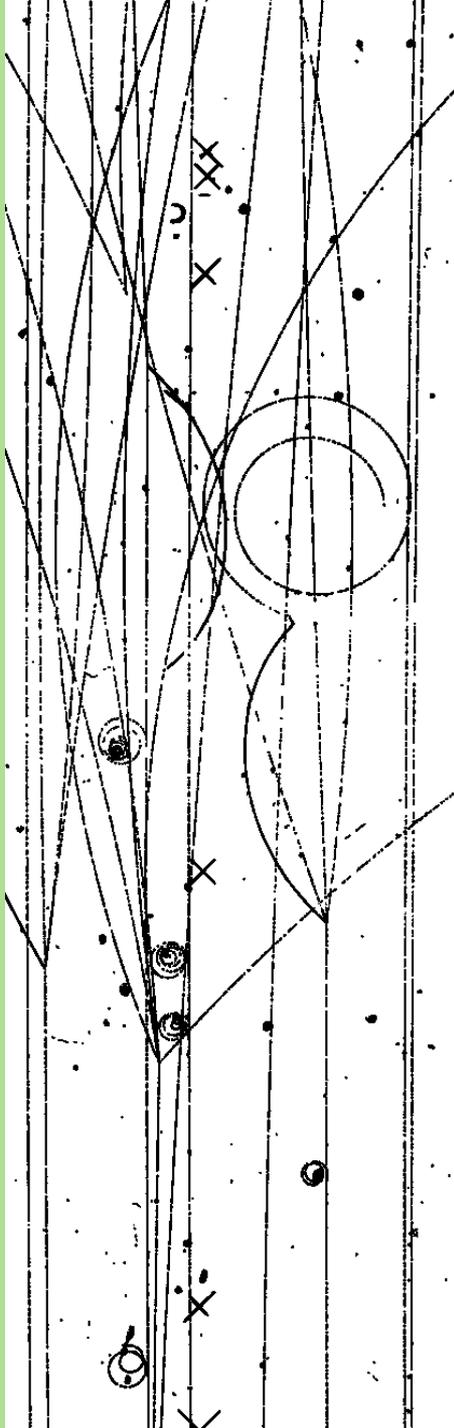


Einsatz von Blasenkammerbildern in der Schule auf grundlegendem Anforderungsniveau

Rebecca Liebschner

Michael Kobel, Gesche Pospiech,
Bernadette Schorn



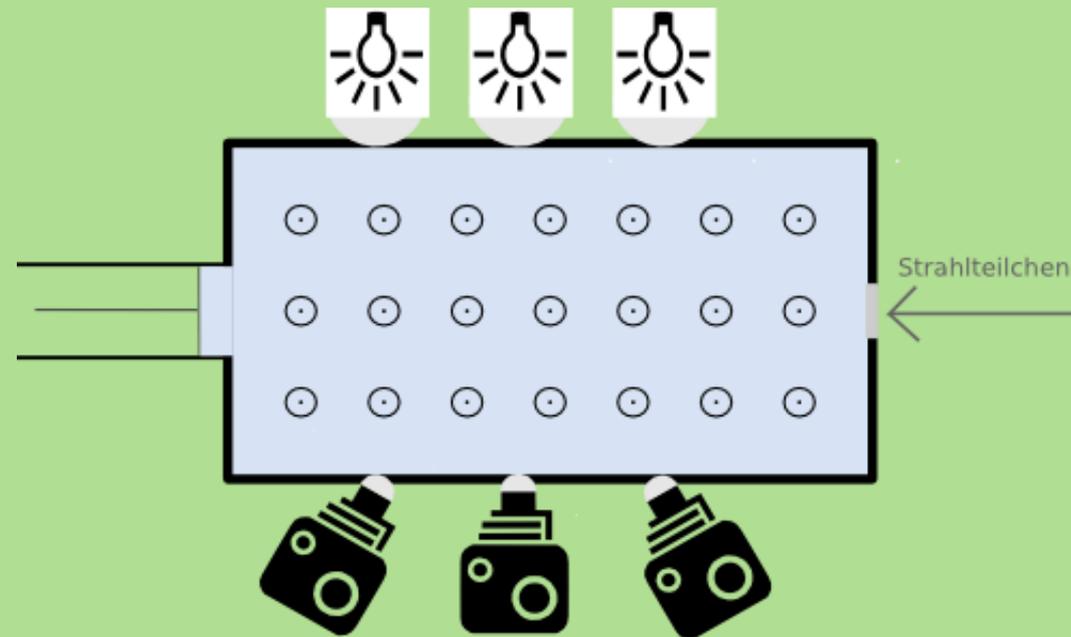


Gliederung

1. Die Blasenkammer
2. Motivation
3. Konzeption der Materialien
4. Lernziele und Vorwissen
5. Zugang zu den Materialien

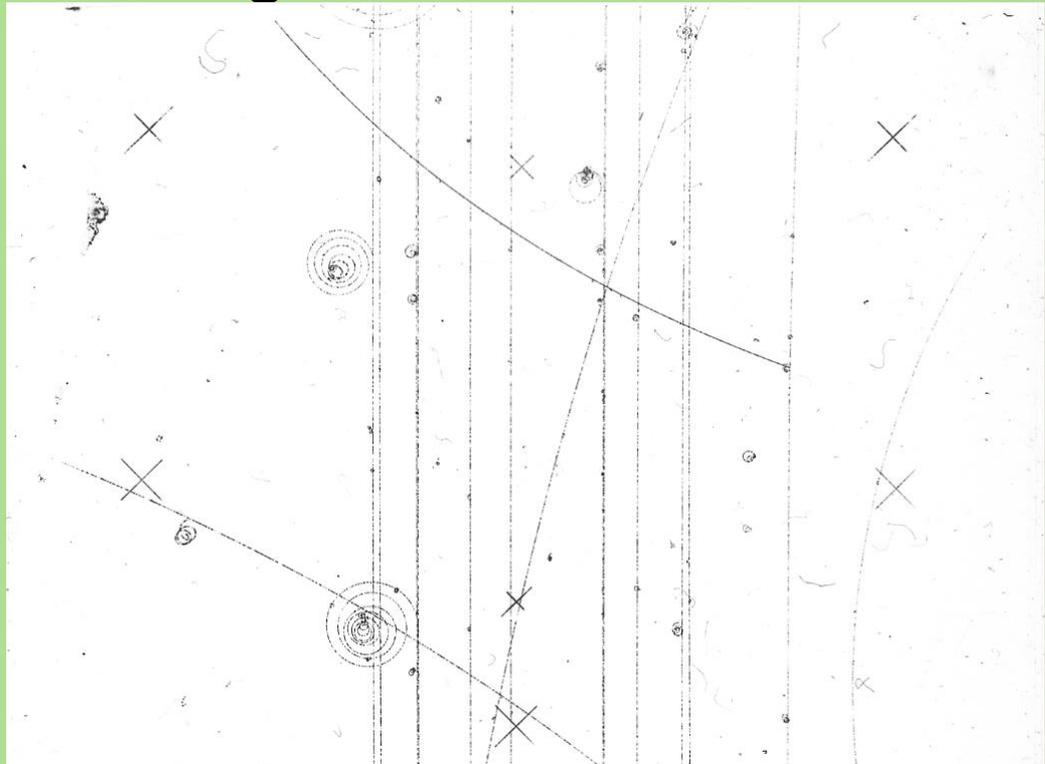
Die Blasenkammer

- „Einführung in die Blasenkammer“ für Lernende



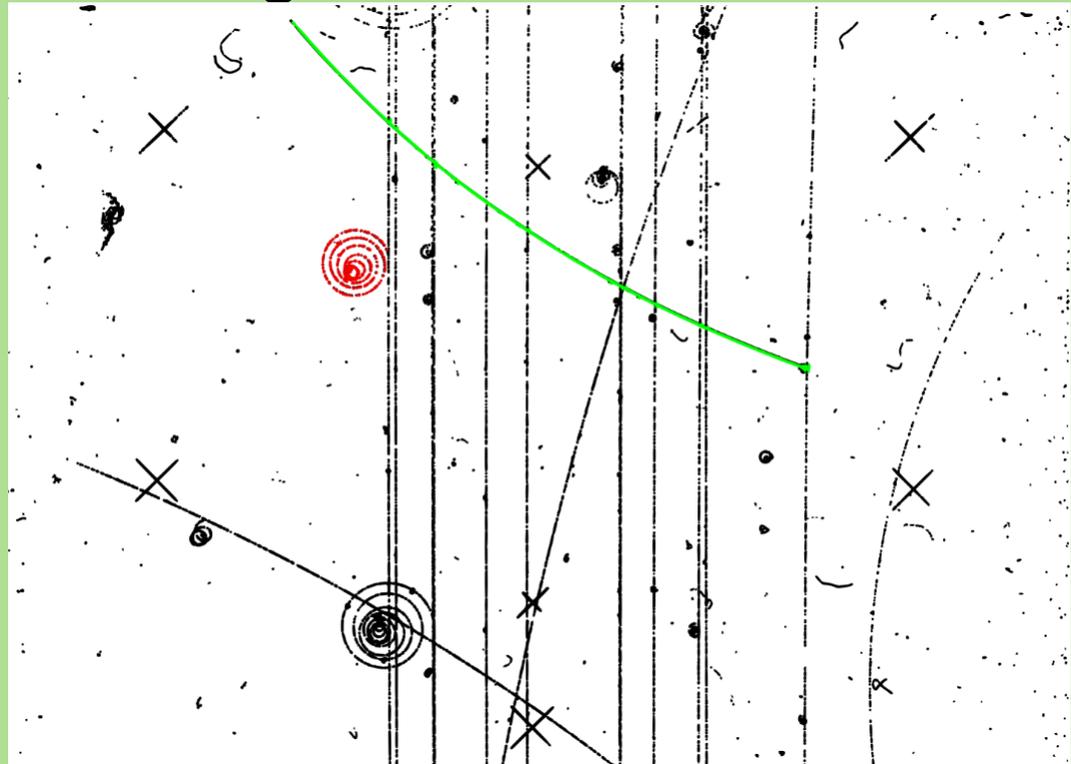
Motivation

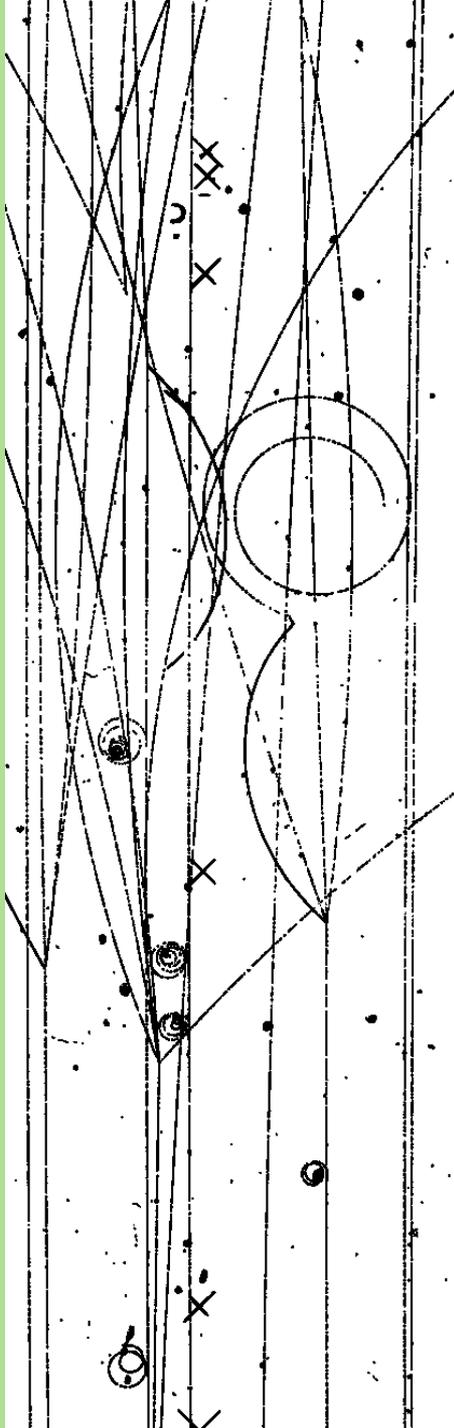
- Blasenkammern vs Daten aktueller Experimente
- Vorteile von Blasenkammerbildern
- Veränderung der Bilder



Motivation

- Blasenkammern vs Daten aktueller Experimente
- Vorteile von Blasenkammerbildern
- Veränderung der Bilder





Konzeption der Materialien

- Einführungsmaterialien
- **interaktive Arbeitsblätter (GeoGebra)**
- ergänzende, analoge Arbeitsblätter
- Lösungsblätter zu allen Arbeitsblättern
- Masterarbeit bzw. Lehrerhandreichung
 - Lernvoraussetzungen
 - Lernziele
 - Einbettung in den Unterricht
 - physikalisches Hintergrundwissen

Interaktive Arbeitsblätter

- Bsp AB 2644

Aufgabe 2

Entscheide, welches Teilchen die rot hervorgehobene Spur hinterlassen hat.
Das Magnetfeld zeigt aus der Bildebene heraus.

- Elektron
- Proton
- Positron
- Photon
- Neutron

Interaktive Arbeitsblätter

- Bsp AB 2644

Aufgabe 2

Entscheide, welches Teilchen die rot hervorgehobene Spur hinterlassen hat.
Das Magnetfeld zeigt aus der Bildebene heraus.

- Elektron
- Proton
- Positron
- Photon
- Neutron

Tip

Das ist nicht die richtige Antwort.
Versuche es noch einmal.

Interaktive Arbeitsblätter

- Bsp AB 2644

Aufgabe 2

Entscheide, welches Teilchen die rot hervorgehobene Spur hinterlassen hat.
Das Magnetfeld zeigt aus der Bildebene heraus.

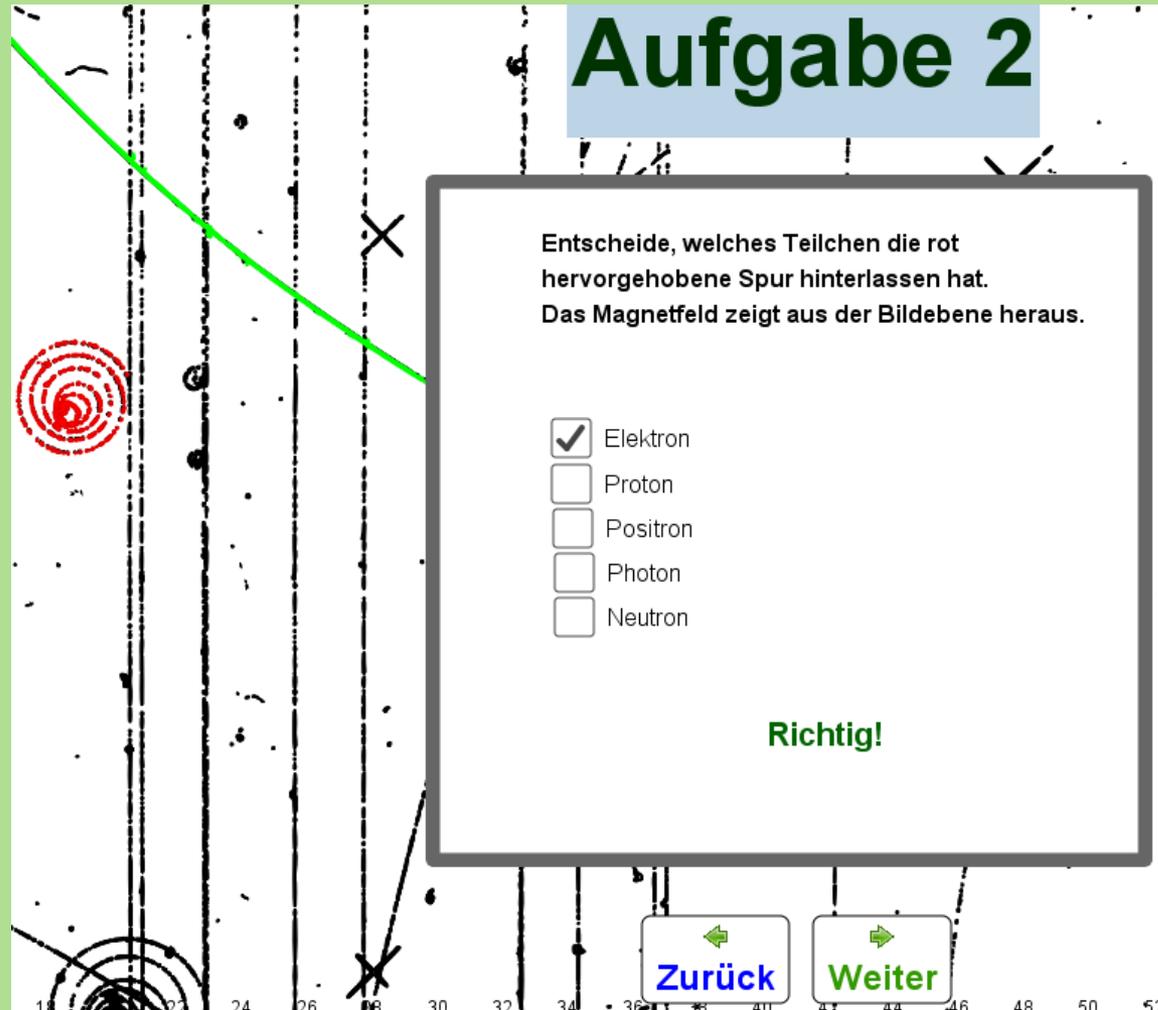
- Elektron
- Proton
- Positron
- Photon
- Neutron

Tipp

Beachte die Krümmungsrichtung der Spur.
Wie hängt sie von der elektrischen Ladung des Teilchens ab, von dem die Spur stammt?

Interaktive Arbeitsblätter

- Bsp AB 2644



Aufgabe 2

Entscheide, welches Teilchen die rot hervorgehobene Spur hinterlassen hat.
Das Magnetfeld zeigt aus der Bildebene heraus.

- Elektron
- Proton
- Positron
- Photon
- Neutron

Richtig!

[← Zurück](#) [Weiter →](#)

14 22 24 26 28 30 32 34 36 38 40 42 44 46 48 50 52

Interaktive Arbeitsblätter

- Bsp AB 2644

Aufgabe 3

Entscheide, aufgrund welchen Prozesses die rot hervorgehobene Spur sichtbar ist.

- Compton-Streuung
- Wechselwirkung Strahlteilchen mit Elektron
- Umwandlung eines Photons
- Wechselwirkung Strahlteilchen mit Proton
- Wechselwirkung Neutron mit Proton

Interaktive Arbeitsblätter

- Bsp AB 2644

Aufgabe 3

Entscheide, aufgrund welchen Prozesses die rot hervorgehobene Spur sichtbar ist.

Tipp

- Compton-Streuung
- Wechselwirkung Strahlteilchen mit Elektron
- Umwandlung eines Photons
- Wechselwirkung Strahlteilchen mit Proton
- Wechselwirkung Neutron mit Proton

Das ist nicht die richtige Antwort.
Versuche es noch einmal.

Interaktive Arbeitsblätter

- Bsp AB 2644

Aufgabe 3

Entscheide, aufgrund welchen Prozesses die rot hervorgehobene Spur sichtbar ist.

Tipp

- Compton-Streuung
- Wechselwirkung Strahlteilchen mit Elektron
- Umwandlung eines Photons
- Wechselwirkung Strahlteilchen mit Proton
- Wechselwirkung Neutron mit Proton

Überlege, welche Teilchen bei der Compton-Streuung beteiligt sind.

Welche Eigenschaften besitzen diese Teilchen?

Wie viele Spuren sind am Ursprungsvortex der roten Spur sichtbar?

Interaktive Arbeitsblätter

- Bsp AB 2644

Aufgabe 3

Entscheide, aufgrund welchen Prozesses die rot hervorgehobene Spur sichtbar ist.

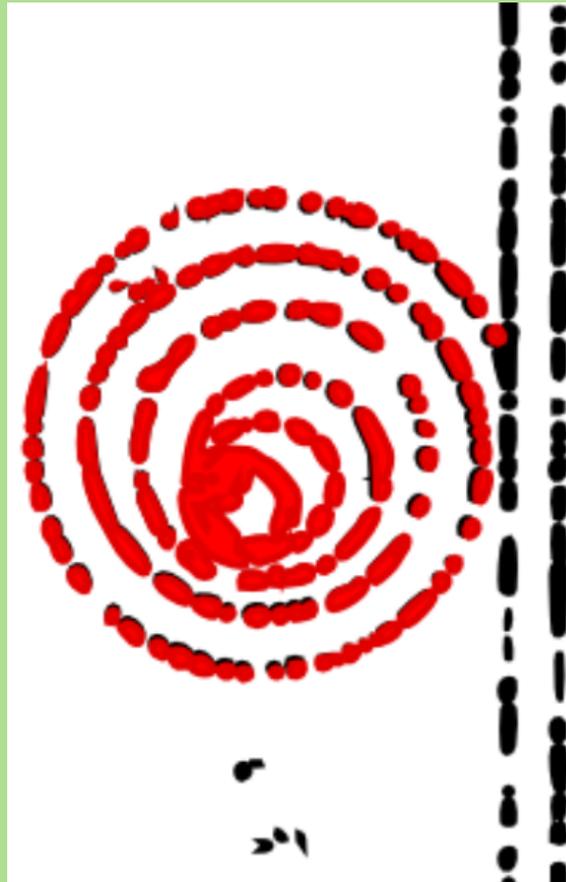
- Compton-Streuung
- Wechselwirkung Strahlteilchen mit Elektron
- Umwandlung eines Photons
- Wechselwirkung Strahlteilchen mit Proton
- Wechselwirkung Neutron mit Proton

Richtig!

Interaktive Arbeitsblätter

- Bsp AB 2644

Aufgabe 4



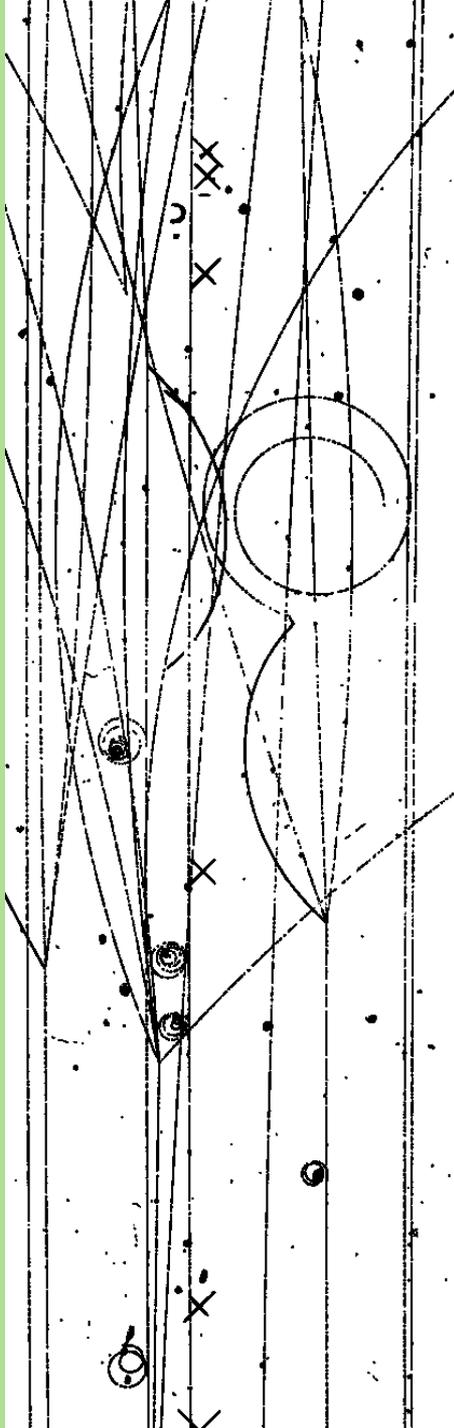
Jetzt geht es darum, den Impuls des Teilchens zu ermitteln, das die rot hervorgehobene Spur hinterlassen hat.

Ermittle zunächst den Krümmungsradius der rot hervorgehobenen Spur.

Gib den Wert auf eine Nachkommastelle genau an.

Der Radius beträgt cm

Tipp



Interaktive Arbeitsblätter

- Bsp AB 2644

- Aufgabe 3

Entscheide, aufgrund welchen Prozesses die rot hervorgehobene Spur sichtbar ist.

- Compton-Streuung
- Wechselwirkung Strahlteilchen mit Elektron
- Umwandlung eines Photons
- Wechselwirkung Strahlteilchen mit Proton
- Wechselwirkung Neutron mit Proton

Begründe deine Entscheidung!

Interaktive Arbeitsblätter

• Bsp AB 2644

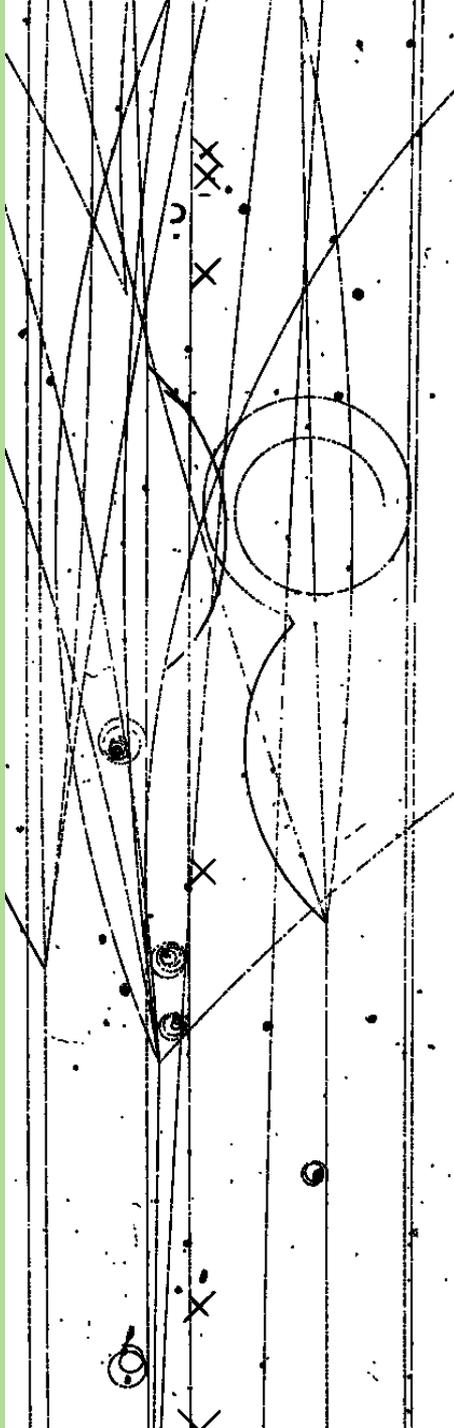
• Aufgabe 3

Entscheide, aufgrund welchen Prozesses die rot hervorgehobene Spur sichtbar ist.

- Compton-Streuung
- Wechselwirkung Strahlteilchen mit Elektron
- Umwandlung eines Photons
- Wechselwirkung Strahlteilchen mit Proton
- Wechselwirkung Neutron mit Proton

Begründe deine Entscheidung!

Die rot hervorgehobene Spur stammt von einem Elektron (siehe Aufgabe 2). Da zu der rot hervorgehobenen Spur die Spur eines Strahlteilchens hinführt, ist das Elektron durch die Wechselwirkung eines Strahlteilchens mit einem Molekül der Kammerflüssigkeit aus dieser herausgelöst worden. Bei den anderen beiden Auswahlmöglichkeiten wäre keine hinführende Spur sichtbar, da neutrale Teilchen (hier Photonen) keine Spuren in der Blasenkammer hinterlassen.



Arbeitsblätter

- Arbeitsblätter zu 7 verschiedenen Blasenkammeraufnahmen:
 - 5 digitale Arbeitsblätter
 - 2 eigenständige analoge Arbeitsblätter
- unabhängig voneinander einsetzbar

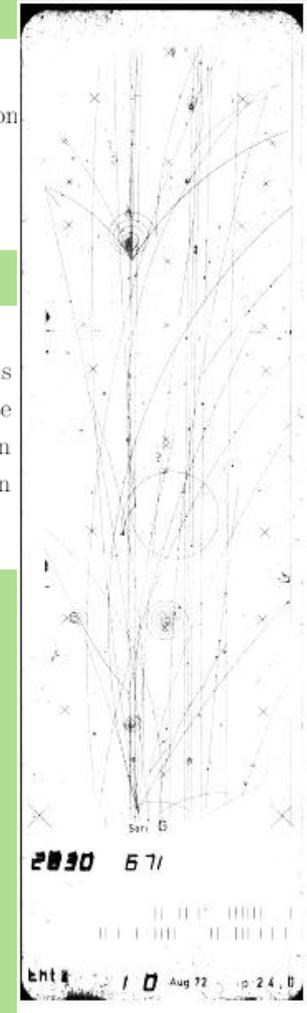
Analoge Arbeitsblätter

- **Aufgabe 3**

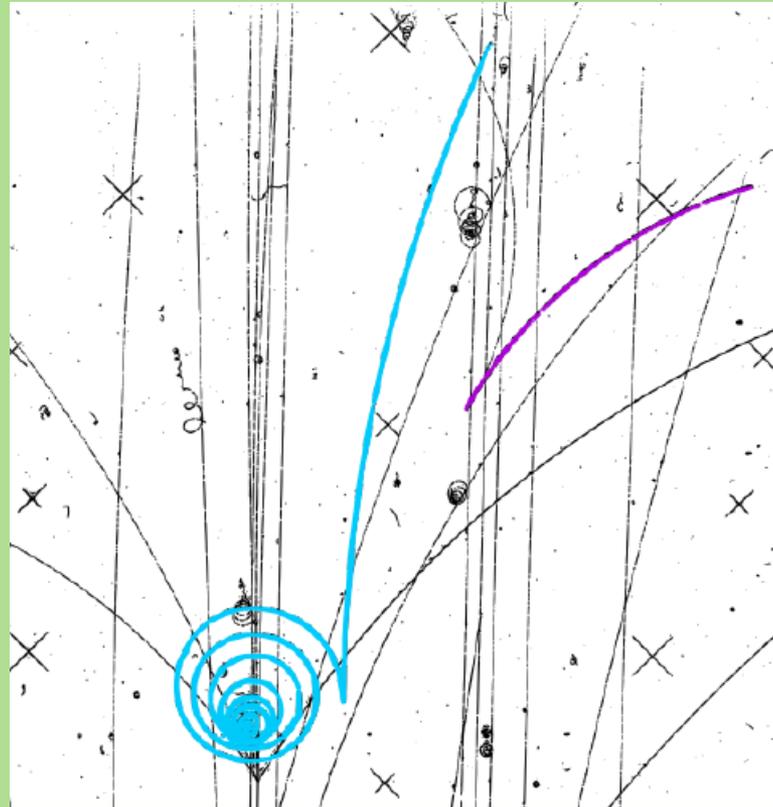
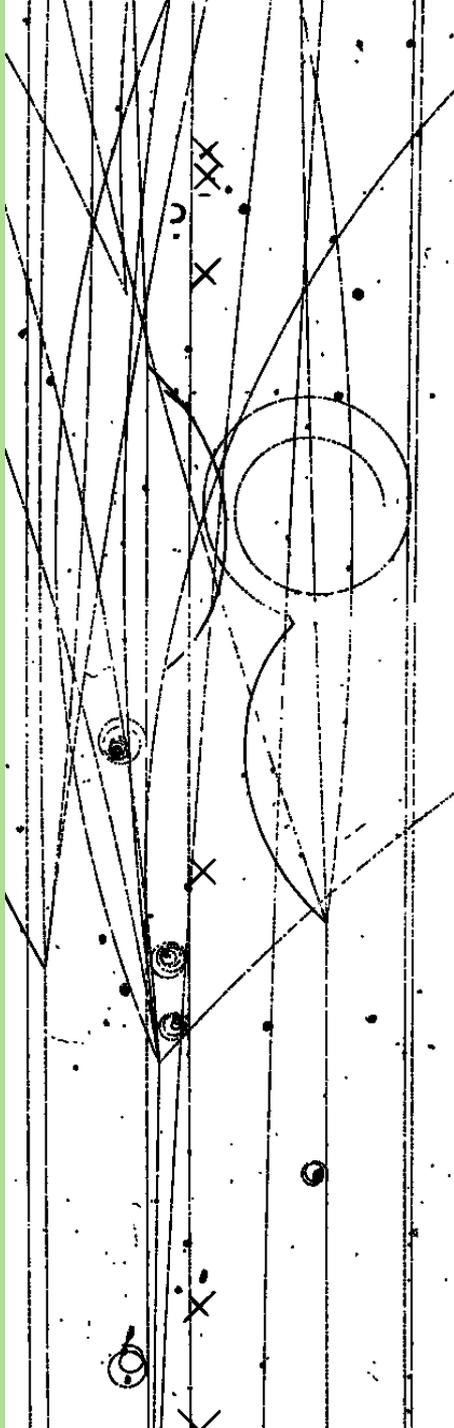
Markiere die Spuren eines Elektron-Positron-Paares, bei welchem das Elektron und das Positron einen stark unterschiedlichen Impuls besitzen. Welches Teilchen besitzt den größeren Impuls?

- **Aufgabe 4**

Betrachte die markierten Spuren des Elektron-Positron-Paares. Ein Teilchen besitzt einen Impuls von $p_1 = 0,029 \frac{\text{GeV}}{c}$, das andere Teilchen besitzt einen Impuls von $p_2 = 0,601 \frac{\text{GeV}}{c}$. Betrachte mittels vektorieller Addition den Impulserhalt am Vertex. Begründe, ob ein neutrales Teilchen an dem Prozess am Vertex beteiligt ist. Falls ja, gib den Betrag des Impulses an und zeichne den Impuls auf deinem Arbeitsblatt ein.



Analoge Arbeitsblätter



28.03.2019

Blasenkammerbilder in der Schule

20

Lernziele und Vorwissen

- Lernziele und benötigtes Vorwissen in einer Tabelle in der Lehrerhandreichung

Lernziele

Arbeitsblattnummer¹¹

Lernziel: Die Schüler...

2644

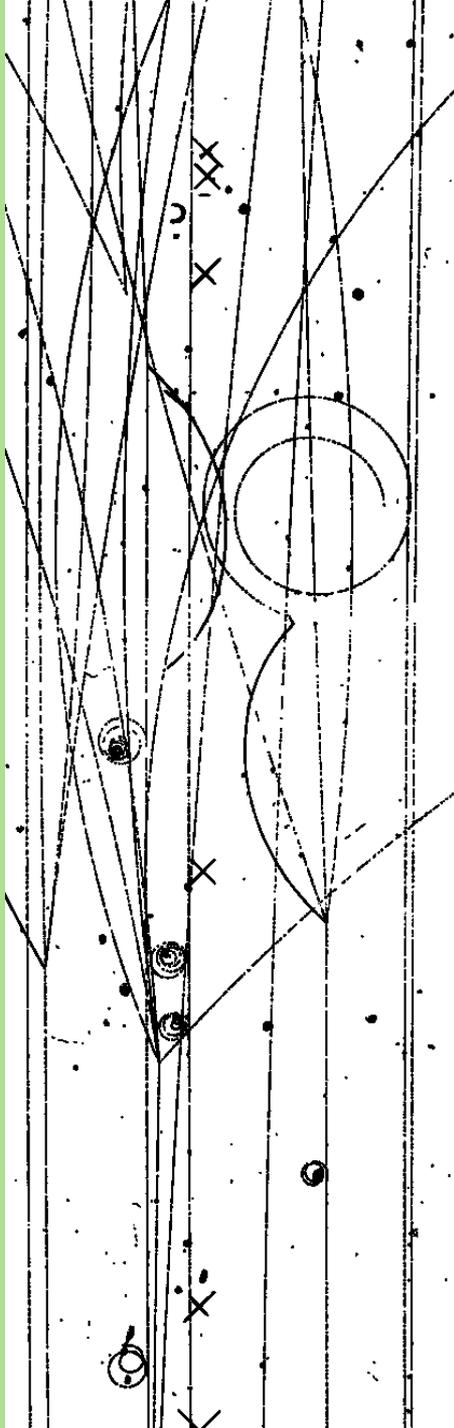
- erkennen die Spur eines Protons
- erkennen die Spur eines Elektrons
- erkennen die Wechselwirkung eines Strahlteilchens mit einem Elektron
- berechnen den Impuls eines Teilchens über die Krümmung seiner Spur

Vorwissen

Spuren bestimmten Teilchen zuordnen

- erkennen die Spur eines Protons
- erkennen die Spur eines Positrons
- erkennen die Spur eines Elektrons

- Kennen der Rechte-Hand-Regel bzw. $\vec{F}_L = Q \cdot \vec{v} \times \vec{B}$: Abhängigkeit der Krümmungsrichtung der Spur in der Blasenkammer vom Vorzeichen der elektrischen Ladung des Teilchens, von dem die Spur stammt
- Nichtsichtbarkeit von elektrisch neutralen Teilchen in der Blasenkammer⁴
- Prozesse erkennen, aufgrund derer die Teilchen Spuren in der Blasenkammer hinterlassen



Vorwissen

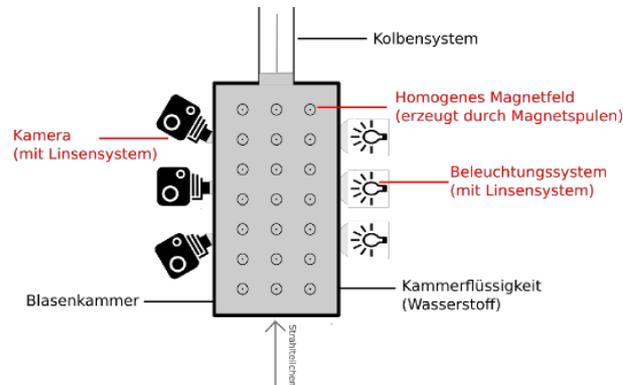
Wie erhalten die Lernenden das spezielle Vorwissen?

- zwei einführende Materialien:
 - Einführung in die Blasenkammer
 - Arbeitsblatt zur Teilchenidentifikation
 - Einführung in GeoGebra
 - Technik-Hilfsblatt

Vorwissen: Einführung in die Blasenkammer

Zurück Weiter

Aufbau der Blasenkammer



Die Kammer ist umgeben von Magnetspulen (nicht abgebildet), die innerhalb der Kammer ein homogenes Magnetfeld erzeugen. Dieses zeigt in der Abbildung aus der Bildebene hinaus, symbolisiert durch

Durch das Magnetfeld werden elektrisch geladene Teilchen, welche die Kammer durchqueren, aufgrund der Lorentzkraft auf gekrümmte Bahnen gezwungen. Da die Krümmungsrichtung abhängig vom Vorzeichen der elektrischen Ladung ist, können aufgrund der Krümmungsrichtung der Spuren elektrisch positiv und elektrisch negativ geladene Teilchen voneinander unterschieden werden.

Damit die Spuren der Teilchen beobachtet werden können, ist die Blasenkammer mit Kameras sowie mit einem Beleuchtungssystem ausgestattet. Durch ein Linsensystem an den Kameras und der Beleuchtung können die Teilchenbahnen in der gesamten Blasenkammer fotografiert werden.

Nach dem Fotografieren wird die Kammerflüssigkeit wieder komprimiert und die Blasen verschwinden. Nun kann der Prozess wieder von vorn beginnen.

Vorwissen: Einführung in die Blasenkammer

Name: _____

Datum: _____

Der Aufbau der Blasenkammer

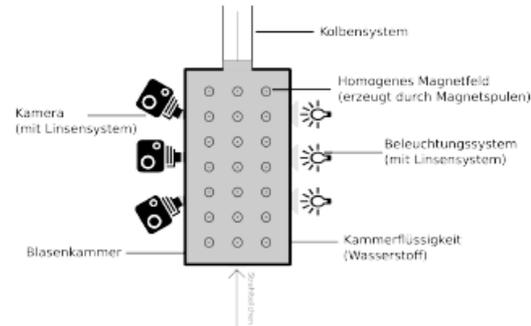
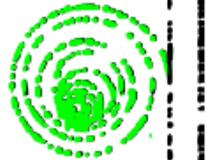


Abbildung 1: Aufbau der Blasenkammer

- **Aufgabe 1: Funktionsweise einer Blasenkammer**
Erkläre die Aufgaben der einzelnen Bestandteile.

- **Aufgabe 2: Verwendung der Blasenkammer**
Erkläre, wofür eine Blasenkammer genutzt werden kann.

Vorwissen: Einführung in die Blasenkammer – AB Teilchenidentifikation

Spur in der Blasenkammer	Identifiziertes Teilchen	Prozess	Erkennungsmerkmale
			
			

Vorwissen: Einführung in die Blasenkammer – AB Teilchenidentifikation

Spur in der Blasenkammer	Identifiziertes Teilchen	Prozess	Erkennungsmerkmale
 <p>Das Bild zeigt eine vertikale Spur, die von unten nach oben verläuft. In der Mitte dieser Spur befindet sich ein kreisförmiges Muster aus mehreren konzentrischen, gestrichelten Linien, das eine Wechselwirkung darstellt.</p>	Elektron	Wechselwirkung von Strahlteilchen und Elektron	<ul style="list-style-type: none"> • nach links gekrümmte Spur • zum Vertex hinführenden Spur eines Strahlteilchens
 <p>Das Bild zeigt eine vertikale Spur, die von unten nach oben verläuft. In der Mitte dieser Spur befindet sich ein kreisförmiges Muster aus mehreren konzentrischen, gestrichelten Linien, das eine Compton-Streuung darstellt.</p>	Elektron	Compton-Streuung	<ul style="list-style-type: none"> • nach links gekrümmte Spur • keine zum Vertex hinführenden Spur (Photonen sind in der Blasenkammer nicht sichtbar)

Vorwissen: Einführung in Geogebra

Einführung in GeoGebra

In dieser Einführung lernst du grundlegende Werkzeuge kennen, die du für die Arbeitsblätter zu den Blasenkameraufnahmen benötigst.

Wähle jeweils das Thema aus, über das du etwas lernen möchtest. Falls du noch nie mit GeoGebra gearbeitet hast, starte mit der Einführung in GeoGebra. In den einzelnen Themen hast du jederzeit die Möglichkeit, wieder zu dieser Übersicht zurückzukehren.

Viel Spaß!

Einführung in GeoGebra

Kreise und Radien

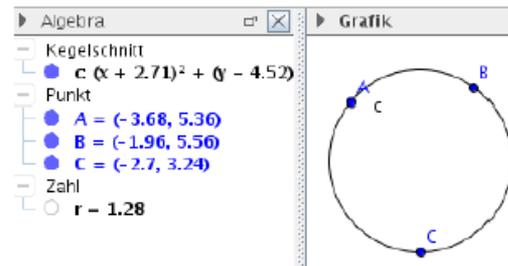
Tangenten und Vektoren

Streckenzug

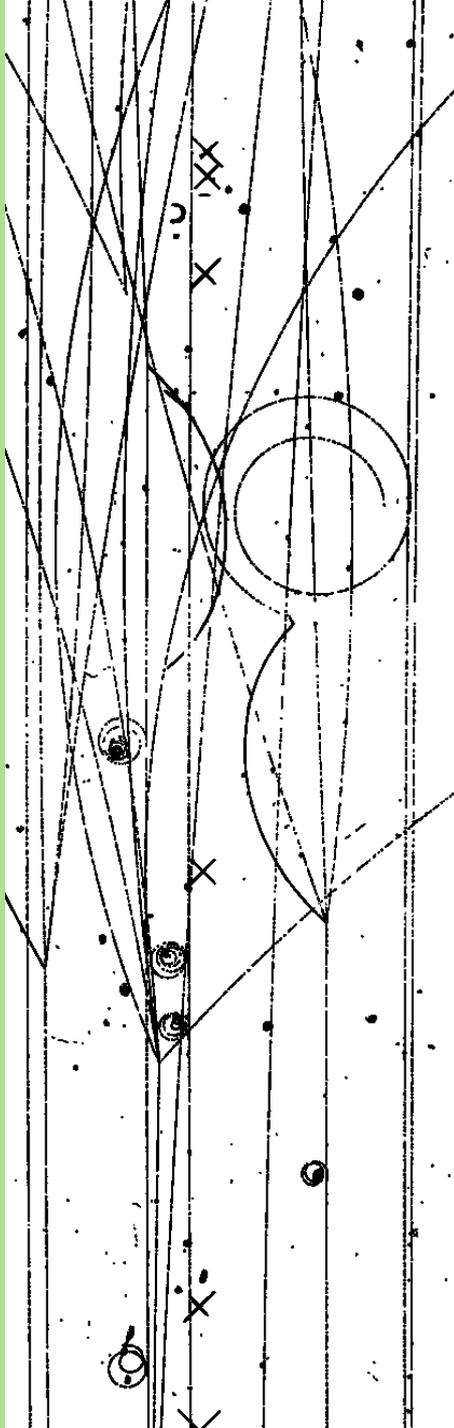
Vorwissen: Einführung in Geogebra – Technikhilfsblatt

4 Radius

Eingabe: `r=Radius[c]`



- Eingabe des Befehls „`r=Radius[c]`“ in die Eingabezeile erzeugt den Radius des Objektes in den eckigen Klammern in der Zahl r
→ Eingabe von „`r=Radius[c]`“ erzeugt also den Radius von c in der Zahl r

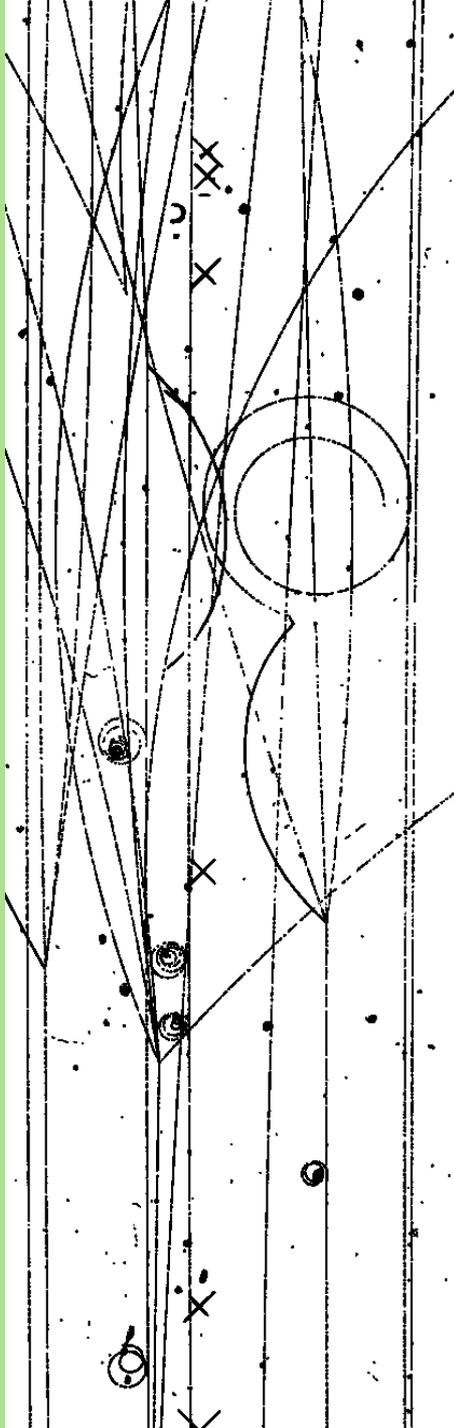


Zugang zu den Materialien

Wie können die Materialien bezogen werden?

→ Arbeitsblätter (digital und analog),
Lehrerhandreichung und Masterarbeit:

<https://www.geogebra.org/m/VAK3P8ar>



Vielen Dank für Ihre
Aufmerksamkeit!