

Einsatz von Simulationstools bei der Entwicklung von Steckverbindersystemen

Hr. M.Sc. Tao Wu

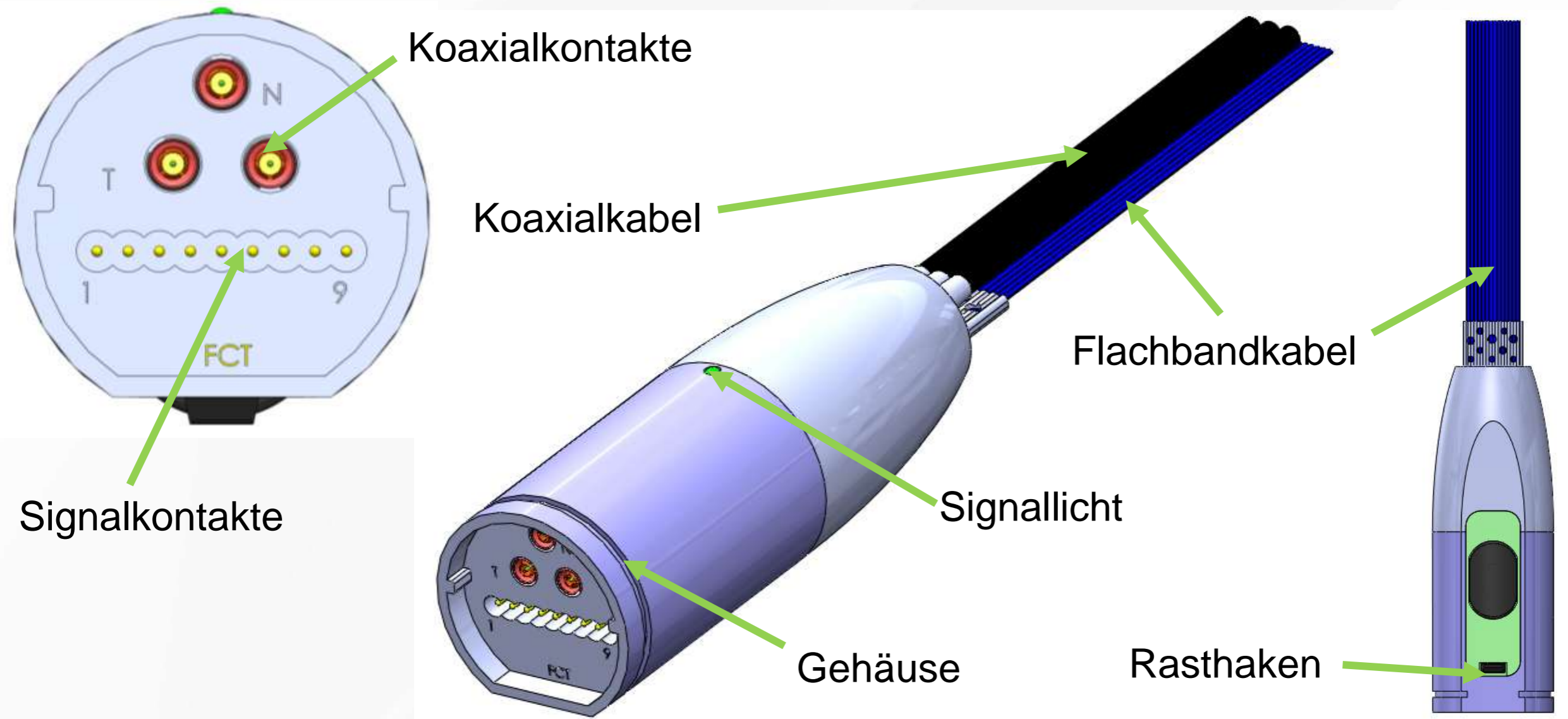
Hr. Dipl.-Ing. Marco Steinbrück

Hr. Dr. -Ing. Dipl. -Phys. Andreas J. Schmid

Agenda

- Konstruktionsbegleitung eines Medizinsteckers für patientennahe Anwendung mittels mechanischer, elektrischer und spritzgusstechnischer Simulation
 - Anforderungen
 - Mechanische und spritzgusstechnische Simulationen
 - Elektrische Simulationen
- Beispiele für weitere Produktentwicklungen

Simulierte Komponenten bei der Steckverbinder-Entwicklung



Anforderungen für den Medizinstecker

- Mechanisch stabiler Rasthaken beim Einrasten und Entriegeln
- Kraft vom Rasthaken auf Mikroschalter $> 10 \text{ N}$
- Hohe mechanische Festigkeit und Stabilität
- Geringe Einflüsse durch Signalstörungen
- Gute VSWR-Werte der Koaxialkontakten
- Niedrige Einsteckkräfte

Agenda

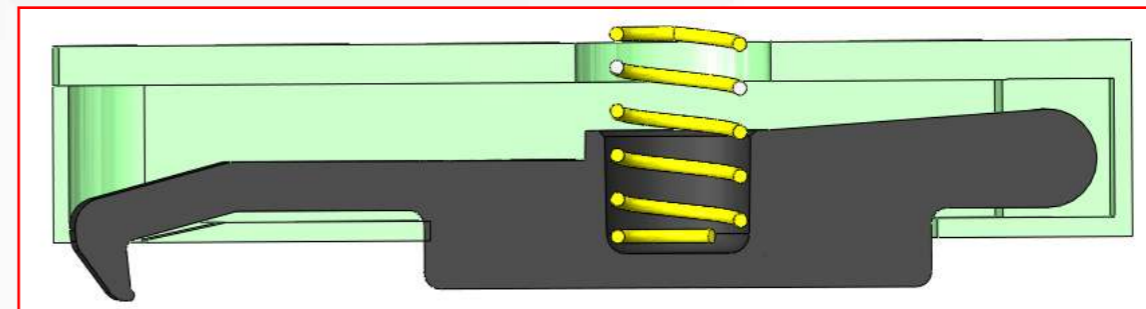
- Konstruktionsbegleitung eines Medizinsteckers für patientennahe Anwendung mittels mechanischer, elektrischer und spritzgusstechnischer Simulation
 - Anforderungen
 - Mechanische und spritzgusstechnische Simulationen
 - Elektrische Simulationen
- Beispiele für weitere Produktentwicklungen

Simulation Rasthakenbelastung beim Entriegeln

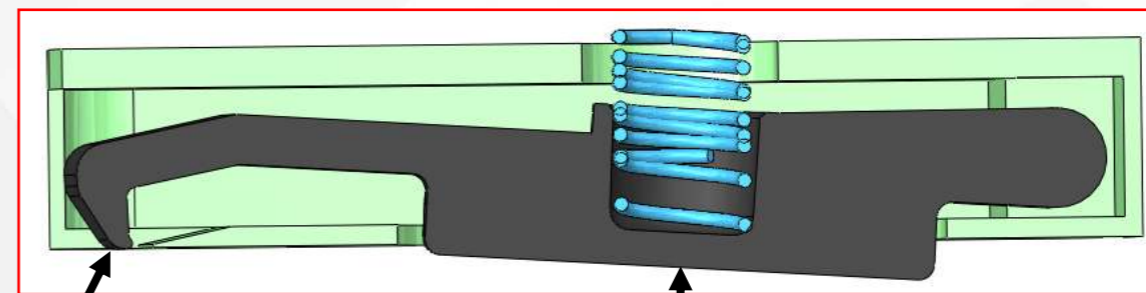
- Rasthaken soll federnd konzipiert werden.
- Entriegelung durch Zurückstehen der Rastnase → ergibt Federweg
- Dadurch entsteht eine Federkraft, die den Rasthaken belastet.
- Ziel: keine kritische mechanische Last beim Rasthaken



Eingerasteter Zustand



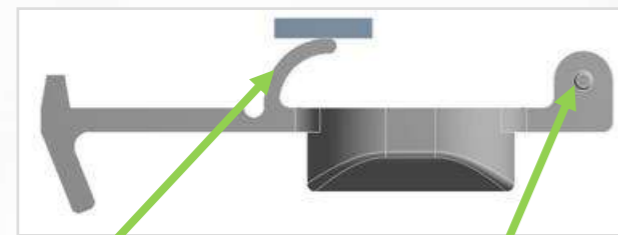
Entriegelungszustand



Rastnase

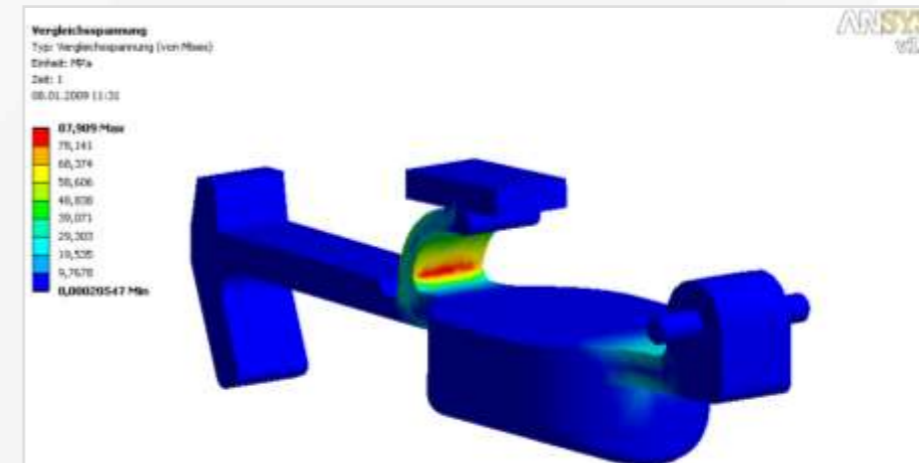
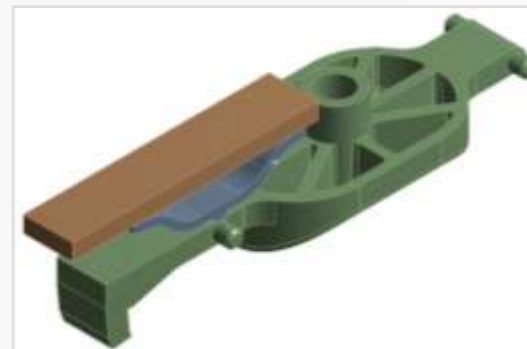
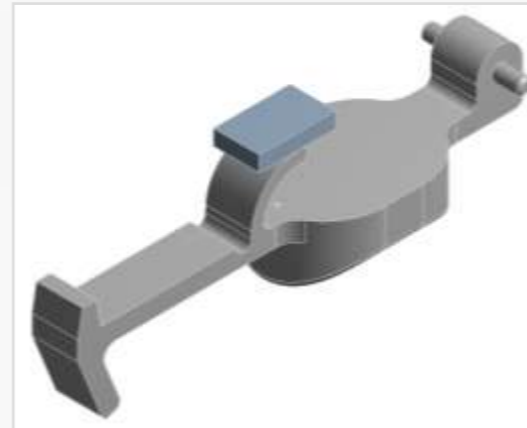
Kraft

Simulation mechanische Spannungen im Rasthaken durch Federkraft

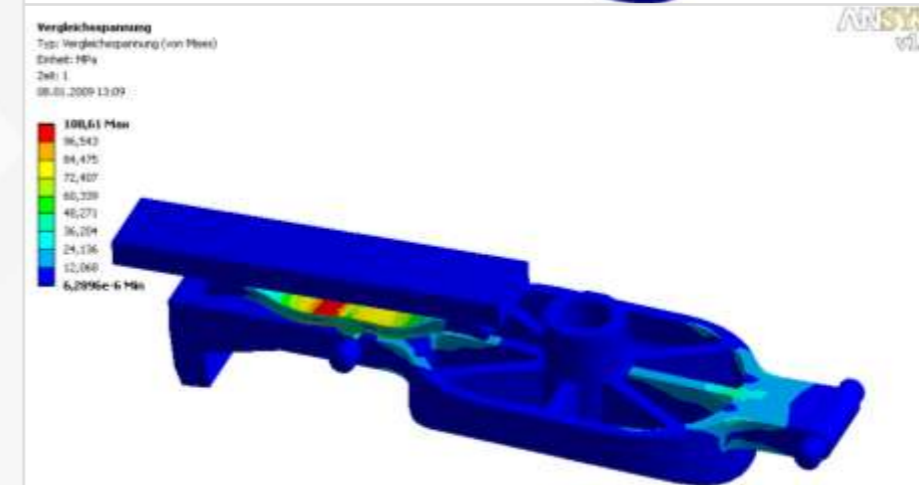


Federlasche

Achse



Konzept 1



Konzept 2

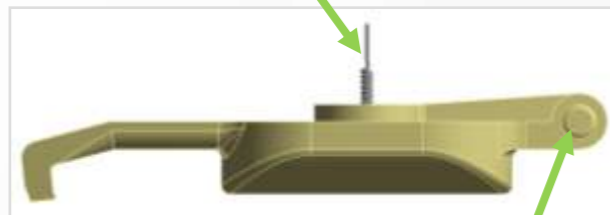
Konzepte 1 und 2 mit Kunststoff-Federlaschen:

- Spannungen im kritischen Bereich
- Konzeptänderung auf Blattfeder

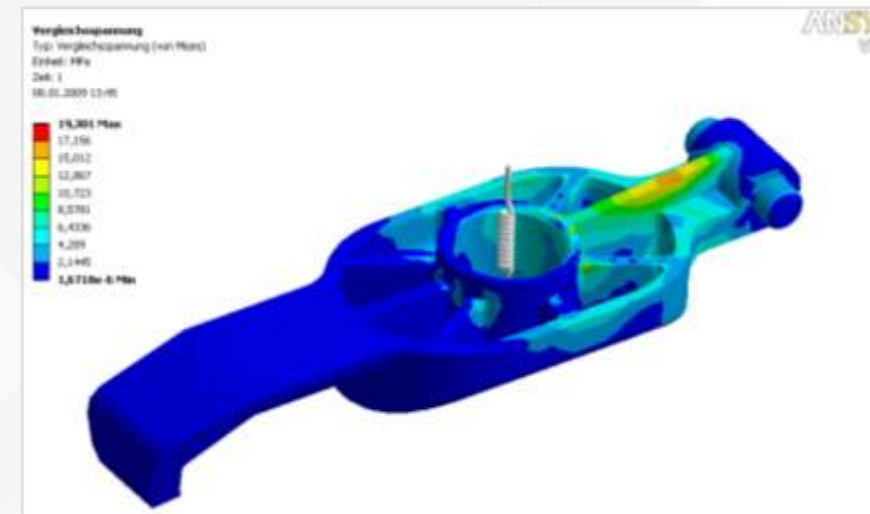
Endkonzept mit Stahlfeder:

→ Spannungen im unkritischen Bereich

Stahlfeder
(symbolisch dargestellt)



Achse



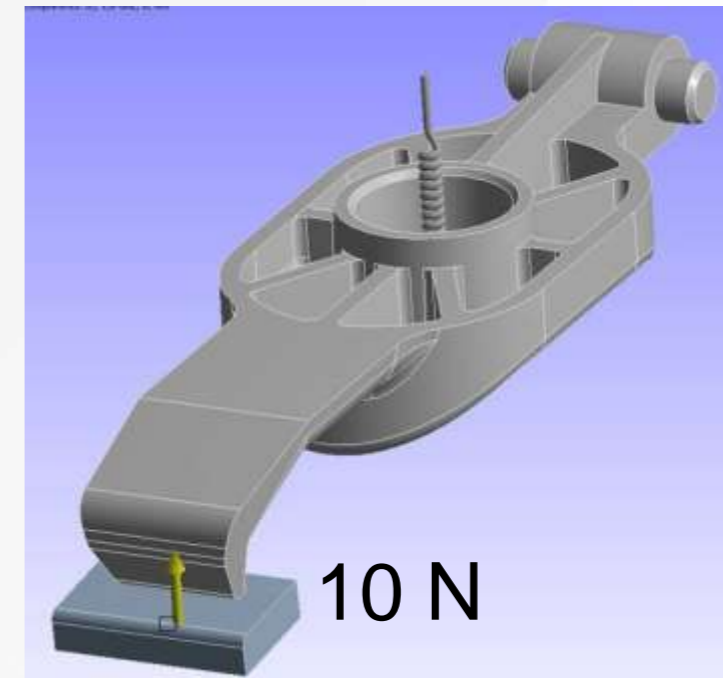
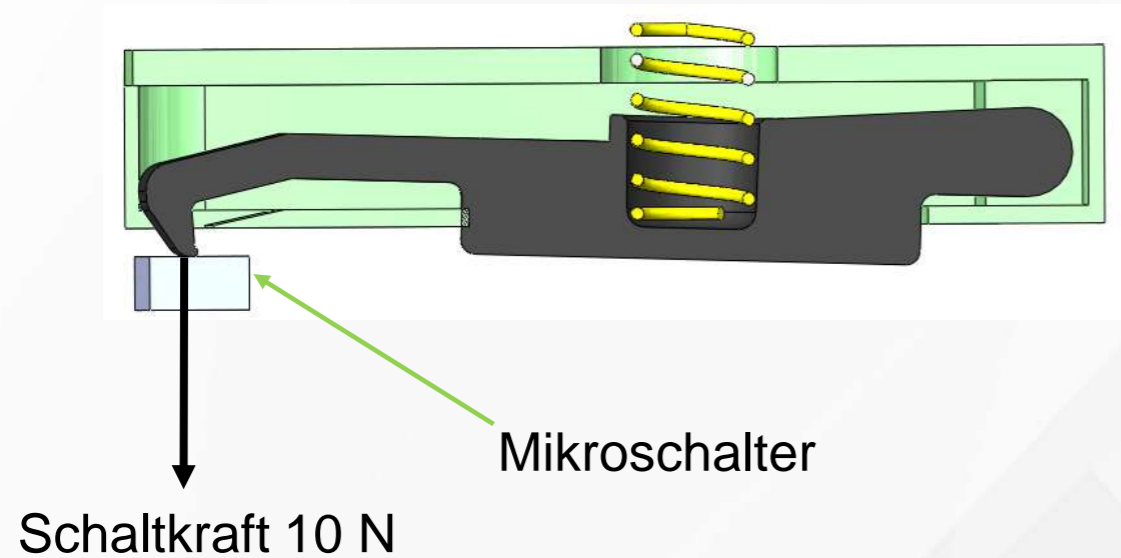
Endkonzept

Fazit:

Von Konzept 1 → Endkonzept

Spitzenspannung von ca. 88 MPa um 78% auf 19 MPa verringert.

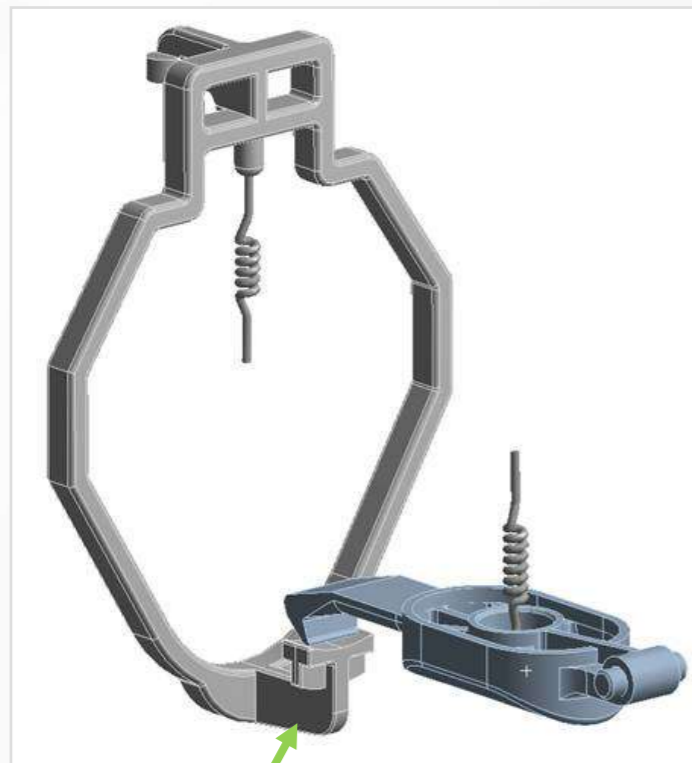
Anforderung an Rasthaken:
Schaltung Mikroschalter nach dem Einrasten.
 $\geq 10\text{N}$ Schaltkraft.



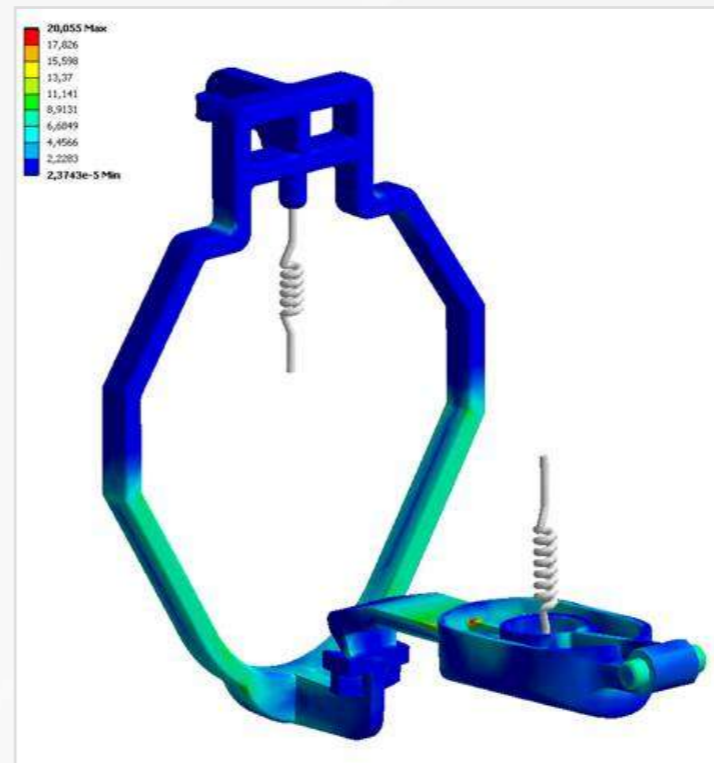
Belastung auf Rasthaken

Simulationsergebnis:

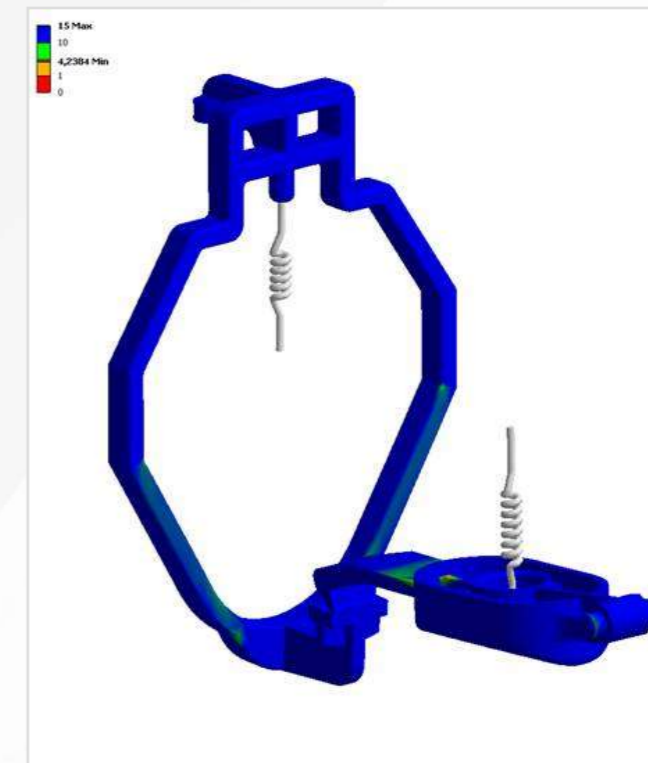
→ Verhalten bei der Schalterbetätigung



Mikroschalter



Max. Spannungen 20,1 MPa



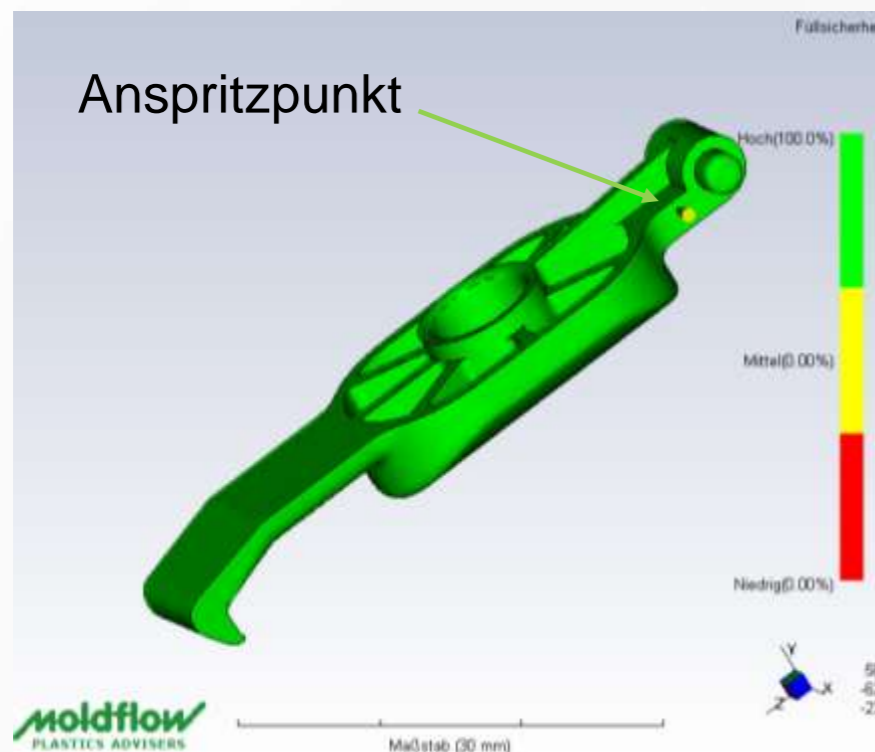
Sicherheitsfaktor (SF)
Min. SF = 4,2 (> 1)

Simulation Spritzgussprozess mittels Moldflow

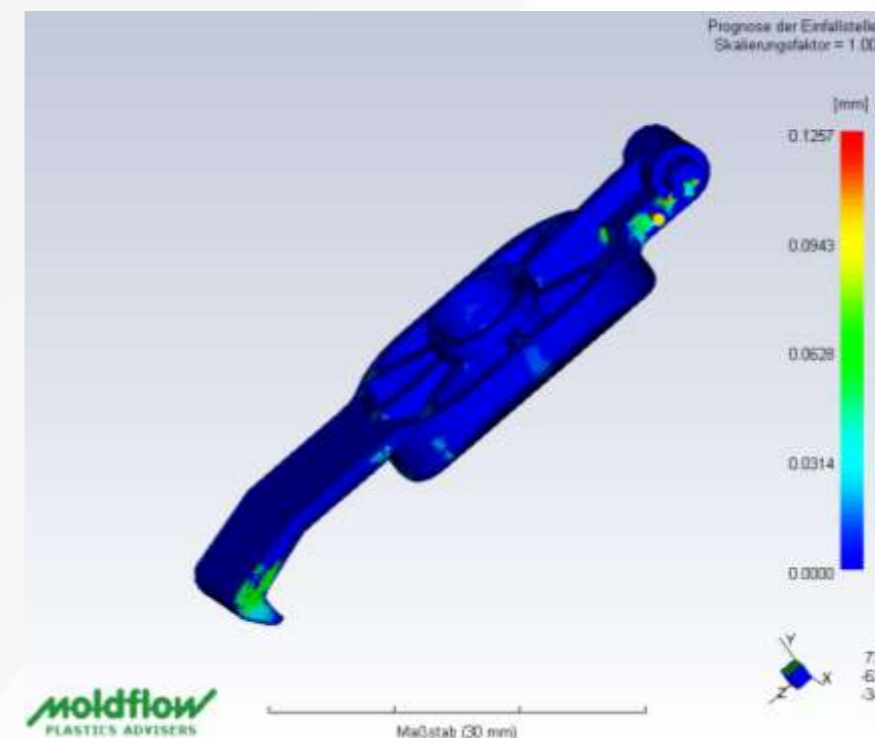
Offene Frage: Rasthaken - Endkonzept realisierbar?

Simulationsergebnis

- Spritzguss technisch machbar
- Gute Formbarkeit und Füllsicherheit
- Wenige Einfallstellen dank Rippengestaltung

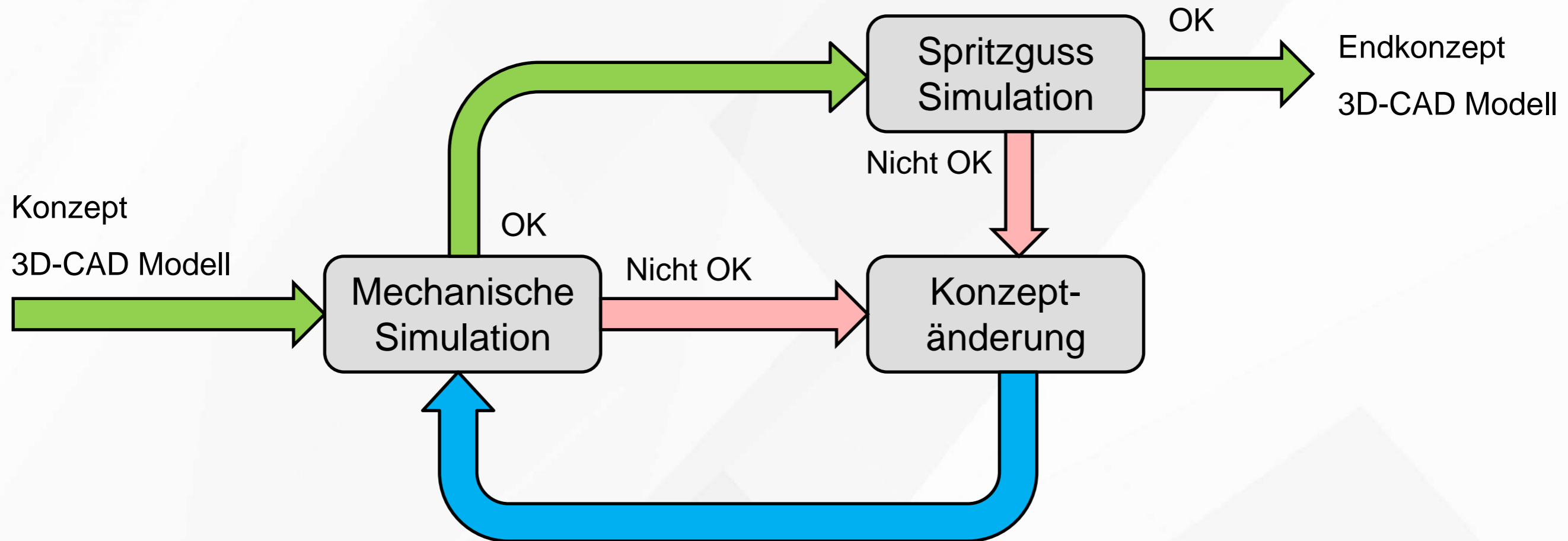


Füllsicherheit



Prognose der Einfallstellen

Der Simulationsprozess bildet einen geschlossenen Kreislauf.



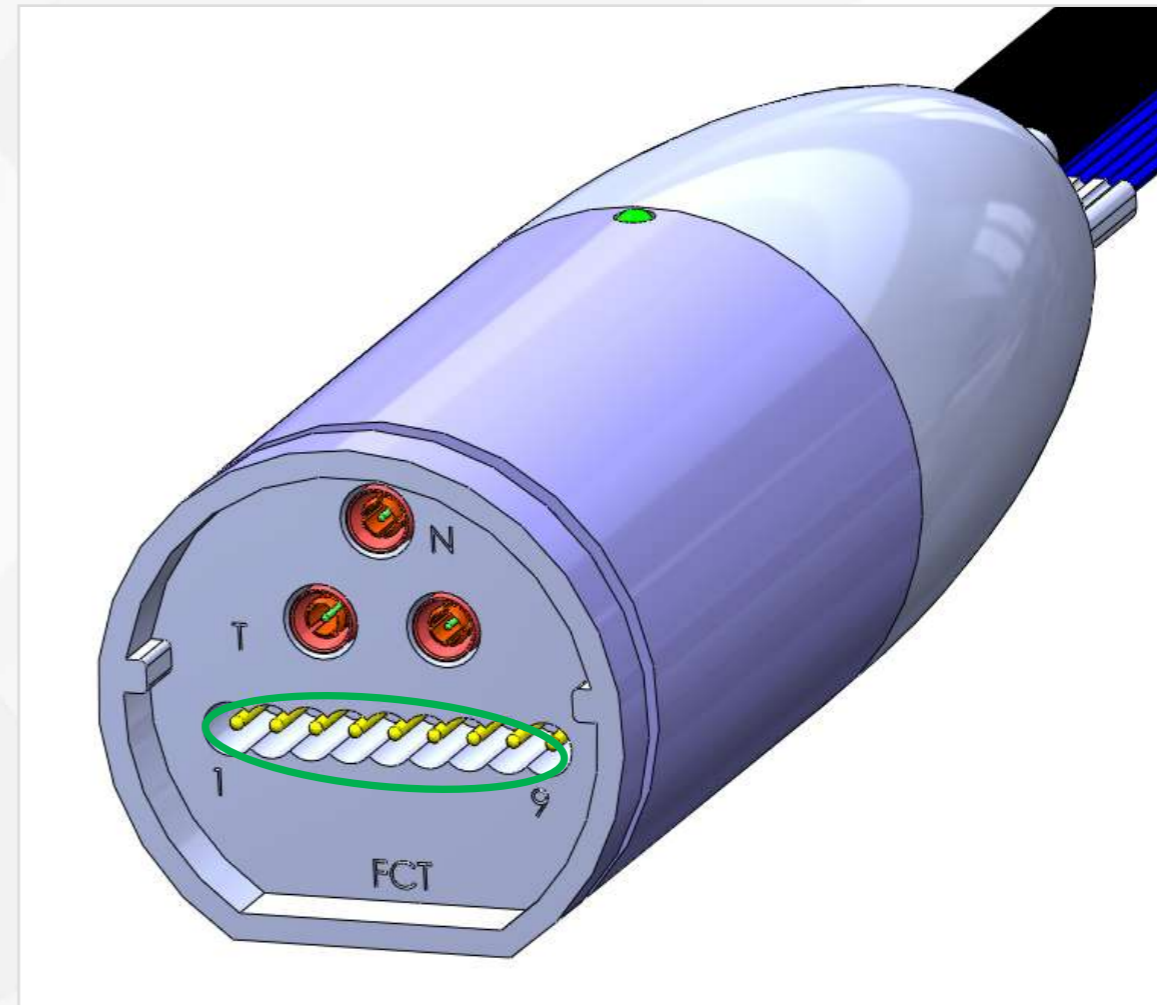
Anforderung Ergonomie Steckverhalten

→ Ziel: Geringe Kontakt-Steckkräfte

Offene Frage Abhängigkeit Steckkraft

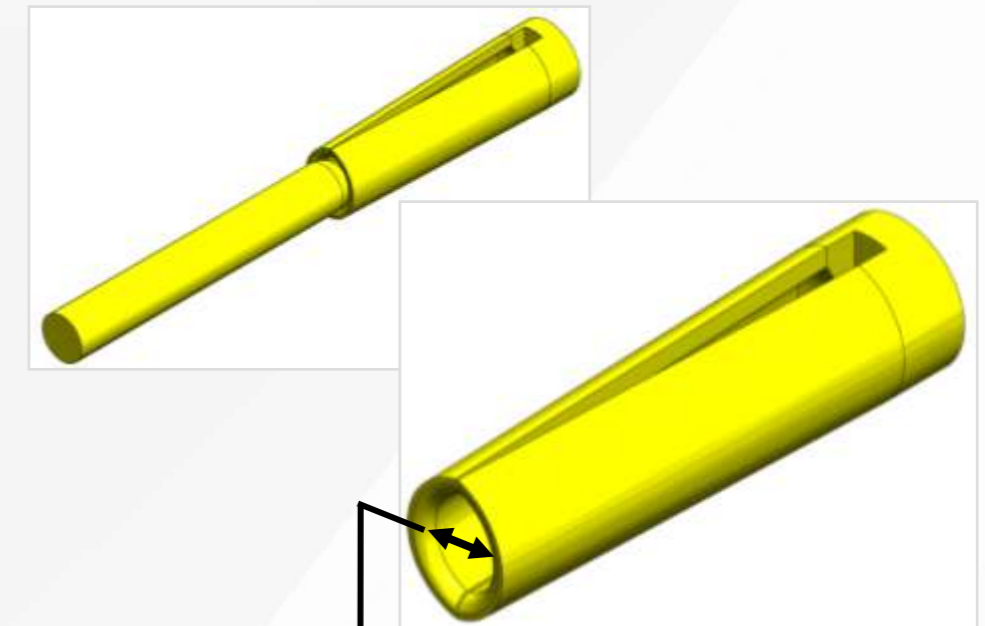
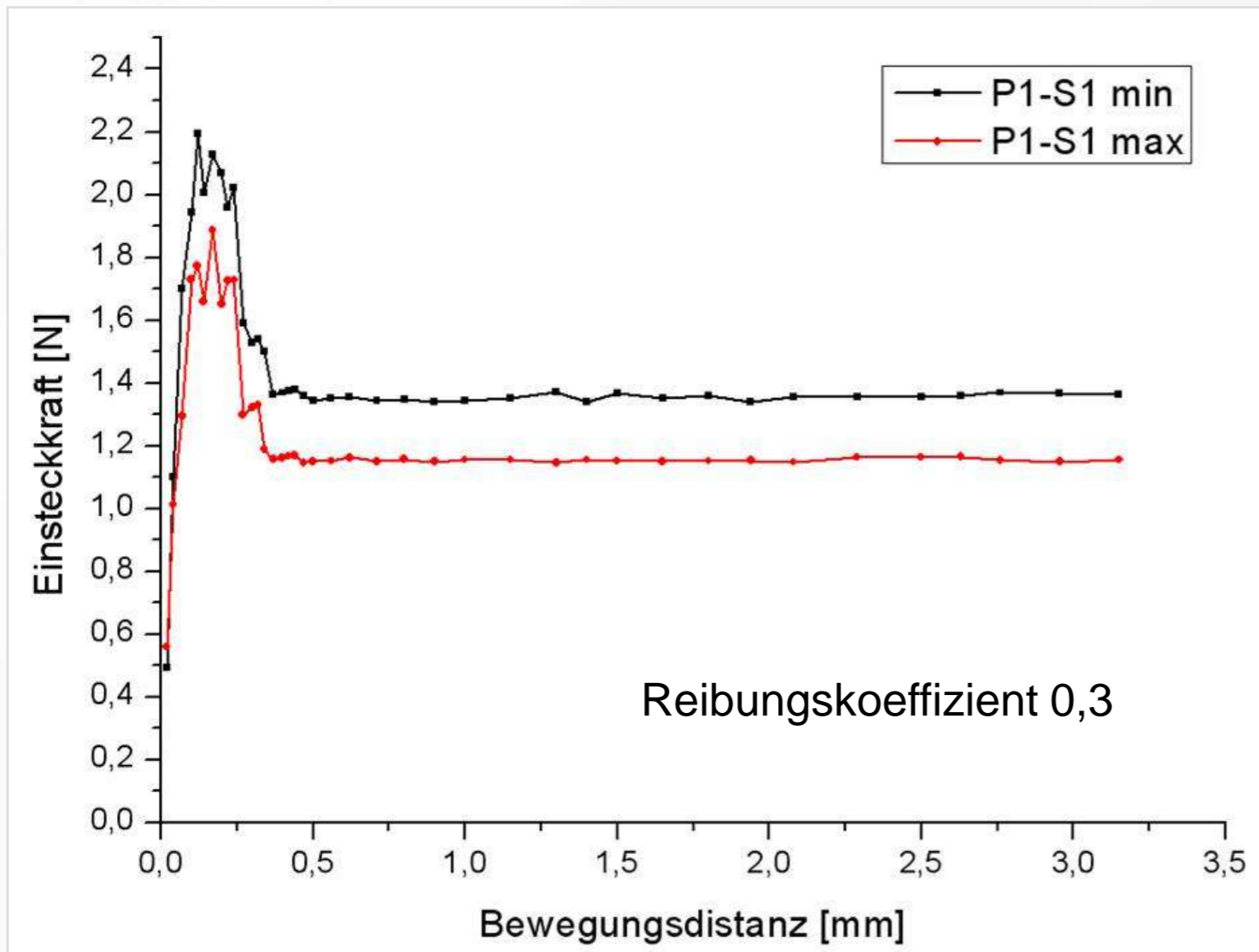
→ von Buchsengeometrie

→ vom Reibungskoeffizient



Betrachtung Kraftverlauf Tulpenform-Geometrie

- Während des Einsteckens
- Unterschiedliche Berührungsabstände



Stift/Buchse Berührungs-abstand

P1-S1 min.	0,79 mm
P1-S1 max.	0,81 mm

Simulationsergebnis:
 → Reduzierung Steckkraft um ca. 0,2 N bei Vergrößerung des Berührungsabstandes um 20 μm .

Agenda

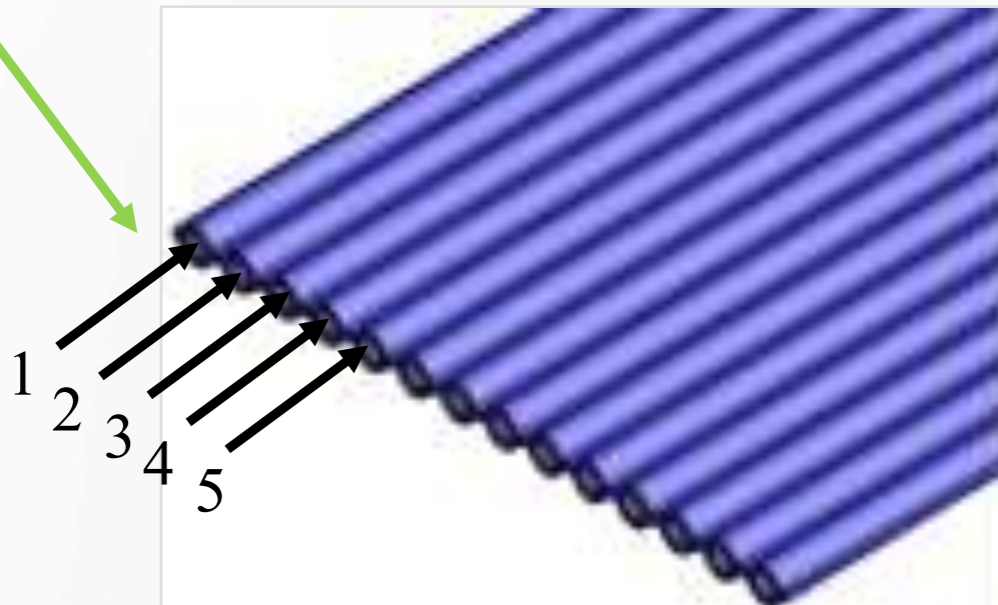
- Konstruktionsbegleitung eines Medizinsteckers für patientennahe Anwendung mittels mechanischer, elektrischer und spritzgusstechnischer Simulation
 - Anforderungen
 - Mechanische und spritzgusstechnische Simulationen
 - Elektrische Simulationen
- Beispiele für weitere Produktentwicklungen

Übersprechverhalten vom Flachbandkabel mit und ohne Schirmung:

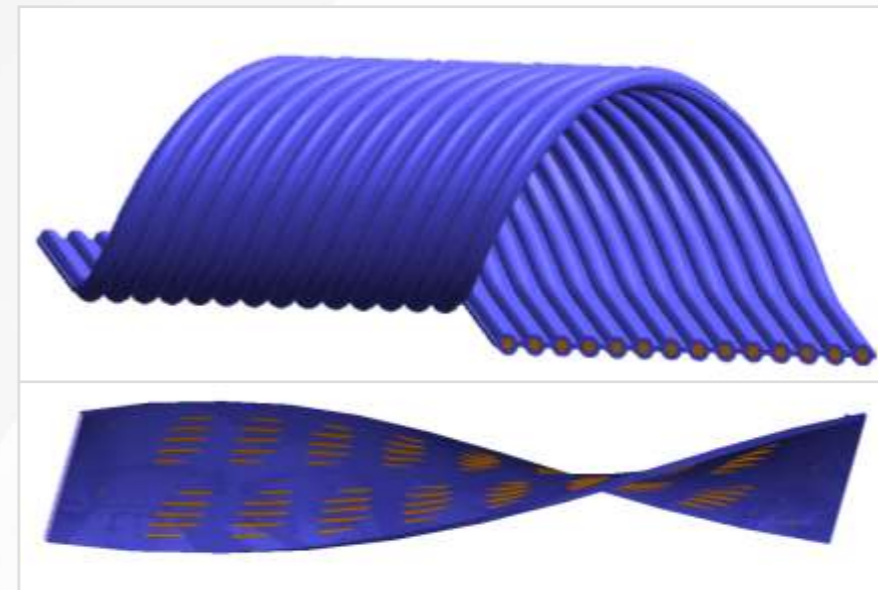


Offene Fragen:

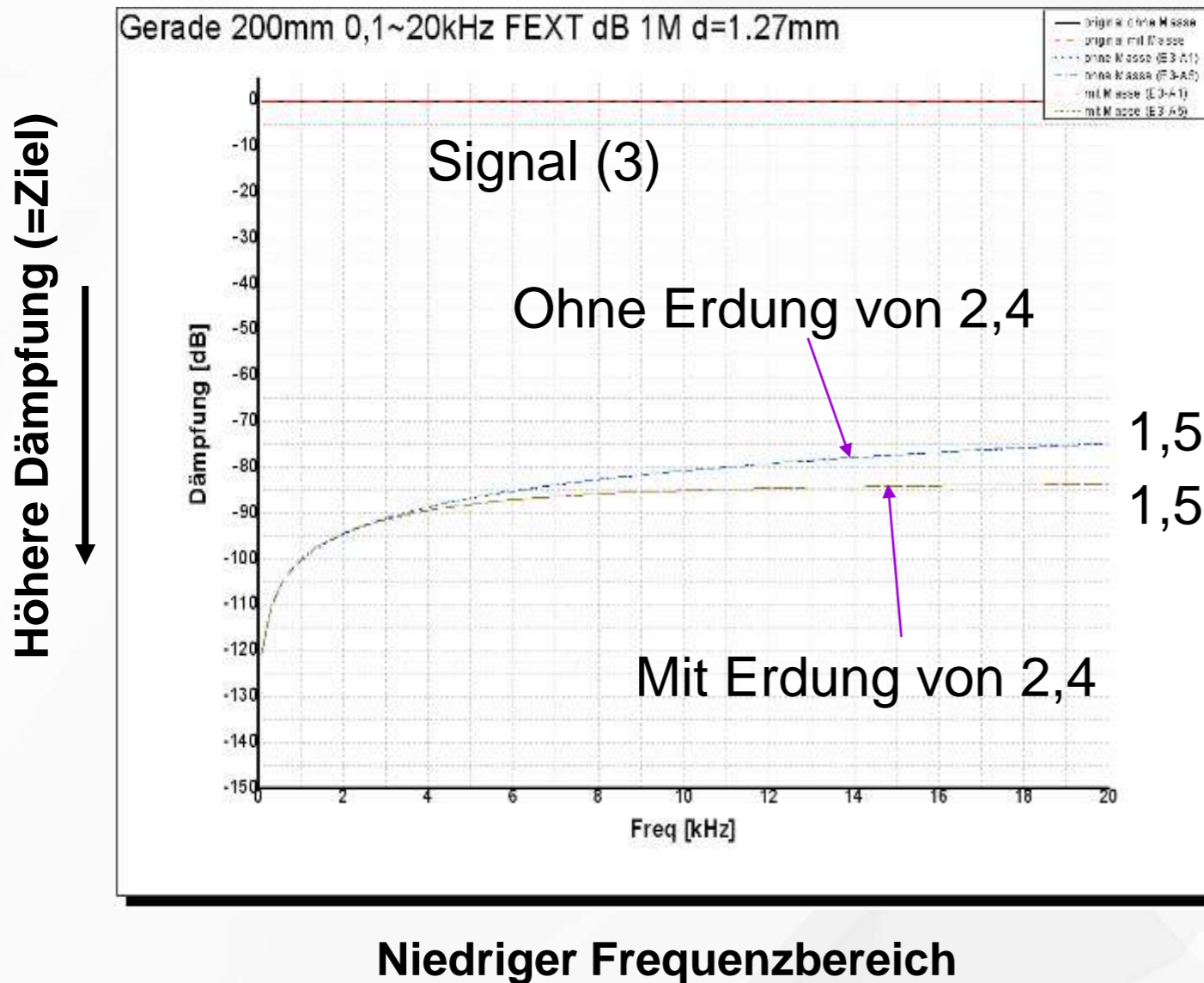
- Übersprechverhalten von Leitung 3 auf Leitungen 1 und 5
- Einfluss von Leitungen 2 und 4 ohne/mit Erdung
- Verhalten im niedrigen und hohen Frequenzbereich



Verdrilltes Flachbandkabel ebenfalls simulierbar.

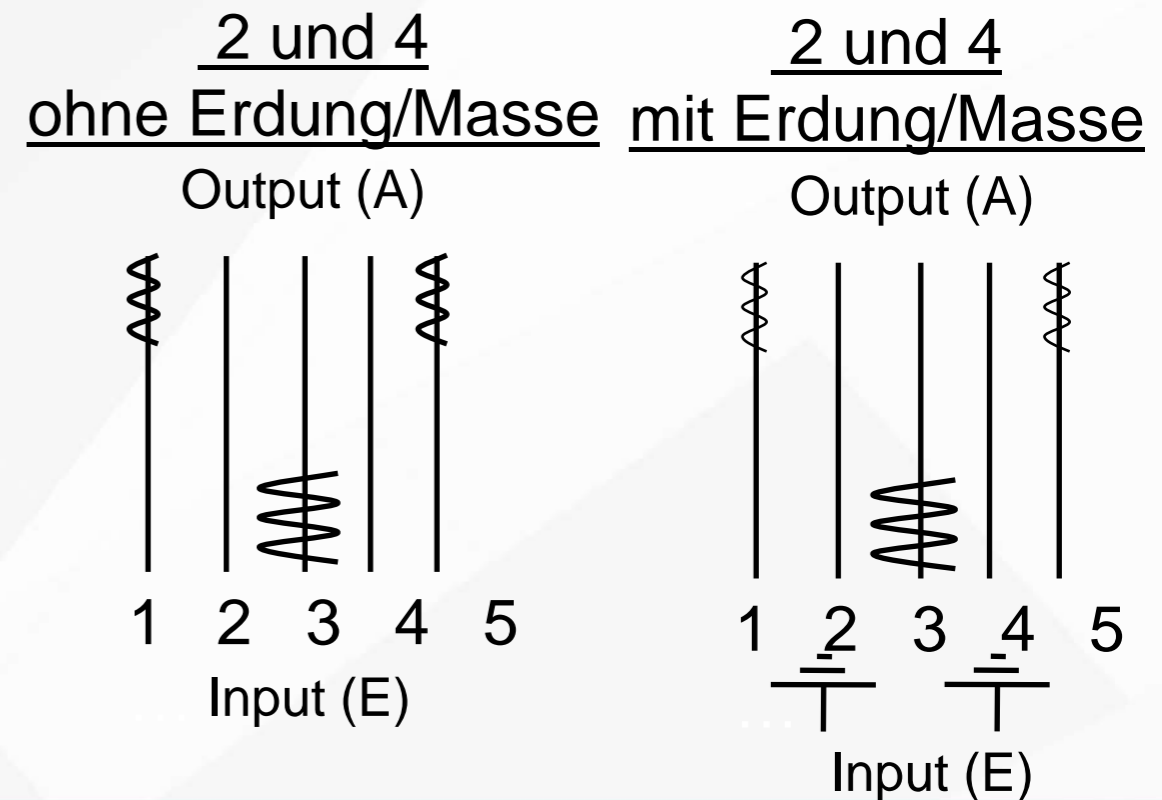


Ergebnisse im niedrigen Frequenzbereich



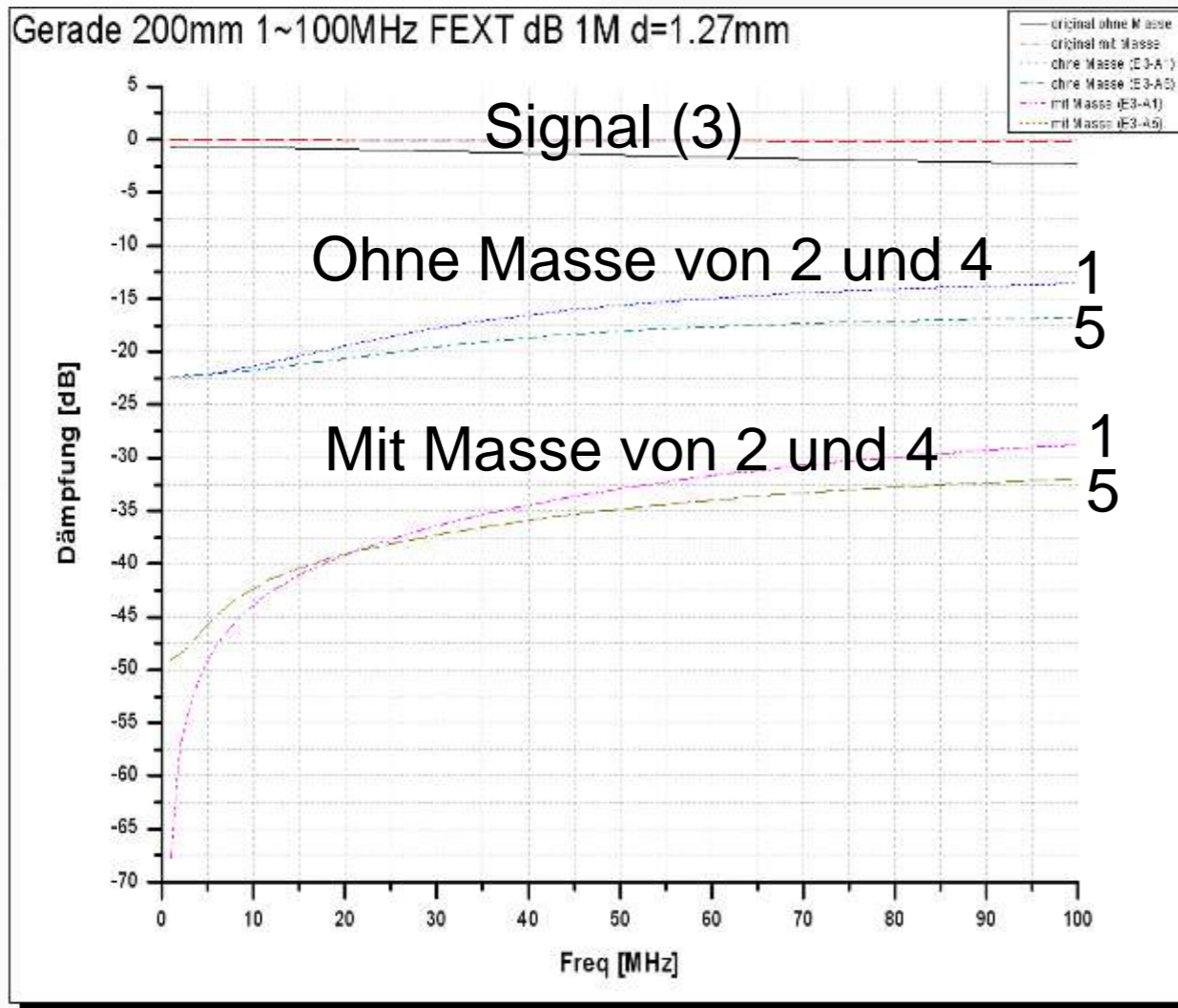
Fazit:

Im niedrigen Frequenzbereich bis zu 4 kHz kann auf die Erdung verzichtet werden.



Ergebnisse im hohen Frequenzbereich

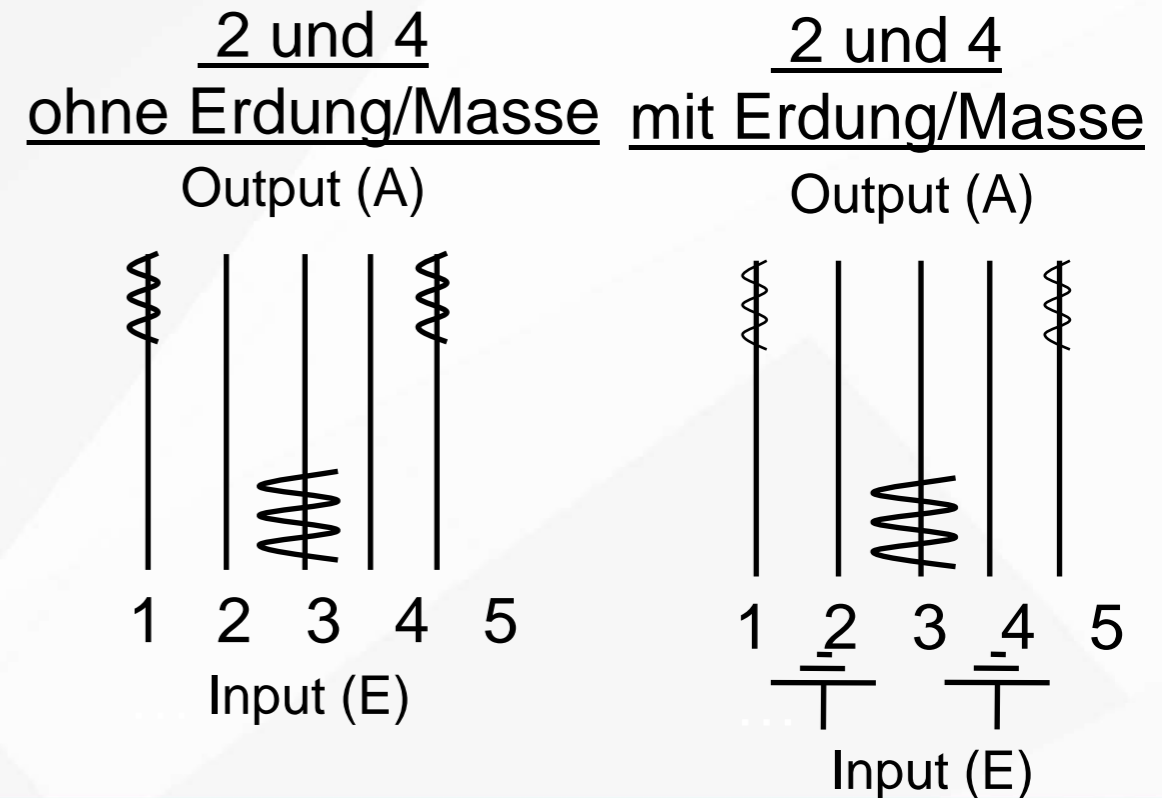
Höhere Dämpfung (=Ziel)



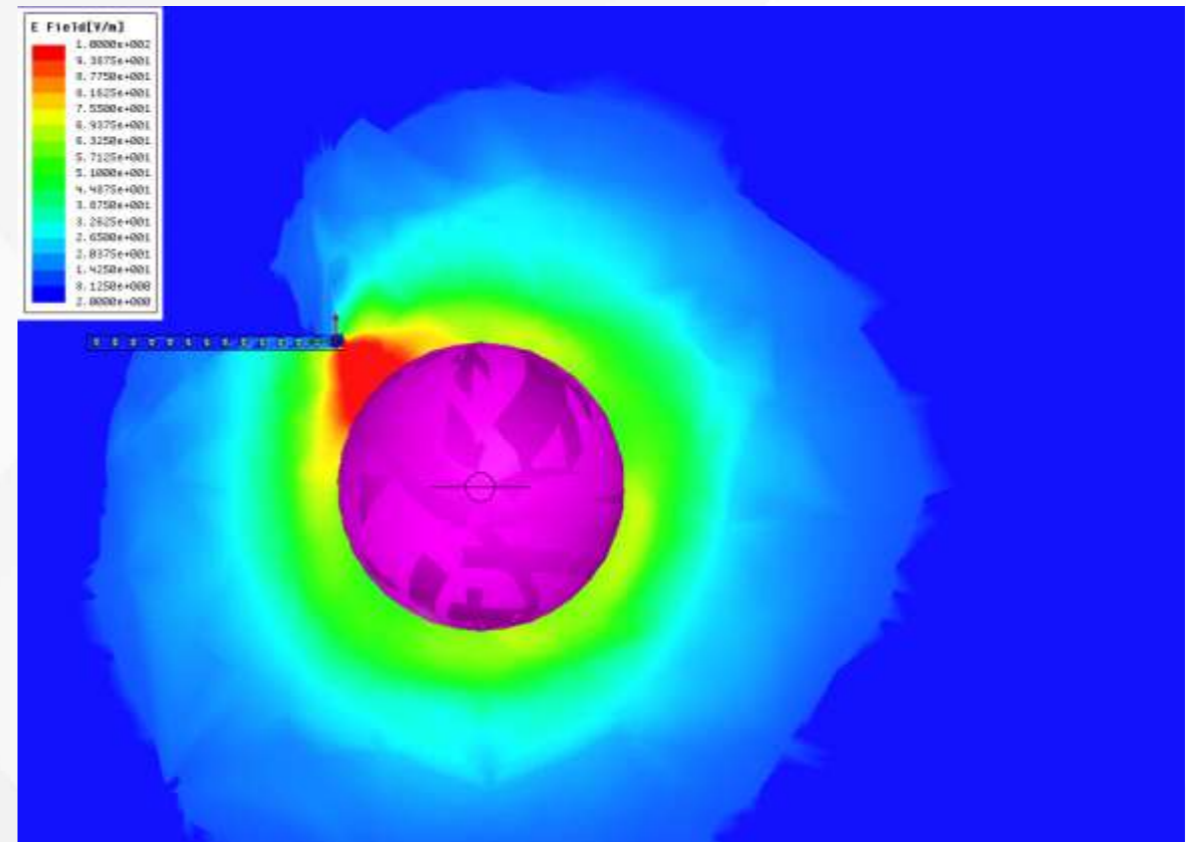
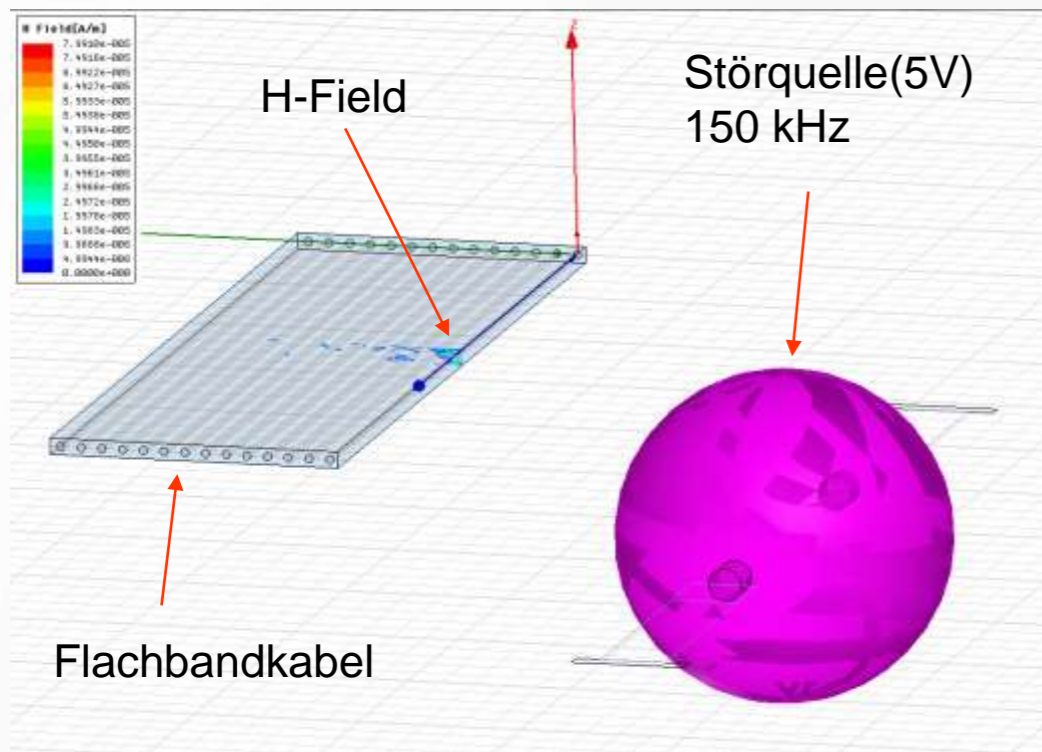
Hoher Frequenzbereich

Fazit:

Im hohen Frequenzbereich trägt die Erdung zu einer Dämpfungserhöhung von ca. 15-20 dB bei.

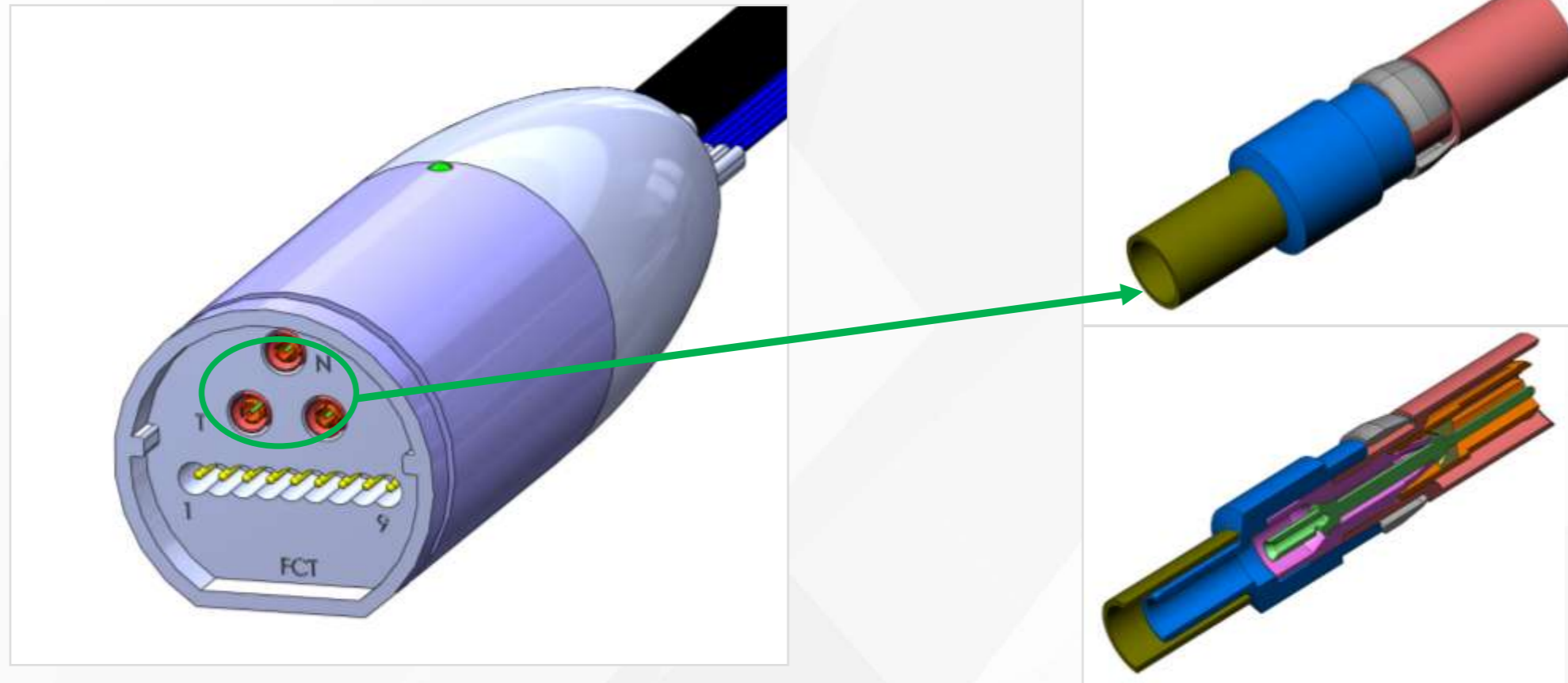


Effekt einer 5V Störquelle mit Frequenz von 150 kHz auf das Flachbandkabel.

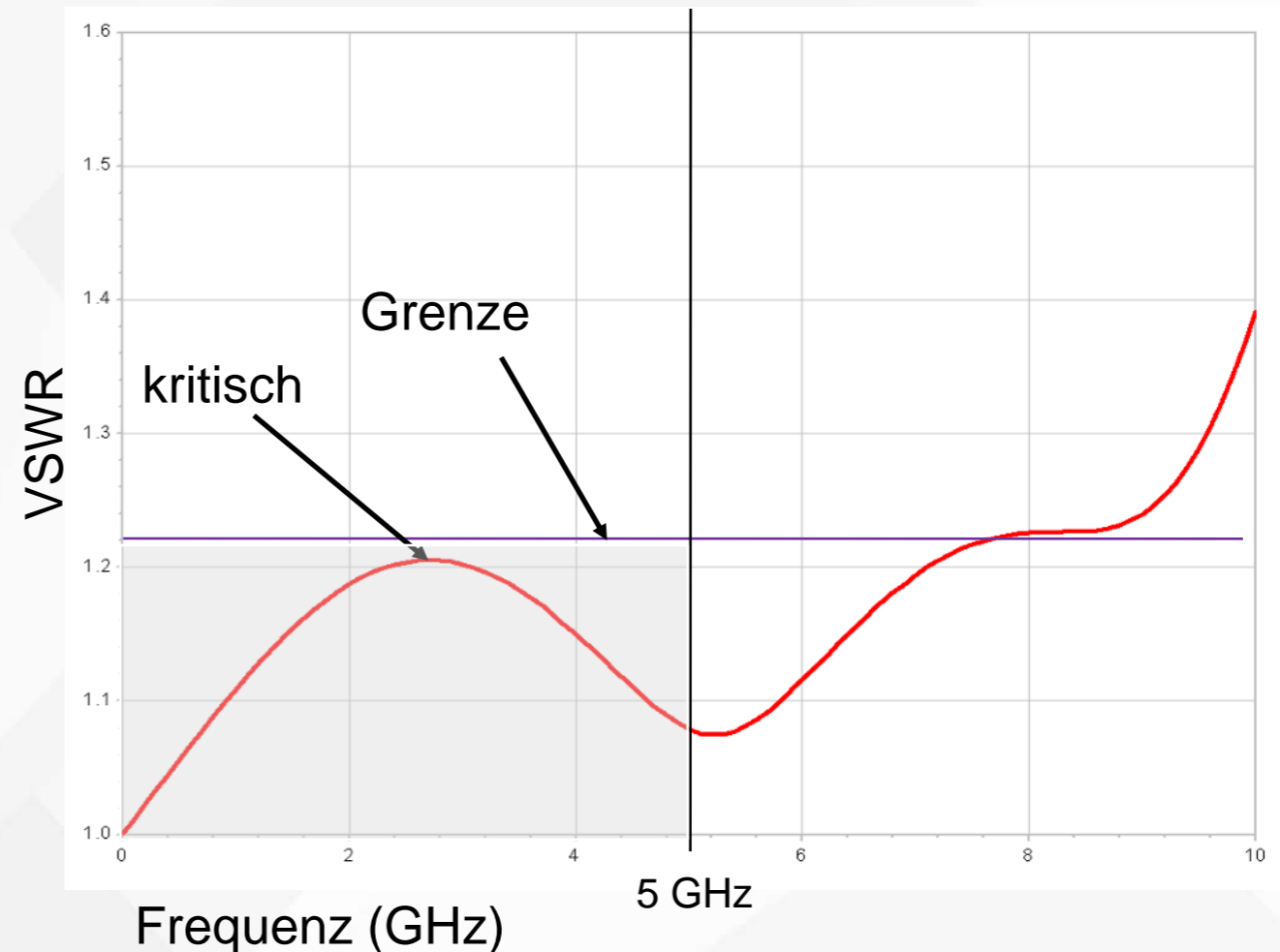
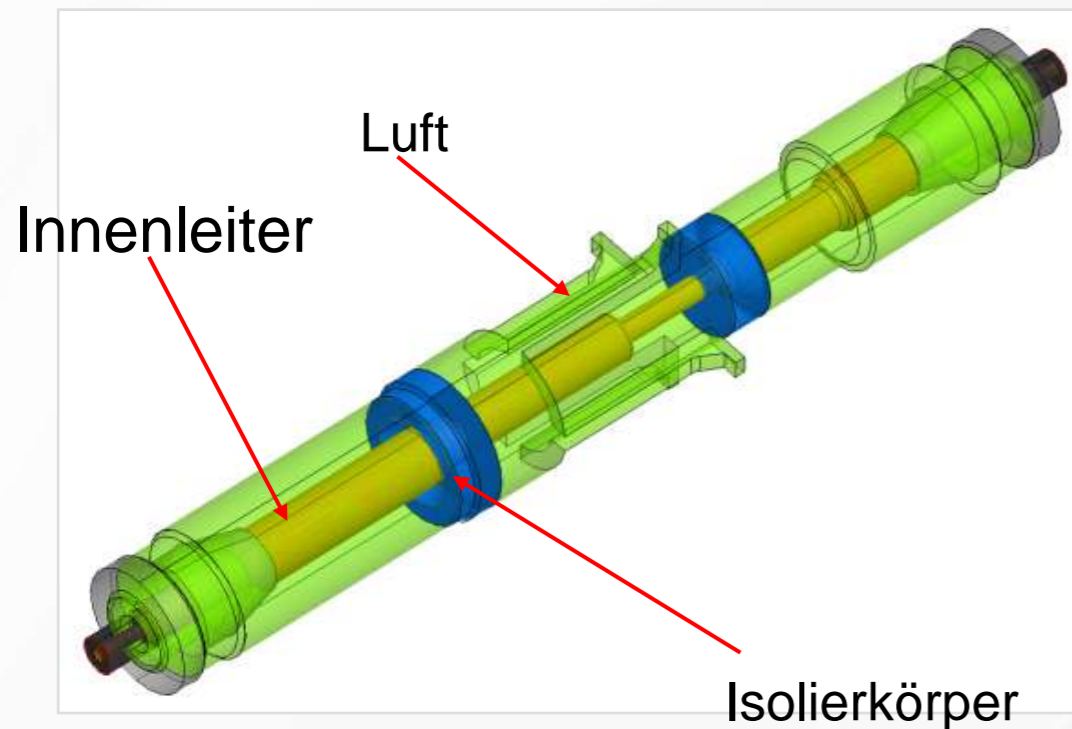


Simulation VSWR-Wert für Koaxialkontakt.

Ziel → Verbesserung der Signalübertragungsqualität



Problem: VSWR-Grenzwert fast erreicht bei 2,8 GHz.
Zielsetzung im Bereich 0-5 GHz → Verbesserung der VSWR-Werte.

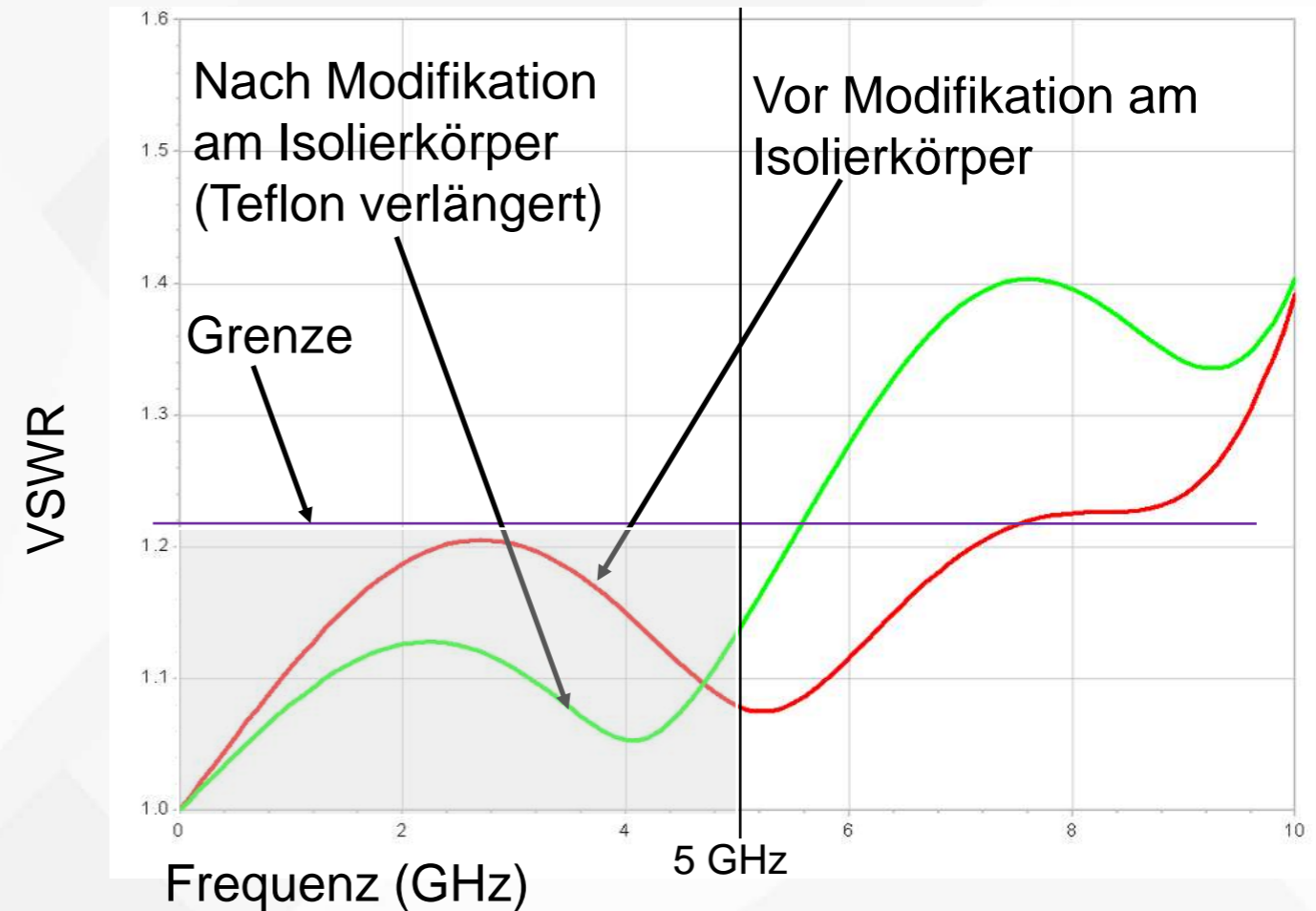
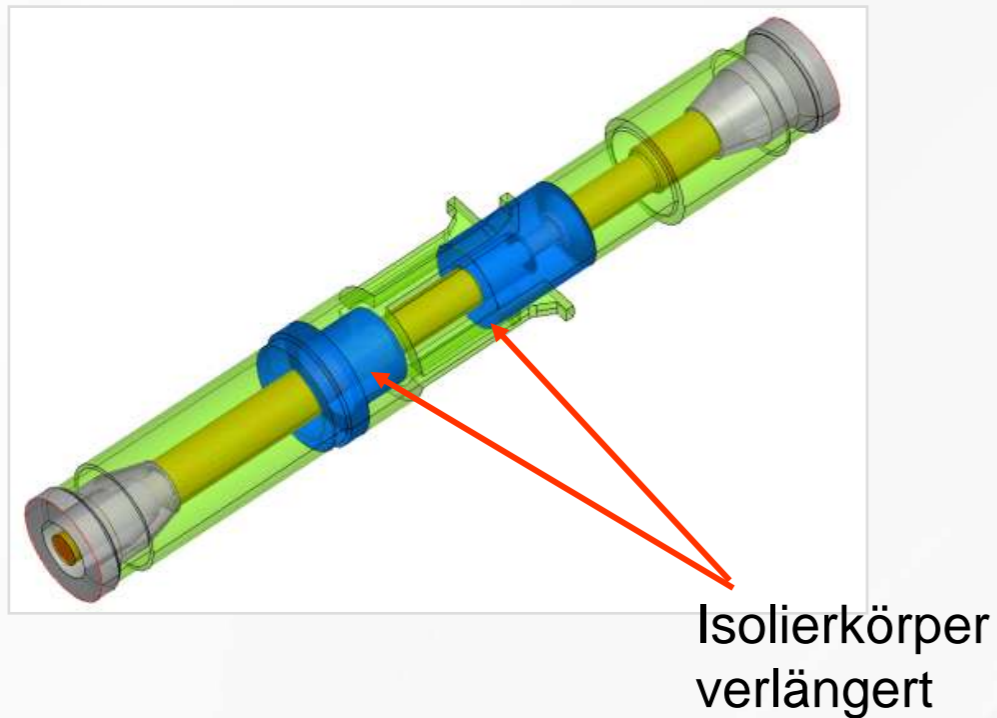


Frequenz (GHz)

VSWR-Kurve vor Geometrie-Optimierung

Isolierkörper modifiziert

→ VSWR-Wert verbessert im Bereich 0-5 GHz



VSWR-Kurvenvergleich vor und nach der Geometrie-Optimierung

Zusammenfassung der Medizinstecker-Simulationsergebnisse

■ Rasthaken-Gestaltung

- Mechanisch stabil und spritzgusstechnisch fertigbar
- Kraftübertragung von 10N auf Mikroschalter gewährleistet.

■ Flachbandkabel-Übersprechverhalten

- Durch Erdung 15-20dB höhere Störungsämpfung im hohen Frequenzbereich.
- Kein wesentlicher Einfluss durch Erdung im niedrigen Frequenzbereich.

■ Koaxialkontakte-Signalqualität

- VSWR-Optimierung durch Umgestaltung der Isolierkörpergeometrie.

■ Steckkraft-Verhalten

- Durch gezielte Optimierung der Buchsengeometrie Einsteckkraft reduzierbar.

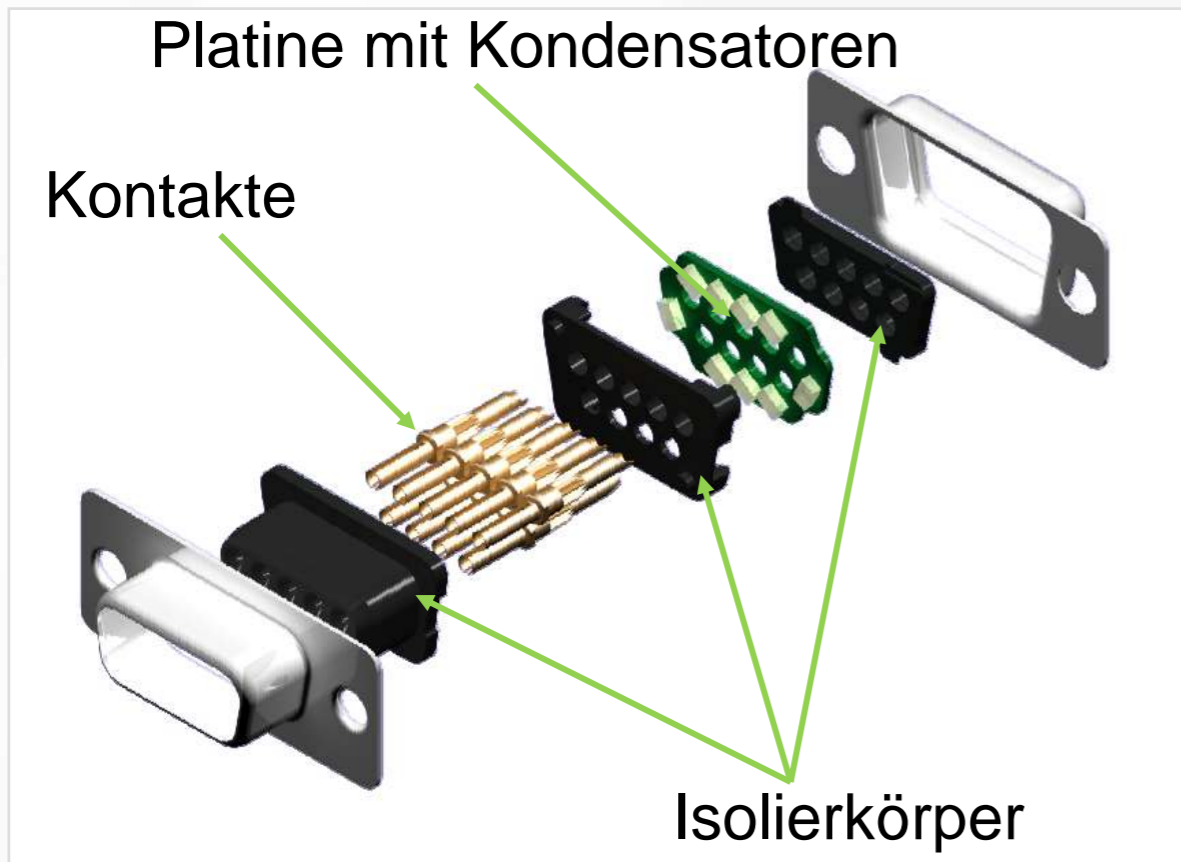
Agenda

- Konstruktionsbegleitung eines Medizinsteckers für patientennahe Anwendung mittels mechanischer, elektrischer und spritzgusstechnischer Simulation
 - Anforderungen
 - Mechanische und spritzgusstechnische Simulationen
 - Elektrische Simulationen
- **Beispiele für weitere Produktentwicklungen**

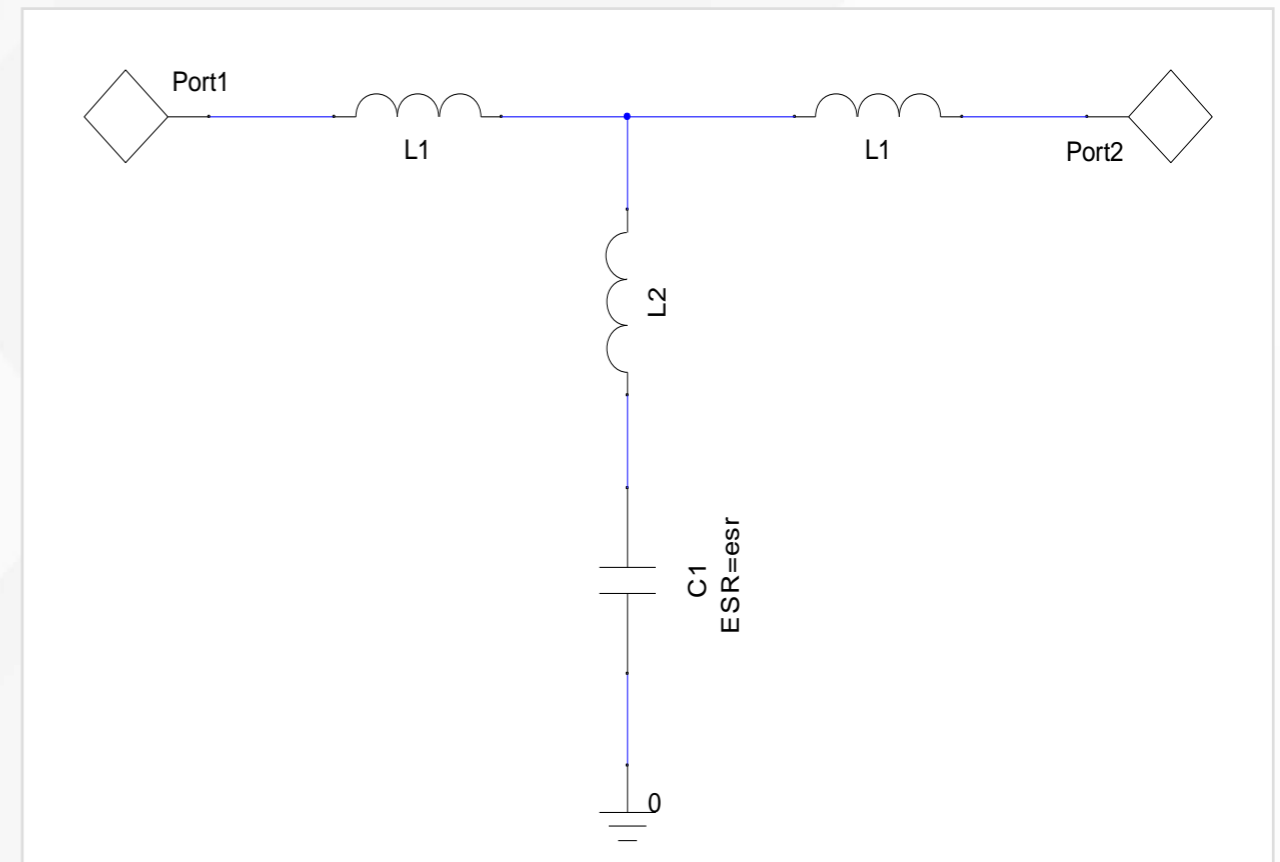
Mögliche Beispiele weitere Simulationsanwendungen

- Filtercharakteristik
- Schirmdämpfungen

Ermittlung Filter-Charakteristik



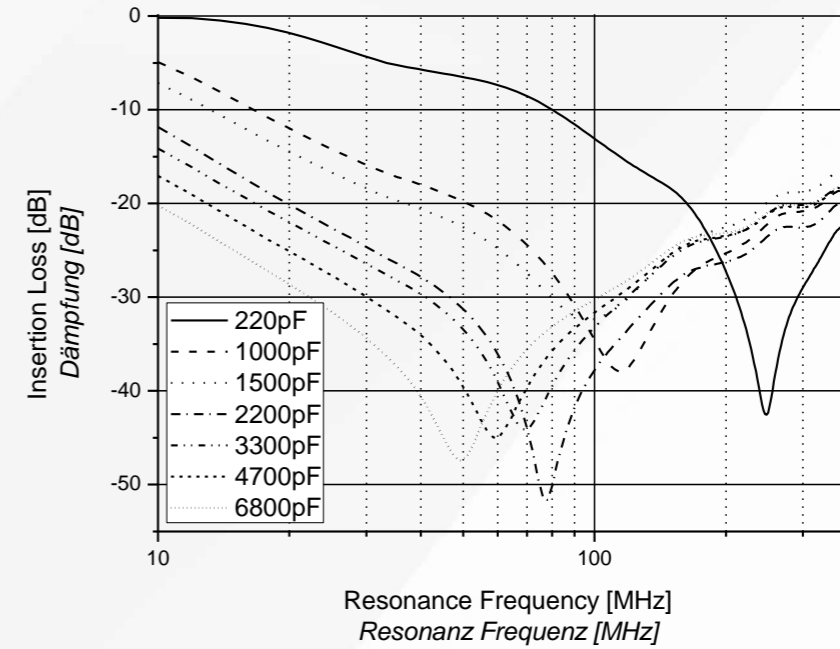
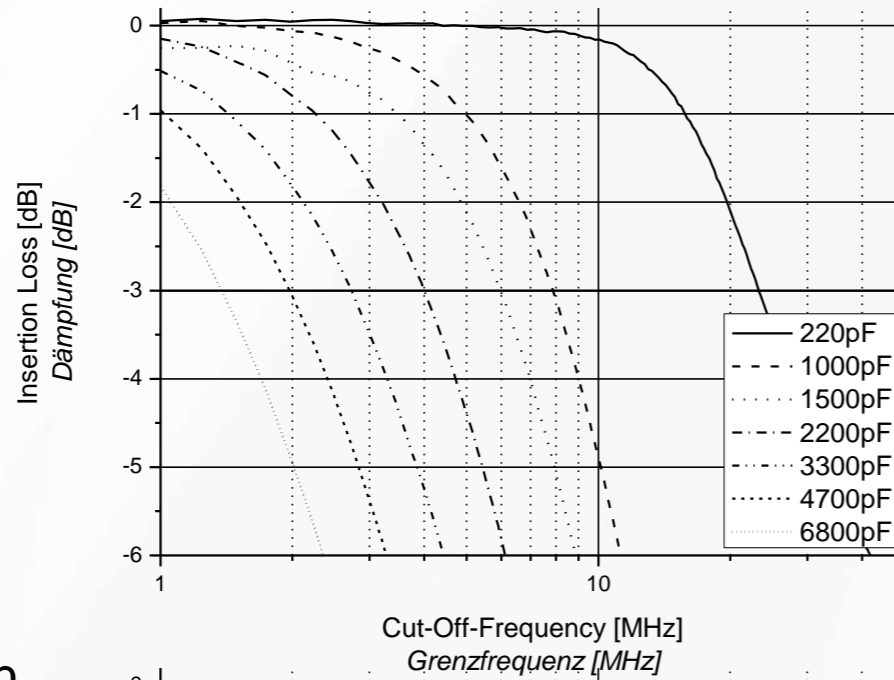
Aufbau eines Filtersteckers



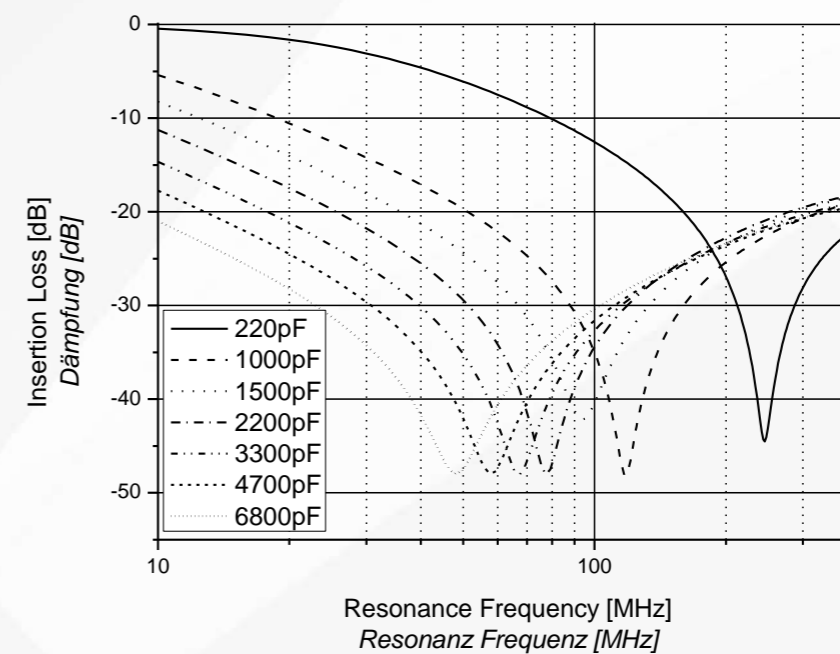
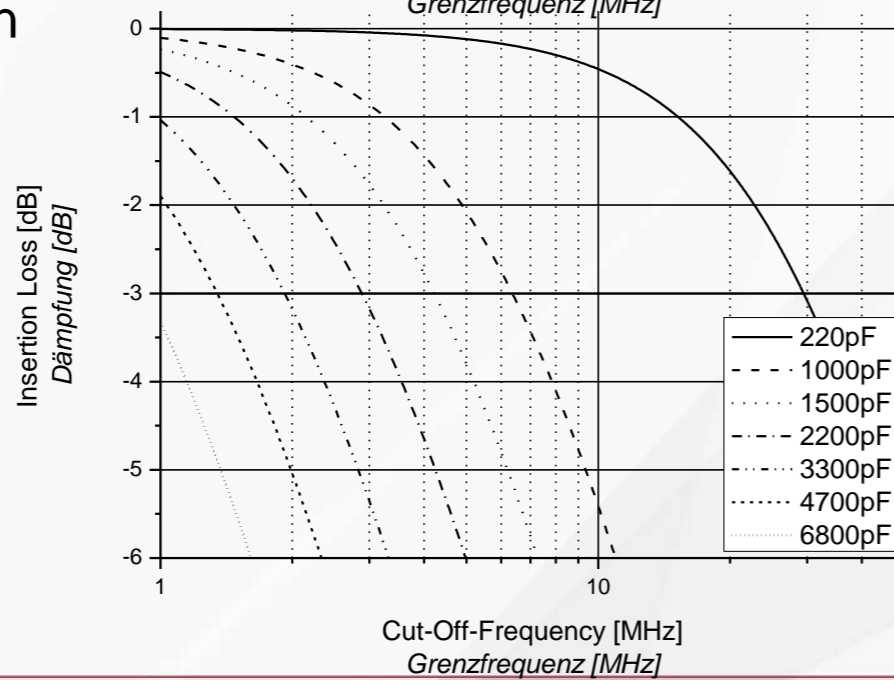
Schaltung Plan

Ergebnisse im hohen Frequenzbereich

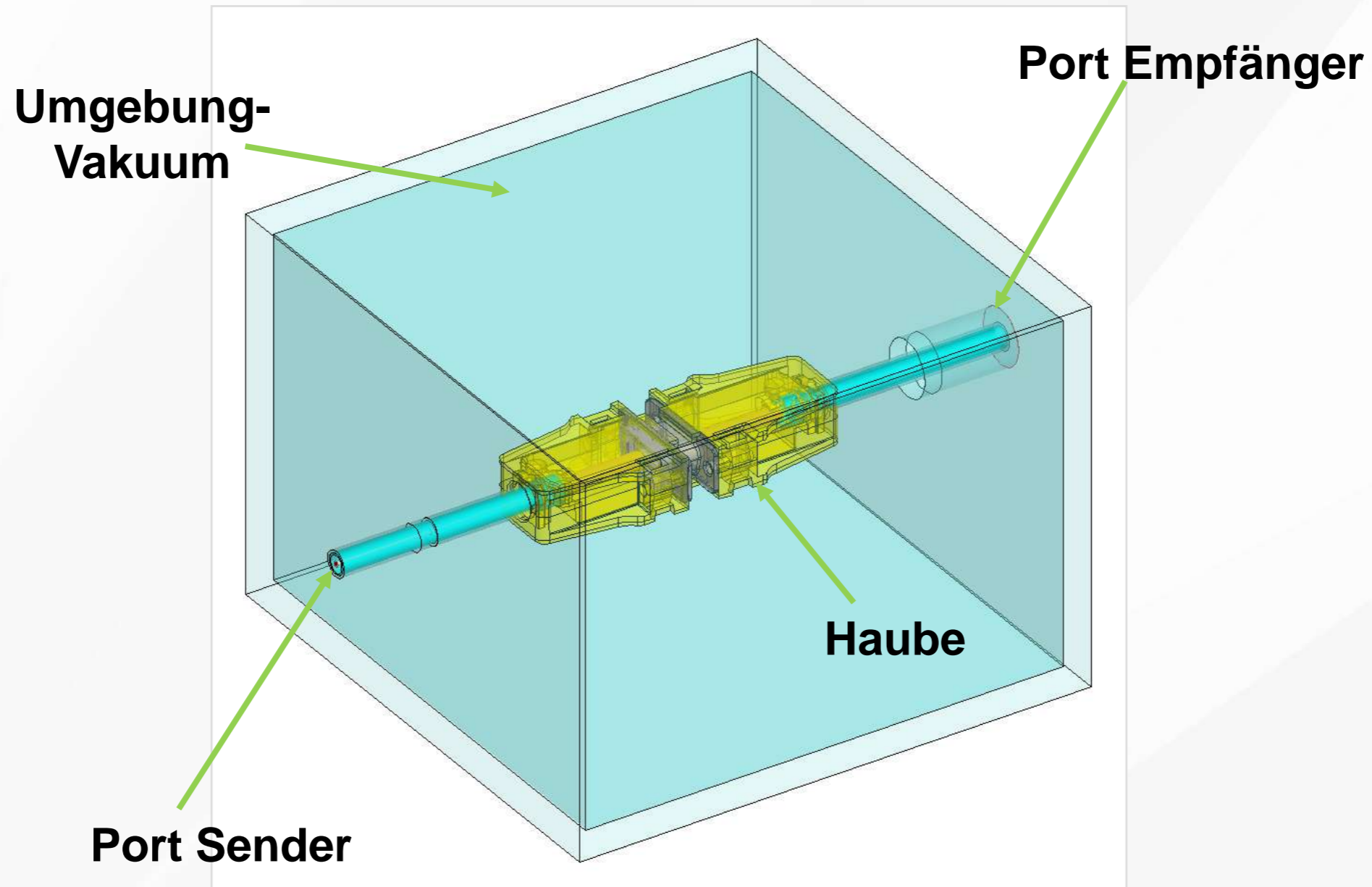
Messung



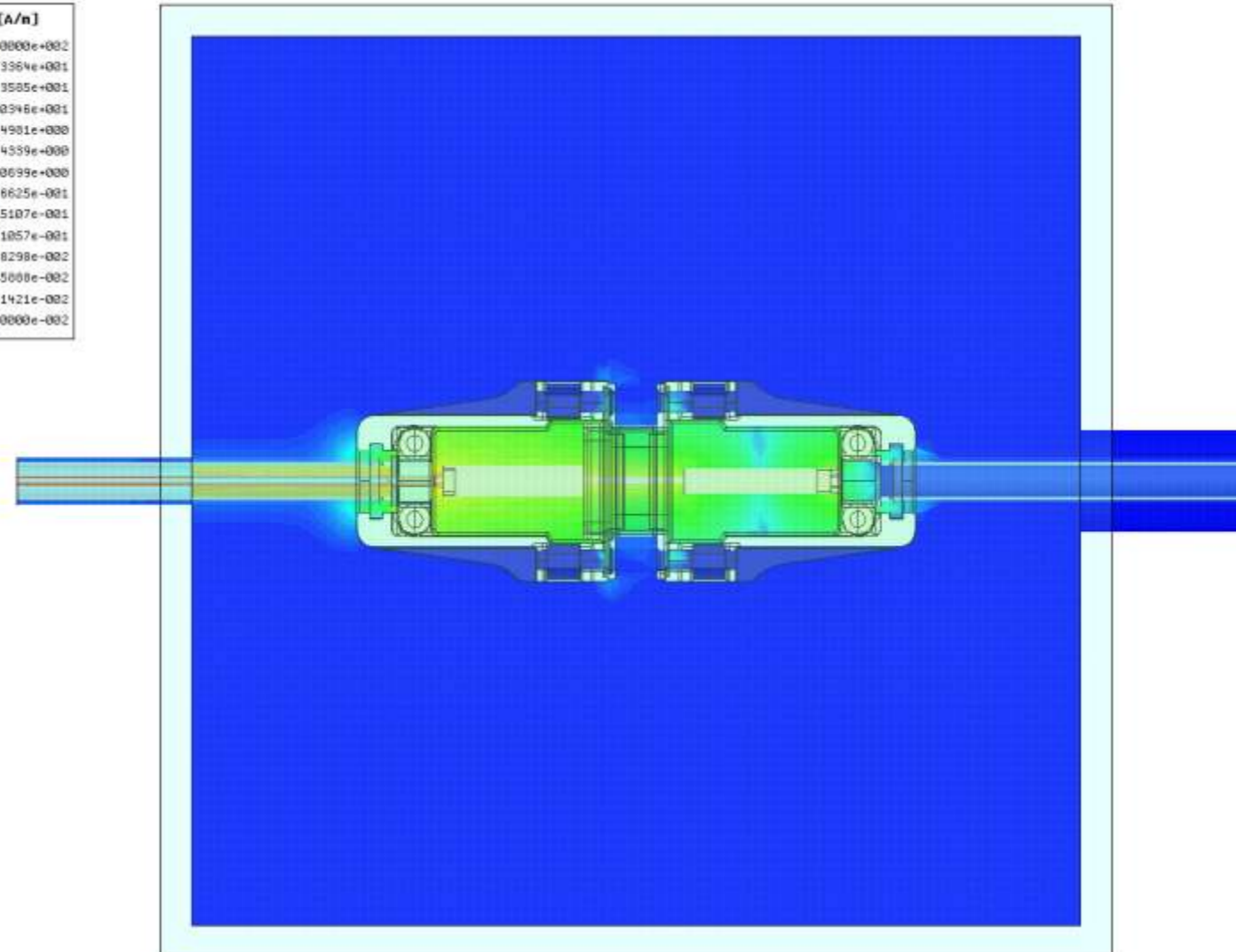
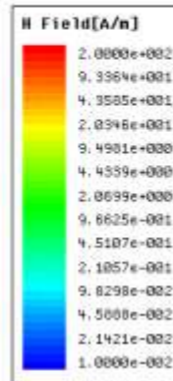
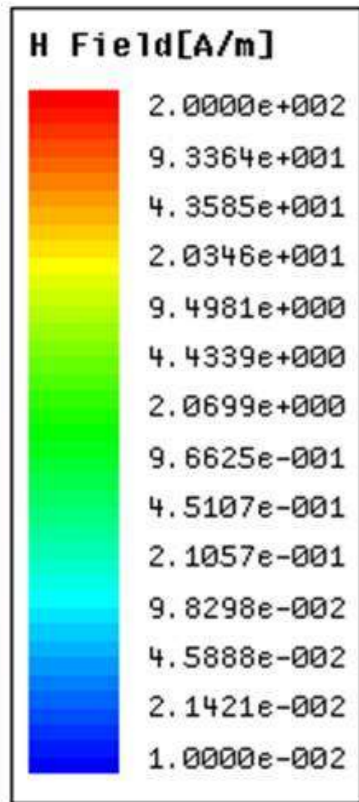
Simulation



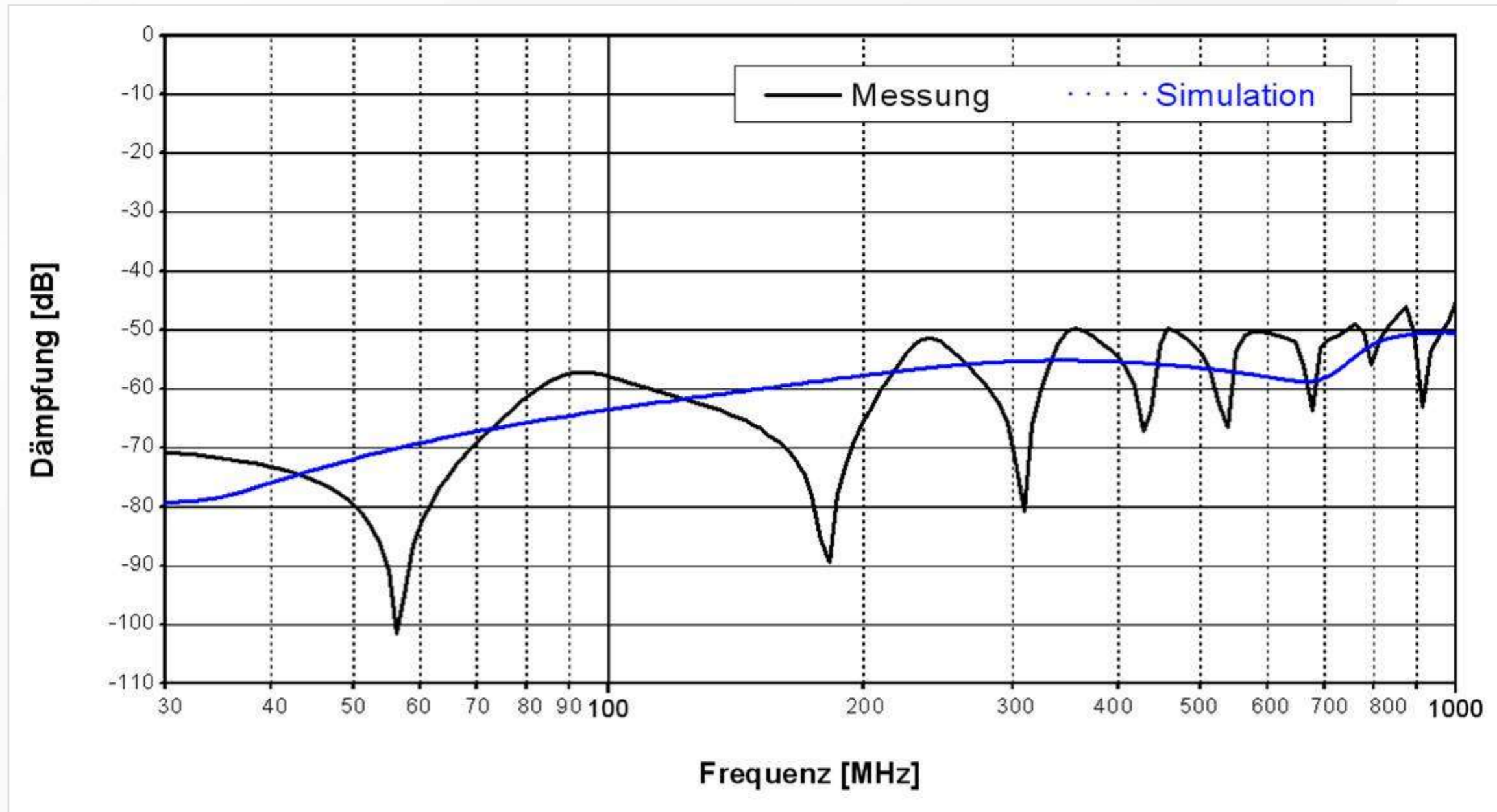
Schirmdämpfung einer Metallhaube



Ergebnis: H-Feld



Ergebnis: Schirmdämpfung



Simulationen vor Serienproduktion und Musterherstellung bieten folgende Vorteile:

- ✓ Kosteneinsparung durch Minimierung der Musterherstellung und -prüfung
- ✓ Zeiteinsparung durch schnelle Ermittlung des mechanischen und elektrischen Verhaltens
- ✓ Qualitätsverbesserung durch Erkennung potentieller Fehler und Designoptimierung
- ✓ Bessere Abschätzung der Risiken und schnelle Bewertung der Machbarkeit
- ✓ Know-How Ansammlung durch Erkennung der Effekte und Eigenschaften des Bauteils

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

Hr. Dr.-Ing. Dipl. Phys. Andreas J. Schmid
Tel: +49(0)89 420004-0
E-Mail: Info@fctgroup.com