



# Vortrag über die Diplomarbeit

UNIVERSITÄT  
DUISBURG  
ESSEN

angefertigt von  
**cand. ing. Nataša Penić**  
bei  
**Prof. Dr.- Ing. K. Solbach**  
Fachgebiet  
Hochfrequenztechnik  
an der  
**Universität Duisburg-Essen**



Thema

UNIVERSITÄT  
DUISBURG  
ESSEN

# Optimization of an On-Body Antenna

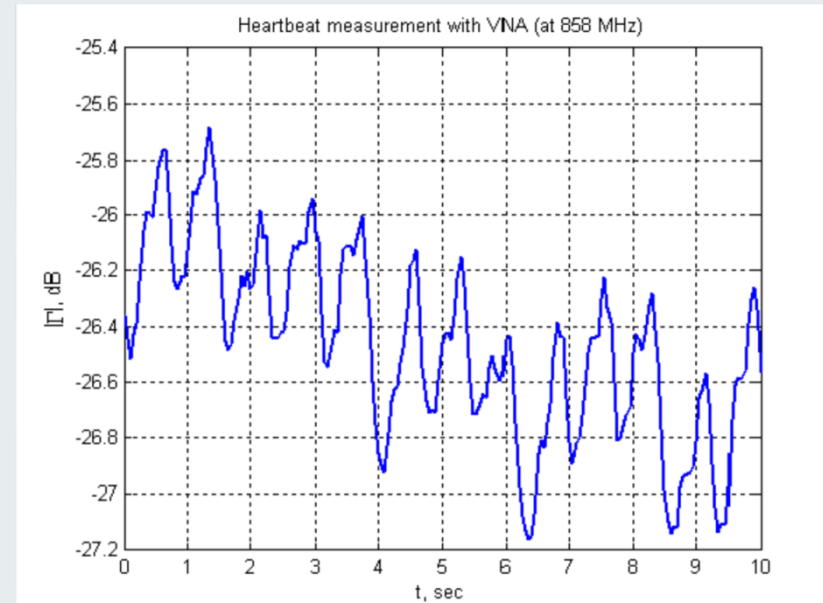
# Inhalt

- Motivation
- Grundlagen zur Patch-Antenne
- Wechselwirkung zwischen Antenne und Körper
- Simulationen
- Messaufbau
- Messergebnisse
- Zusammenfassung und Ausblick



# Motivation

- Die Herstellung einer Patch-Antenne für eine Arbeitsfrequenz von 880 MHz
- Die Antenne wird sehr nah am Körper positioniert
- Mit Hilfe der Reflexionsmessung erfolgt die Herzschlagmessung



Vormessungen mit dem  
Netzwerkanalysator



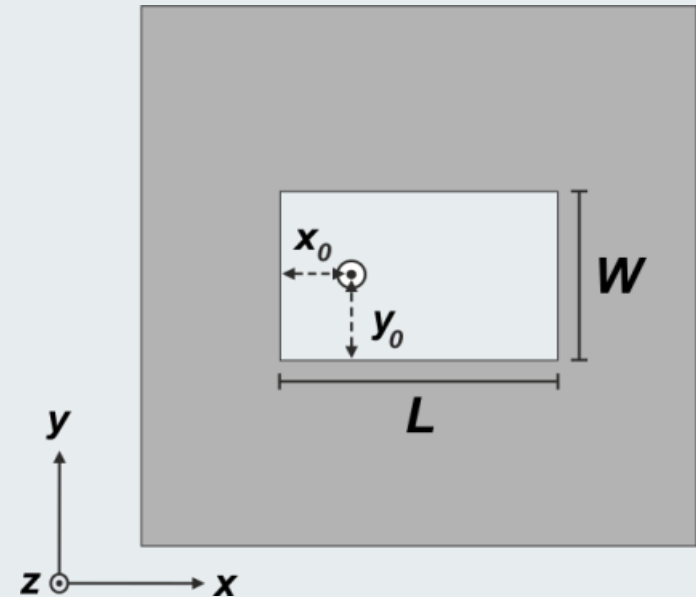
# Motivation

- Den Einfluss des Körpers mit Hilfe einer Schutzschicht (engl.: *stacked antenna*) minimieren
- Das Wasserkissen gleicht die Unebenheiten der Brust aus und wirkt als Energiekoppler
- Der Luftspalt minimiert den Einfluss des Körpers



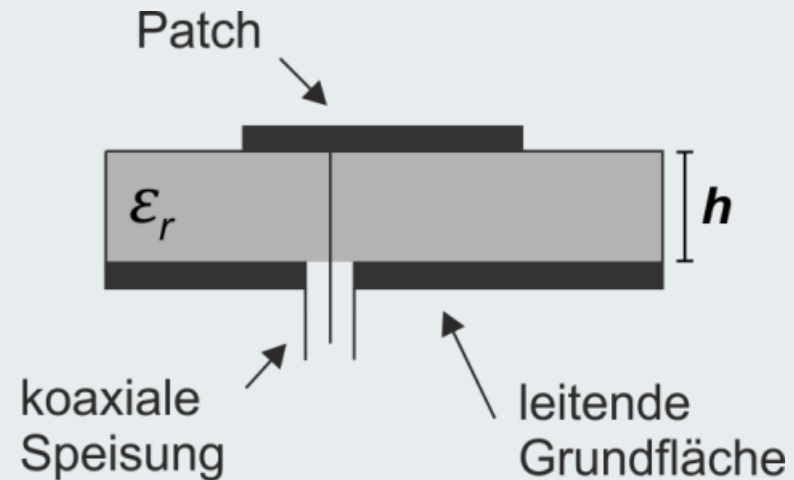
# Grundlagen zur Patch-Antenne

- Der Antennen-Typ ist die Rechteckmikrostreifenleitungs-antenne
- Mit der Patch-Länge  $L$  wird die Resonanzfrequenz  $f_0$  und der Grundschiwingungstyp (TM *mode*) eingestellt
- Über die Position des Einspeisungspunktes ( $x_0/y_0$ ) wird die Eingangsimpedanz  $Z_E$



# Grundlagen zur Patch-Antenne

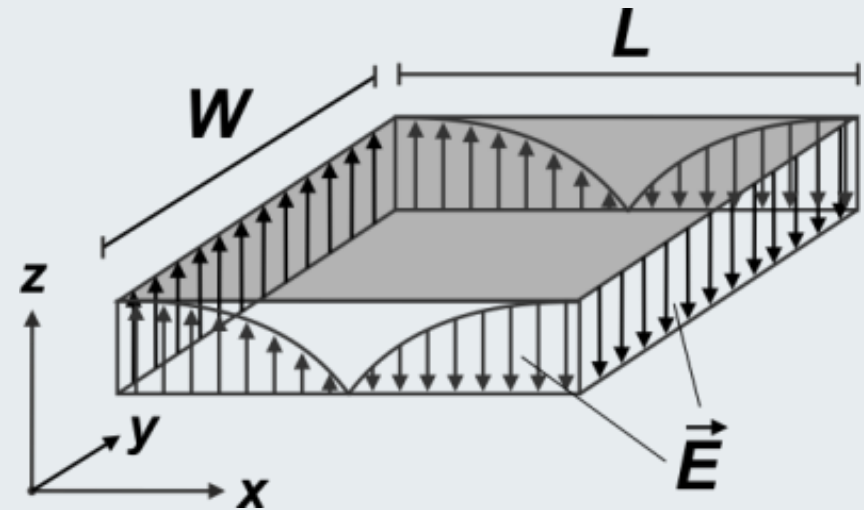
- Die relative Permittivität  $\epsilon_r$  des Substrates beeinflusst die Antennen-Größe
- Die Substrathöhe  $h$  hat einen Einfluss auf die Antennen-Bandbreite
- Die Signaleinspeisung erfolgt über eine koaxiale Leitung

**H F T**

# Grundlagen zur Patch-Antenne

Für das Fernfeld gilt:

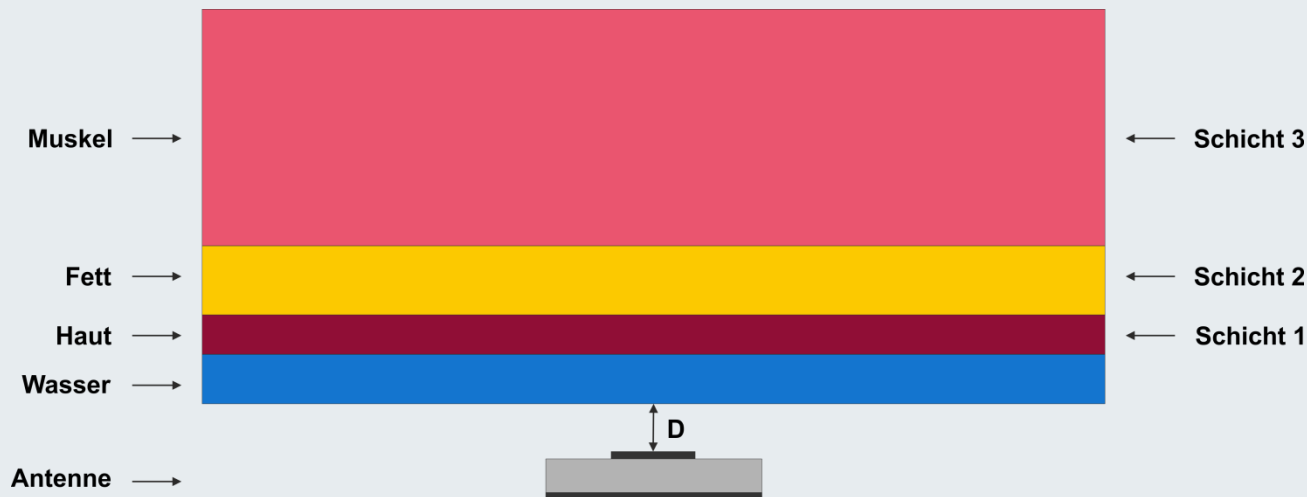
- die Kanten der Breite  $W$  werden als die strahlenden Seiten bezeichnet (Schnitt in der  $xz$ -Ebene)
- die Kanten der Länge  $L$  werden als die nicht strahlenden Seiten bezeichnet (Schnitt in der  $yz$ -Ebene)





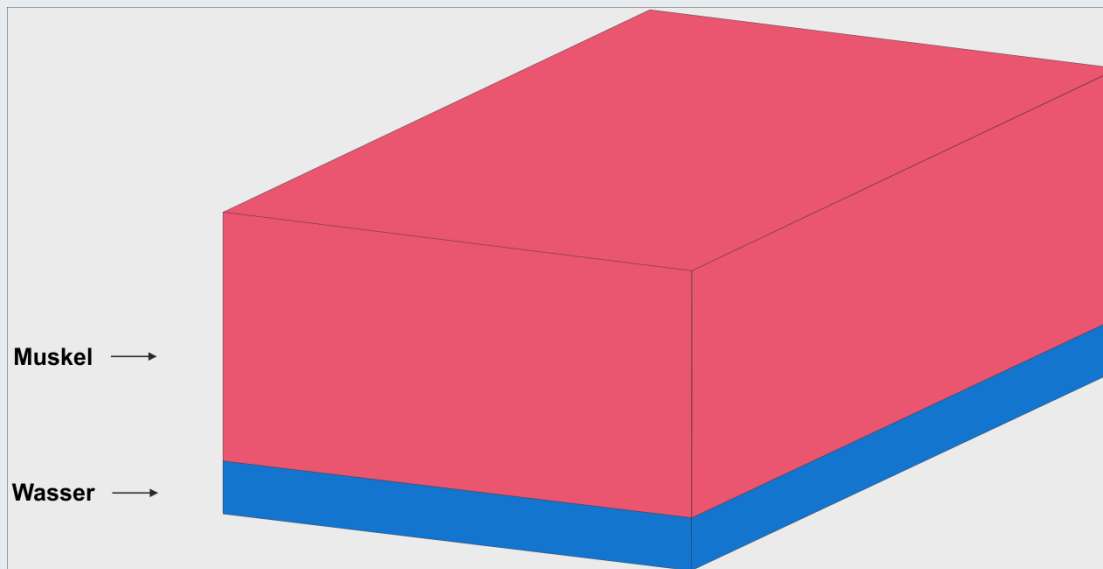
# Wechselwirkung zwischen Antenne und Körper

- Der Körper ist ein verlustbehaftetes Medium und hat einen Einfluss auf die Antenneneigenschaften  
⇒ Fehlanpassung und Frequenzverschiebung
- Die Antenneneinwirkung auf den Körper äußert sich durch die Absorption elektromagnetischer Wellen  
⇒ lokale Erwärmung (SAR)



# Wechselwirkung zwischen Antenne und Körper

- Die dielektrischen Eigenschaften variieren sehr stark von Schicht zu Schicht und sind Frequenzabhängig
- Die zwei Körpermodelle:
  - (1) Das Ein-Schicht-Modell
  - (2) Das Drei-Schichten-Modell



$$\epsilon_{r,m} = 55.0$$

$$\epsilon_{r,f} = 5.5$$

$$\epsilon_{r,h} = 41.5$$

$$\epsilon_{r,w} = 76.0$$



**H F T**

# Simulationen

Zwei Antennen aus dem Substrat RO3010 mit jeweils unterschiedlicher Substrathöhe  $h$  :

- RO3010 mit  $\epsilon_r = 10.2$
- Antenne A mit  $h = 0.635$  mm
- Antenne B mit  $h = 1.27$  mm
- Antenne A und B wurden mit einem Luftspalt (ca. 2.5 mm) und dem Wasserkissen optimiert



# Simulationen

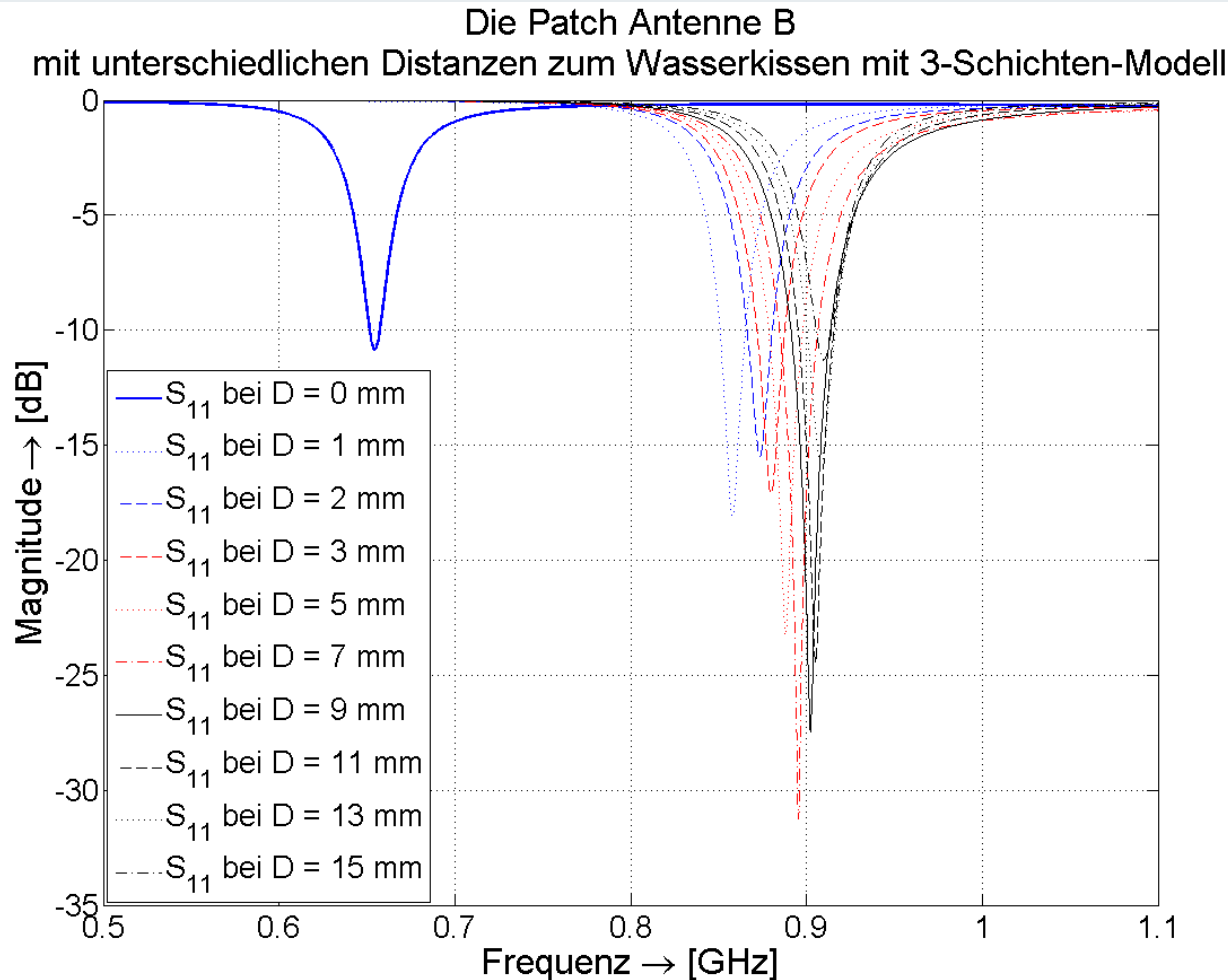
Folgende Aspekte werden hervorgehoben:

- Die Veränderung der Resonanzfrequenz  $f_0$  und des Reflexionsfaktors  $S_{11}$  über einen Distanzbereich
- Der Leistungsfluss  $S_{xyz}$  (engl.: *power flow*) im Vergleich in das Gewebemodell mit und ohne Wasserkissen



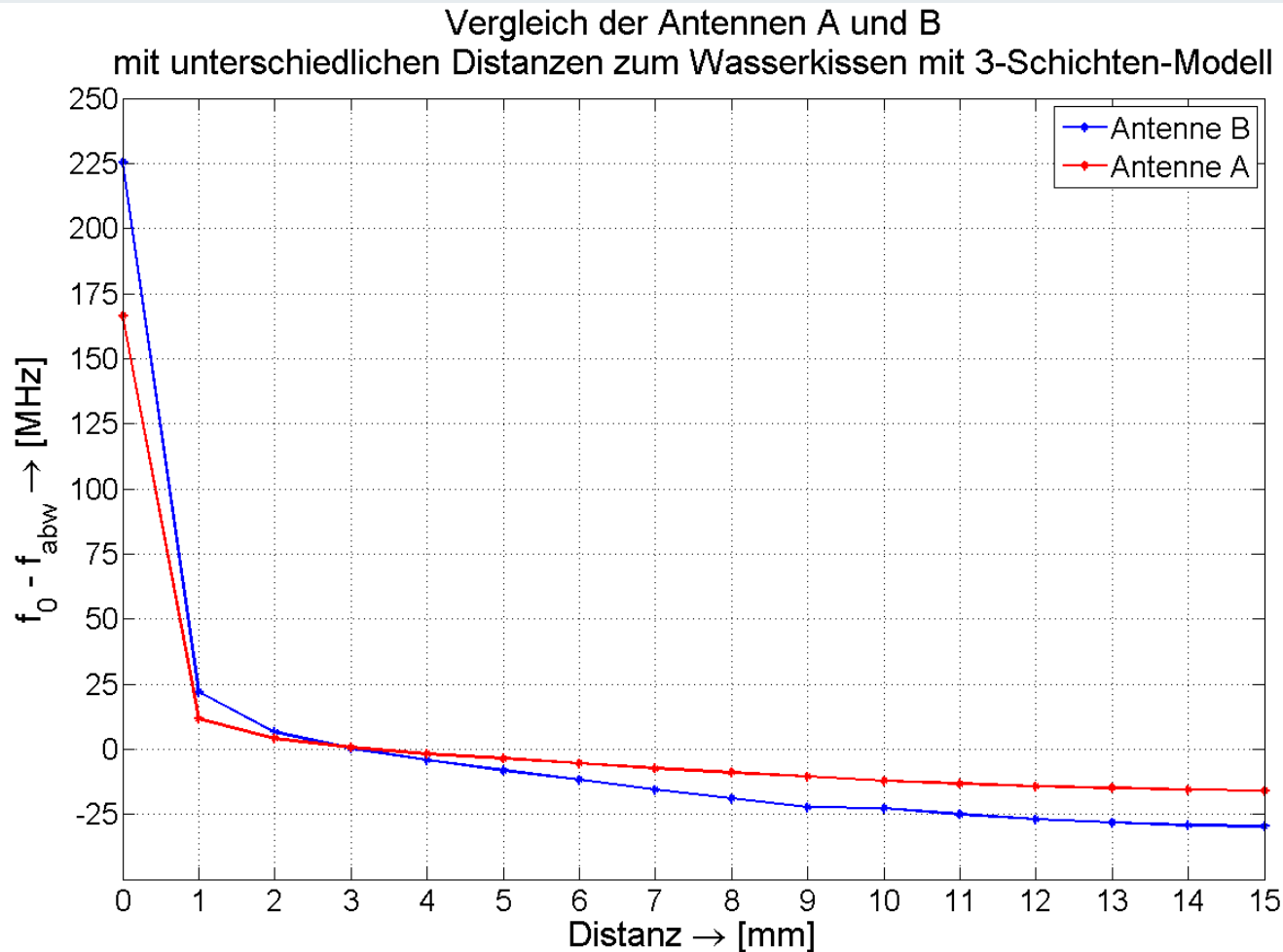
# Simulationen - Distanzbereich

Reflexionskoeffizient  $S_{11}$  über die Distanz  $D$  bei Antenne B



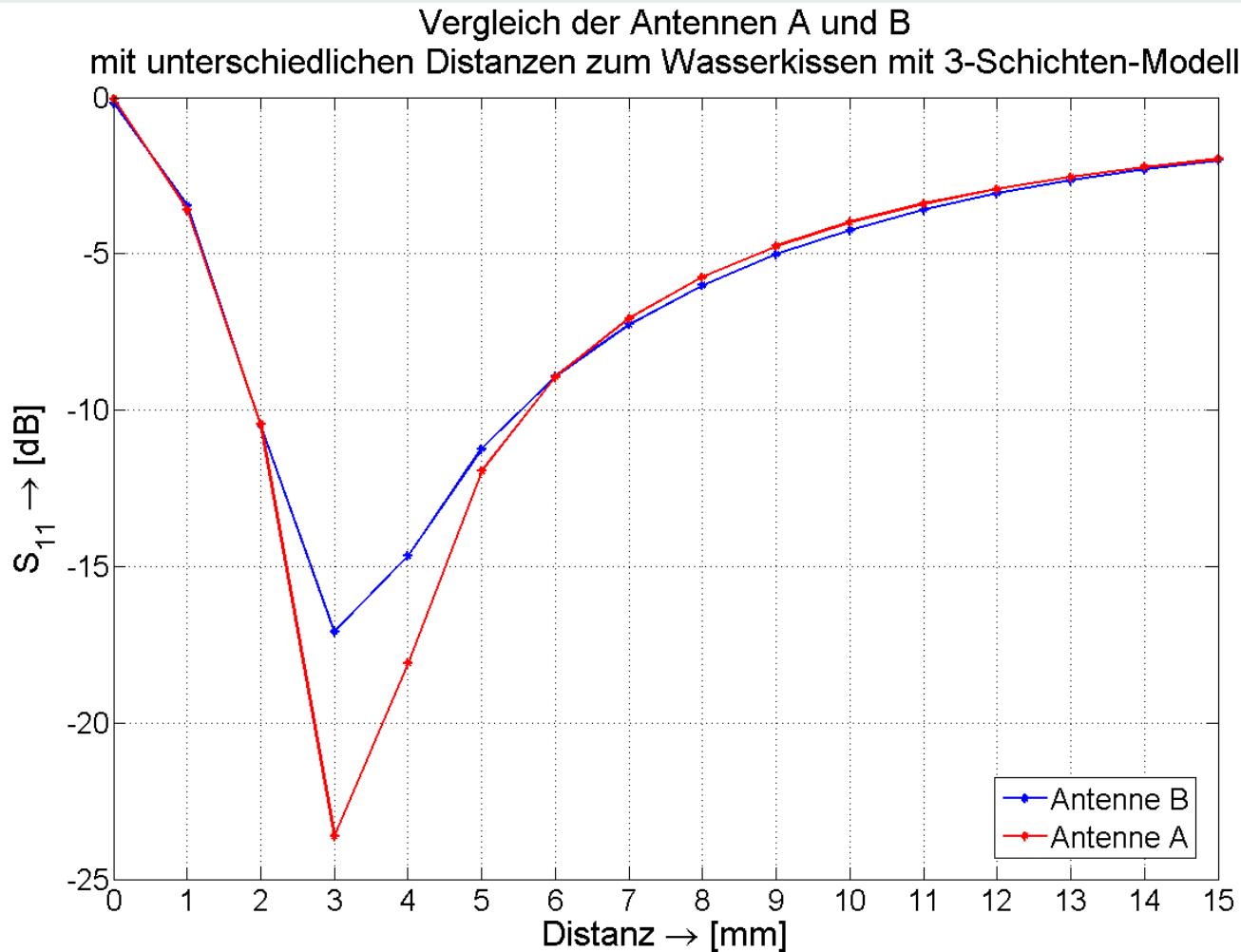
HFT

Frequenzabweichung zur  $f_0 = 880 \text{ MHz}$  über die Distanz  $D$



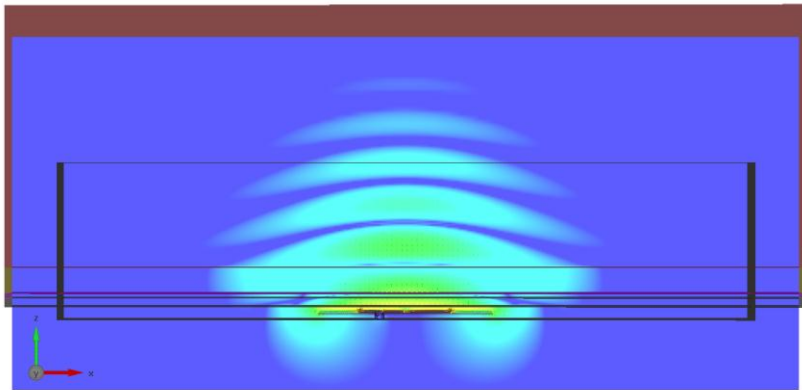
# Simulationen - Distanzbereich

Reflexionskoeffizient bei  $f_0 = 880 \text{ MHz}$  über die Distanz  $D$

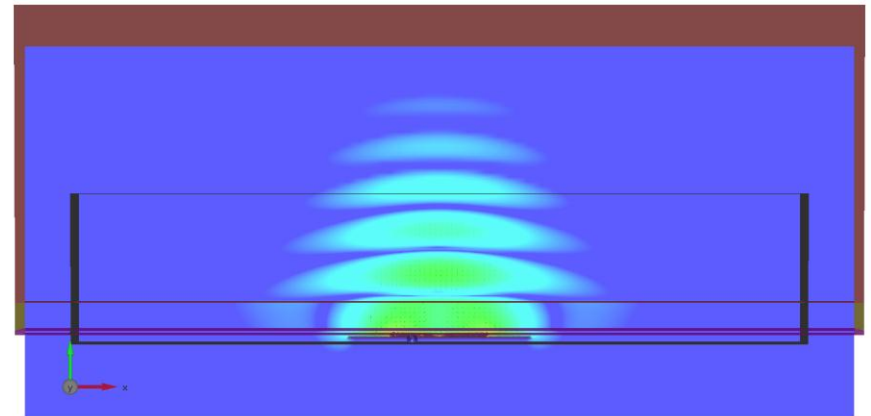
**H F T**

# Simulationen - Leistung

- Leistungsfluss  $S_{xyz}$  der Antenne B in der xz-Ebene bei der Resonanzfrequenz 880 MHz



$D = 3$  mm mit Wasserkissen



$D = 0.75$  mm ohne Wasserkissen

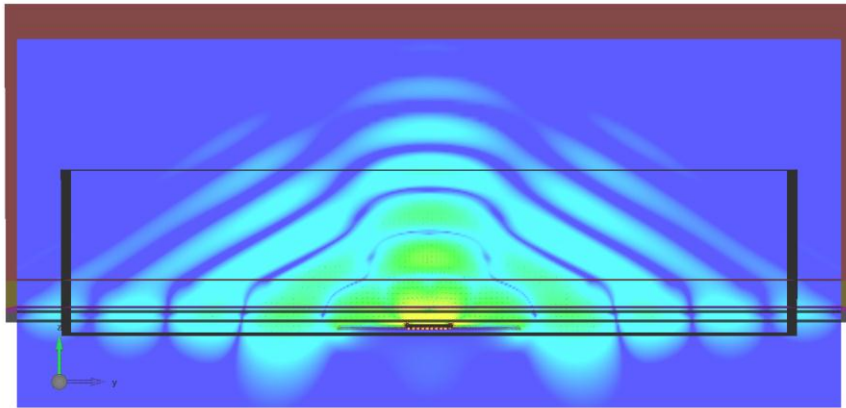


**H F T**

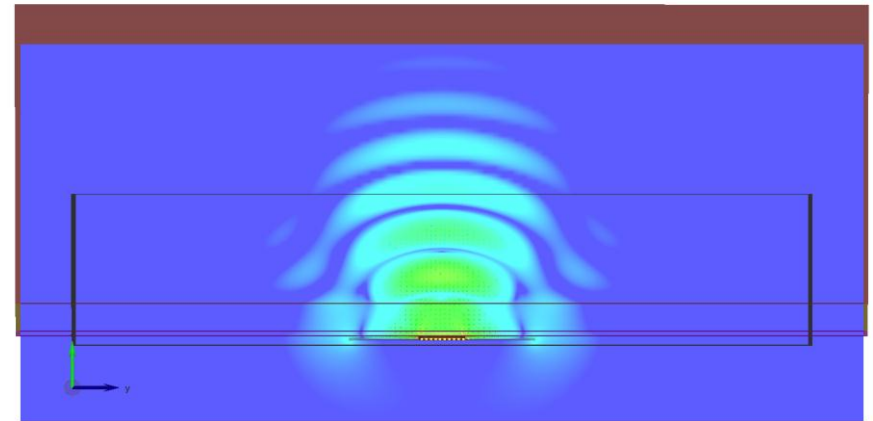


# Simulationen - Leistung

- Leistungsfluss  $S_{xyz}$  der Antenne B in der yz-Ebene bei der Resonanzfrequenz 880 MHz



D = 3 mm mit Wasserkissen

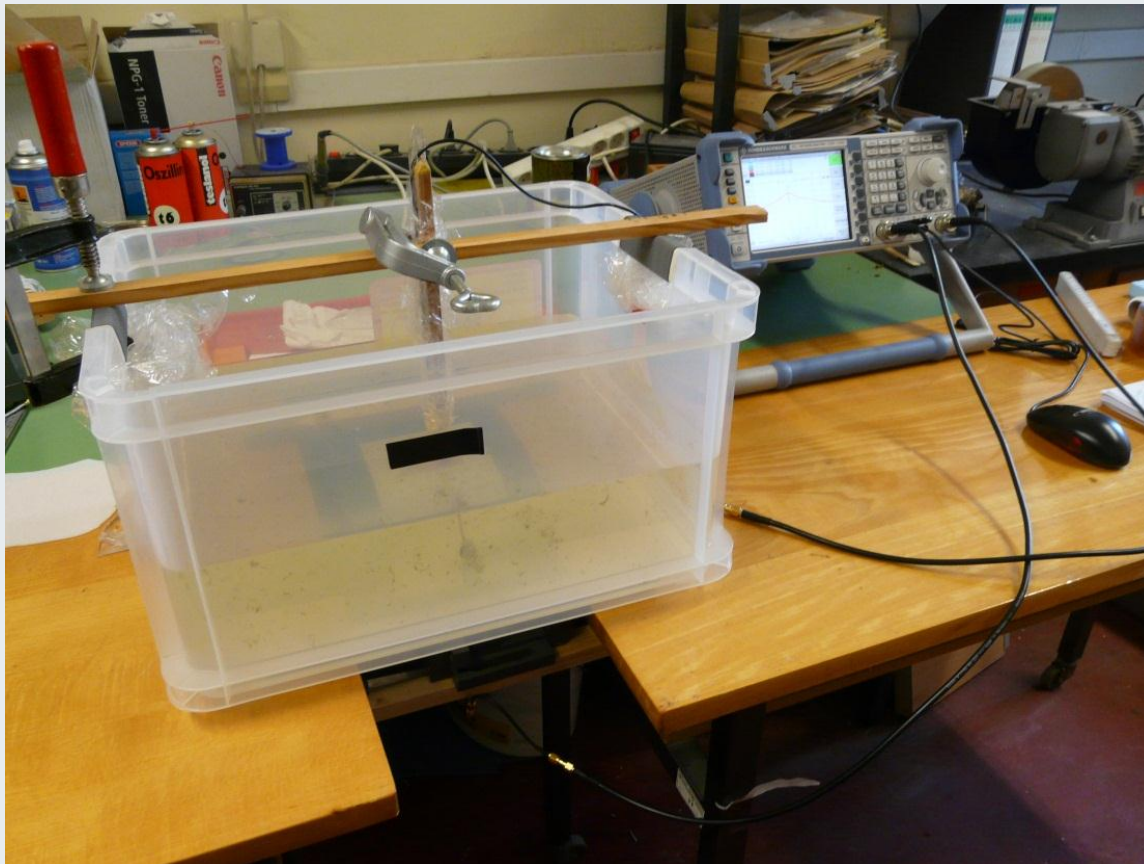


D = 0.75 mm ohne Wasserkissen



Messphantom

Netzwerkanalysator  
Rohde & Schwarz



Messsonde

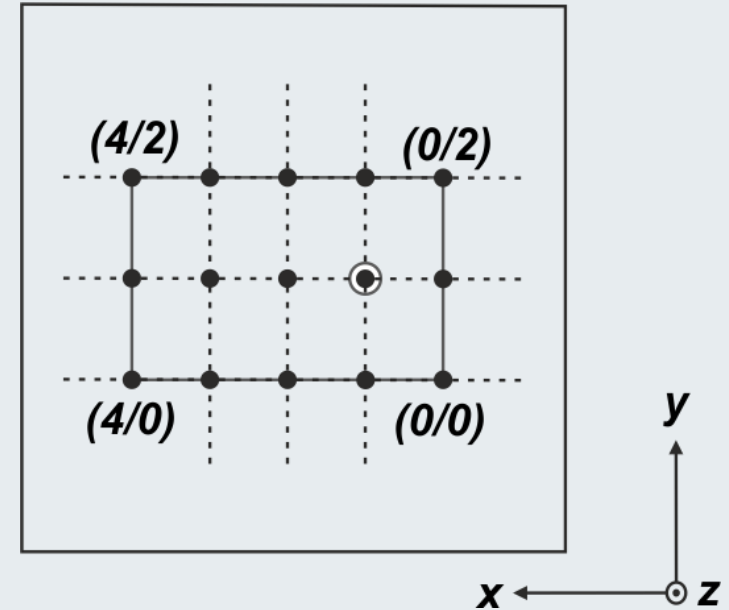
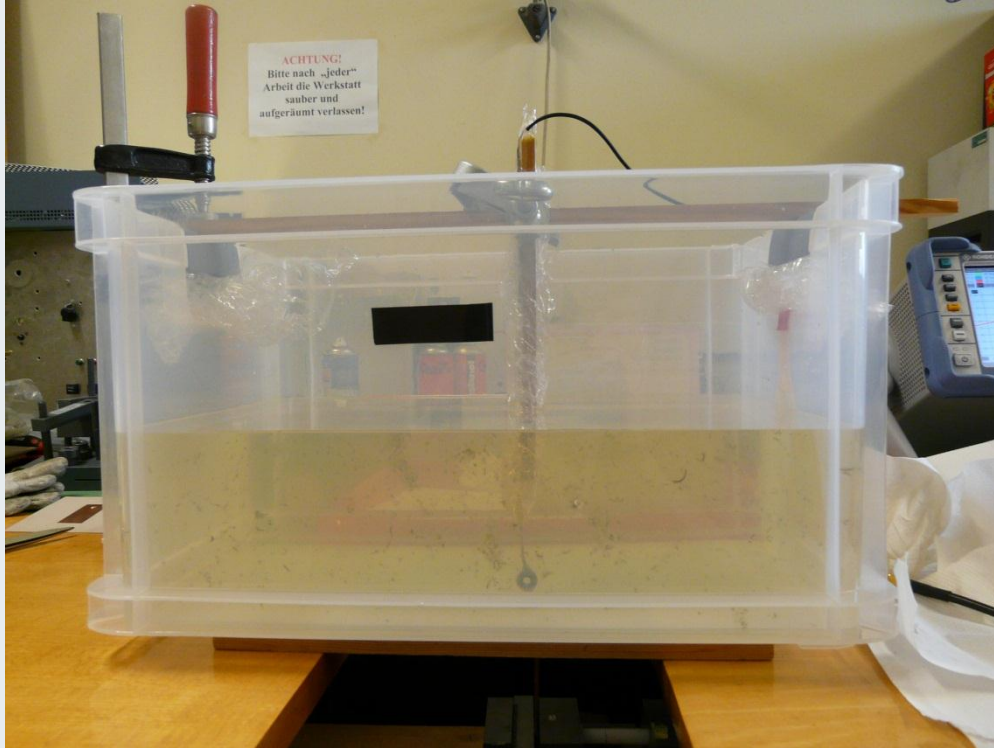


# Messaufbau - Antenne



Unterkonstruktion  
mit Antenne



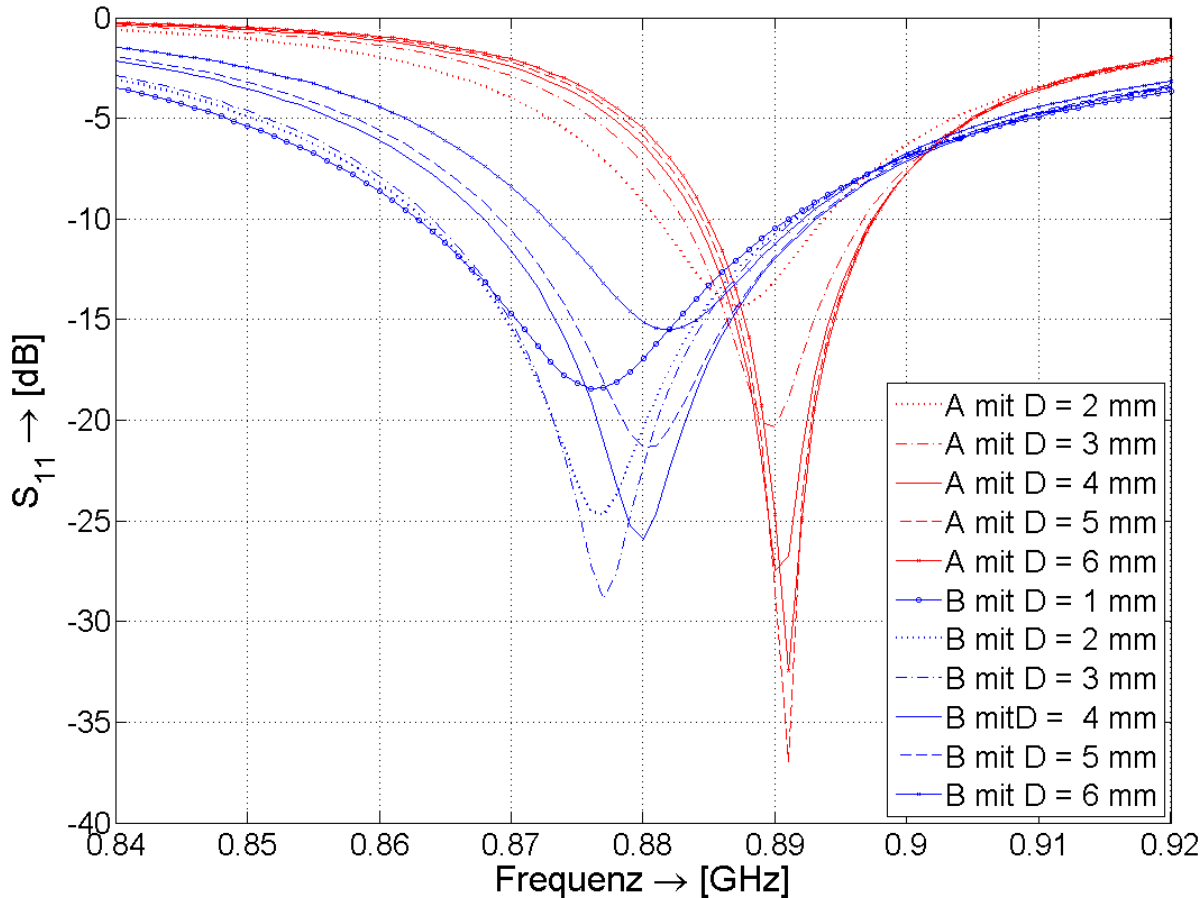


- Schleifen – Antenne (engl.: *loop antenna*)
- Messung der magnetischen Feldstärke  $H_y$  in Abhängigkeit der Position



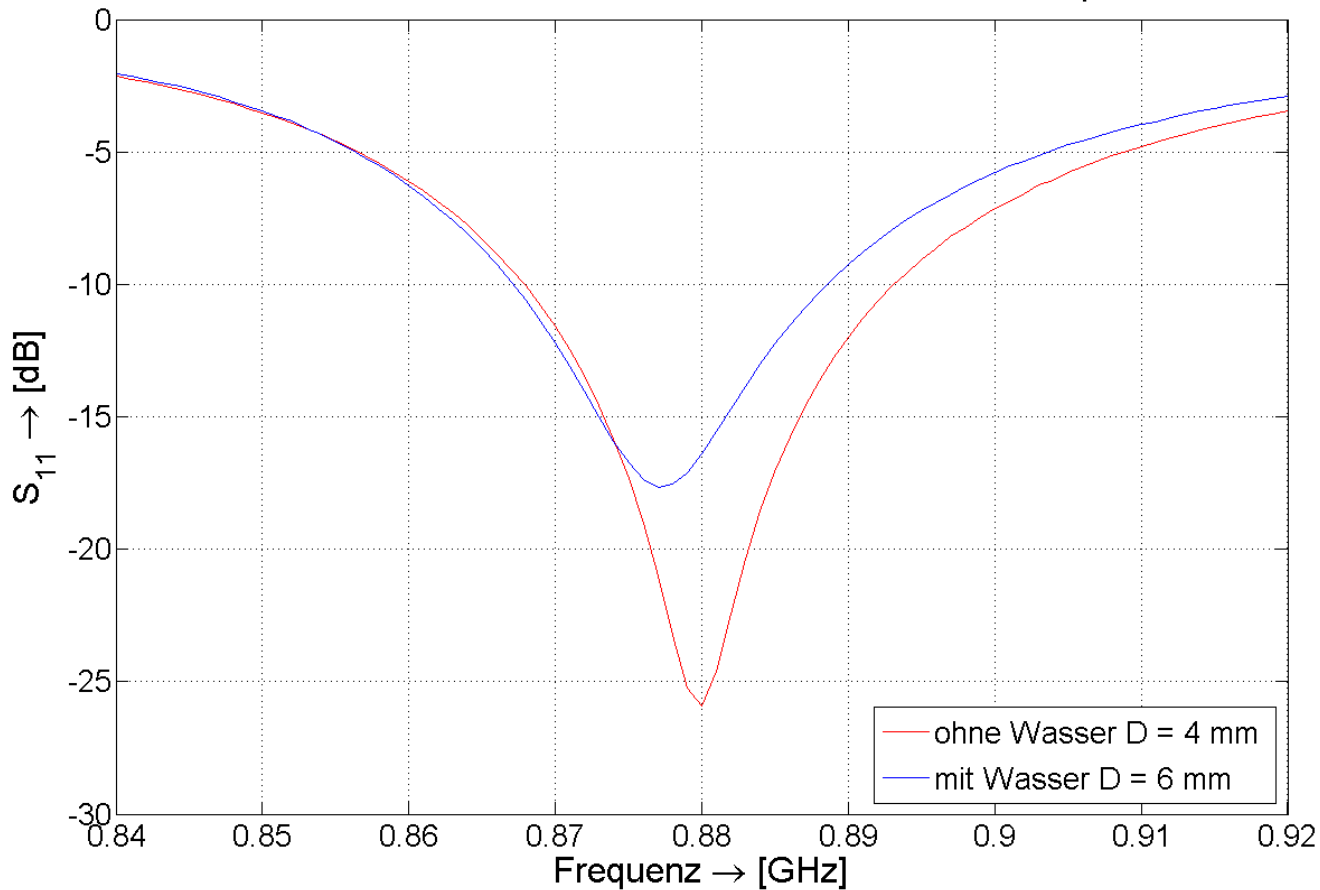
## Messungen am Messphantom ohne Wasserkissen

Die Messungen von Antenne A und B im Vergleich mit unterschiedlichen Distanzen zur Schale mit dem Messphantom



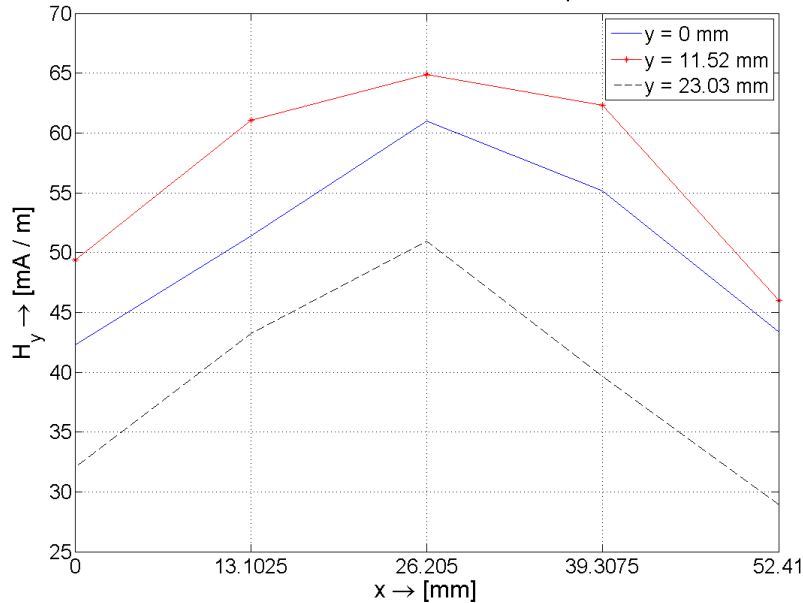
## Antenne B am Messphantom mit und ohne Wasserkissen

Die Messungen von Antenne B im Vergleich  
mit und ohne Wasserkissen an der Schale mit dem Messphantom



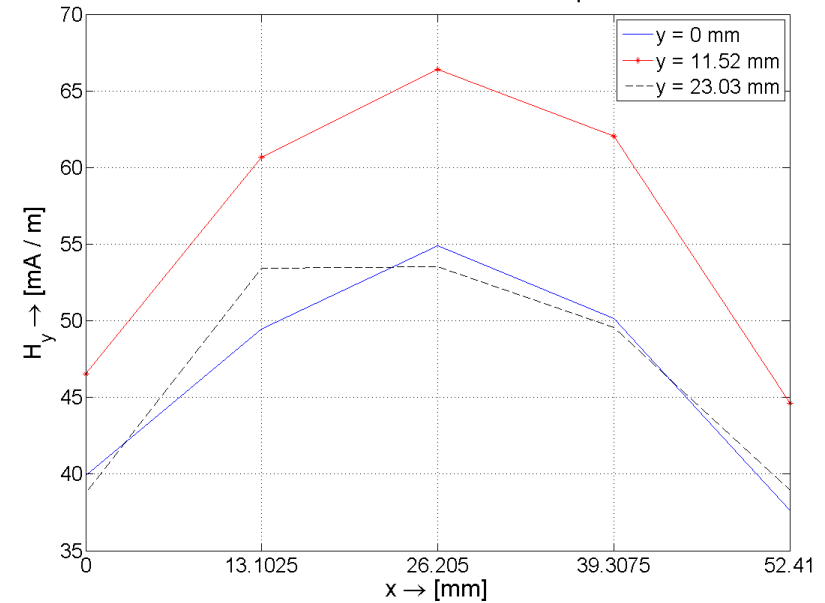
## Vergleich der magn. Feldstärke $H_y$ mit und ohne Wasserkissen

Die magnetische Feldstärke der Antenne B (4 mm Luftspalt)  
bei einer Tiefe von 60 mm im Messphantom



$$S_{11} = -25.92 \text{ dB}$$

Die magnetische Feldstärke der Antenne B (Wasserkissen und 6 mm Rohacell)  
bei einer Tiefe von 60 mm im Messphantom



$$S_{11} = -16.41 \text{ dB}$$

$$f_0 = 880 \text{ MHz}$$



# Zusammenfassung

- Die Antenne A arbeitet bei einer Frequenz von 890 MHz
- Antenne A zu dünn und biegsam
- Die Antenne B arbeitet bei einer Arbeitsfrequenz von 880 MHz
- Antenne B kann über die Distanz gut angepasst werden



**HFT**



# Ausblick

- Eine Antenne herstellen, die direkt auf das Wasserkissen positioniert wird (ohne Luftspalt)
- Eine Schutzschicht auf dem Patch mit denselben Substrateigenschaften anstatt des Luftspalts

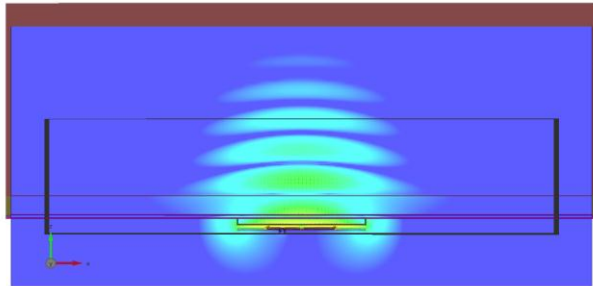


Ende

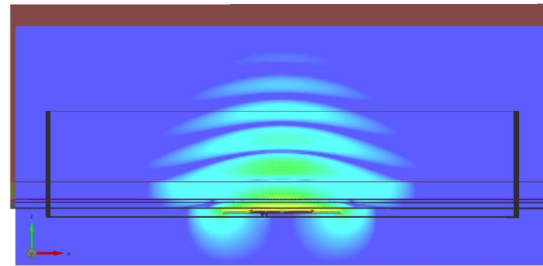
**Danke für Ihre Aufmerksamkeit !**



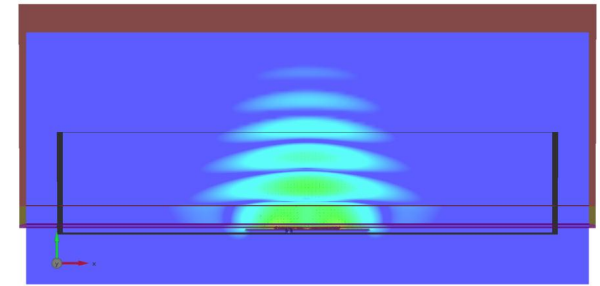
- Leistungsfluss  $S_{xyz}$  in  $5^\circ$  Schritten der Antenne B in der xz-Ebene bei der Resonanzfrequenz 880 MHz



$D = 3 \text{ mm}$   
mit kleinem  
Wasserkissen



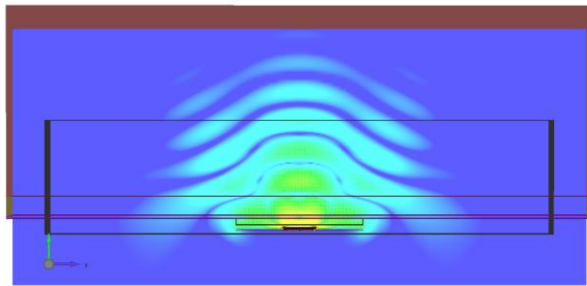
$D = 3 \text{ mm}$   
mit Wasserkissen



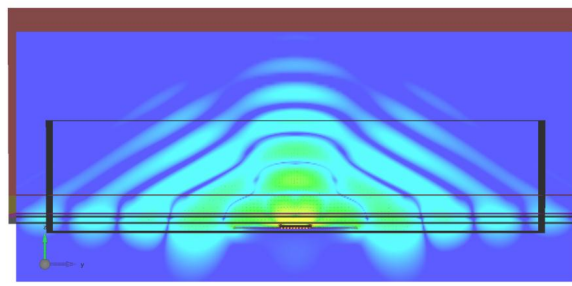
$D = 0.75 \text{ mm}$   
ohne Wasserkissen



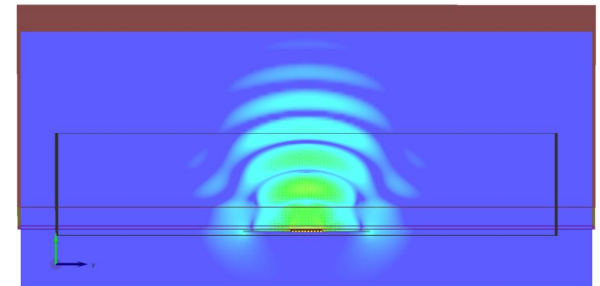
- Leistungsfluss  $S_{xyz}$  in  $5^\circ$  Schritten der Antenne B in der yz-Ebene bei der Resonanzfrequenz 880 MHz



$D = 3 \text{ mm}$   
mit kleinem  
Wasserkissen



$D = 3 \text{ mm}$   
mit Wasserkissen



$D = 0.75 \text{ mm}$   
ohne Wasserkissen



**HFT**