

# Untersuchungen zur Impedanzreduktion an MA-Kavitäten durch Kurzschließen von Ringkernen

Betreuer: Jens Schweickhardt, M.Sc.

Fachgebietsleiter: Prof. Dr.-Ing. Harald Klingbeil



- ▶ Aufgabenstellung
- ▶ Der Messaufbau
- ▶ Simulation
- ▶ Gegenüberstellung der Messung und Simulation
- ▶ Auswertung der Kurzschlussanordnungen
- ▶ Fazit und Ausblick



# Aufgabenstellung



- ▶ MA(Magnetic Alloy)-Ringkerne als Last der Kavität
- ▶ Im nicht beschleunigenden Betrieb Kavität möglichst wenig Einfluss auf den Strahl gewünscht (geringe Shuntimpedanz)
- ▶ Theorie: Kurzschlusschaltung um die Ringkerne soll dessen Einfluss auf die Impedanz reduzieren

# Herangehensweise

- ▶ Abwechselnd in Messung und Simulation
- ▶ Parameter für Kurzschlüsse abgeleitet



# Die Testbox

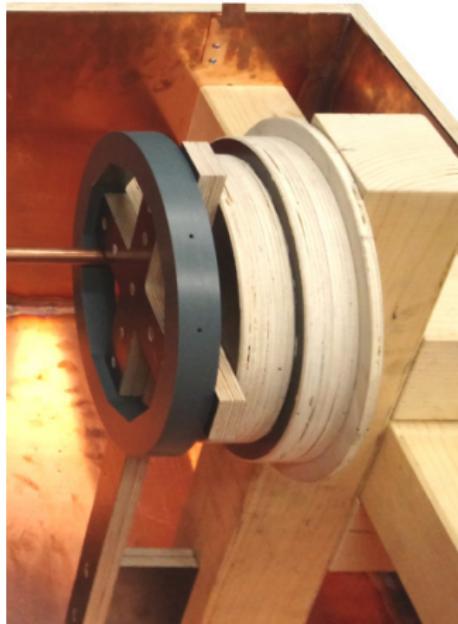


- ▶ Innen mit Kupferblech (Dicke 1 mm) ausgekleidet
- ▶ Holzkonstruktion als Ringkernhalterung
- ▶ Kupferrohr zur Einkopplung
  - ▶ Am Rand der Box mit BNC-Steckerausgang

# Konstruktion der Ringkernhalterung

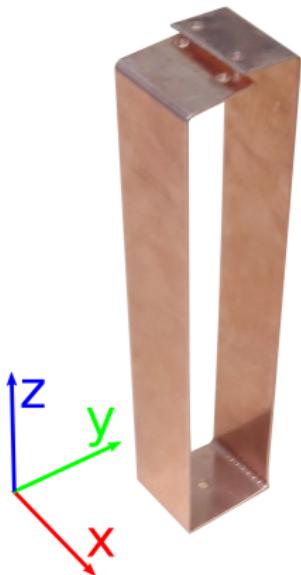


TECHNISCHE  
UNIVERSITÄT  
DARMSTADT



- ▶ Anordnung um gewünschte Messungen durchzuführen
- ▶ Ringförmige Halterung, an Innenseite Polygonzug
- ▶ Schraubenlöcher mit Gewinde in Polygon zur Fixierung
- ▶ Reproduzierbare Positionierung
- ▶ Präzise Montage

# Entwurf der Kurzschlusschienen

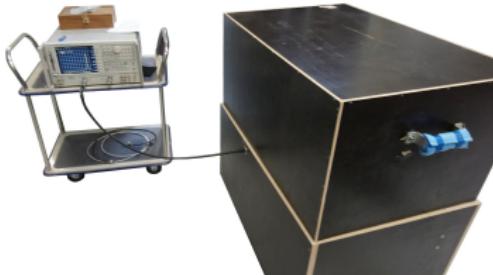


- ▶ Lochung im unteren Teil zur Montage
- ▶ Lochungen im oberen Teil zur Kontaktherstellung
- ▶ Mehrere Variationsparameter der Form gefertigt:
  - ▶ Höhe der Kurzschlüsse in z-Richtung
  - ▶ Breite der Kurzschlüsse in x-Richtung
  - ▶ Blechdicke der Kürzschlüsse

# Messaufbau



- ▶ Montage von 1-8 Kurzschlüssen
- ▶ Verschluss der Box (Störeinflüsse minimieren)
- ▶ Messung mittels Netzwerk-Analysator:  $Z_{refl}$  des  $S_{11}$  Parameters



# Durchgeführte Messungen

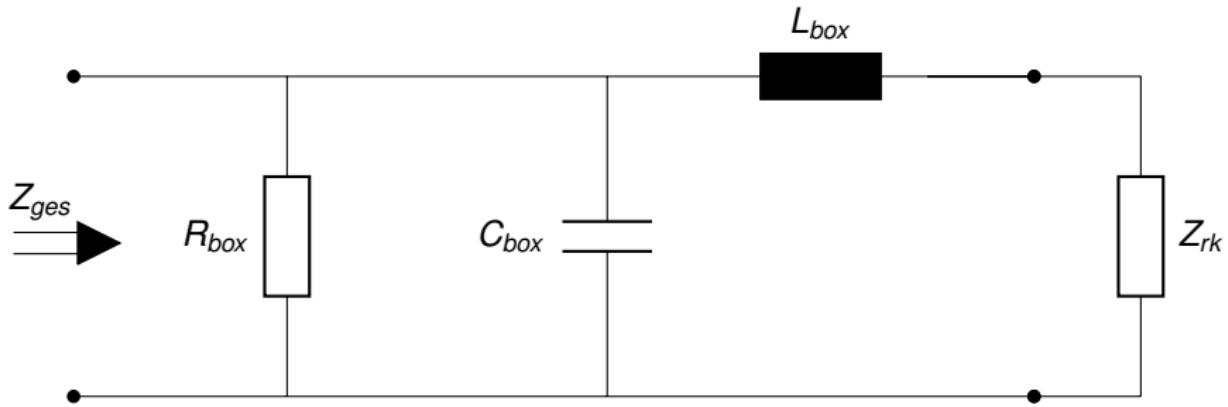


Kurzschlussform			Anzahl Kurzschlüsse
Höhe in z	Breite in x	Blechdicke	
160 mm	30 mm	1 mm	1-8
160 mm	20 mm	1 mm	1-2
160 mm	50 mm	1 mm	1-2
200 mm	30 mm	1 mm	1-2
250 mm	30 mm	1 mm	1-2
160 mm	30 mm	2 mm	1-2

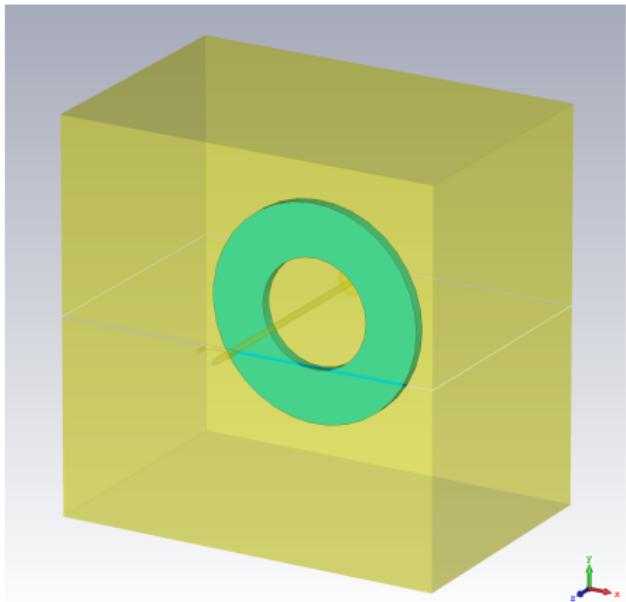
# RLC-Ersatzschaltbild der Testbox mit Ringkern



TECHNISCHE  
UNIVERSITÄT  
DARMSTADT

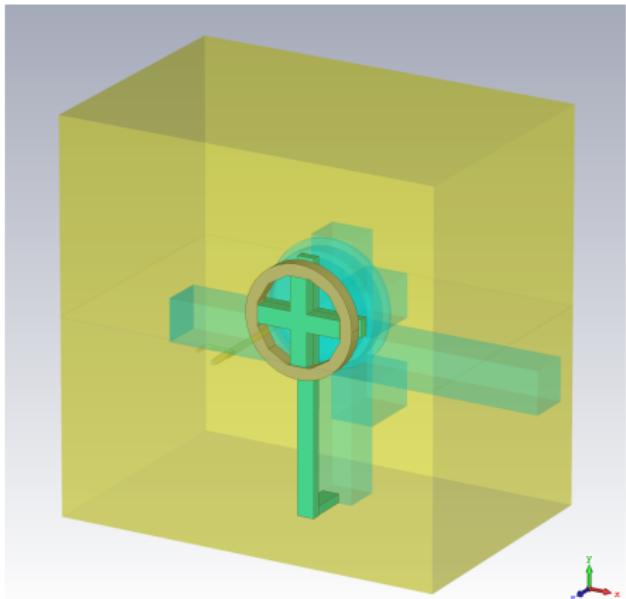


# Simulation



- ▶ Erweiterung des Modells von Denys Bast
- ▶ Zur Kreuzvalidierung der Ergebnisse
- ▶ Einfache Methode weitere Anordnungen zu testen

# Realitätsgerechte Anpassungen der Simulation

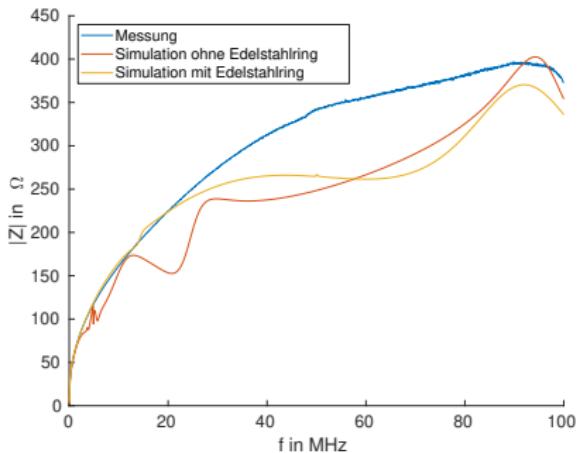
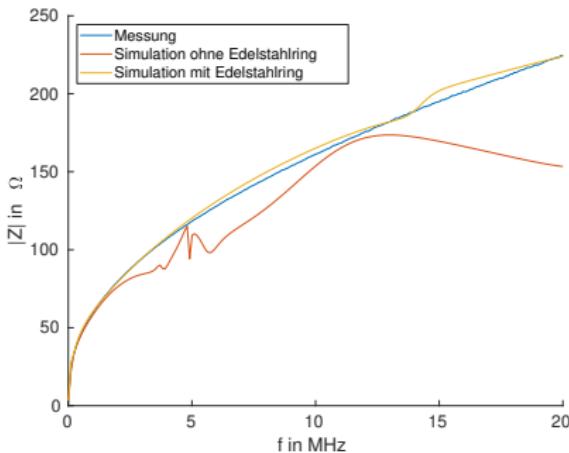


- ▶ Einbau von Holzkonstruktion und Ringkernhalterung in Simulationsmodell
- ▶ Mehr Füllstoff in der Testbox:
  - ▶ Geringere Resonanzfrequenz
  - ▶ Höhere Impedanz im niedrigen Frequenzbereich
- ▶ Ziel:
  - ▶ Bessere Approximation des realen Aufbaus
  - ▶ Messfehler evaluieren oder ausschließen

# Ringkernmodellierung

- ▶ Ringkernmaterial anhand von Messung modelliert
- ▶ Dissipatives, komplexes  $\underline{\mu}_r$
- ▶ Material in CST übergeben und für Simulation verwendet

# Gegenüberstellung der Simulations- und Messergebnisse (ohne Kurzschlüsse)

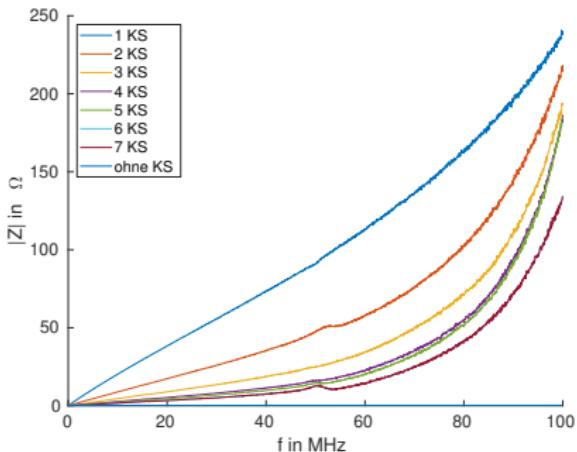
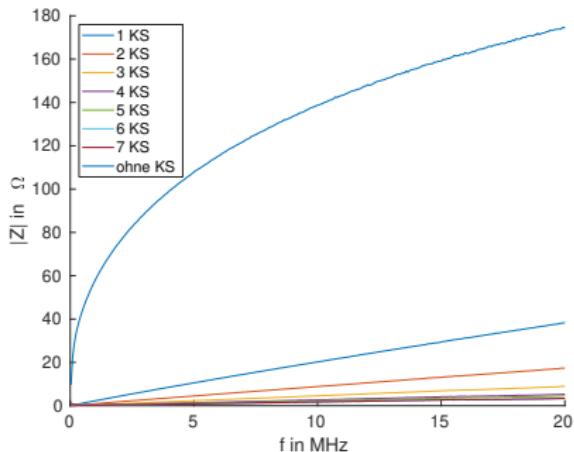


# Auswertung der Kurzschlussanordnungen

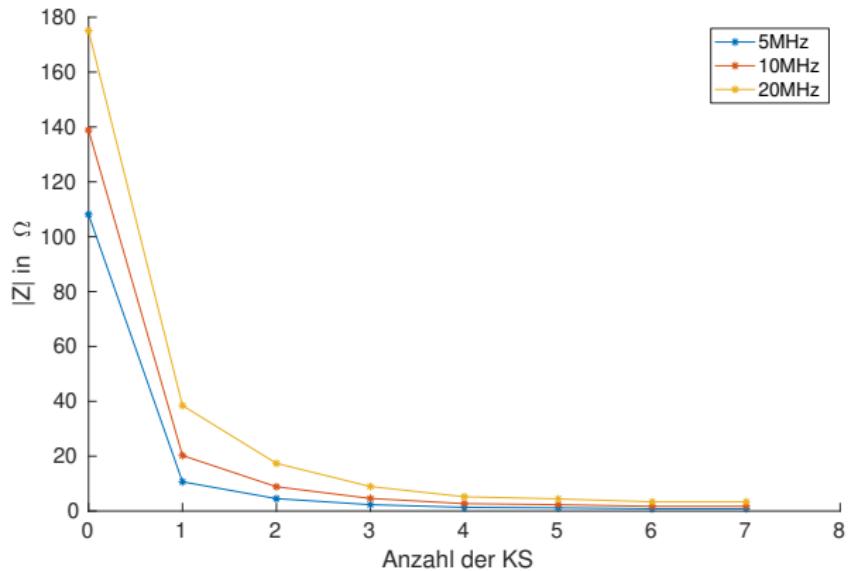
Zur Gegenüberstellung werden folgende



# Anzahl der Kurzschlüsse



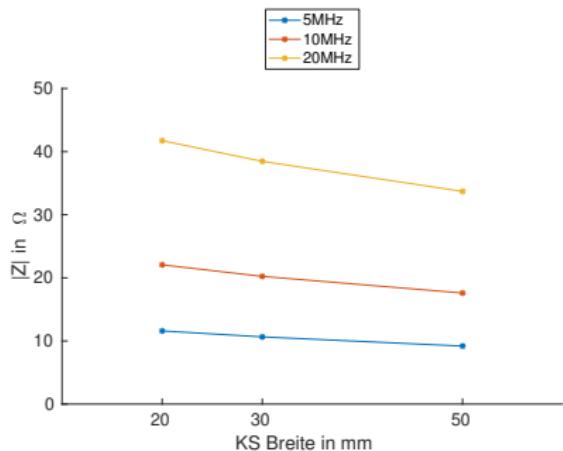
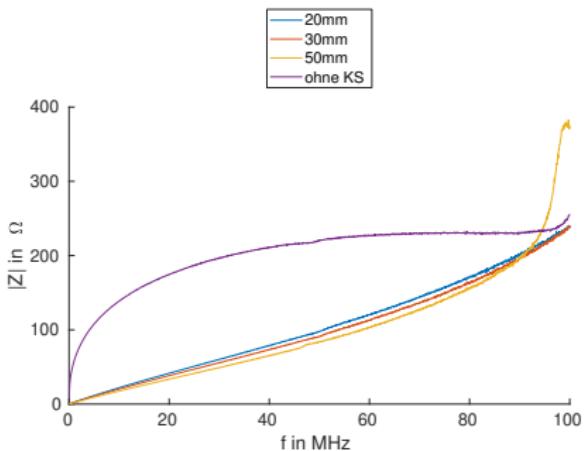
# Anzahl der Kurzschlüsse



# Breite der Kurzschlüsse



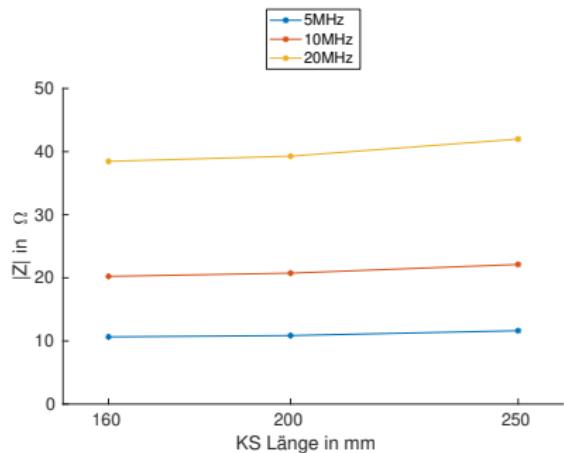
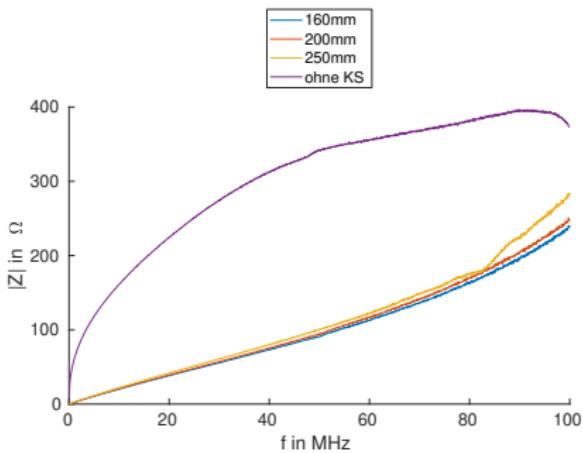
TECHNISCHE  
UNIVERSITÄT  
DARMSTADT



# Länge der Kurzschlüsse



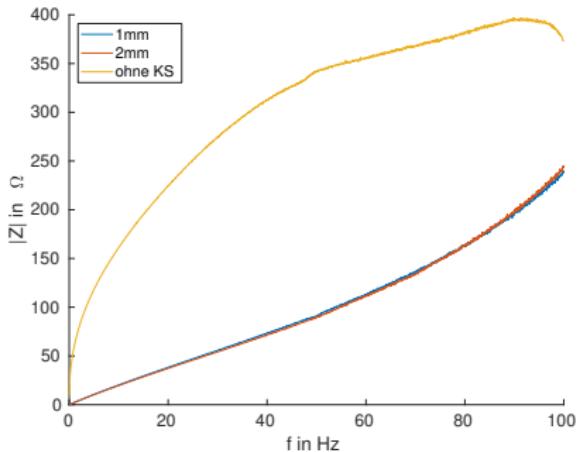
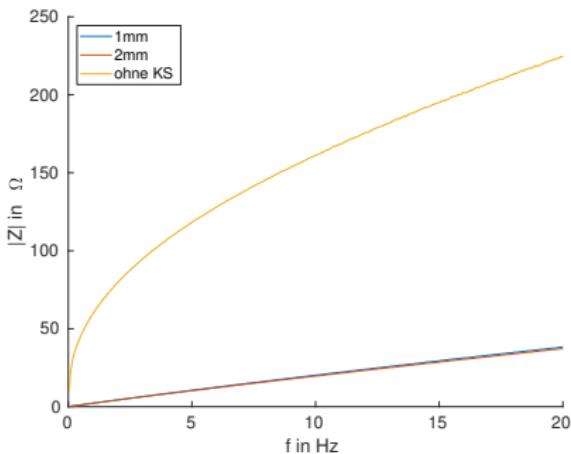
TECHNISCHE  
UNIVERSITÄT  
DARMSTADT



# Dicke der Kurzschlüsse



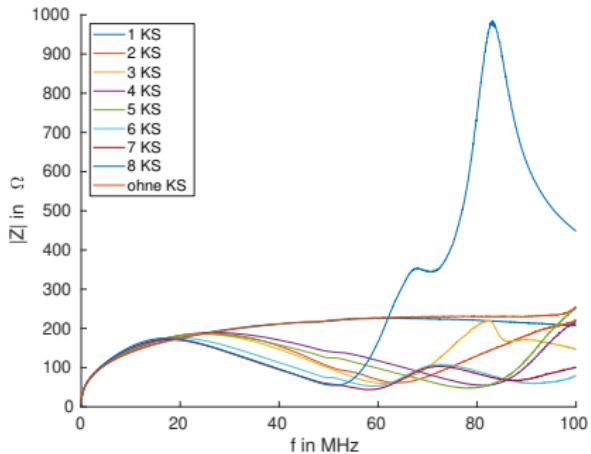
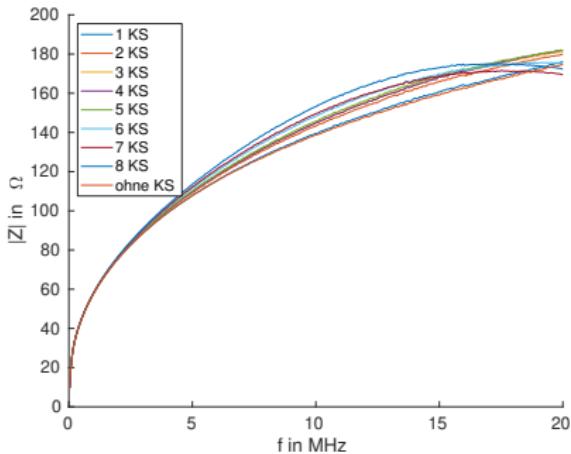
TECHNISCHE  
UNIVERSITÄT  
DARMSTADT



# Einfluss im Leerlauf befindlicher Schienen auf die Ringkernimpedanz



TECHNISCHE  
UNIVERSITÄT  
DARMSTADT



# Zusammenfassung

Was wurde erreicht:

- ▶ Testbox wurde vermessen
- ▶ Testbox wurde modifiziert um reproduzierbar zu messen
- ▶ Messungen wurde durchgeführt und sind präzise und reproduzierbar
- ▶ Simulation angepasst, dass diese für weitere Variationen genutzt werden kann
- ▶ Ergebnisse quantifiziert, evaluiert



# Fazit

- ▶ Ein Kurzschluss bewirkt eine Verringerung der Impedanz von ca. 80 %
- ▶ Mit sieben Kurzschlüssen Verringerung über 98 %
- ▶ Breite, Länge und Dicke haben vergleichbar geringen Einfluss

Welche Schlüsse werden daraus gezogen:

- ▶ Je nach Einbaumöglichkeit besser schmalere, kurze, nah um den Ringkern und passende Anzahl wählen



# Ausblick

- ▶ Verbesserung des Simulationsmodells mit besserer Anpassung der Materialparameter
- ▶ Anpassung der Parameter an die Umgebung der Kavität

