



**Optimierung der Anpassung zwischen integrierter Schaltung  
und Antennensystem bei UHF-RFID-Transpondern durch  
variable Chippositionierung auf der Antenne**

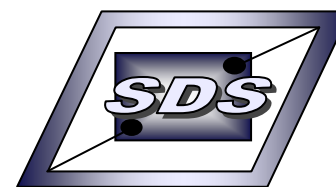
*Dr.-Ing. Michael Camp, e-Mail: [camp@ieee.org](mailto:camp@ieee.org)*

**Universität Hannover**



*Fachgebiet Hochfrequenz-  
Technik und Funksysteme  
Appelstraße 9 A  
D-30167 Hannover  
[www.hft.uni-hannover.de](http://www.hft.uni-hannover.de)*

**Smart Devices GmbH & Co. KG**



*Produktionstechnisches  
Zentrum Hannover (PZH)  
Schönebecker Allee 2  
30823 Garbsen  
[www.smartdevices.de](http://www.smartdevices.de)*



Dr.-Ing. Michael Camp  
Institut für Hochfrequenztechnik und Funksysteme

Universität Hannover

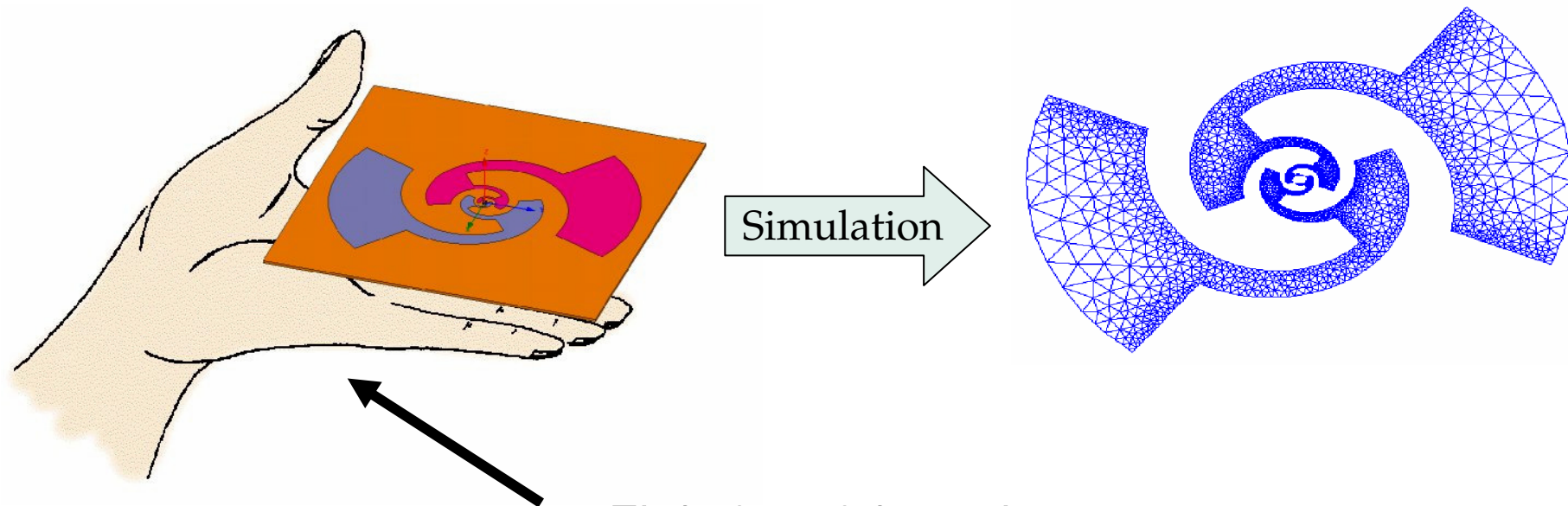




# Übersicht

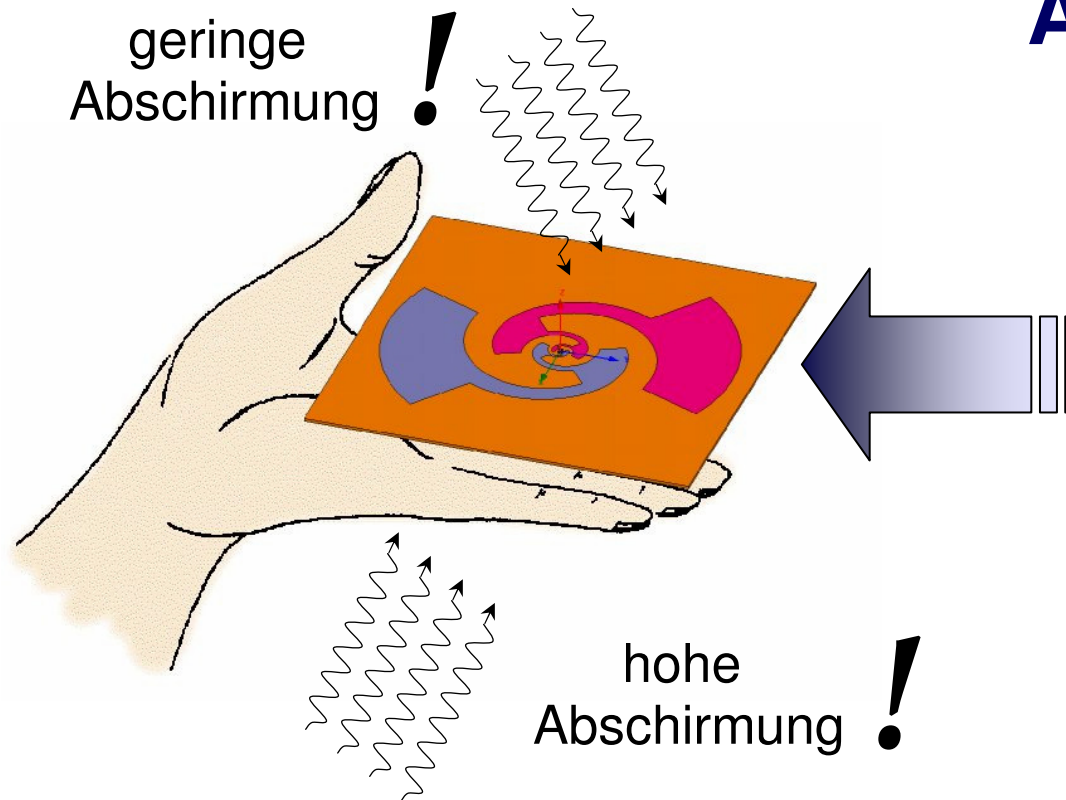
1. Antennenproblematik bei RFID-Systemen
2. Breitbandantennendesign
3. Anpassnetzwerke mit variabler Chippositionierung
4. Kombination verschiedener Antennengeometrien
5. Zusammenfassung

# Problematik bei RFID-Transpondern im realen Einsatz: Materialien (z.B. menschliches Gewebe) in der Antennenumgebung verändern die Antennenparameter



Einfluß muß für optimale  
Antennenperformance  
ebenfalls berücksichtigt werden !

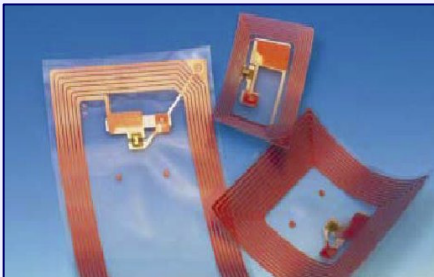
# Zwei Haupteffekte: 1. Abschirmeffekte 2. Veränderung der Antennenimpedanz



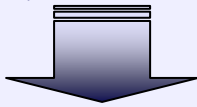
- Veränderung der Antennenimpedanz kann durch das Antennendesign beeinflusst werden
- Abschirmeffekte sind durch das Antennendesign nicht zu beeinflussen

# Einfluss der Substratstärke (Polyester)

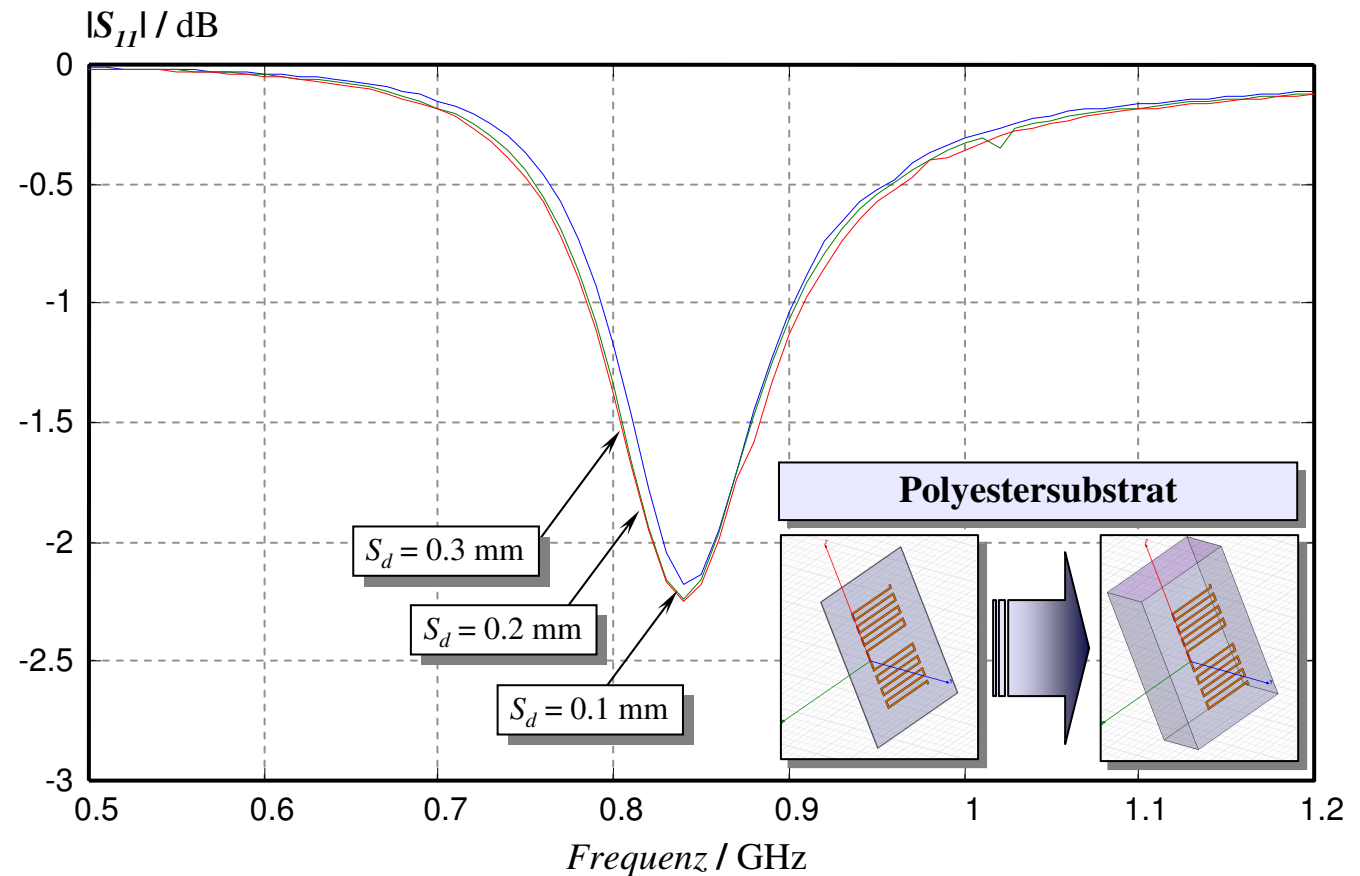
## Variation im Foliestärkebereich



Geringe Variation der Substratdicke  $S_d$   
(100  $\mu\text{m}$  - 300  $\mu\text{m}$ )



Veränderung der Resonanzfrequenz zu vernachlässigen

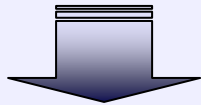


# Einfluss der Substratstärke (Polyester)

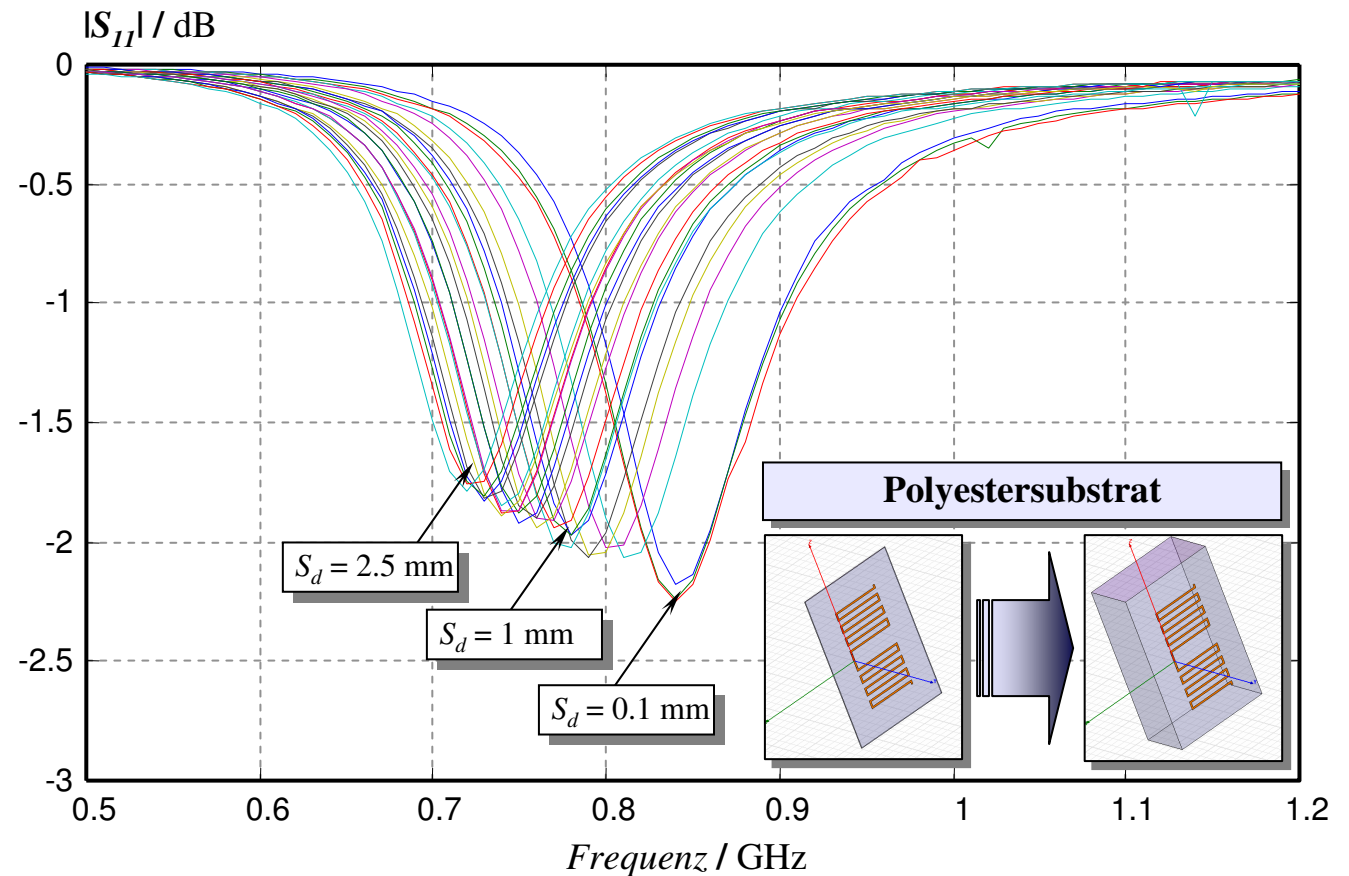
## Variation im Kartenstärkebereich



Mittlere Variation der Substratdicke  $S_d$   
(100  $\mu\text{m}$  - 2500  $\mu\text{m}$ )



Deutliche Veränderung der Resonanzfrequenz

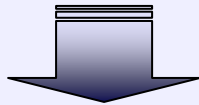


# Einfluss der Substratstärke (Polyamid)

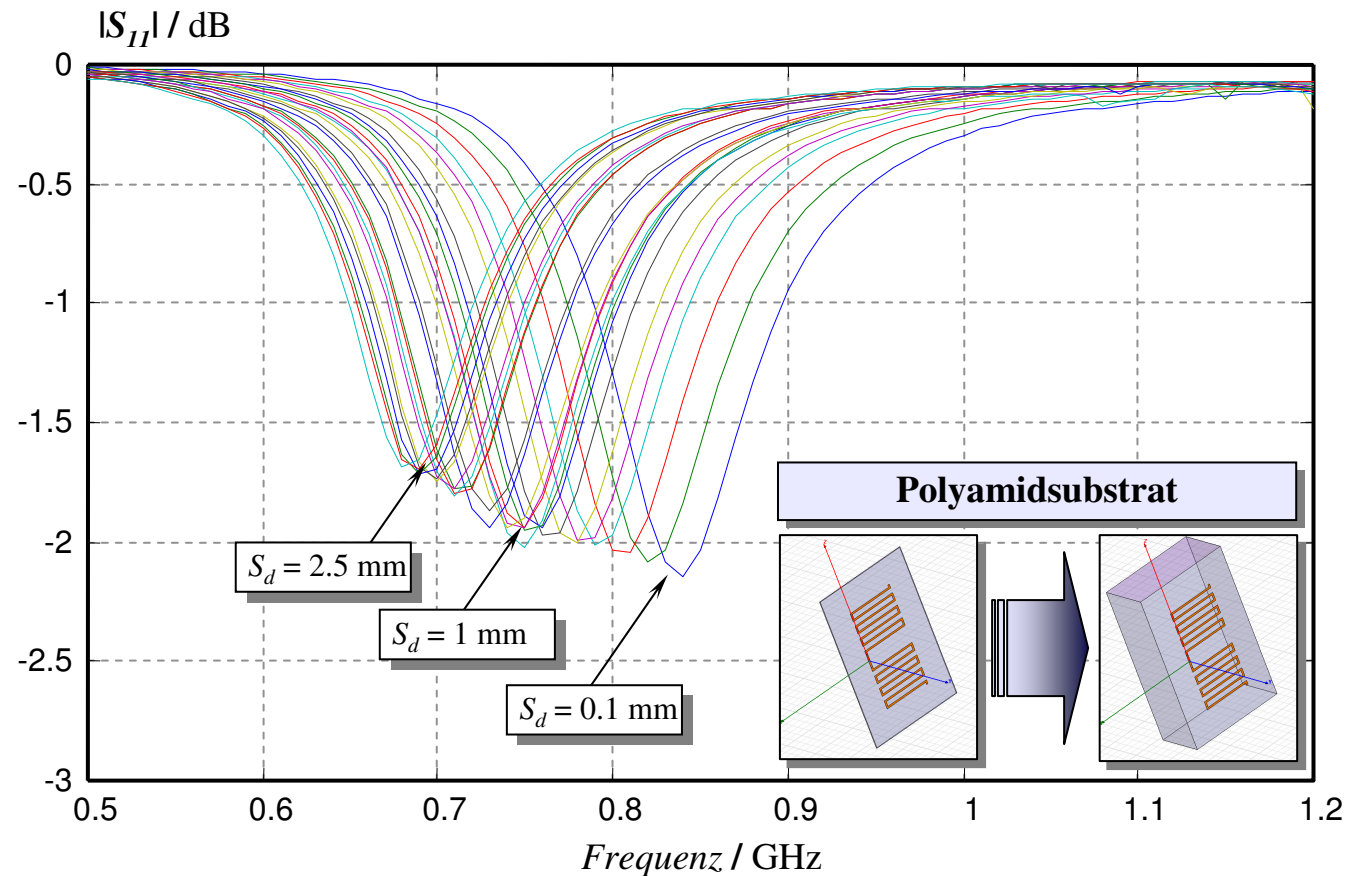
## Variation im Kartenstärkebereich



Mittlere Variation der Substratdicke  $S_d$   
(100  $\mu\text{m}$  - 2500  $\mu\text{m}$ )



Deutliche Veränderung der Resonanzfrequenz



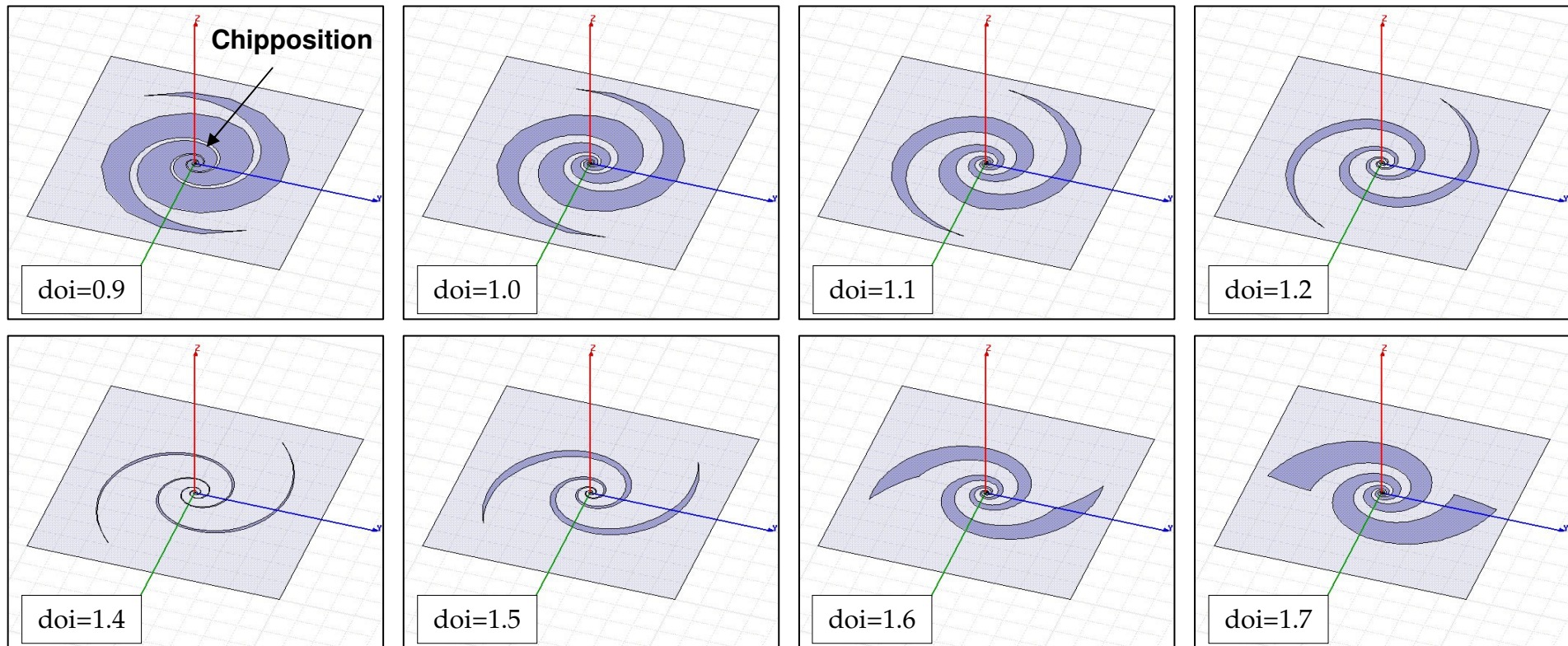


# Übersicht

1. Antennenproblematik bei RFID-Systemen
2. Breitbandantennendesign
3. Anpassnetzwerke mit variabler Chippositionierung
4. Kombination verschiedener Antennengeometrien
5. Zusammenfassung

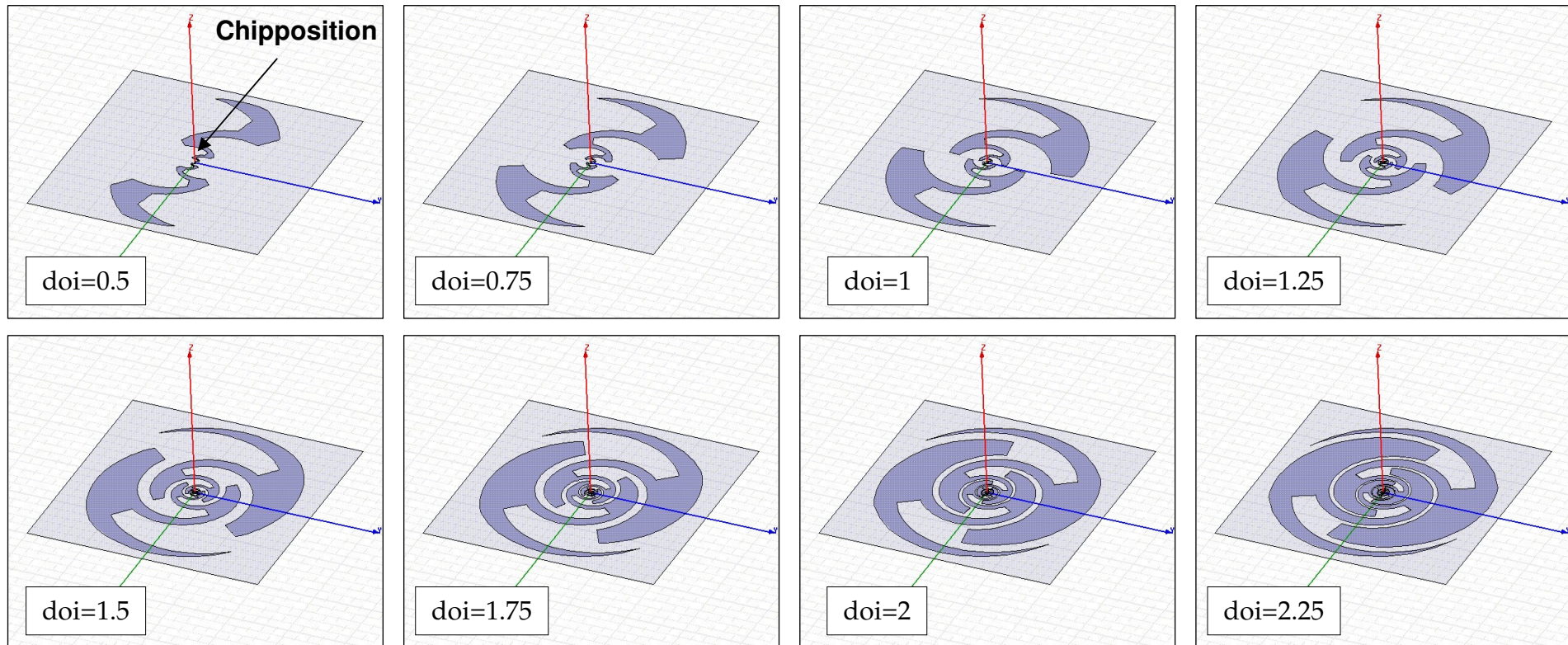


# Logarithmische Spiralantennen - Parametervariation



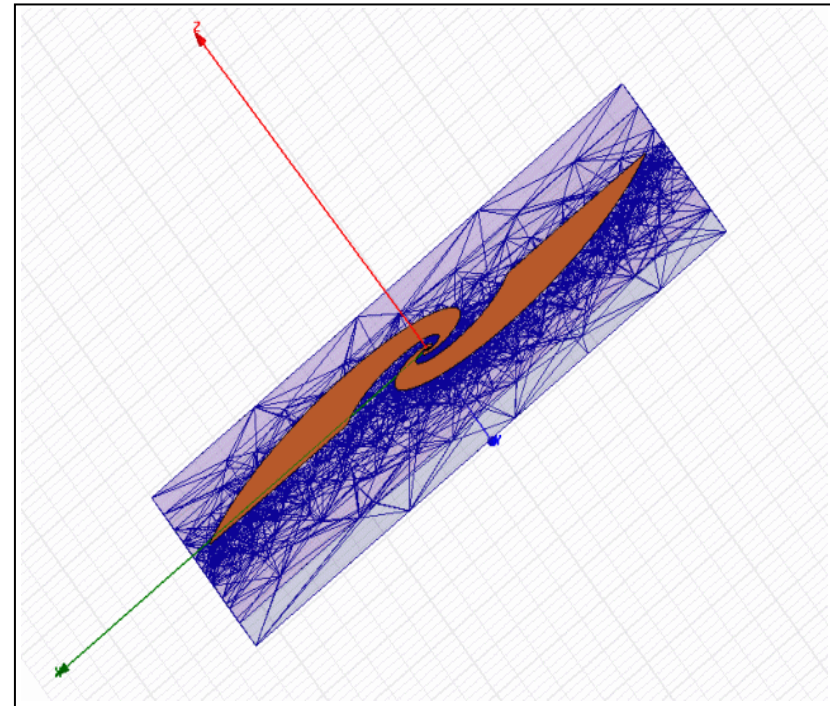
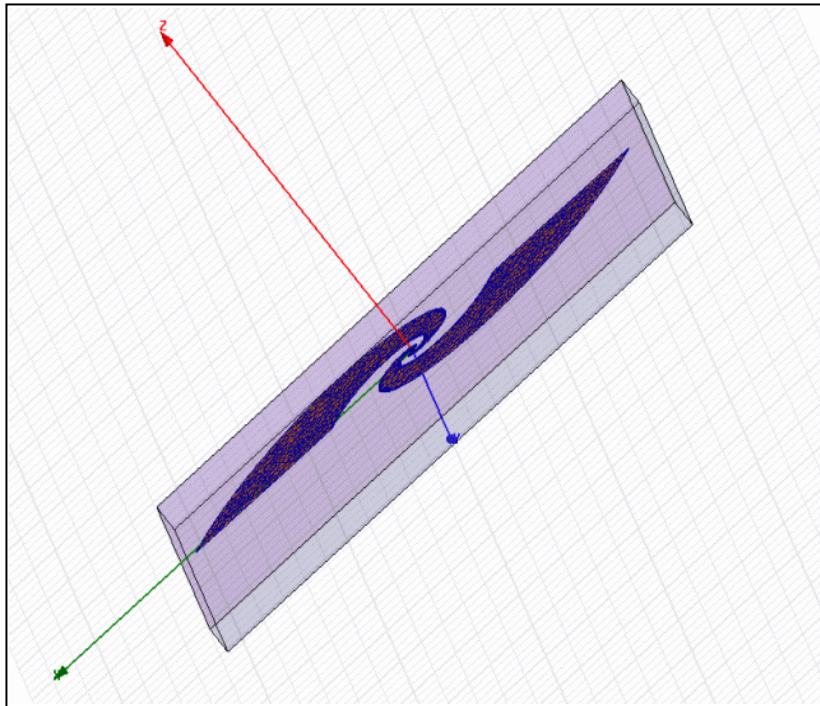
- Optimierung durch Parametervariation (komplexe Leistungsanpassung an den Transponderchip erforderlich)
- vollautomatische Berechnung mittels Simulationsverfahren und neuer Entwicklungstools möglich

# Logarithmisch periodische Antennen - Simulation



- Optimierung durch Parametervariation (komplexe Leistungsanpassung an den Transponderchip erforderlich)
- vollautomatische Berechnung mittels Simulationsverfahren und neuer Entwicklungstools möglich

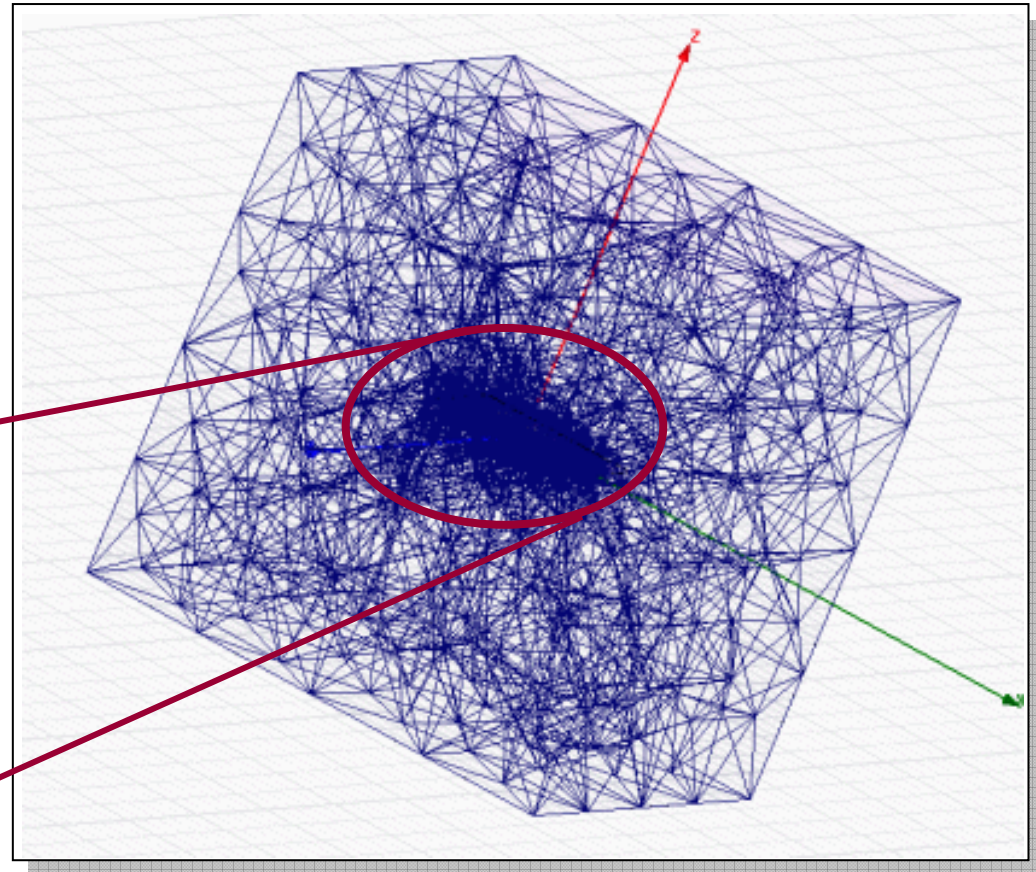
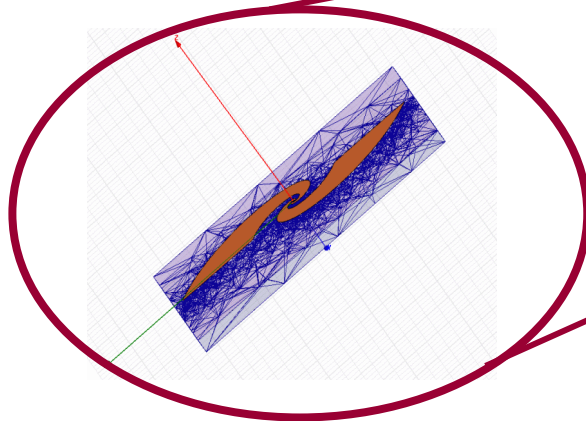
# Berechnung mittels Finite Elemente Methode



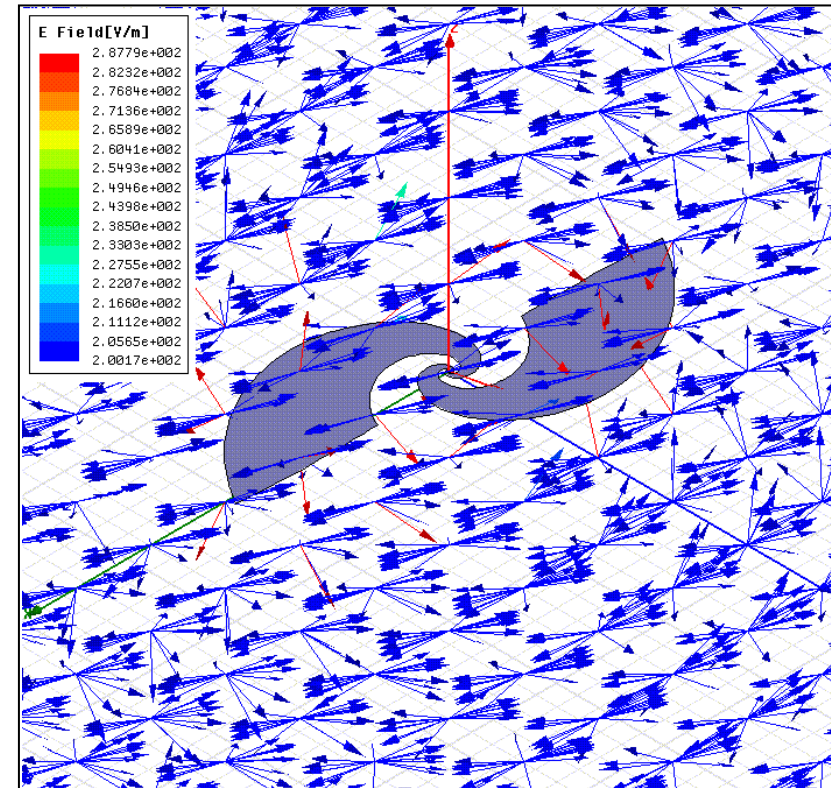
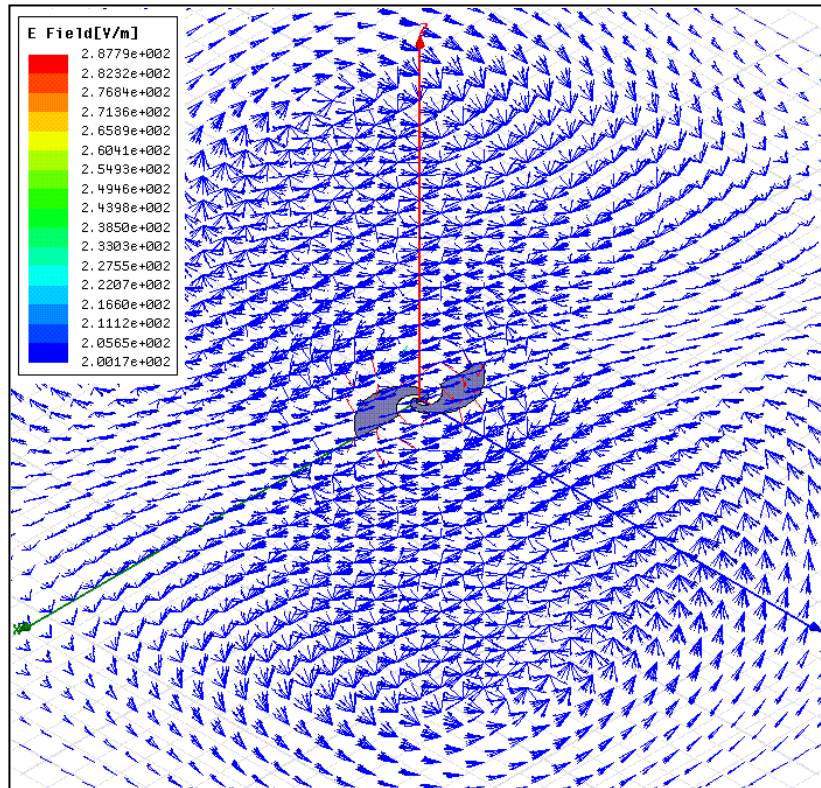
- Beispiel: logarithmische Spiralantenne mit einer Umdrehung
- Die Maximaldimensionen der Volumenelemente sollten kleiner  $\lambda/10$  sein (je kleiner um so genauer das Ergebnis aber um so größer die Rechenzeit)

# Diskretisierung des umgebenden Raumes

- Beispiel: logarithmische Spiralanterie mit einer Umdrehung
- Die umgebende Radiation Box sollte mindestens  $\lambda/4$  - Abstand von der Antenne haben



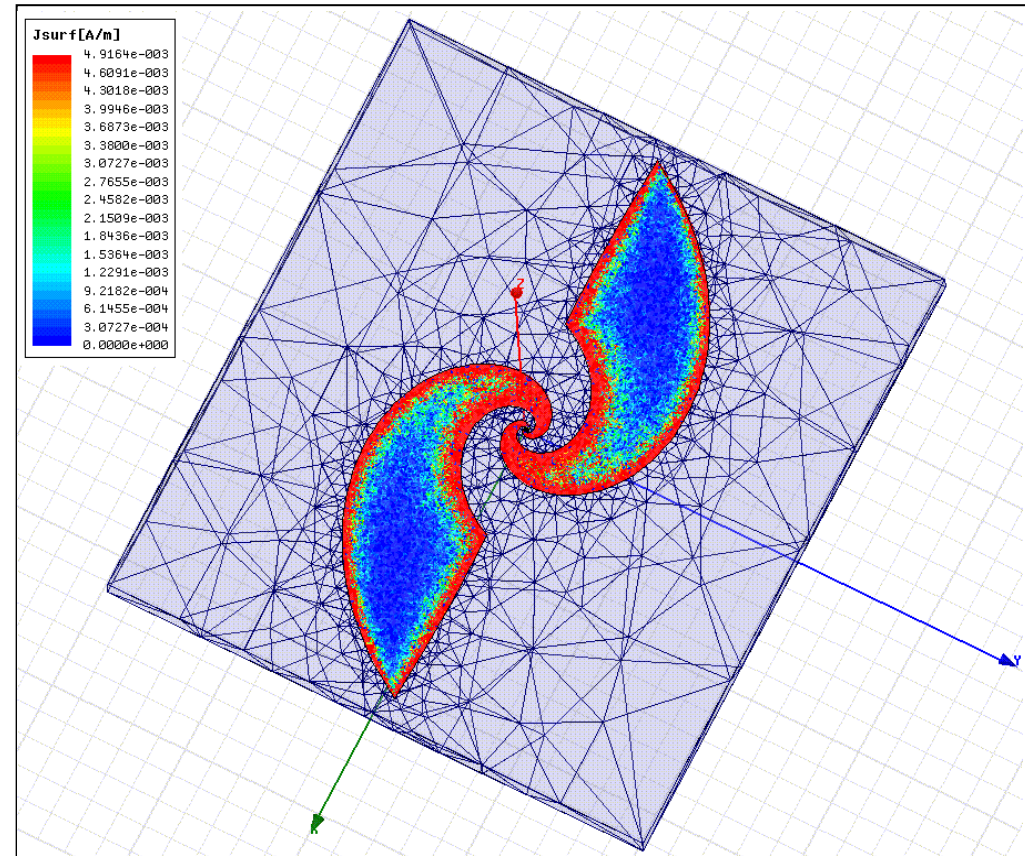
# Berechnung der elektromagnetischen Felder



Beispiel: zweiarmige logarithmische Spiralantenne – E-Feldverteilung

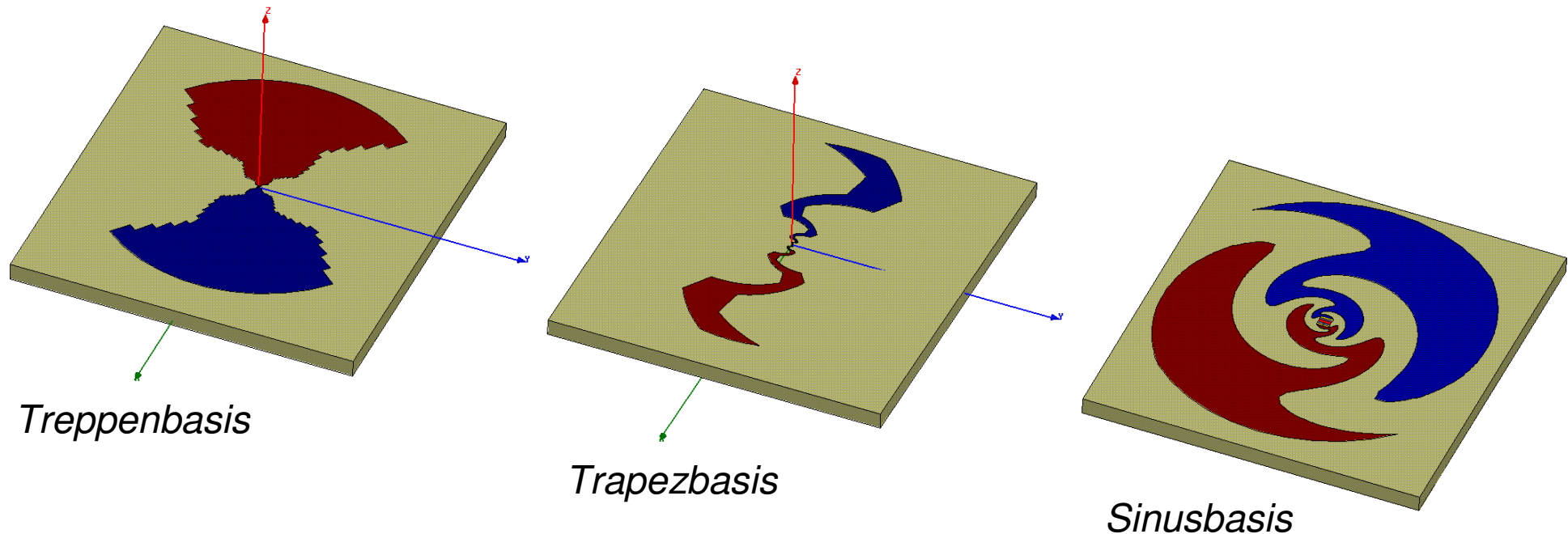
# Berechnung der Stromverteilung

➤ Beispiel: logarithmische  
Spiralantenne mit einer Umdrehung



# Vollautomatische Optimierung der Antennenparameter

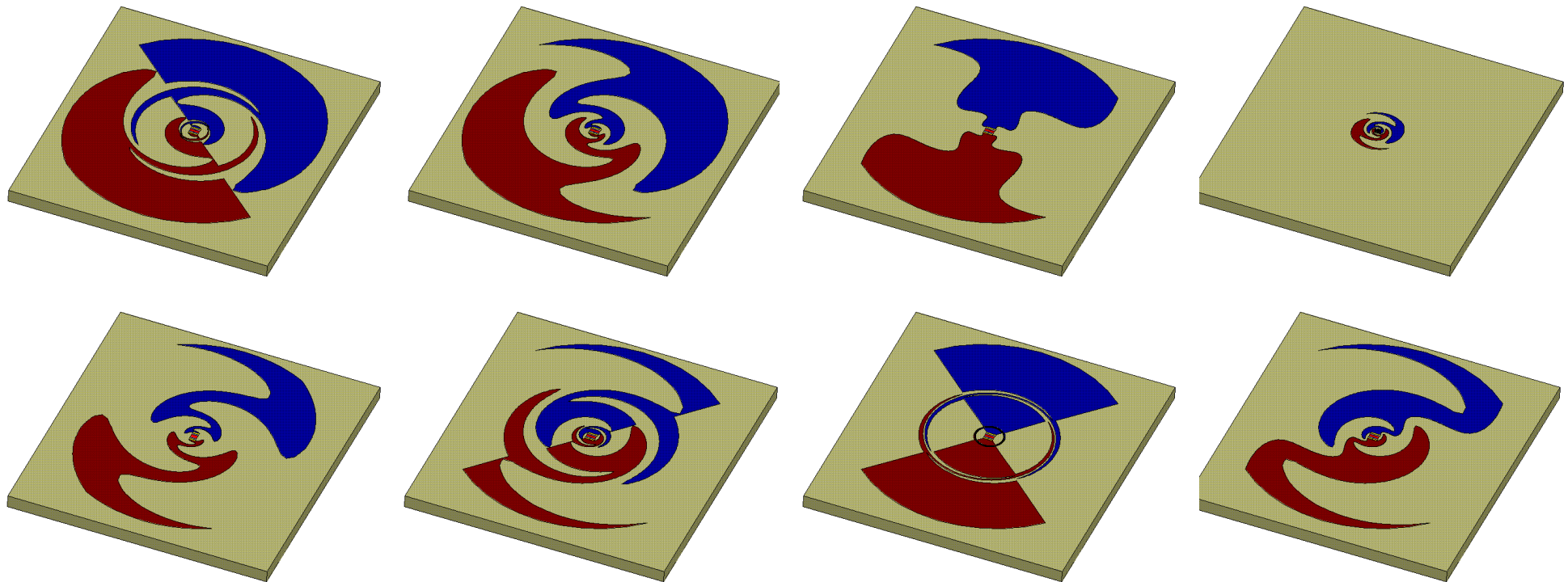
(Beispiel: logarithmisch periodische Antenne mit verschiedenen Basisfunktionen)



- schnelle Variation der Antennenparameter mittels neuer Entwicklungstools möglich
- vollautomatische Optimierung der Antennenparameter realisierbar

# Vollautomatische Optimierung der Antennenparameter

(Beispiel: logarithmisch periodische Antenne mit Sinusbasisfunktion)



- schnelle Variation der Antennenparameter mittels neuer Entwicklungstools möglich
- vollautomatische Optimierung der Antennenparameter realisierbar



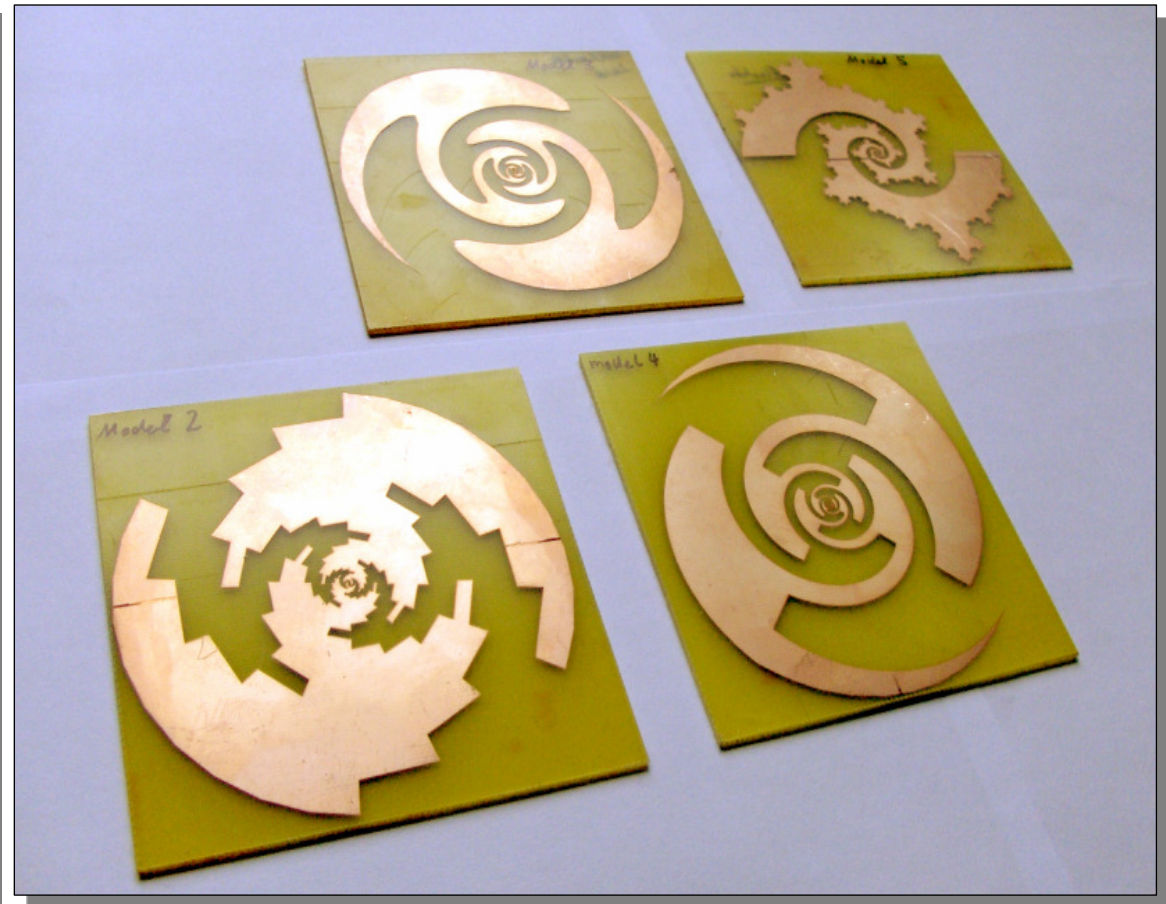
# RFID-Breitbandantennen - Realisierung

## ➤ Breitbandantennensysteme ermöglichen:

- optimalen Betrieb der Transponderchips bei verschiedenen Umgebungsbedingungen
- nur geringe Schwankungen der Empfangsreichweiten (z.B. bedingt durch Produktionsprozess)
- Verwendung nur einer Antenne in verschiedenen Frequenzbereichen (z.B. Europa: 865-870MHz, USA: 905-925 MHz)

## ➤ Breitbandantennensysteme ermöglichen nicht:

- Betrieb verschiedener Transponderchips mit gleichem Antennensubstrat

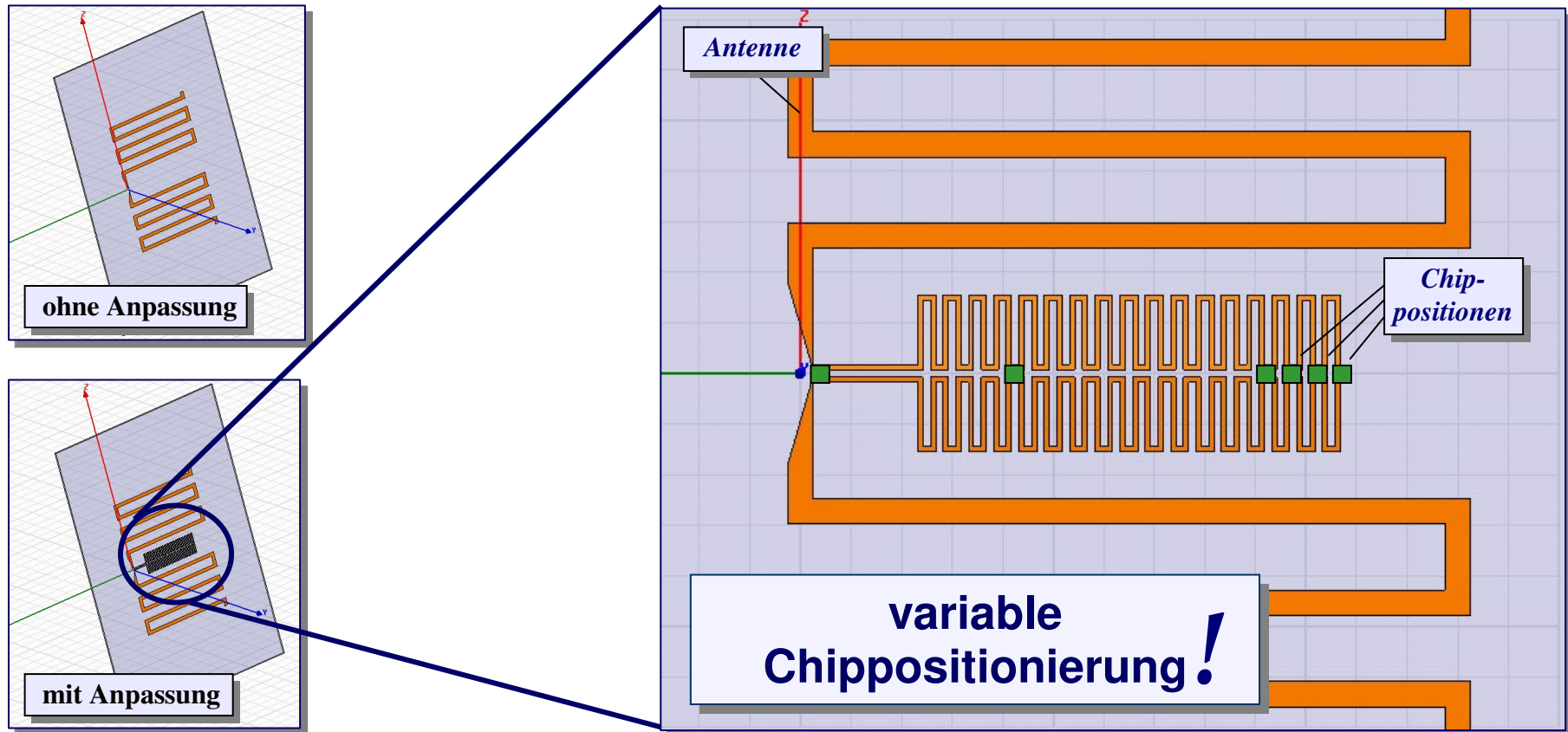




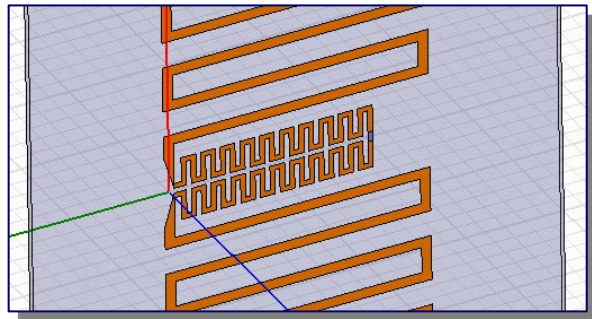
# Übersicht

1. Antennenproblematik bei RFID-Systemen
2. Breitbandantennendesign
3. Anpassnetzwerke mit variabler Chippositionierung
4. Kombination verschiedener Antennengeometrien
5. Zusammenfassung

# Anpassungsnetzwerk mit variabler Chippositionierung

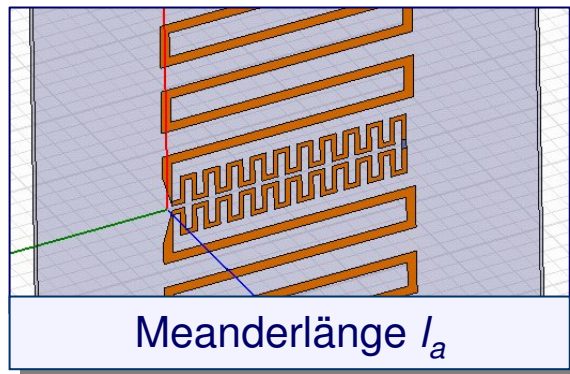


# Parametervariation des Anpassungsnetzwerks

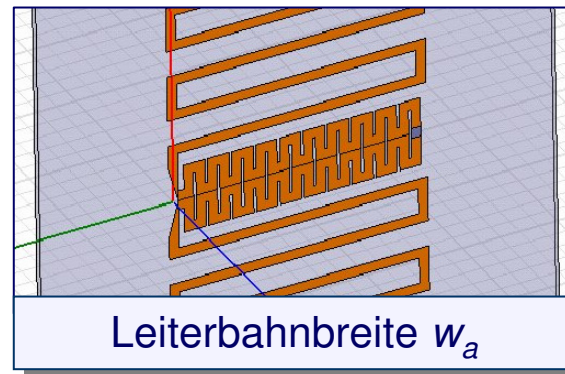


**Maximale Variationsmöglichkeit von Z bei:**

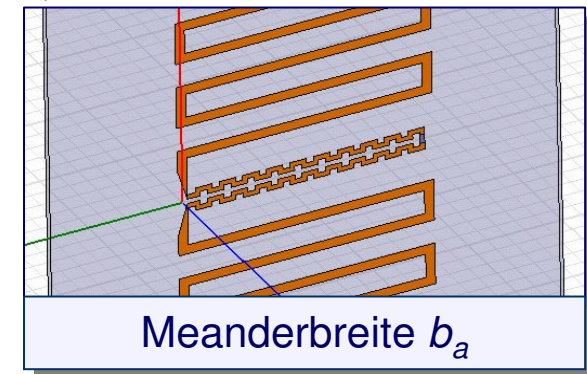
- Meanderanzahl  $k_a \Rightarrow$  *möglichst groß*
- Meanderlänge  $l_a \Rightarrow$  *möglichst klein*
- Meanderbreite  $b_a \Rightarrow$  *möglichst groß*
- Leiterbahnbreite  $w_a \Rightarrow$  *möglichst klein*



Meanderlänge  $l_a$

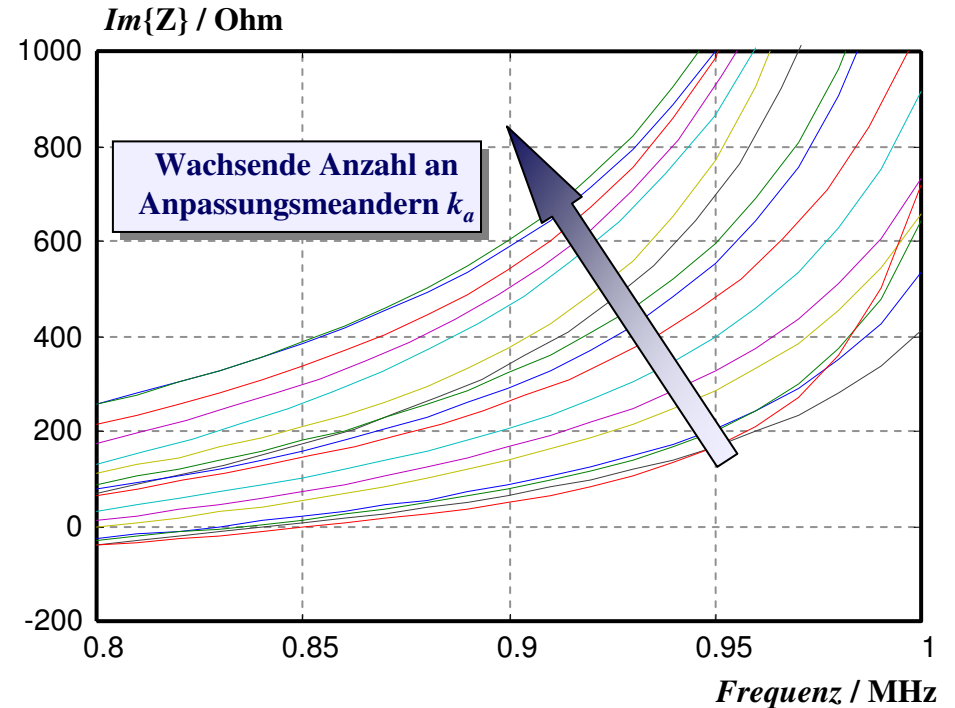
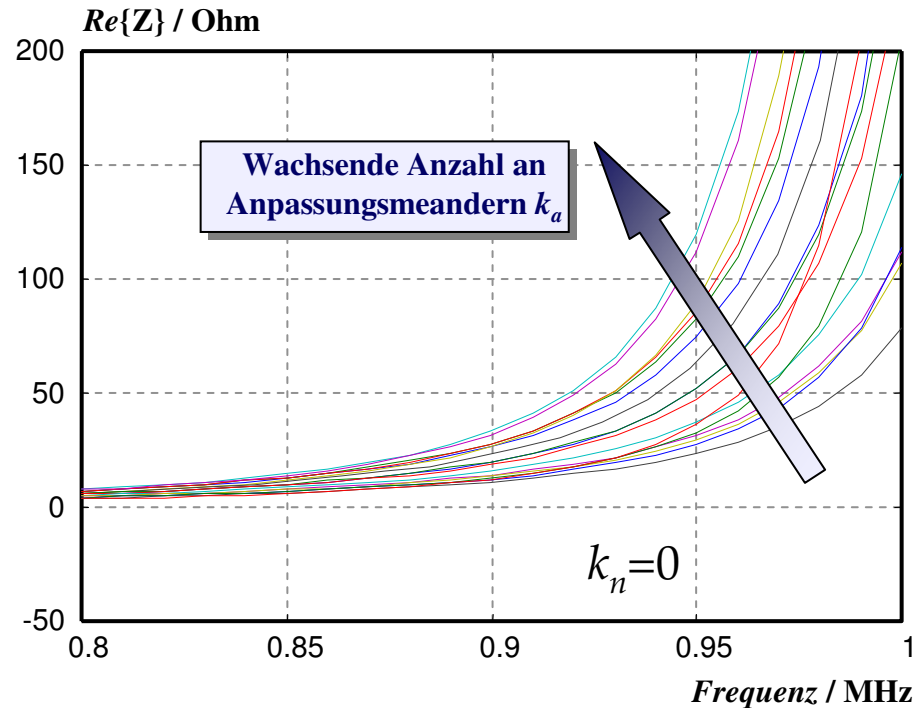


Leiterbahnbreite  $w_a$



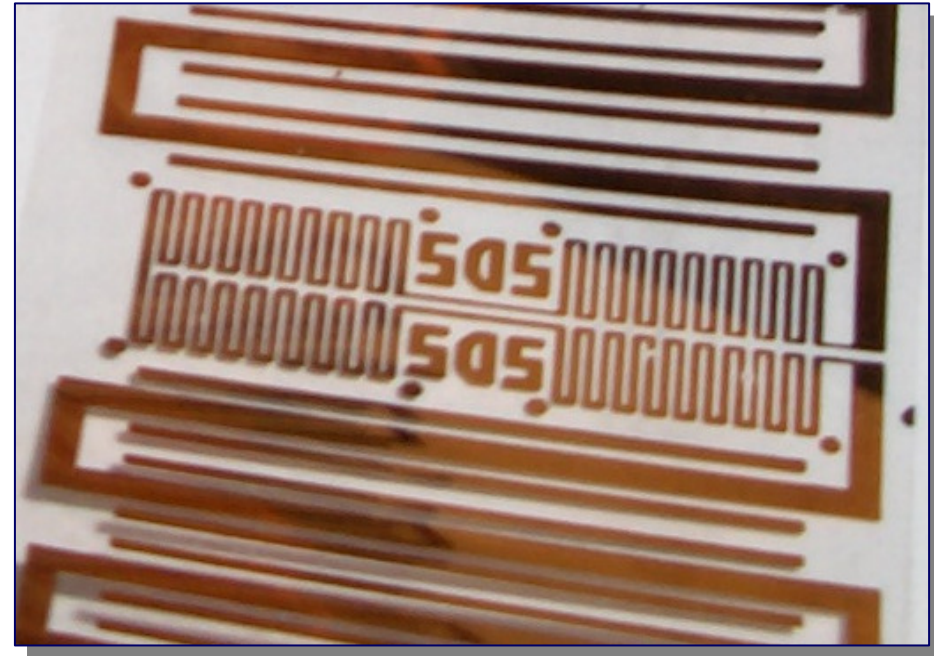
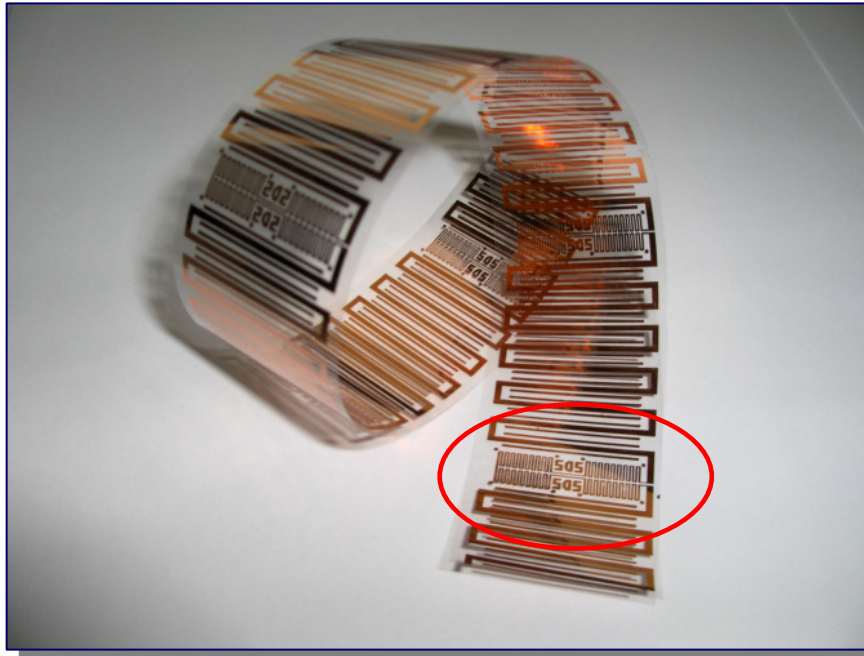
Meanderbreite  $b_a$

# Einfluss des Anpassungsnetzwerks



- 5-Arm-Meanderlineantenne ( $k = 5$ ),  $b = 26 \text{ mm}$ ,  $l = 7.25 \text{ mm}$ ,  $w = 1 \text{ mm}$
- Breite Variation von Real- und Imaginärteil der Eingangsimpedanz mittels Anpassungsnetzwerk realisierbar

# Realisierung



- 5-Arm-Meanderlineantenne ( $k = 5$ ),  $b = 26$  mm,  $l = 7.25$  mm,  $w = 1$  mm
- Realisierung mittels Sputterverfahren
- Passmarken für Produktion erforderlich
- Thermodenbereich der Produktionsmaschinen beachten

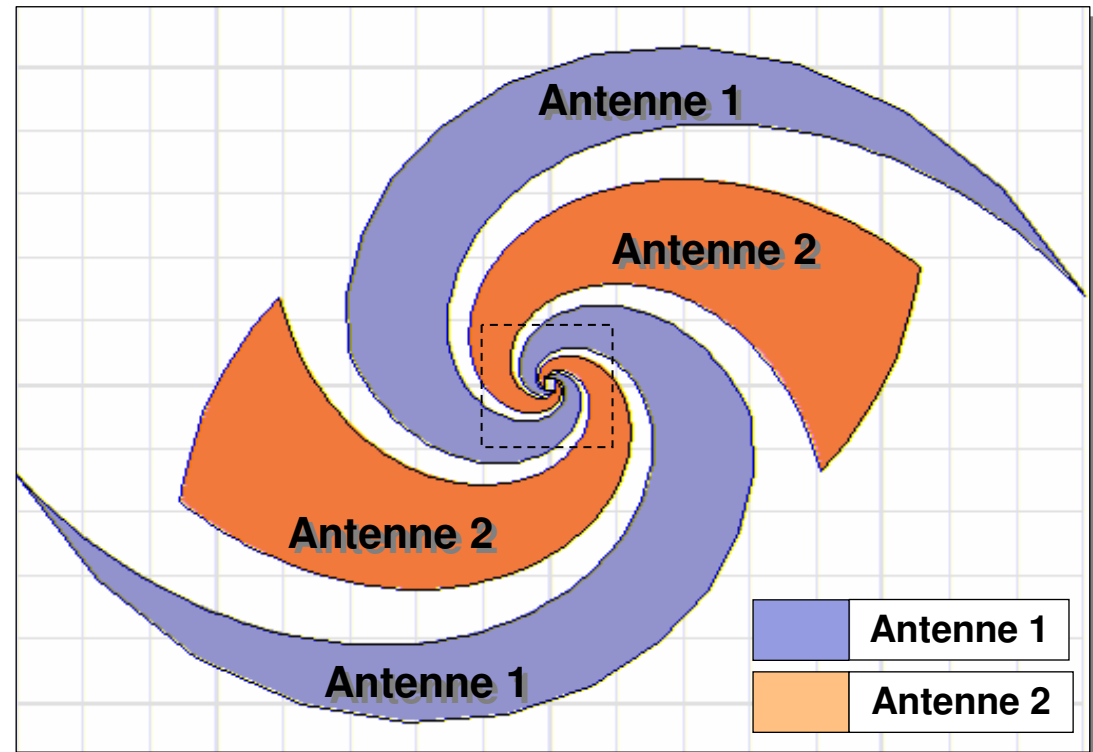


# Übersicht

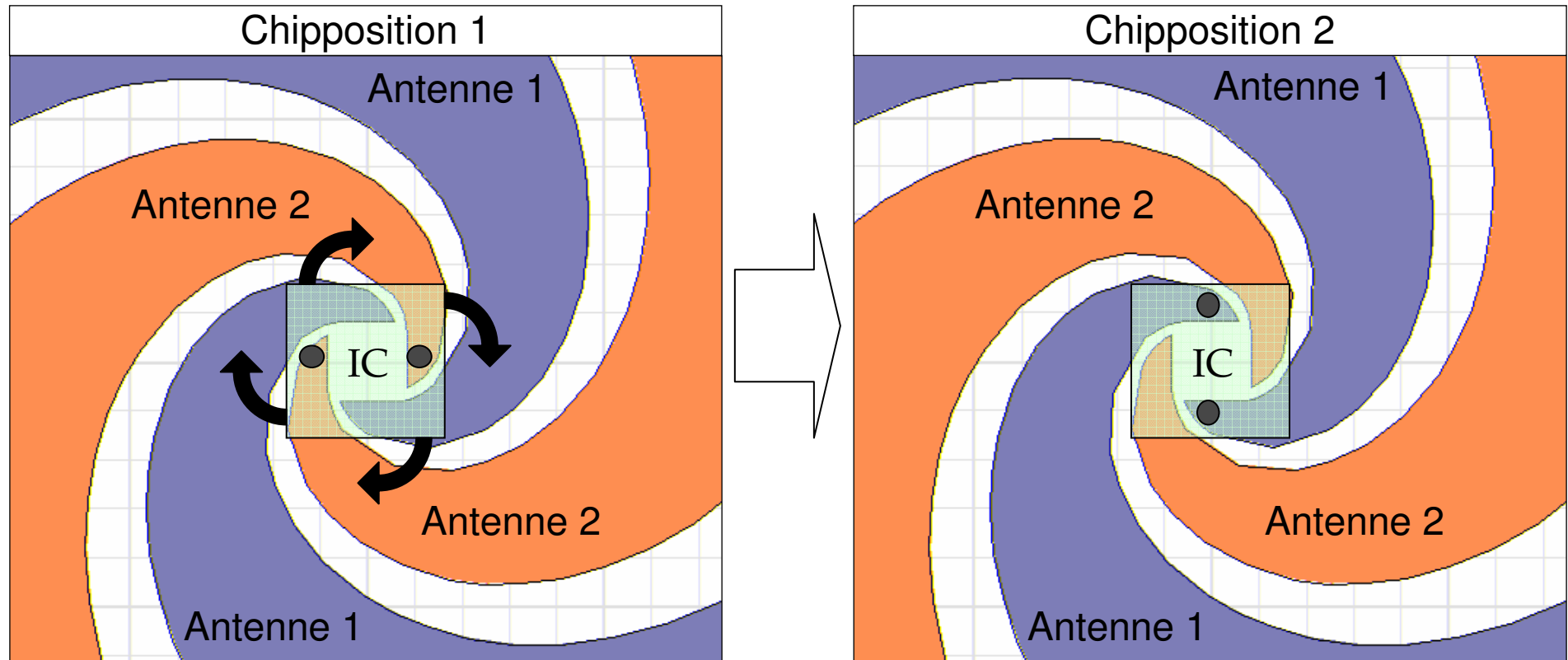
1. Antennenproblematik bei RFID-Systemen
2. Breitbandantennendesign
3. Anpassnetzwerke mit variabler Chippositionierung
4. Kombination verschiedener Antennengeometrien
5. Zusammenfassung

# Kombination verschiedener Antennengeometrien zur Kompensation der Umgebung

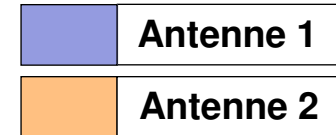
- Die Kombination verschiedener Antennen ermöglicht die Realisierung verschiedener Antennenimpedanzen (z.B. zur Kompensation verschiedener Untergründe oder zur Implementierung verschiedener Transponderchips)
- Auswahl der gewünschten Antenne durch entsprechende Positionierung der Transponderchips
- Problemlose Realisierung mittels moderner Pick and Place Produktionsanlagen



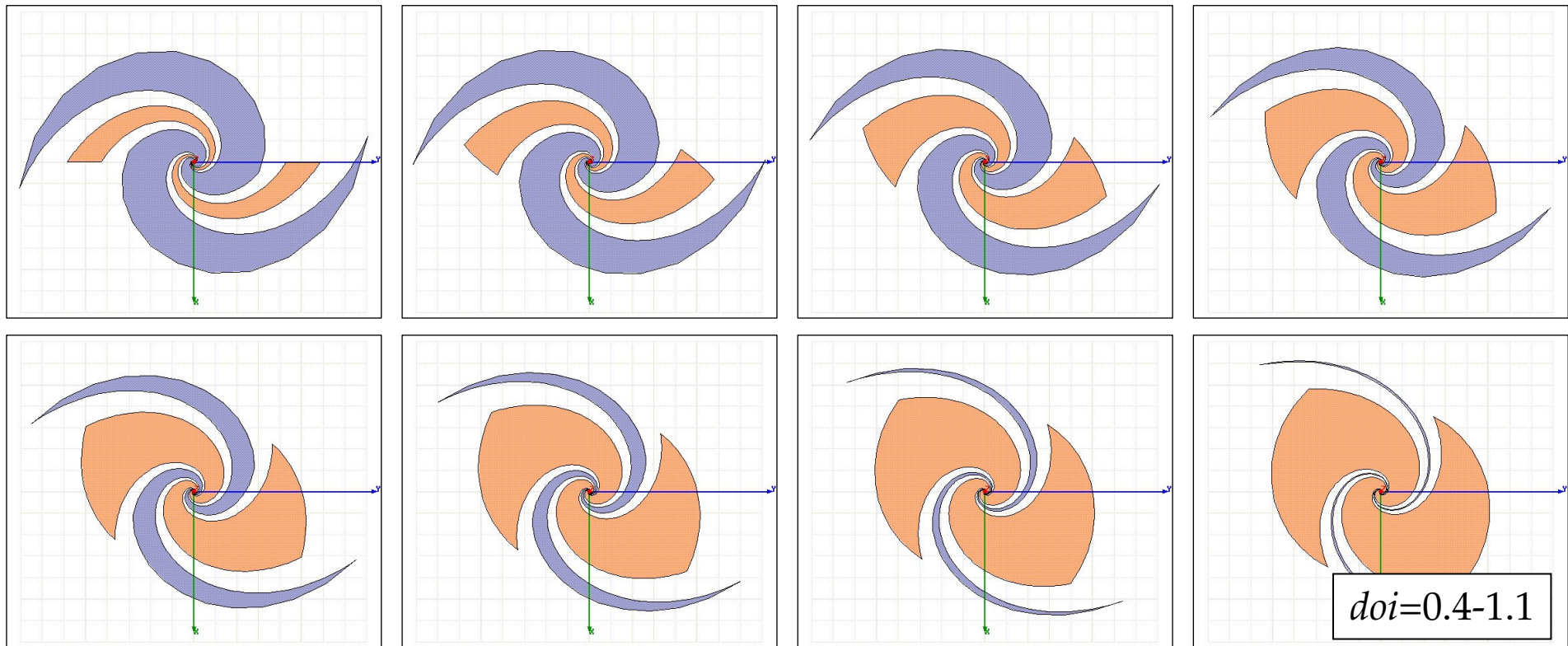




- Verkopplung der Antennen muß beim Design berücksichtigt werden
- Anpassung an verschiedene Untergründe oder verschiedene Chiptypen kann realisiert werden



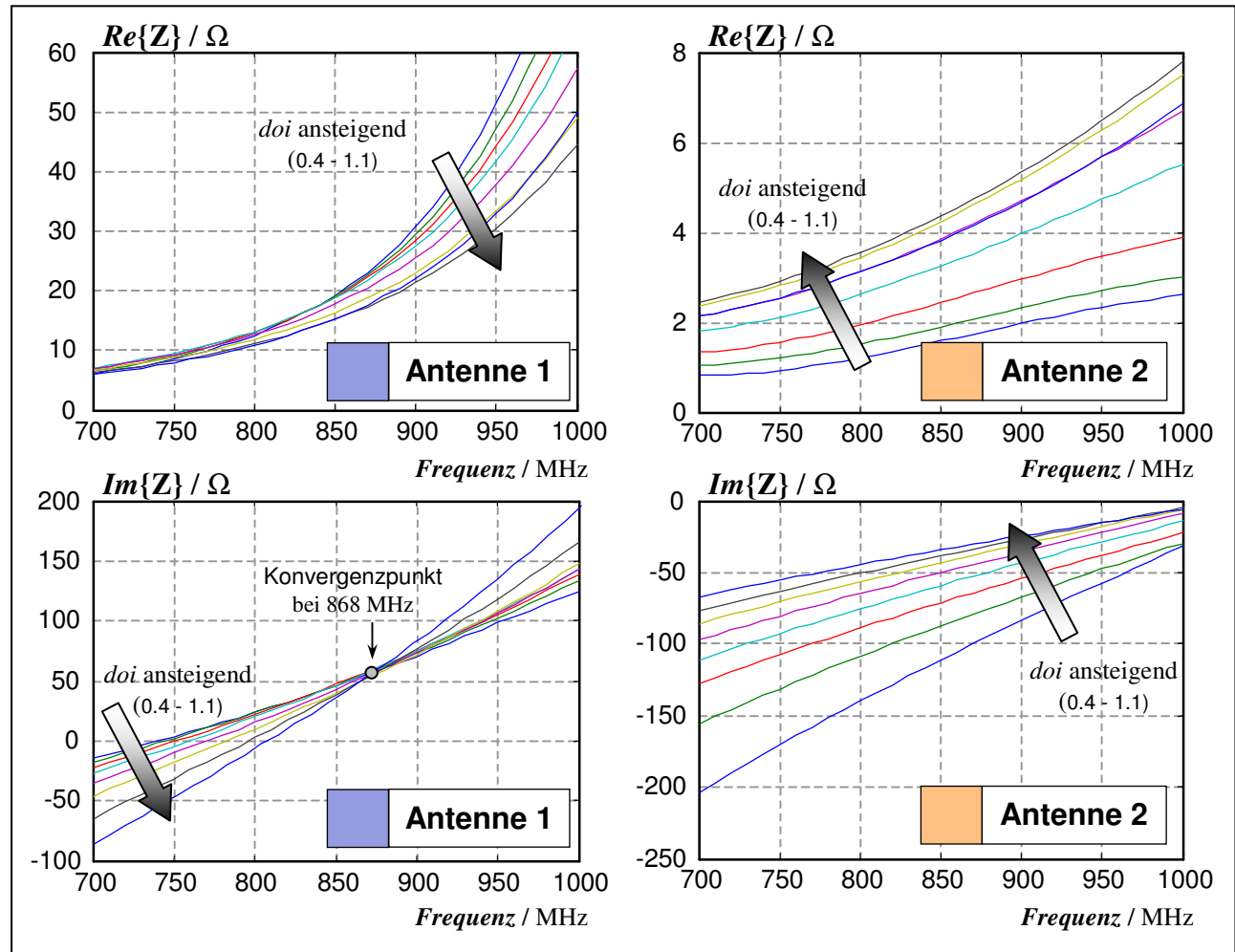
## Kombination verschiedener Antennen



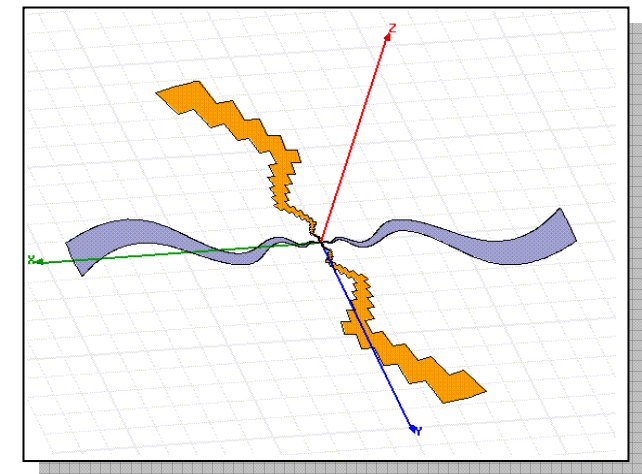
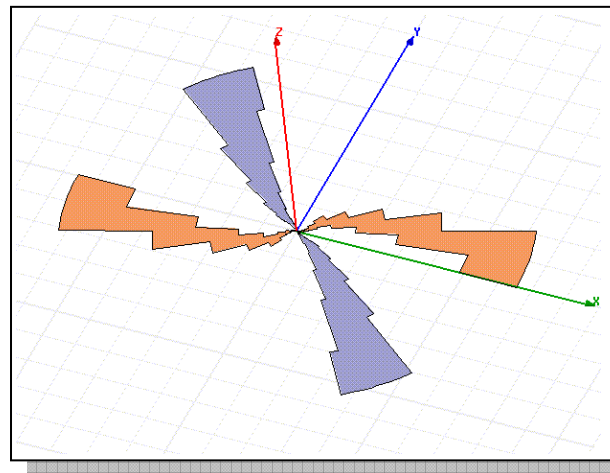
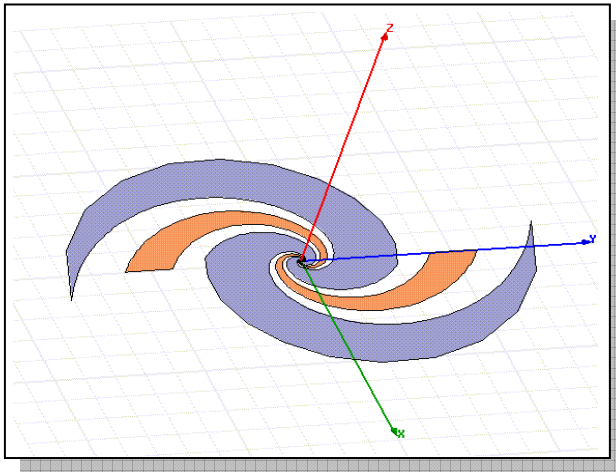
➤ Automatische Berechnung und Optimierung mittels neuer Entwicklungstools möglich

# Kombination verschiedener Antennen

- Auswahl eines geeigneten Antennenpaares
- Konvergenzpunkte realisierbar



# Kombination verschiedener Antennentypen



- Schnelle Variation der Antennenparameter möglich
- optimale Anpassung der Antennen an die verwendeten Transponderchips



# Zusammenfassung

➤ **Derzeit: überwiegend Einsatz schmalbandiger Antennendesigns für RFID-Applikationen aufgrund zeitintensiver Entwicklung geeigneter Breitbandantennendesigns**

- *geringe Reichweiten*
- *große Reichweitenschwankungen*
- *fehleranfällig*

➤ **Breitbandantennen ermöglichen eine optimale Systemperformance**

- *größere Reichweiten möglich*
- *geringere Reichweitenschwankungen*
- *geringere Fehleranfälligkeit durch Schwankungen im Produktionsprozess*
- *Einsatz identischer Transponder bei verschiedenen Produktgruppen möglich*

➤ **Anpassnetzwerke oder Kombinationen von verschiedenen Antennendesigns ermöglichen den Betrieb verschiedener Transponderchips mit dem gleichen Antennensubstrat**