



Zyklotron

Simon Fredrich

Kurs: Frau Morosov
Datum: 29.05.2020

Warum dieses Thema?

- Elektromagnetismus
- CERN
- generelles Interesse

Inhaltsverzeichnis

- ❑ Definition
- ❑ geschichtlicher Hintergrund
- ❑ Aufbau
- ❑ Grundprinzip
- ❑ Frequenz
- ❑ Anwendung + CERN
- ❑ Synchrotron
- ❑ Aufgabe
- ❑ Quellen

Definition

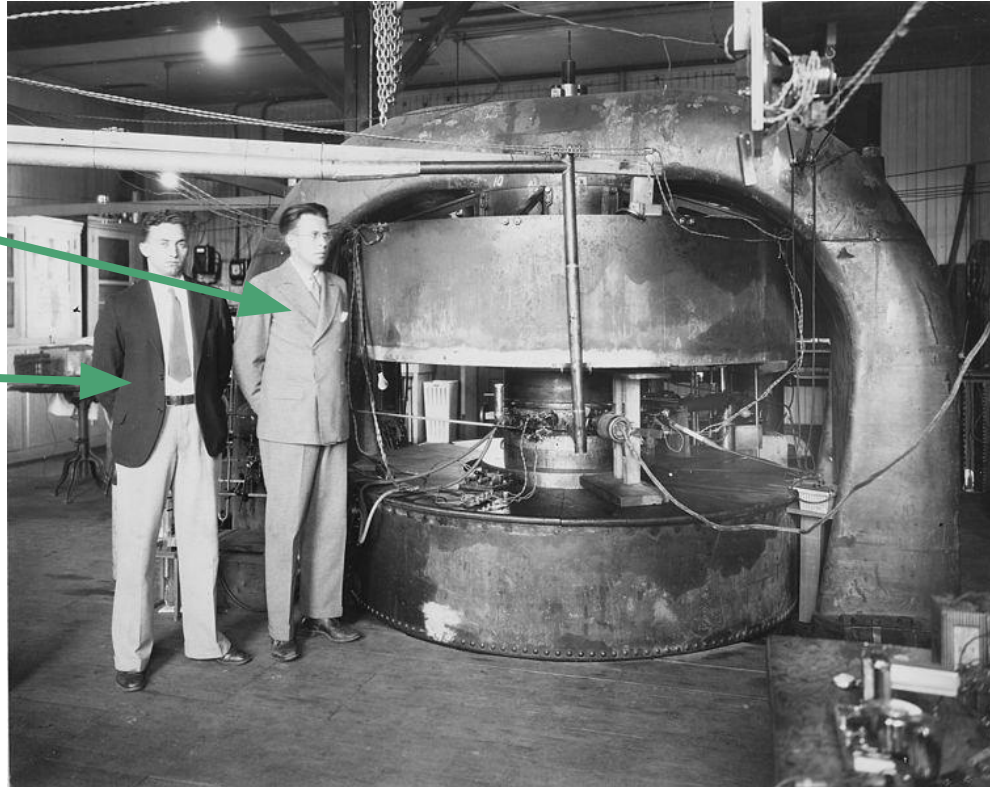
Teilchenbeschleuniger

Teilchenbeschleuniger sind Geräte, die geladenen Teilchen kinetische Energie erteilen.

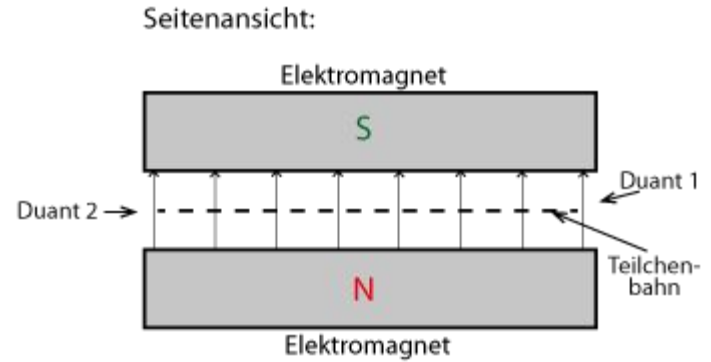
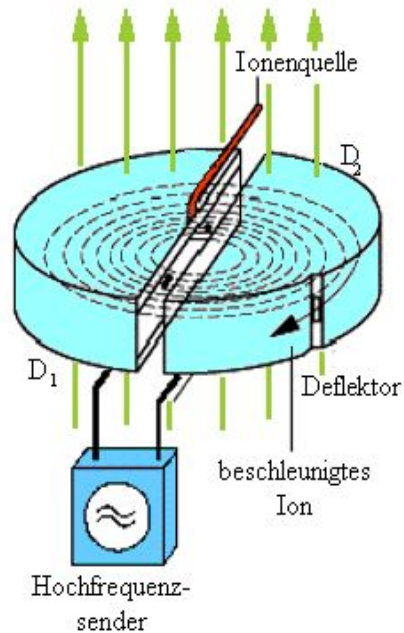
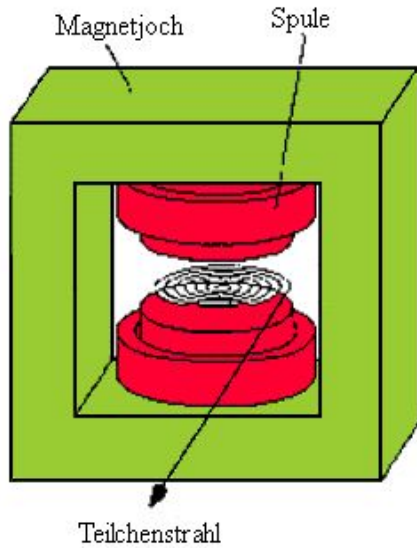
- Atominstitut der Österreichischen Universitäten
-

Geschichte

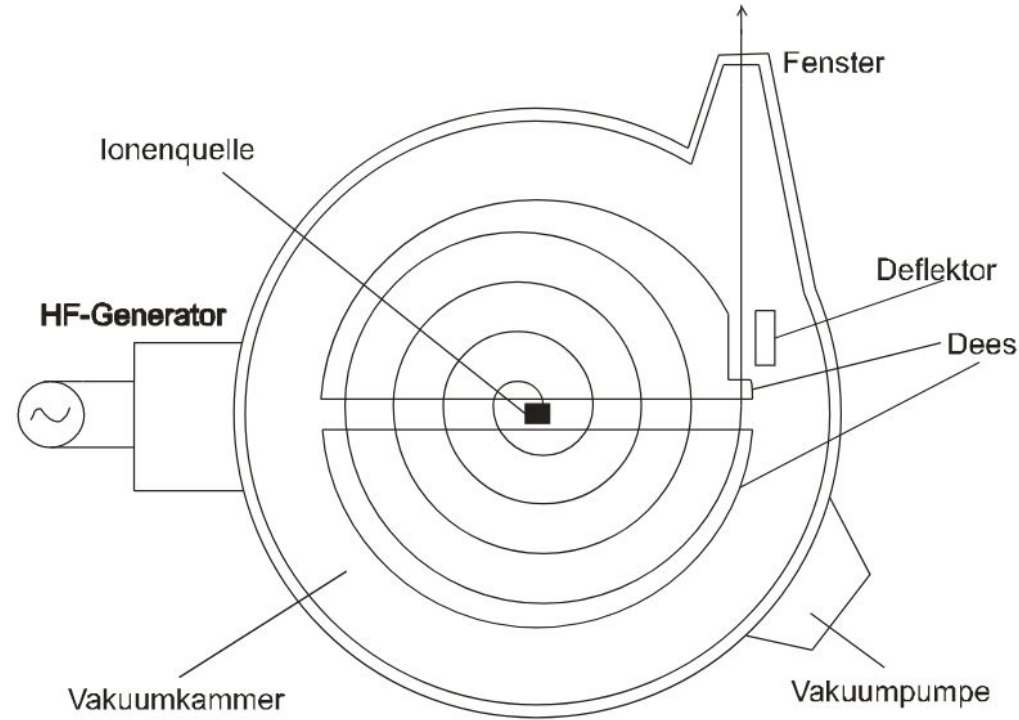
- Idee Zyklotron **1930** von E. O. Lawrence
- Realisierung **1932** mit M. S. Livingston
- Entwicklung mit 9MeV



Aufbau

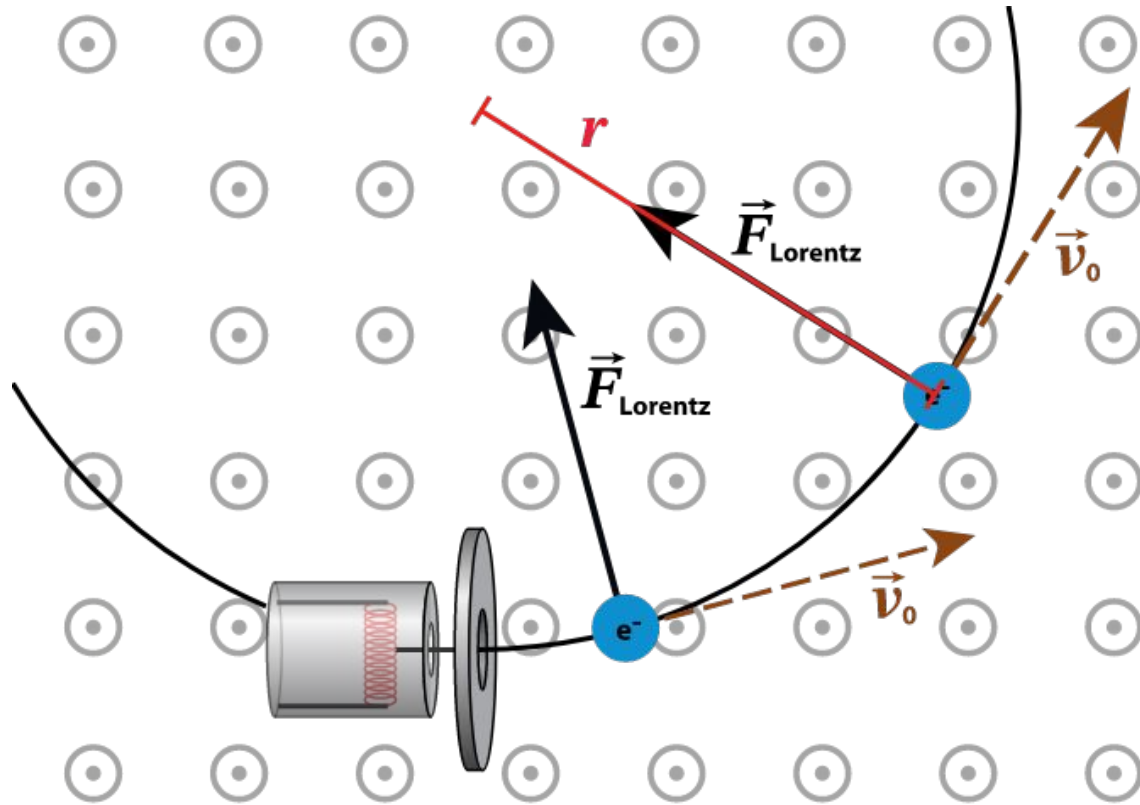


Grundprinzip

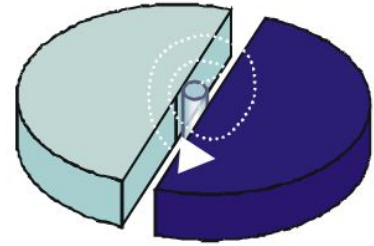
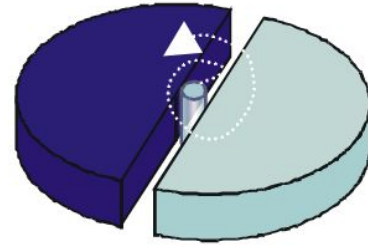
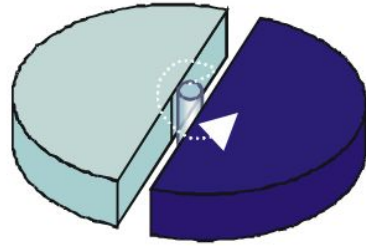
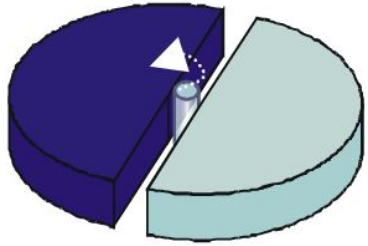


1. Ionenquelle gibt Teilchen ab
2. Teilchen wird in Kreisbahn gezwungen
3. Beschleunigung im Spalt durch E-Feld
4. Wegen Beschleunigung größere Kreisbahn

Kräftewirkung



Frequenz



$$F_L = F_Z$$

$$q \cdot v \cdot B = \frac{m \cdot v^2}{r}$$

$$q \cdot B = m \cdot \omega \cdot r$$

$$q \cdot B = 2\pi m f$$

$$f = \frac{q \cdot B}{2\pi m}$$

$$v = \omega \cdot r$$

$$= 2\pi \cdot r \cdot f$$

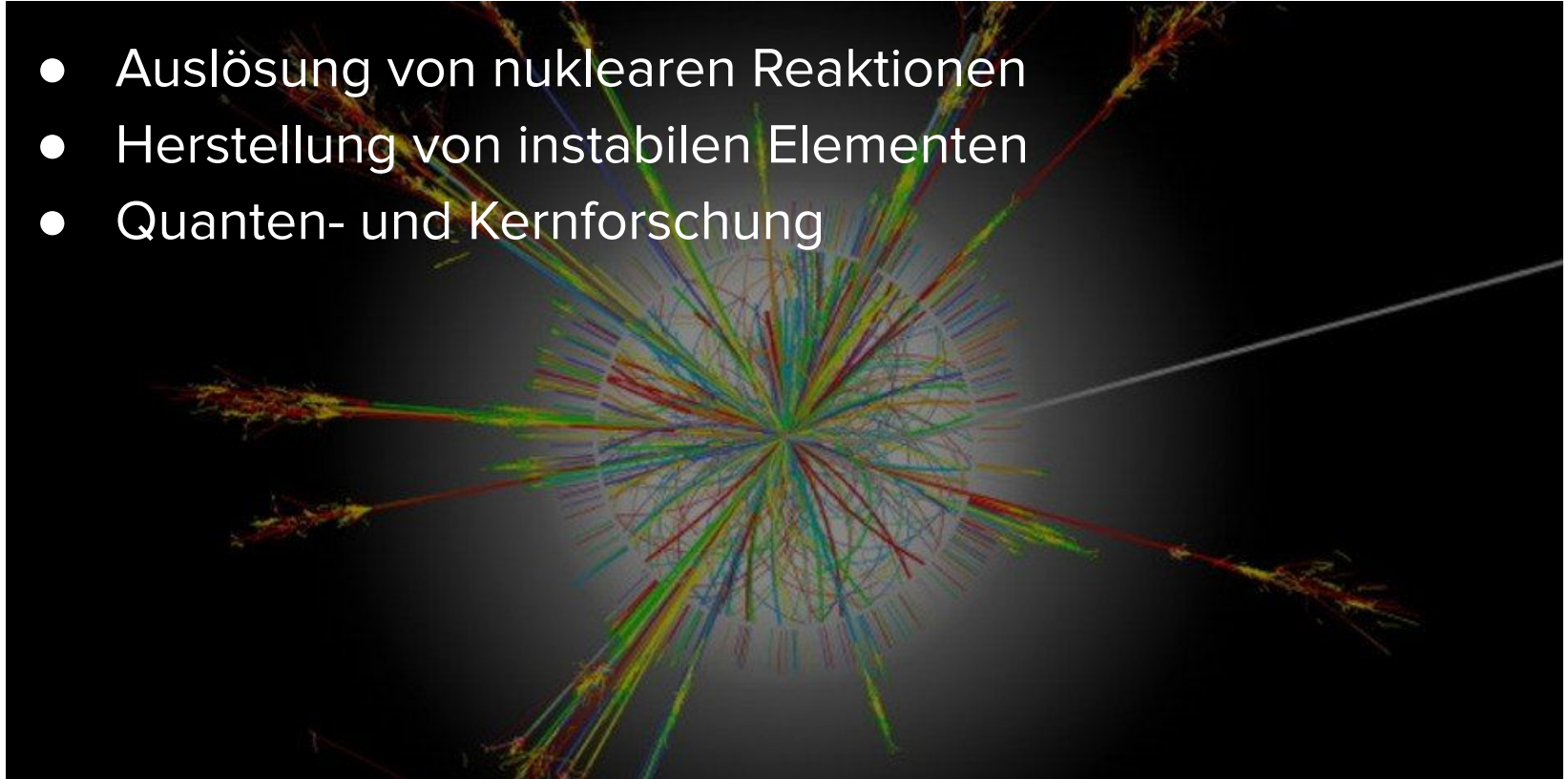
Anwendung - Medizin

- Partikeltherapie
- Hochenergetische Teilchenstrahlung
- Protonen gegen Hirntumore, Prostata- oder Brustkrebs
- Millimetergenau
 - umliegendes Gewebe wird geschont



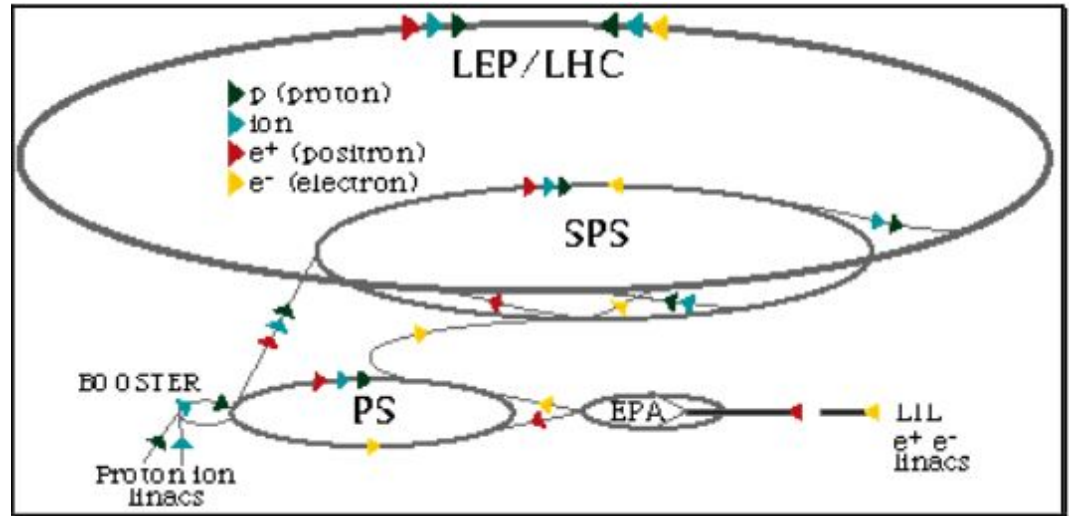
Anwendung - physikalische Prozesse

- Auslösung von nuklearen Reaktionen
- Herstellung von instabilen Elementen
- Quanten- und Kernforschung



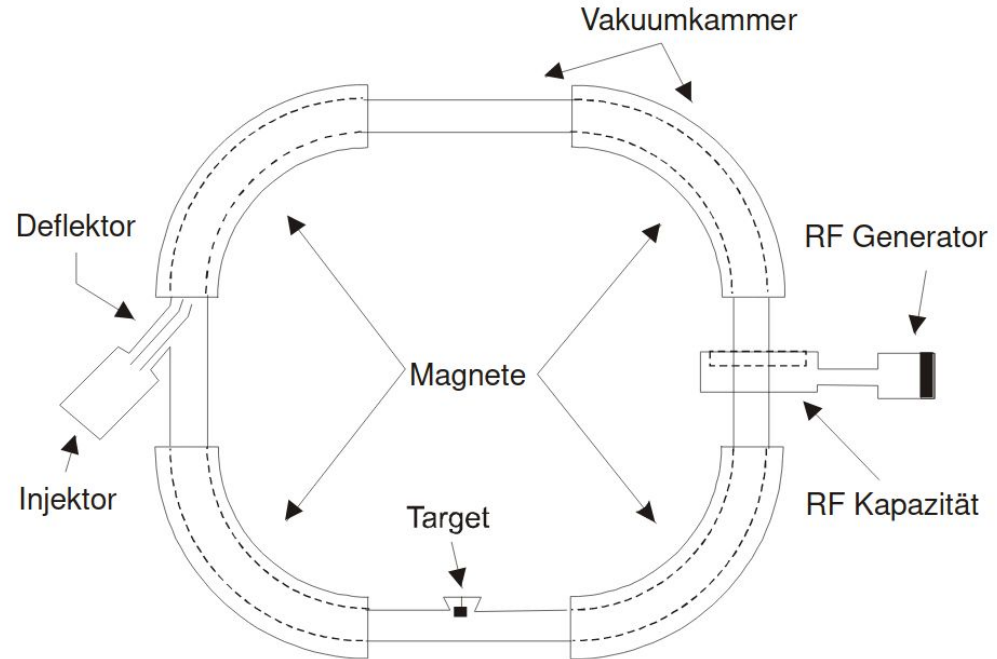
Cern

- **Large Electron Positron Collider (LEP)** bringt **Leptonen** (Elektronen, Positronen) zur Kollision
- **Large Hadron Collider (LHC)** bringt **Hadronen** (Protonen, Atomkerne) zur Kollision
- **Super Proton Synchrotron (SPS)** beschleunigt **Protonen** und **Antiprotonen**
- **Proton Synchrotron (PS)** beschleunigt **Protonen**



Synchrotron

- Teilchen verläuft auf **Kreisbahn**
- Magnetfeld wirkt nur auf Kreisbahn
- Zeitliche Änderung des Magnetfeldes und Frequenz



Aufgabe

Ein Proton soll in einem Zyklotron mit der Frequenz f 50 Hz beschleunigt werden. Welche magnetische Flussdichte müssen die Spulen erzeugen?

Lösung

$$\begin{aligned} B &= \frac{2\pi \cdot m \cdot f}{q} \\ &= \frac{2\pi \cdot 1,67 \cdot 10^{-27} \text{ kg} \cdot 50 \text{ Hz}}{1,602 \cdot 10^{-19} \text{ C}} \\ &\approx 3,28 \mu\text{H} \end{aligned}$$

Danke für Eure/Ihre
Aufmerksamkeit!

Quellen und Bildquellen

- <https://strahlentherapie-harburg.de/ausstattung/technische-ausstattung/wie-funktioniert-ein-linearbeschleuniger.html>
- <https://www.leifiphysik.de/elektrizitaetslehre/bewegte-ladungen-feldern/ausblick/zyklotron>
- <https://www.welt.de/regionales/berlin/article1293864/Medizinische-Waffe-gegen-Krebs-steht-in-Berlin.html>
- https://www.didaktik.physik.uni-muenchen.de/elektronenbahnen/b-feld/B-Feld/Auswertung.php?sa=X&ved=2ahUKewiowp2v2IjpAhWls_aOKHQqhDU8OoQF6BAgGEAI
- <https://www.leifiphysik.de/elektrizitaetslehre/stroeme-magnetisches-feld/grundwissen/magnetfeld-einer-helmholtz-spule>
- <https://www.didaktik.physik.uni-muenchen.de/elektronenbahnen/b-feld/anwendung/zyklotron.php>
- https://tulectures.web.cern.ch/docs/Teilchenbeschleuniger_040901.pdf
- <https://www.youtube.com/watch?v=hvqUtlqKCi>
- <https://www.aerzteblatt.de/nachrichten/57615/Krebsmedizin-Deutschlandweit-erstes-ambulantes-Zyklotron-eroeffnet>
- <https://www.faulhaber.com/de/maerkte/medizin-laborgeraete/zyklotron/>
- <https://medizin-aspekte.de/zyklotron-eroeffnet-neue-perspektiven-fuer-grundlagenforschung-und-angewandte-forschung-66230/>
- https://www.leifiphysik.de/sites/default/files/medien/cyklotrono2_beweggeladteilch_aus.gif
- <https://www.didaktik.physik.uni-muenchen.de/elektronenbahnen/bilder/b-feld/Zyklotron-Laengsschnitt-de.png>
- https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/b/be/27-inch_cyclotron.jpg/751px-27-inch_cyclotron.jpg
- <https://www.didaktik.physik.uni-muenchen.de/elektronenbahnen/bilder/b-feld/Zyklotron-Laengsschnitt-de.png>
- <https://www.welt.de/img/regionales/berlin/mobile101165891/6781627077-ci23x11-w1280/Protonenbestrahlung.jpg>
- blob:null/4b3279b4-11b6-4f3c-bdb8-e38ff2be0017
- <https://taz.de/picture/316236/624/urknall.jpg>
- <https://www.didaktik.physik.uni-muenchen.de/elektronenbahnen/bilder/b-feld/Radius-der-Kreisbahn-von-Elektronen-im-B-Feld.svg>