

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

Rainer Stellnberger, Julian Buschbaum, Benjamin Northe

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 deren Impedanz und damit die der gesamten Kavität reduzieren

# Herangehensweise

- ▶ Parallele Messungen und Simulationen
- ▶ Parameter für Kurzschlüsse abgeleitet
  - ▶ Form
  - ▶ Abmessungen
  - ▶ Anzahl



# Die Testbox



TECHNISCHE  
UNIVERSITÄT  
DARMSTADT

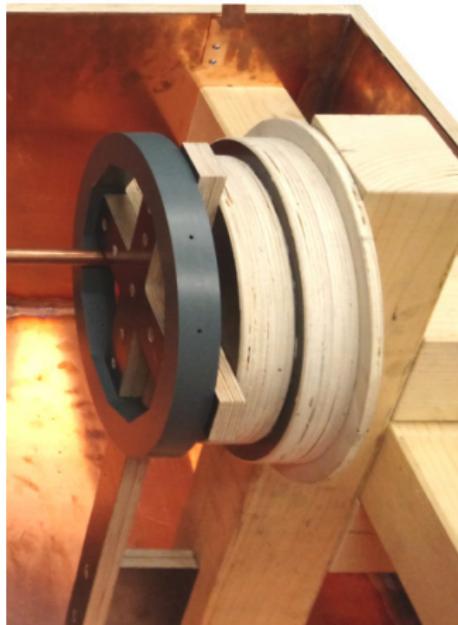


- ▶ Innen mit Kupferblech (Dicke 1 mm) ausgekleidet
- ▶ Holzkonstruktion als Ringkernhalterung
- ▶ Kupferrohr zur Einkopplung
  - ▶ Am Rand der Box mit N-Steckerausgang

# Konstruktion der Ringkernhalterung

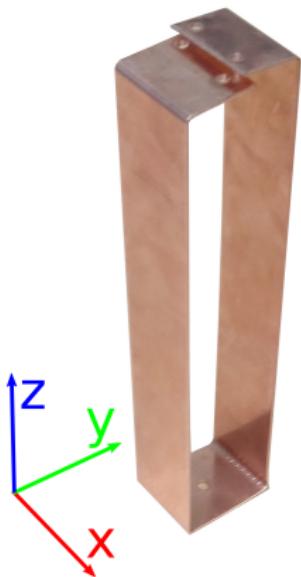


TECHNISCHE  
UNIVERSITÄT  
DARMSTADT



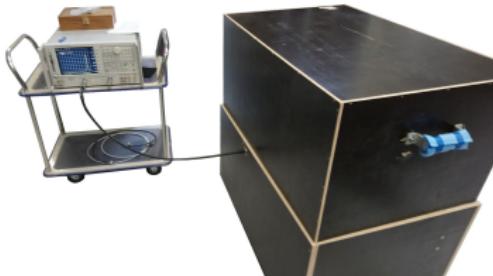
- ▶ Anordnung um gewünschte Messungen durchzuführen
- ▶ Ringförmige Halterung, an Innenseite Polygonzug
- ▶ Schraubenlöcher mit Gewinde in Polygon zur Fixierung
- ▶ Reproduzierbare Positionierung
- ▶ Präzise Montage

# Entwurf der Kurzschlusschienen



- ▶ Lochung im unteren Teil zur Montage
- ▶ Lochungen im oberen Teil zur Kontaktherstellung
- ▶ Mehrere Variationsparameter der Form gefertigt:
  - ▶ Länge 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:  $S_{11}$  Parameter gemessen und daraus  $Z_{refl}$  der Anordnung bestimmt

# Durchgeführte Messungen

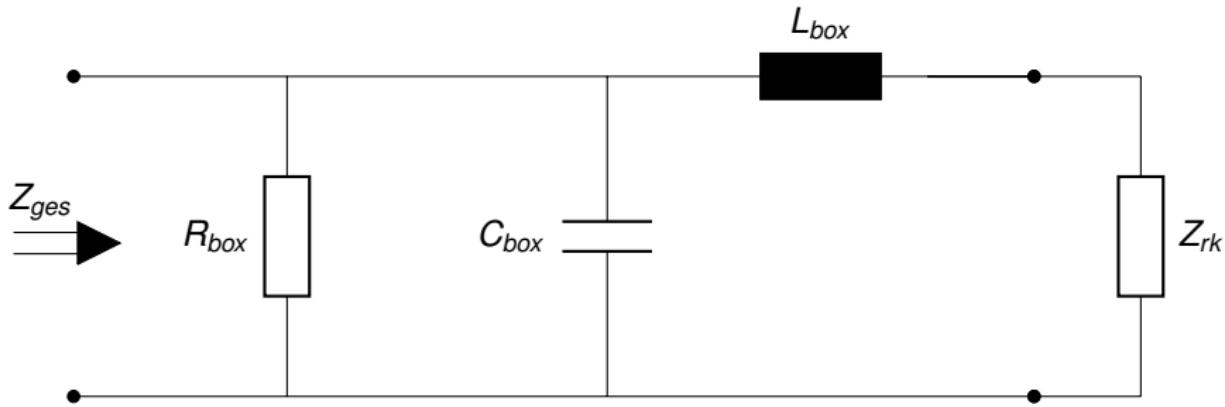


Kurzschlussform			Anzahl
Länge in z	Breite in x	Blechdicke	Kurzschlüsse
160 mm	30 mm	1 mm	1-8
160 mm	20 mm	1 mm	1-2
160 mm	50 mm	1 mm	1-2
200 mm	30 mm	1 mm	1-2
250 mm	30 mm	1 mm	1-2
160 mm	30 mm	2 mm	1-2

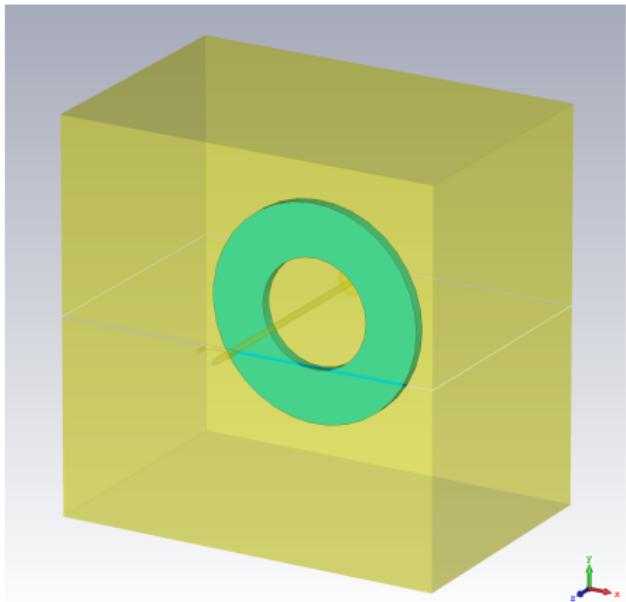
# RLC-Ersatzschaltbild der Testbox mit Ringkern



TECHNISCHE  
UNIVERSITÄT  
DARMSTADT

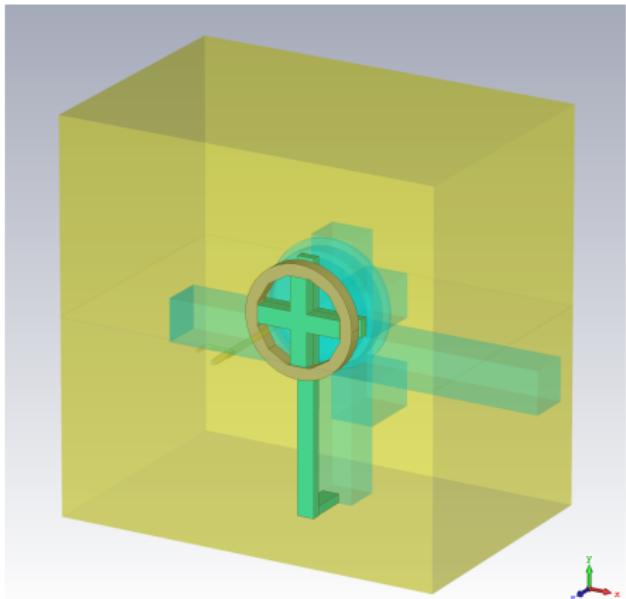


# Simulation



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

# Realitätsgerechte Anpassungen der Simulation

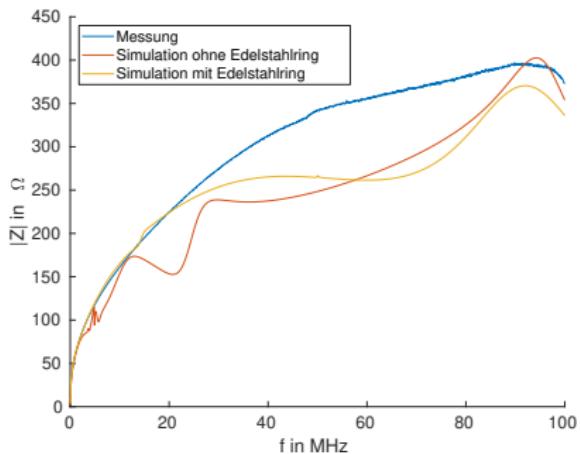
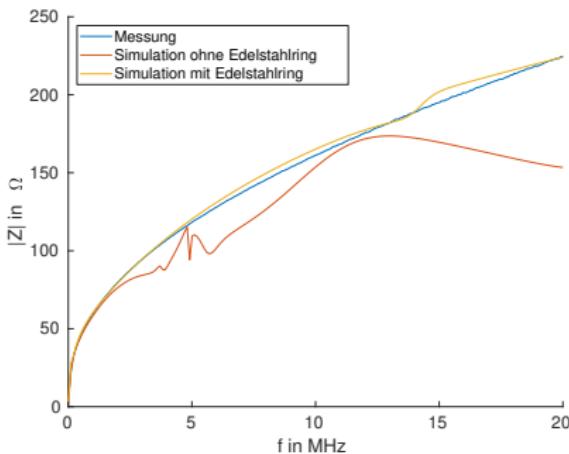


- ▶ Einbau von Holzkonstruktion und Ringkernhalterung in Simulationsmodell
- ▶ Mehr Füllstoff in der Testbox:
  - ▶ Geringere Resonanzfrequenz
  - ▶ Höhere Impedanz im niedrigen Frequenzbereich
- ▶ Ziel:
  - ▶ Bessere Approximation des realen Aufbaus
  - ▶ Messfehler evaluieren oder ausschließen

# Ringkernmodellierung

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

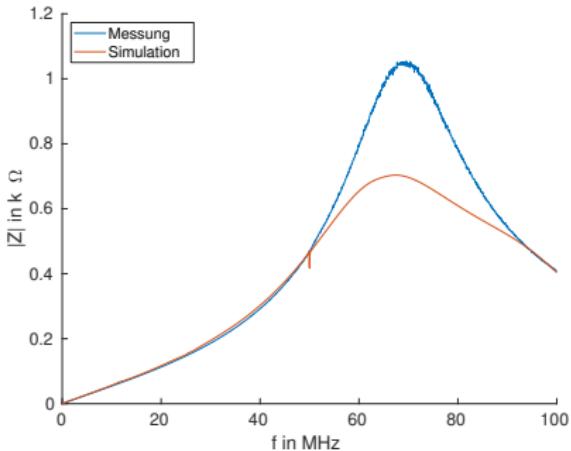
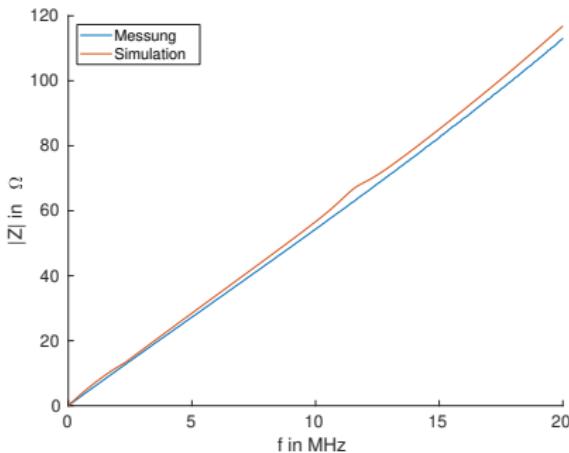
# Gegenüberstellung der Simulations- und Messergebnisse (ohne Kurzschlüsse)



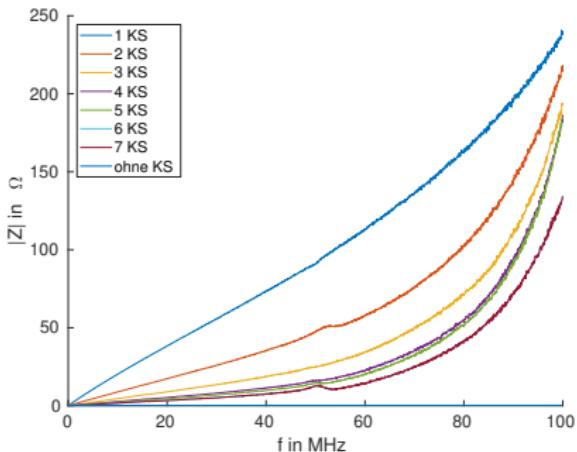
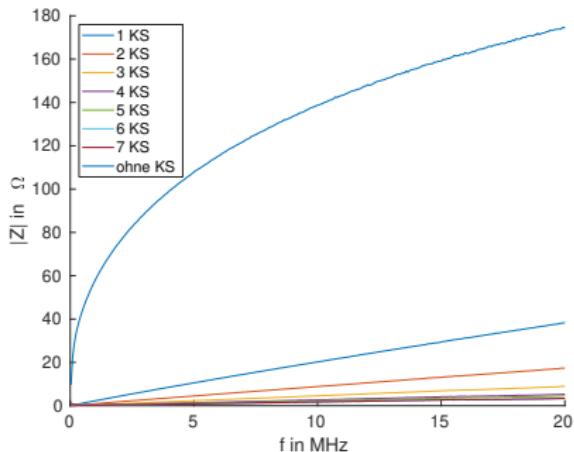
# Gegenüberstellung der Simulations- und Messergebnisse (mit einem Kurzschluss)



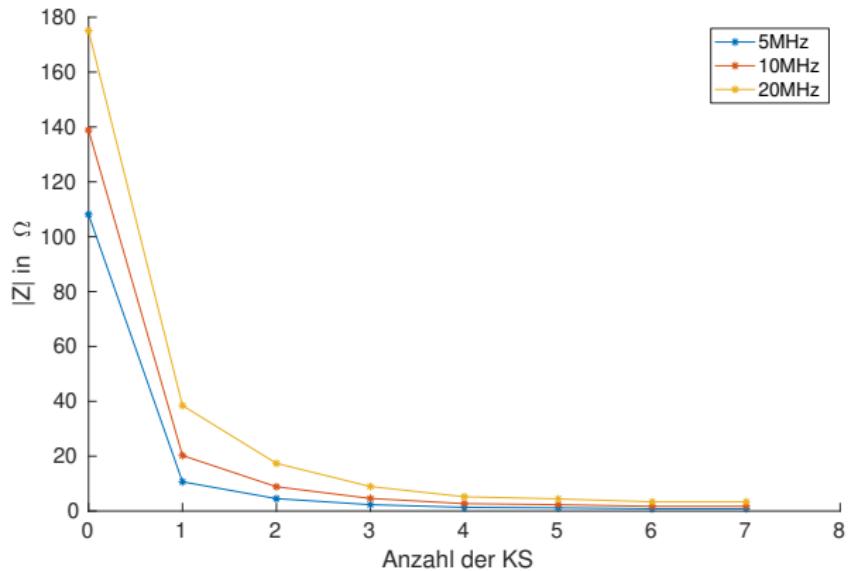
TECHNISCHE  
UNIVERSITÄT  
DARMSTADT



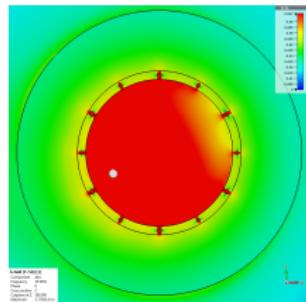
# Anzahl der Kurzschlüsse



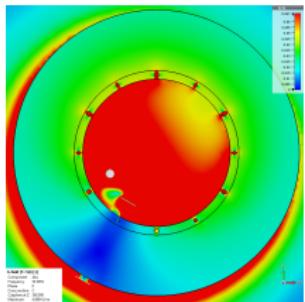
# Anzahl der Kurzschlüsse



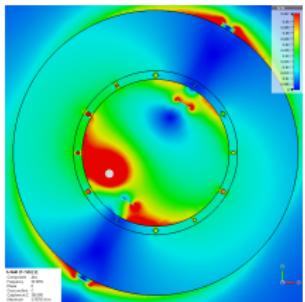
# Feldverteilung für verschiedene Anzahlen an Kurzschläßen



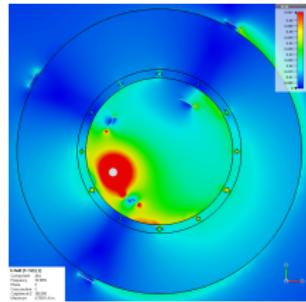
(a) kein KS



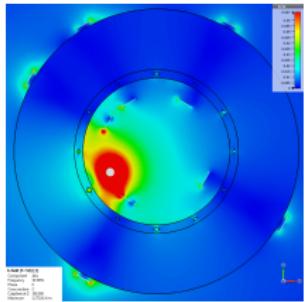
(b) 1 KS



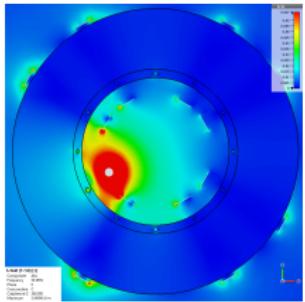
(c) 2 KS



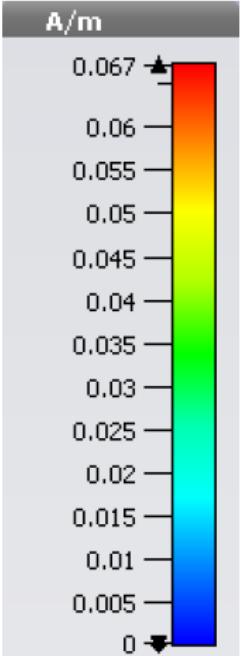
(d) 3 KS



(e) 5 KS



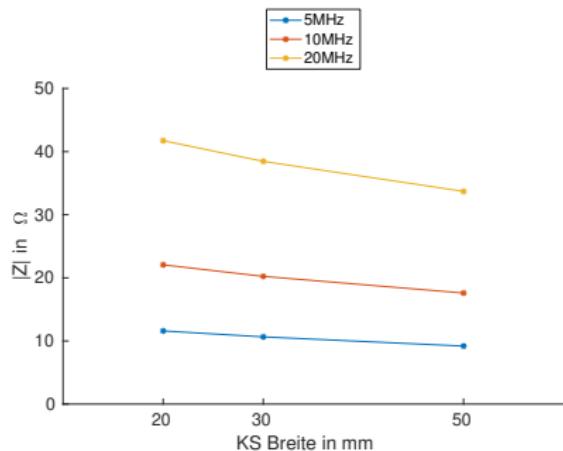
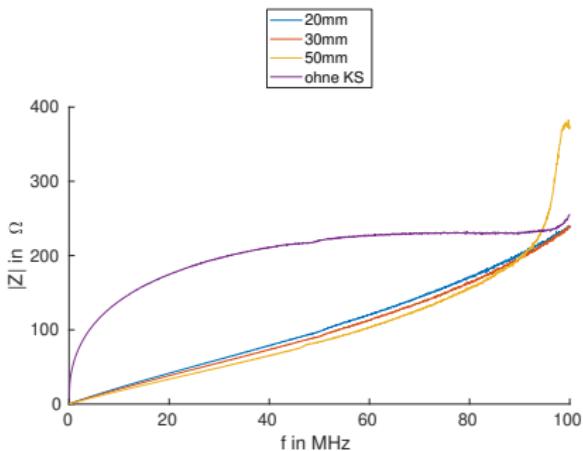
(f) 7 KS



# Breite der Kurzschlüsse



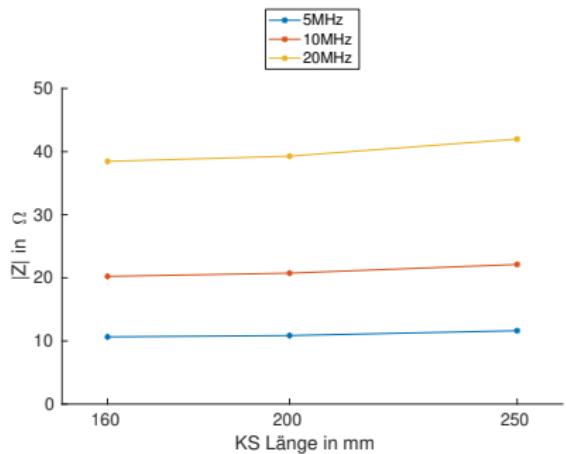
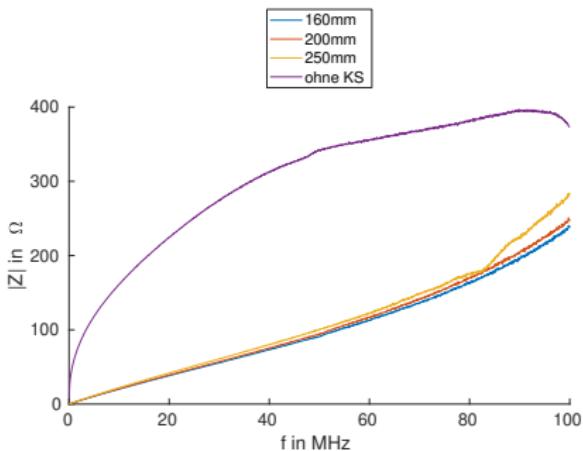
TECHNISCHE  
UNIVERSITÄT  
DARMSTADT



# Länge der Kurzschlüsse



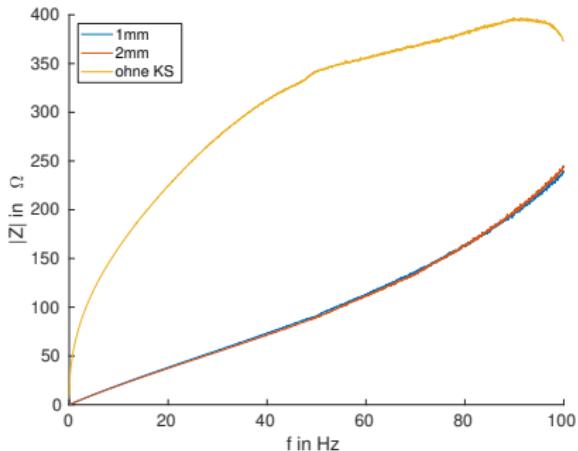
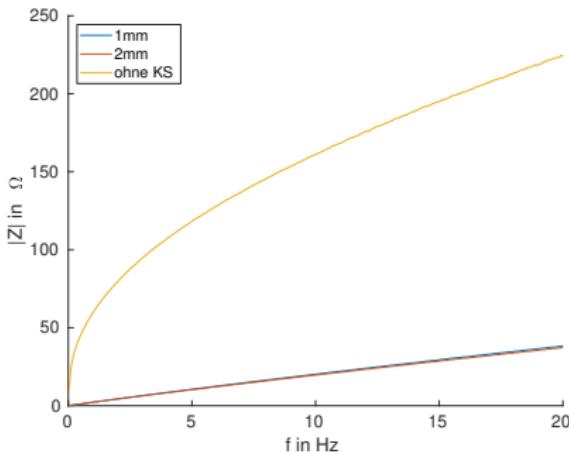
TECHNISCHE  
UNIVERSITÄT  
DARMSTADT



# Dicke der Kurzschlüsse



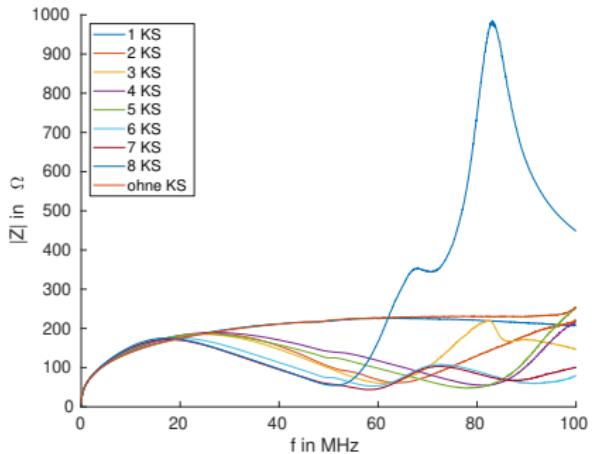
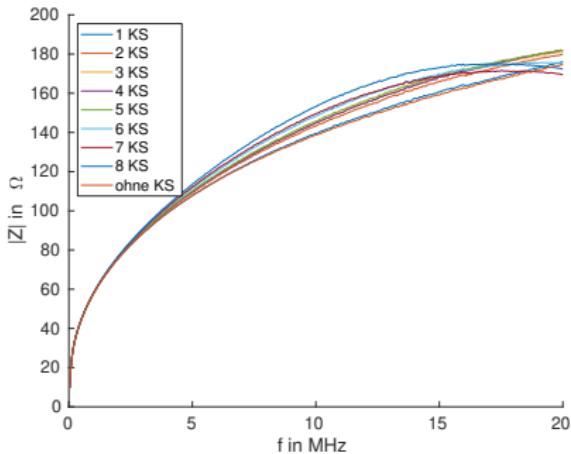
TECHNISCHE  
UNIVERSITÄT  
DARMSTADT



# Einfluss im Leerlauf befindlicher Schienen auf die Ringkernimpedanz



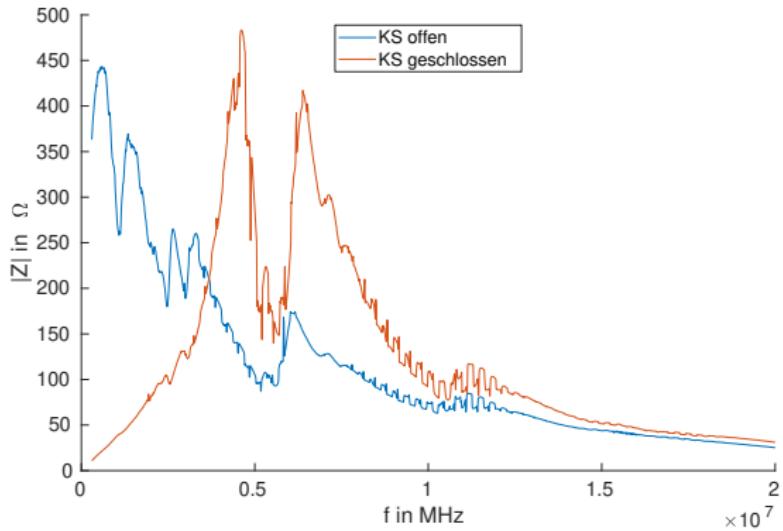
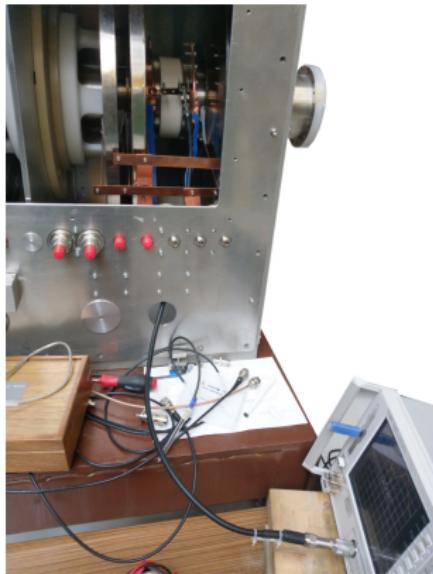
TECHNISCHE  
UNIVERSITÄT  
DARMSTADT



# Übertragung in die Kavität



TECHNISCHE  
UNIVERSITÄT  
DARMSTADT



# Zusammenfassung

- ▶ Messung Testbox
- ▶ Modifikation
- ▶ Reproduzierbare Messungen
- ▶ Simulation
- ▶ Ergebnisse quantifiziert, evaluiert



# Fazit

- ▶ Reduktion ein Kurzschluss: **80 %**
- ▶ Reduktion sieben Kurzschlüsse: **> 98 %**
- ▶ Geringer Einfluss restlicher Parameter
- ▶ Empfehlung



# Ausblick



TECHNISCHE  
UNIVERSITÄT  
DARMSTADT

- ▶ Verbesserung des Simulationsmodells
- ▶ Modellierung der Kavität in CST
- ▶ Messung an der Kavität

**Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!**

