



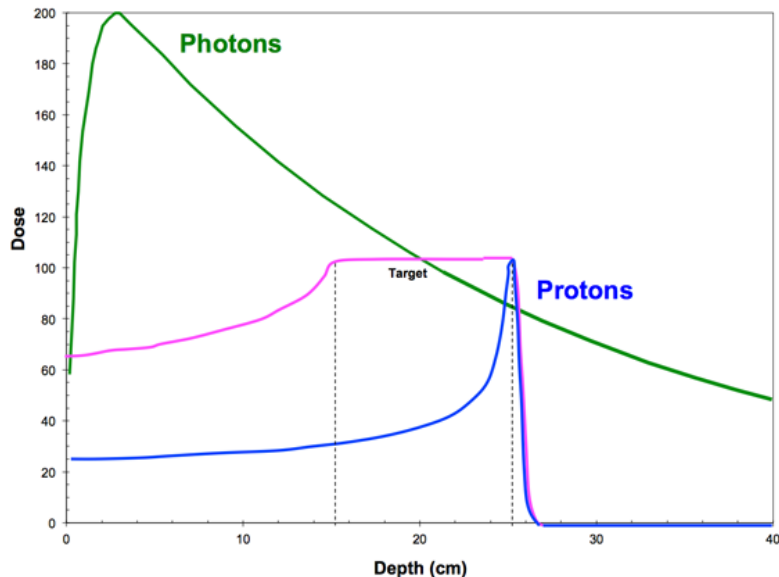
Das Zyklotron **COMET** als Teilchenquelle für die Protonentherapie am **PSI**

Das Paul Scherrer Institut



- Größtes Forschungszentrum der Schweiz
- 1500 Vollzeitstellen + 2000 Gastwissenschaftler/Jahr

Grundlagen der Protonentherapie



- Behandlung von Tumoren
- Bragg Peak
- Protonenstrahl ist führbar
- Geringere Tumortiefe
→ weniger Energie nötig

Das COMET Zyklotron

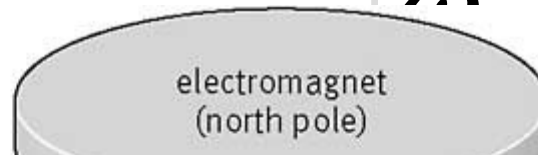
PAUL SCHERRER INSTITUT

PSI

THM

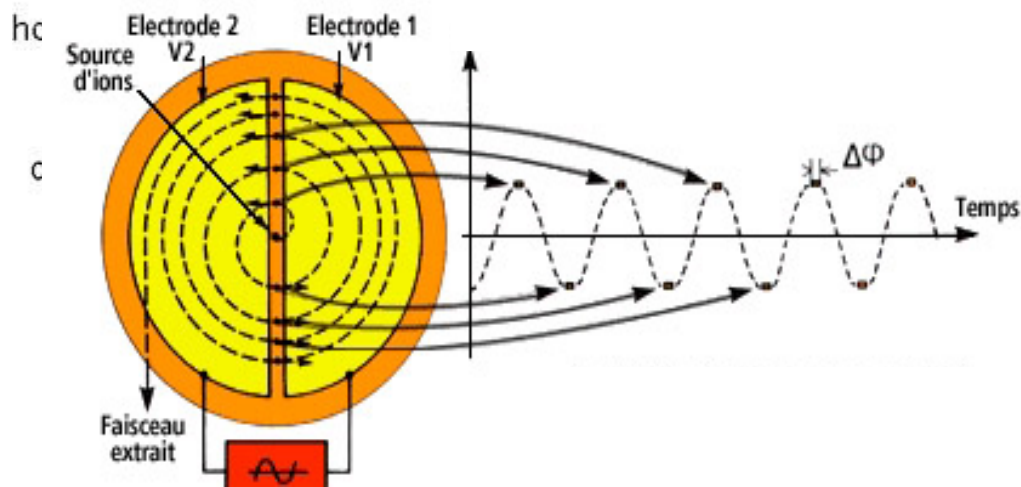
TECHNISCHE HOCHSCHULE MITTELHESSEN

Isochrone



$$= \omega_{orbital}$$

Cyclotron



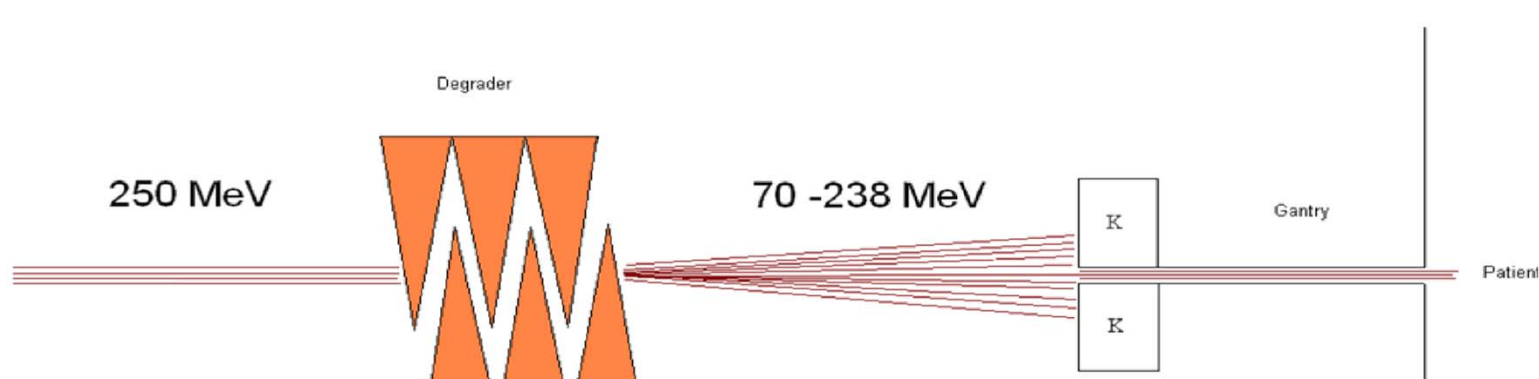
Das COMET Zyklotron



- Extraktion eines Protonenstrahls
- Isochronzyklotron: Erhaltung der Isochroniebedingung durch Erhöhung des Magnetfeldes nach außen.
- kompakt (Durchmesser: 3.2 m)
- 4 spiralförmige „Dee“s and Valleys
- 1 supraleitendes Spulenpaar
- Anzahl der Turns: 630
- Extraktionsenergie: 250 MeV

Motivation

- 250 MeV (38 cm Tiefe in Wasser) ist für die meisten Behandlungen eine zu hohe Reichweite. (Behandlung von Augen- und Hirntumoren)
- Degrader (70 – 238MeV)
 - reduzierte Transmission
 - mehr aktivierte Komponenten
 - erhöhte Strahlenbelastung



Motivation



Falls $E_{\text{ext}} < 250 \text{ MeV}$ können wir weniger abschwächen.

Randbedingungen:

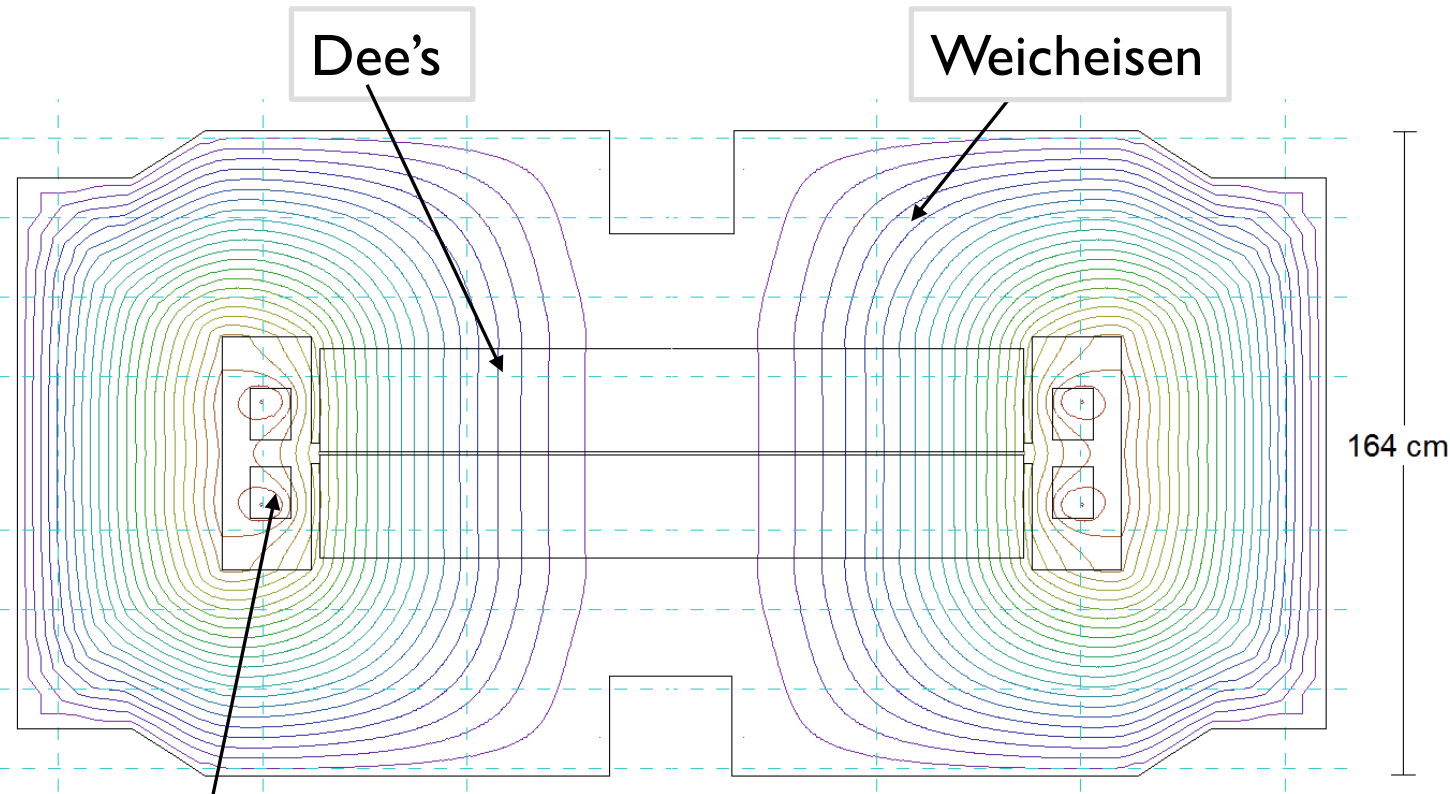
- COMET soll “kompakt” bleiben
- Minimale Designänderungen
- kein „Millioneninvestment“

Ziel:

Bei gleichem Radius zwei verschiedene Magnetfeldstärken mit Einhaltung der Isochroniebedingung ($\omega_{\text{ext}} = \omega_{\text{ext}}(\gamma)$)

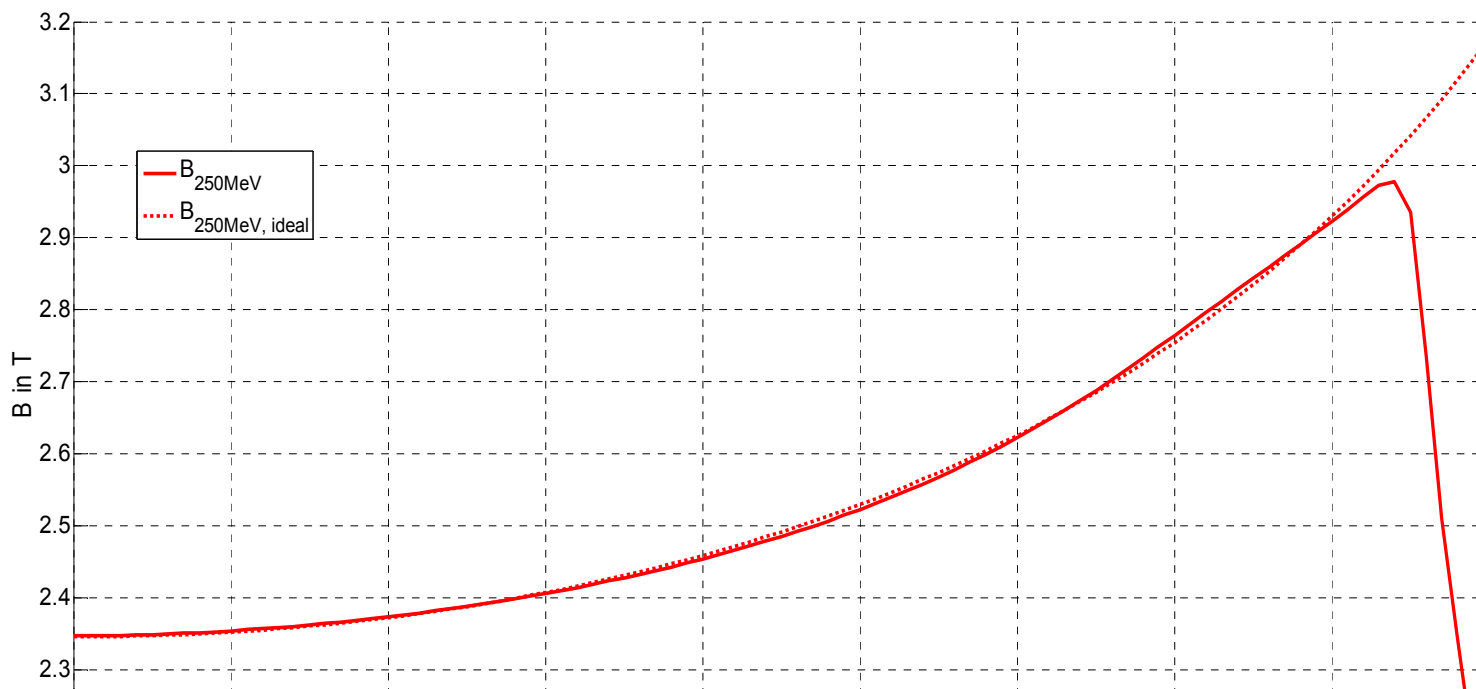
Methode

Simulation von COMET mit „Mesh“ and „PerMag“



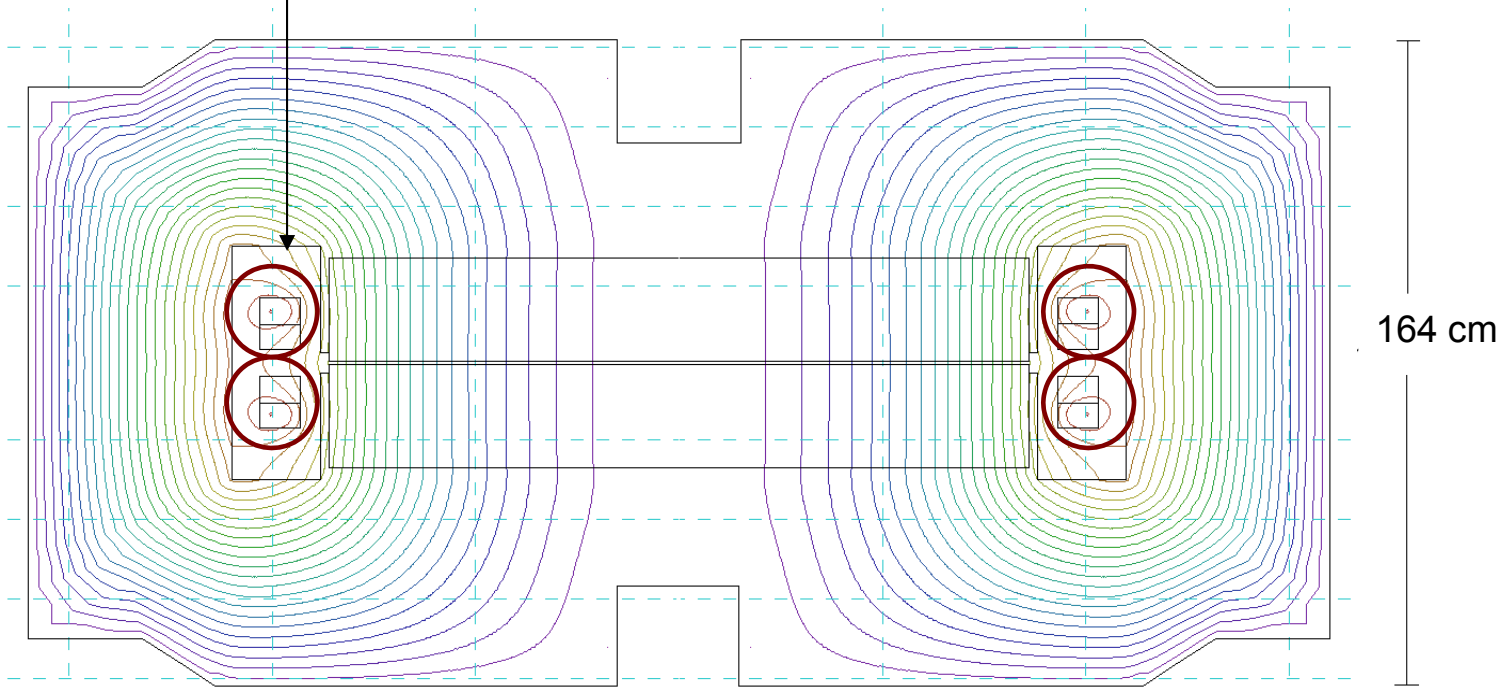
Das COMET Zyklotron

Verlauf des idealen und des simulierten B-Feldes für eine Extraktionsenergie von 250 MeV:



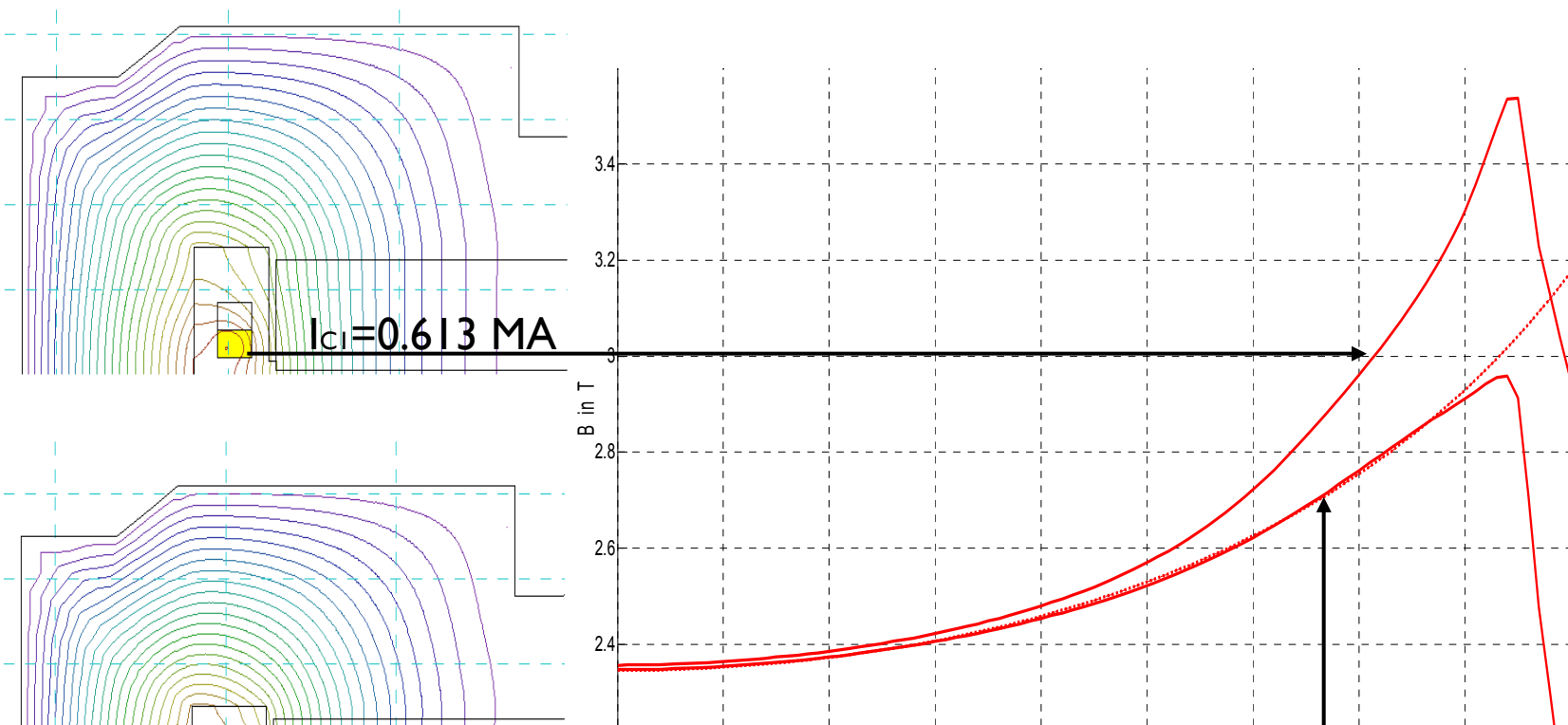
Methode

2. Spule!



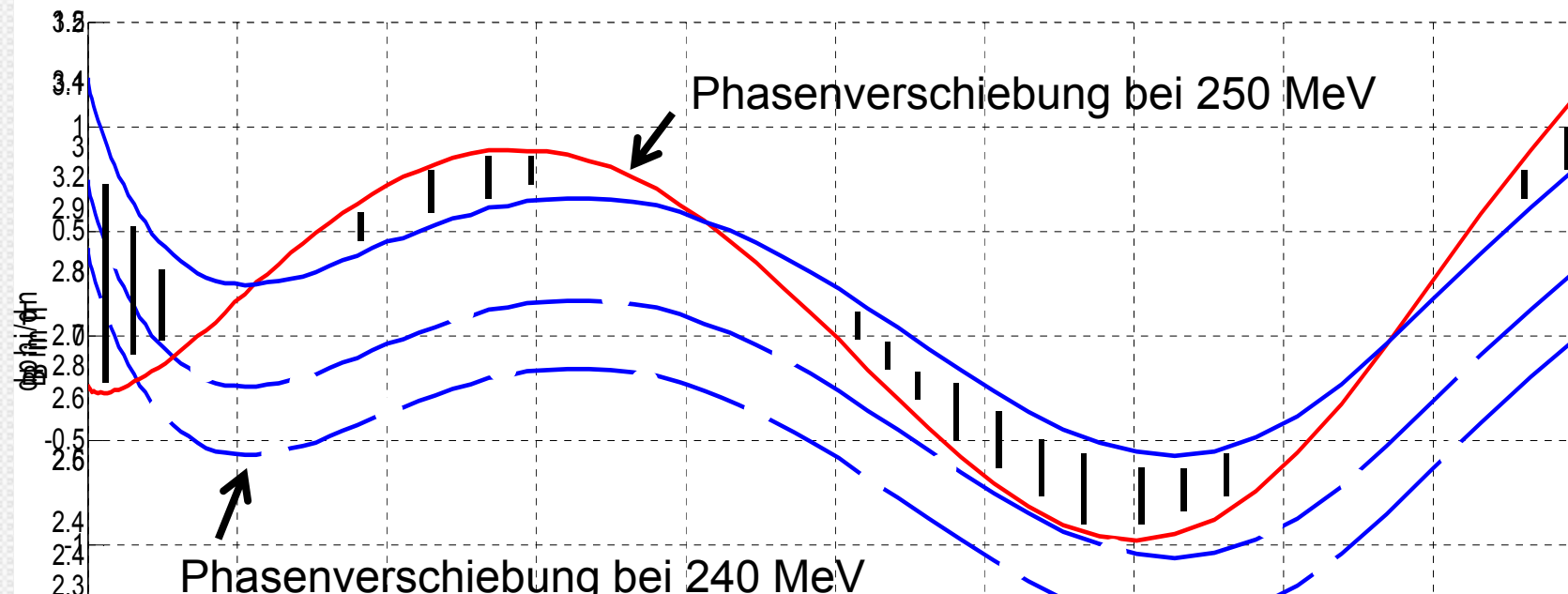
Methode

Feldverlauf ist von der Spulenposition abhängig

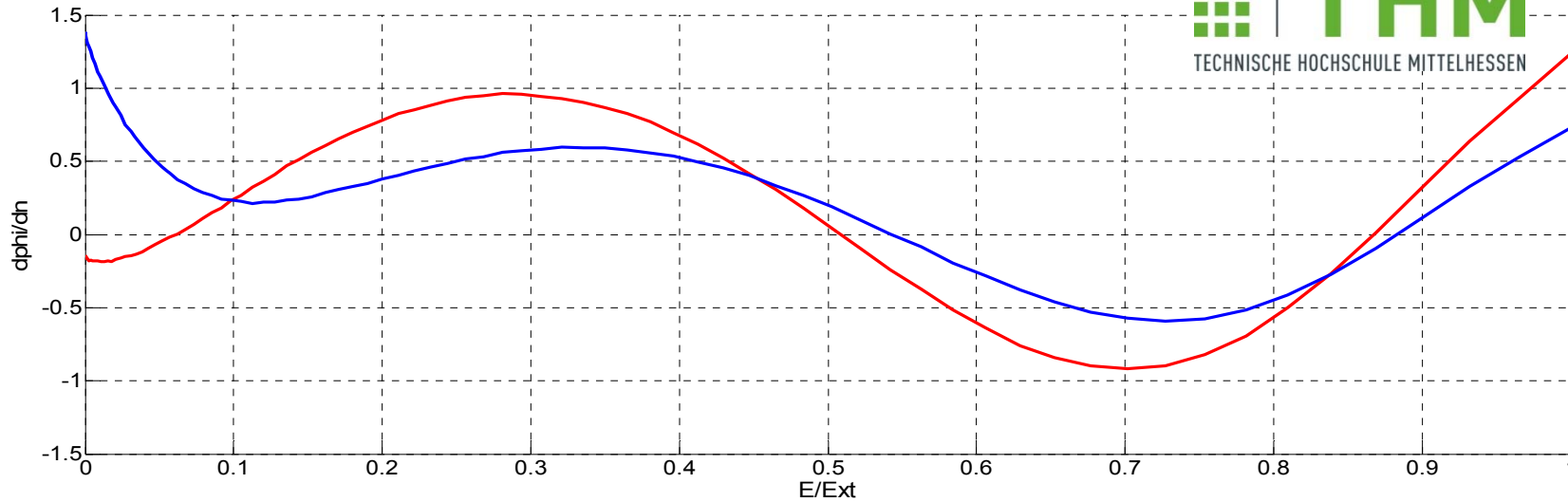


Methode

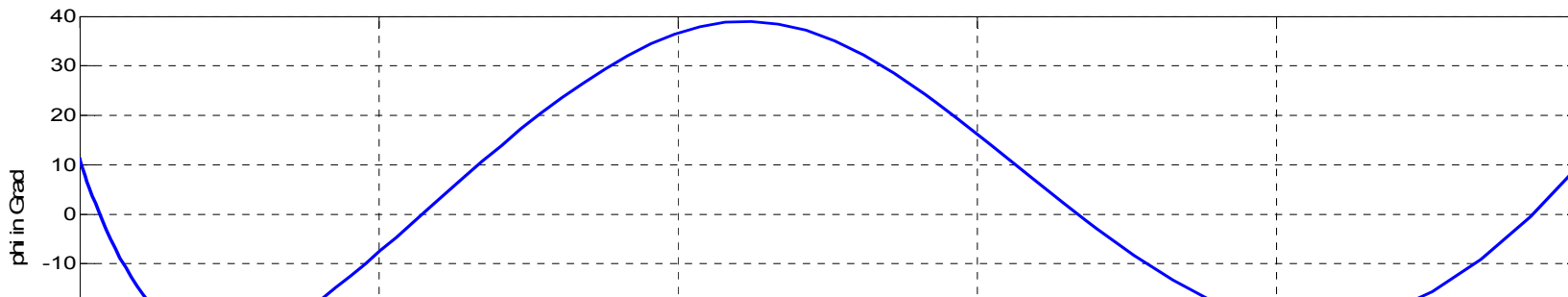
- Variation der Spulenposition
- Variation des Gesamtstroms
- Variation der Stromverteilung
- Variation der RF



Ergebnisse



→ Bestes Ergebnis für einen Phasenverlauf zwischen einem 250 MeV und 240 MeV Strahl



Diskussion



- Temperatureinflüsse können in PerMag nicht simuliert werden
- Die Simulation wurde mit einem 2D freeware Programm erstellt.

Mithilfe Programmen mit höherer Auflösung (Poisson) und/oder 3D-fähigen Simulationsprogrammen (TOSCA) würden sich die Ergebnisse dieser Studie detailreicher darstellen lassen.



**Vielen Dank für Ihre
Aufmerksamkeit!**

Paul Scherrer Institut: www.psi.ch