

# Optimierung von Magnetfeldmodellen: Neue Ansätze zur Beschreibung der Magnetopause

Betreuer: Dr. Daniel Heyner

Die Magnetopause bildet die äußere Grenzschicht einer Magnetosphäre. In dieser Region fließen elektrische Ströme, die das planetare Magnetfeld vor dem Sonnenwind und seinem mitgetragenen Magnetfeld abschirmen. Für verschiedene Planeten gibt es empirische Modelle, die die Form der Magnetopause häufig als Rotationsellipsoid beschreiben. Um die Abschirmung physikalisch korrekt zu modellieren, muss ein sogenanntes Abschirmfeld berechnet werden, das den magnetischen Fluss durch die Magnetopause minimiert.

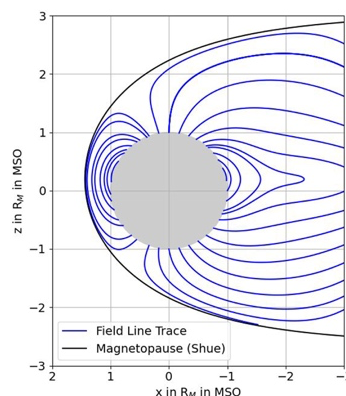
Üblicherweise wird hierfür ein Potentialansatz verwendet: Das Magnetfeld wird durch ein Potential beschrieben, das in harmonischen Funktionen entwickelt wird. Die Koeffizienten dieser Entwicklung werden durch die Anpassung an vorgegebene Daten des Magnetfeldes an der Magnetopause bestimmt. Dieses Verfahren erfordert die Lösung eines nichtlinearen Optimierungsproblems, das jedoch oft störungsanfällig ist und eine große Anzahl von Parametern benötigt, um zu präzisen Ergebnissen zu kommen.

Durch moderne Anpassungsalgorithmen könnte dieses Problem effizienter gelöst werden. Insbesondere könnte die Berechnung auf die Lösung eines Laplace-Problems mit Neumann-Randbedingungen reduziert werden, wodurch eventuell weniger Koeffizienten notwendig wären. Mit dieser Methode ließen sich zudem komplexere, nicht-rotationssymmetrische Formen der Magnetopause modellieren.

Ziele der Bachelorarbeit

- Entwicklung in 2D: Zunächst soll die Methode für ein zweidimensionales Modell entwickelt und validiert werden.
- Erweiterung auf 3D: Anschließend soll das Modell auf rotationssymmetrische dreidimensionale Formen erweitert werden.
- Nicht-rotationssymmetrische Formen: Schließlich sollen nicht-rotationssymmetrische Magnetopausenformen berücksichtigt werden.

Die Ergebnisse sollen abschließend mit bestehenden empirischen Modellen verglichen werden – sowohl hinsichtlich der Effizienz als auch der Genauigkeit. Ein besonderes Augenmerk liegt auf der möglichen Verbesserung der Modelle für die Magnetosphären von Merkur und Jupiter, die aktuell von großem wissenschaftlichem Interesse sind und mit Missionen wie BepiColombo und JUICE intensiv untersucht werden.



Empirisch bestimmte Magnetfeldlinien in der Magnetosphäre des Merkur (grauer Kreis). Die Magnetopause ist als schwarze Linie eingezeichnet.