgart/Leipzig 2009. 1. Auflage
- Nicklaß, Ute und Anselment, Peter: **Impulse Physik 12**. Ernst Klett Verlag Stuttgart/Leipzig 2010. 1. Auflage
- Krieger, Hanno: **Strahlungsquellen für Technik und Medizin**. Teubner Verlag 2005. 1. Auflage
- Schmidt, Ulrich: **Digitale Film- und Videotechnik**. Carl Hanser Verlag München 2008. 2. Auflage
- Hudec, E.: **Die Braun'sche Röhre, insbesondere für Fernseh Zwecke**. Die Naturwissenschaften. 31.5.1935. Heft 22

Internetquellen:

- Pichler, Franz: **100 Jahre Braun'sche Röhre**. Plus Lucis 2/97.
<http://www.univie.ac.at/pluslucis/PlusLucis/972/braun.pdf>
- Leitner, Ernst; Finckh, Uli und Fritsche, Frank. **Elektron im elektrischen Längs- und Querfeld**.
http://www.leifiphysik.de/web_ph11_g8/grundwissen/04querfeld/querfeld.htm. Aufgerufen am 23.11.2010
- Merkert, Julian. **Experimente zur Teilchenphysik. Braun'sche Röhre**.
<http://project-physicsteaching.web.cern.ch/project-physicsteaching/german/experimente/Braun'sche-roehre.pdf>. Aufgerufen am 12.9.2010
- Elsenbruch, Felix. **Aufbau Braun'sche Röhre**.
http://www.elsenbruch.info/ph12_Braun'sche_roehre.htm. Aufgerufen am 14.10.2010

Kommentierter Programmcode

Erklärung

Hiermit erkläre ich, dass ich die Seminararbeit ohne fremde Hilfe angefertigt und nur die im Literaturverzeichnis angeführten Quellen und Hilfsmittel benutzt habe.

....., den

.....

Ort

Datum

Unterschrift des Schülers