

Magnetfeldvermessung von Elektromagneten

Philipp Kompa

NTW Fellowtreffen 2023, Münster

pkompa@students.uni-mainz.de

Einführung

Elektromagnete bilden einen wichtigen Bestandteil von Teilchenbeschleunigern. Nach Entwurf und Fertigung müssen die Magnete vermessen werden, da die Spulen der Magnete in der Regel nicht genau modelliert werden können, wodurch sich in den Randfeldern Abweichungen zwischen Modell und dem echten Magneten ergeben. Anhand der gemessenen Daten kann entschieden werden, ob das Bauteil den Anforderungen entspricht, oder ob Korrekturen notwendig sind. Weiterhin können die Daten für eine genauere Simulation des Beschleunigers genutzt werden. Im Rahmen meiner aktuellen HiWi-Tätigkeit bin ich momentan dabei einige Magnete in Mainz zu vermessen.

Funktionsweise

Der Magnetmessstand besteht aus einer Messsonde, die mittels Schrittmotoren in kartesischen Koordinaten verfahren werden kann. Die Schrittmotoren drehen Gewindestangen, wodurch der Arm mit der Sonde bewegt wird. Hierdurch wird eine hohe Genauigkeit in der Positionierung erreicht. Die Steuerung der Schrittmotoren, sowie die Aufzeichnung der Messdaten erfolgen durch einen Computer.

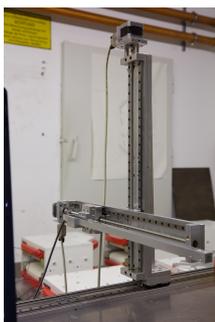


Figure 6: Magnetmessstand. [1]

Samplingdichte

Für jede Messung muss vorher festgelegt werden, wo gemessen werden soll. Hierbei ist nicht nur das zu messende Volumen ein Faktor für die Messzeit, sondern auch die Dichte, mit der die Messpunkte in dem Volumen gemessen werden sollen. Hierbei kann es sinnvoll sein, mit nicht-konstanter Dichte zu messen, da so in Bereichen mit geringem Gradienten Zeit gespart werden kann, während Bereiche mit hohem Gradienten durch eine höhere Ortsauflösung genauer erfasst werden können.

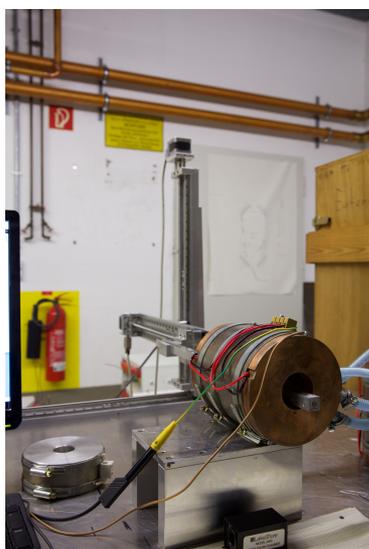


Figure 1: Magnetmessstand mit Solenoid. [1]



Figure 2: Messsonde zentriert ($y = 0 \text{ mm}$) [1]



Figure 3: Messsonde nach oben verschoben ($y = 10 \text{ mm}$) – da geht noch was! [1]



Figure 4: Messsonde nach oben verschoben ($y = 11 \text{ mm}$) – noch weiter? [1]



Figure 5: Messsonde nach oben verschoben ($y = 12 \text{ mm}$) – nach wie vor: kollisionsfrei! :) [1]

Automatisierung & weitere Messungen

Da die Messung ohnehin durch einen Computer gesteuert wird, bietet es sich an, verschiedene Messungen hintereinander automatisiert durchzuführen. Hierbei ist es von Vorteil, dass auch das Netzgerät, welches den zu testenden Magneten mit Strom versorgt, durch den Computer gesteuert werden kann.

Weiterhin kann durch das Netzgerät neben dem Strom auch die Spannung ausgelesen werden, wodurch sich Aufschlüsse über den thermischen Zustand der Spule erhalten lassen.

Weitere Bilder

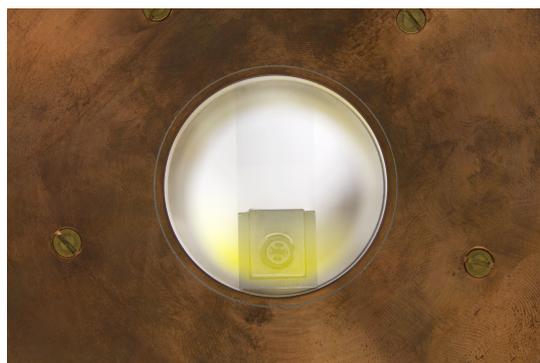


Figure 7: Bewegung [1]



Figure 8: Nochmal Bewegung :) [1]

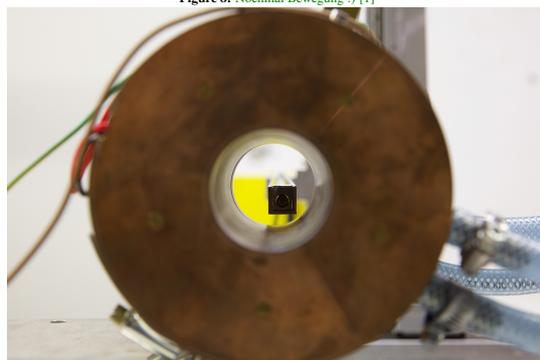


Figure 9: Blick in den Solenoiden während der Messung. [1]

Zusammenfassung und Ausblick

Während meiner Einarbeitung in die Bedienung des Teststandes hat sich gezeigt, dass eine gute Dokumentation für Software hilfreich ist – mit einer mittelmäßigen Dokumentation dauert es eine Weile bis man sich zurecht findet. Weiterhin konnte ich aber auch feststellen, dass vorhandene Programmierkenntnisse durchaus hilfreich sind und einem die Arbeit deutlich erleichtern können.

Für die Zukunft, insbesondere bei größeren Dipolen relevant, ist geplant adaptives Sampling zu implementieren – hierbei wird zunächst mit einem groben Raster gemessen und anschließend anhand der Daten entschieden, wo mehr Messpunkte sinnvoll sind. Durch eine Automatisierung dieses Verfahrens lässt sich die Messzeit erheblich reduzieren, da dann wirklich nur dort viel gemessen wird, wo es auch sinnvoll ist.

References

[0] LaTeX Poster template: <https://www.latextemplates.com/template/poster-gottai-poster>
[1] Philipp Kompa, eigene Photos, 22.08.2023