

Kundenanwendung Nr. 536: PMQ - Permanent Magnet Quadrupol

Autor: Martti Nirkko, MSc Physik; Roger Hänni, Maschinenbautechniker HF, Laboratorium für Hochenergiephysik (LHEP), Universität Bern, Schweiz

Starke Quadermagnete fokussieren einen Ionenstrahl

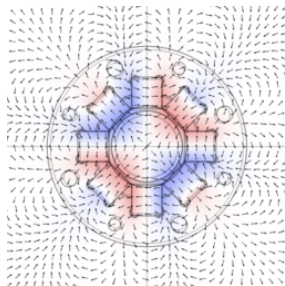
Mit 8 Quadermagneten des Typs Q-40-10-10-N (www.supermagnete.fr/ger/Q-40-10-10-N) haben wir am LHEP (Laboratory for High Energy Physics) der Universität Bern einen PMQ-Prototypen (Permanent Magnet Quadrupole (de.wikipedia.org/wiki/Quadrupolmagnet)) gebaut. Die Magnete wurden dabei zu einem Halbach-Zylinder angeordnet, um ein Quadrupolfeld zu erzeugen. Dies ist vergleichbar mit der Anwendung "Halbach Array herstellen" (www.supermagnete.fr/ger/project324); in unserem Fall wurde der Halbach Array allerdings kreisförmig und nicht gerade angeordnet.



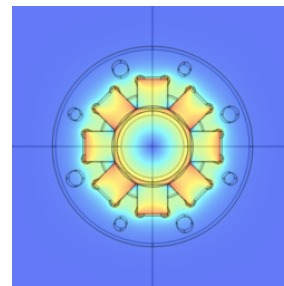
Diese Anwendung hat zu einer wissenschaftlichen Publikation (arxiv.org/abs/1211.2992) in englischer Sprache geführt - sie kann oben rechts als PDF heruntergeladen werden.

Beim Prüfen der Magnetfelder im PMQ mit einer Hall-Probe (de.wikipedia.org/wiki/Hall-Sensor) wurden die Simulationen, welche vorgängig mit der FEM (Finite Element Method) berechnet wurden, bestätigt.

Die Produkte von supermagnete.fr konnten also unsere Erwartungen erfüllen. Nach diesen erfolgreichen Tests haben wir 4 weitere PMQs hergestellt.

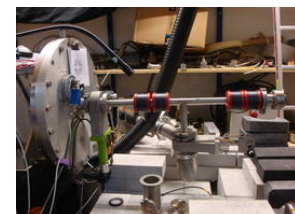


Skalares Potential des Magnetfeldes im PMQ mit Magnetfeldrichtung (rot: Nordpole, blau: Südpole)



Betrag der magnetischen Flussdichte im PMQ, Farbskala von 0 (blau) bis 1 Tesla (rot)

In Serie und in den richtigen Abständen montiert (als zwei FODO Zellen) dienen die 4 Quadrupole zur Fokussierung eines H- Ionenstrahls, welcher von unserem Beschleuniger erzeugt wird. Der fokussierte Strahl hat beim Auftreffen auf ein ruhendes Ziel (Target) eine hohe Intensität, was zu höheren Reaktionsraten im Target-Material führt.



Die 4 PMQ-Einheiten, am Beschleuniger montiert



Physikalische Erläuterungen

Bei dieser Anwendung haben wir uns die Lorentzkraft (www.supermagnete.ch/magnetismus/lorentzkraft) zu Nutze gemacht. Die Lorentzkraft ist die Kraft, die ein geladenes Teilchen erfährt, wenn es sich durch elektromagnetische Felder bewegt. Die Kraft besteht dabei aus zwei Komponenten: Der elektrischen und der magnetischen Komponente. Die erste Komponente wirkt in Richtung des elektrischen Felds, die zweite hingegen wirkt rechtwinklig auf das Magnetfeld und die Teilchenbahn. Das bedeutet, dass sich geladene Teilchen mit elektrischen Feldern beschleunigen lassen, und Magnetfelder benutzt werden können, um die Teilchen abzulenken.

Betrachtet man allein die Bewegung eines geladenen Teilchens in einem magnetischen Feld, so lässt sich die so genannte Dreifingerregel anwenden.

Anwendungen der Lorentzkraft finden sich zahlreiche: So funktionieren beispielsweise Elektromotoren, Fahrraddynamos oder Lautsprecher mithilfe dieses Prinzips. Selbstverständlich kommt es auch in der Teilchenphysik zu zahlreichen Anwendungen: Bei Beschleunigern werden magnetische Multipole verwendet, um die Teilchenstrahlen zu manipulieren. Dipole (2 Pole) krümmen die Teilchenbahn, Quadrupole (4 Pole) fokussieren den Strahl in die horizontale Richtung und defokussieren in die vertikale Richtung oder umgekehrt. Man kann also nur in eine Richtung auf einmal fokussieren. Wählt man nun aber schlaue Abstände zwischen den Quadrupolen, so ist es möglich, an einem bestimmten Punkt entlang des Teilchenstrahls eine so genannte Strahltaile zu erhalten. Dort ist die Querschnittfläche durch den Strahl minimal. Der Satz von Liouville ([de.wikipedia.org/wiki/Satz_von_Liouville_\(Physik\)](http://de.wikipedia.org/wiki/Satz_von_Liouville_(Physik))) wird dabei nicht verletzt.

Verwendete Artikel

8 x Q-40-10-10-N: Quadermagnet 40 x 10 x 10 mm (www.supermagnete.fr/ger/Q-40-10-10-N)

Online seit: 21.10.2011

Der gesamte Inhalt dieser Seite ist urheberrechtlich geschützt. Ohne ausdrückliche Genehmigung darf der Inhalt weder kopiert noch anderweitig verwendet werden.