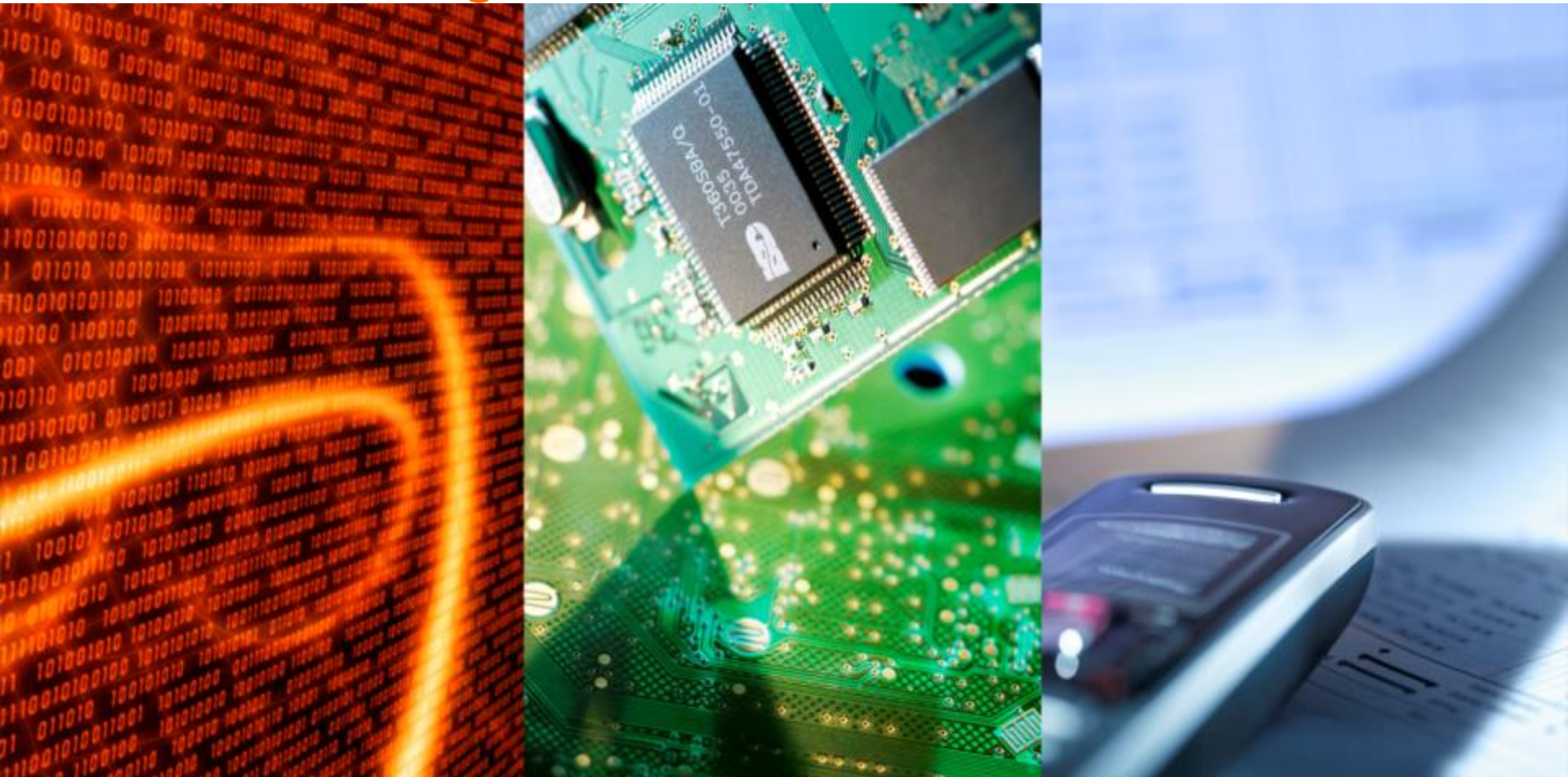


Praxiserfahrungen mit EM Simulationen



EM Simulation

1. Warum?
2. Wann?
3. Wie?
4. Wie viel?

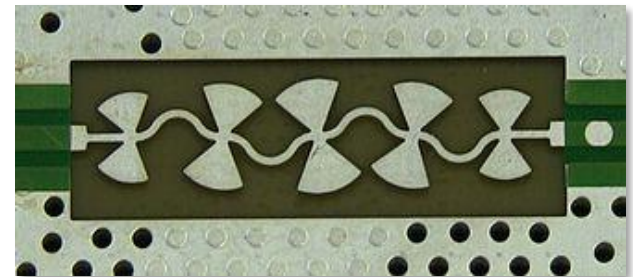
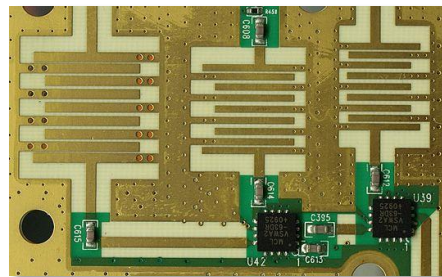
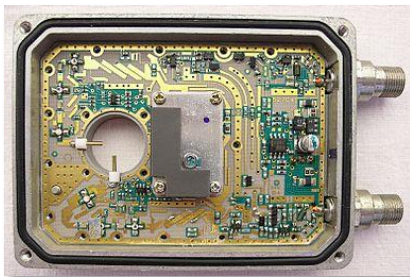


EM Simulation

- Tools zum Analysieren und Berechnen der elektromagnetischen Eigenschaften von Antennen, RF Komponenten und Mikrowellen Strukturen
- Berechnen und Visualisieren von elektromagnetischen Feldern durch Lösen von Maxwell Gleichungen

Ansätze

- Method of Moments (MoM)
→ Planare Simulation (2D, 2.5D)
- Finite Element Modeling (FEM)
→ Volumen Simulation (3D)
- ...



RF Entwicklung



Know-How
& Erfahrung



Aufwändiges
Equipment



Hohe Ansprüche an
Material & Produktion



Empfindlich auf
Umgebung



Redesigns &
Stolpersteine



Voraussagen oftmals
schwierig



Zulassungen &
Bestimmungen



Timeslots für
Labormessungen

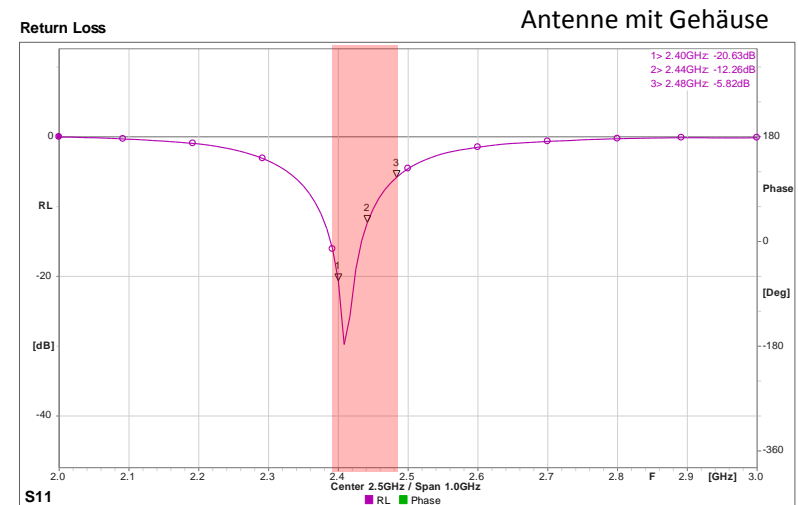
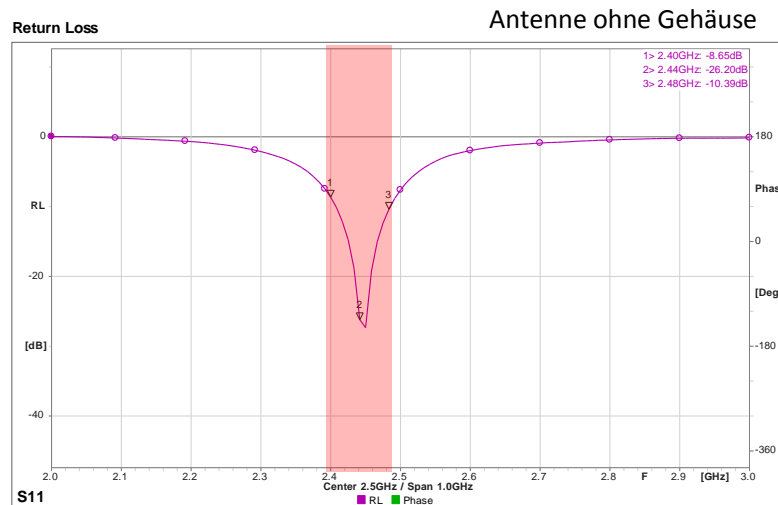


Zusammenarbeit von
Designer & Ingenieur

Einflüsse

Einfluss auf Antennen Eigenschaften:

- Gehäuse, Batterien..
- Körperteile wie Hand, Kopf..
- Änderungen bei Bauteilen, Layout, Material
- Positionierung



«kleine» Antennen → schmalbandig → mehr Probleme!

EM Simulation

1. Warum?



Enge Termine



Preisdruck



Ansprüche / Komplexität

Grundproblem



schnell



günstig



gut



Realität



schnell + günstig \neq gut
günstig + gut \neq schnell
gut + schnell \neq günstig



Optimierung



schnell =

Reduzieren von:

- Anzahl Prototypen
- Designfehlern
- Redesign & Loops
- Änderungen (Material, Layout, Gehäuse, CEM)
- Abhängigkeiten
→ parallelisieren!



günstig =

Minimieren von:

- PCB & Bestückung
- BOM & Fertigungskosten
- Tuning & Redesign
- Labormessungen



gut =

Nutzen von:

- Tuning
- Erfahrungen
- Messgeräten
- Testing

Vorteile von EM Simulation



Kurze Entwicklungszyklen, Vorabklärungen



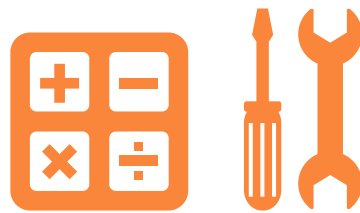
Virtuell – keine Materialkosten



Verständlich, anschaulich, ausprobieren



Komplettes Messlabor



Rechentools, Parameterstudien



Diagramme, Visualisierung



Reports, Dokumentation

Möglichkeiten durch EM Simulation

Vorabklärungen, Parallelisierung

→ Zeit- und Kostenersparnis

- Schnelles Ausprobieren verschiedener Ansätze bevor Prototypen vorliegen
- Einfluss von Gehäuse berücksichtigen bevor Samples vorhanden sind
- Potential & Limitationen abchecken (z.B. mögliche Antennen Bandbreite)

Virtuelle Entwicklung, Visualisierung

→ Effiziente und kostengünstige Entwicklung

- Verstehen von Effekten, welche nicht sichtbar sind oder nur mit grossem Aufwand gemessen werden können
- Parameterstudie relativ leicht möglich: Geometrie, Material, Position..
- Radiation Pattern berechnen und ggf. im Design berücksichtigen

Sehr vieles ist möglich, aber nicht alles sinnvoll (Kosten / Nutzen)

Grenzen von Simulation

Simulation ersetzt nicht

- Reale Hardware für Verifikation & Tuning
- Manuelles Tuning & Layout Anpassungen
- RF Kenntnisse

Simulation erfordert

- Lernphase & Schulung
- Aufwand und Lizenzkosten
- Gesunde Skepsis, Validierung

Kompromisse

- Genauigkeit des Modells (PCB, Gehäuse..)
- Aufwand v.s. Nutzen
- Beschränkte CAD Funktionen
- Rechenkapazität, Rechenzeit

Kosten durch Simulation

- Lizenzgebühren
- Schulungen
- Initialkosten
- Zeit

EM Simulation

2. Wann?

- Beispiele mit «Flat-Designs»
- Bestimmen von Antennen Geometrie
- Abschätzen von benötigter PCB Grösse
- Kompliziertere Designs (eng, klein, viel Metall)
- ..

EM Simulation: Wann?

- Komplexe Designs, keine geschlossenen Formeln vorhanden
- Vorabklärungen, Studien
- Zeitersparnis
→ Simulation innerhalb Tagen, Prototypen innerhalb Wochen

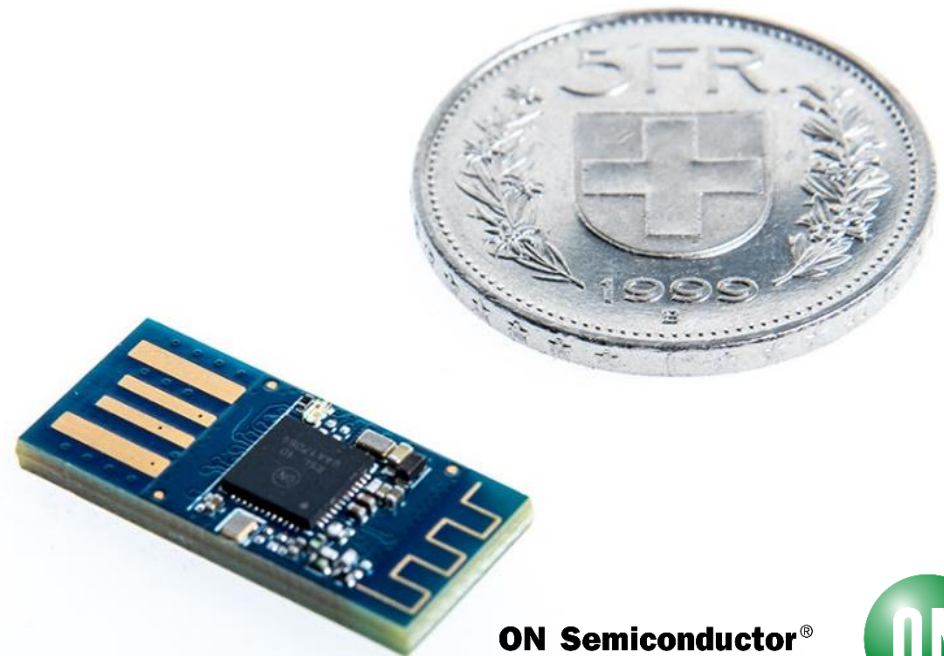
Einige Anwendungsfälle:

- Antennen Design
- Berechnen von Abstrahlcharakteristik
- Berechnen von Strahlungsverluste
- Bestimmen von externen Einflüssen (Gehäuse, Batterien, Körperteile..)
- Filterdesign
- Immission / Emission
- EMV Optimierungen, Visualisieren von Strömen und Spannungen
- Untersuchung von Waveguides, Transmission lines, coupling Effekte..

Beispiel 1

USB Dongle für Entwicklung von Hörgerätelösungen

- 4 Layer PCB, FR4, 12 x 27mm
- Frequenzbereich: 2.402 GHz – 2.480 GHz
- Planare 2.5D Simulation mittels Sonnet
- Zulassungen: FCC, CE, IC, MIC
- Produktion: 1'000+



ON Semiconductor®

<https://www.onsemi.com/PowerSolutions/evalBoard.do?id=RSL10-USB001GEVK>



Beispiel 2

RS-485 Dongle mit Bluetooth LE für Laborgeräte

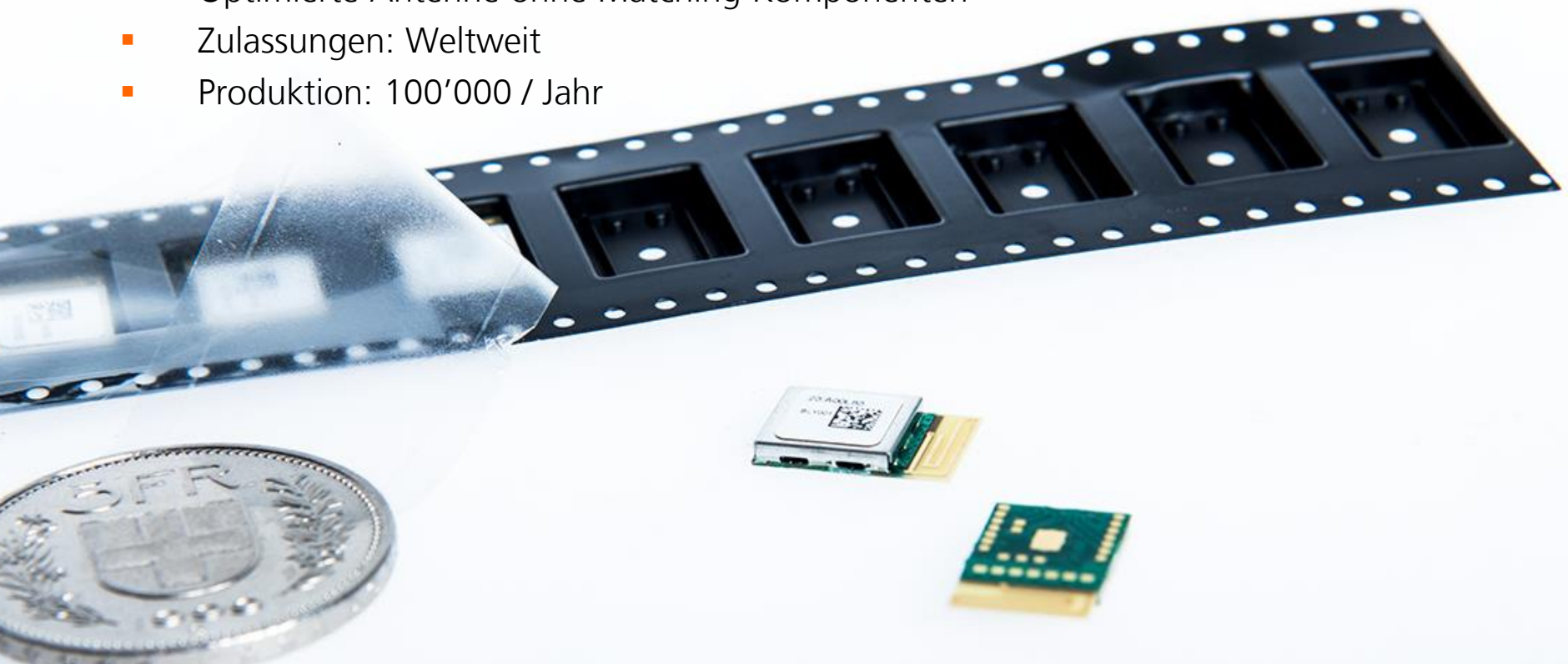
- 4 Layer PCB, FR4, 45 x 15mm
- Frequenzbereich: 2.402 GHz – 2.480 GHz
- Planare 2.5D Simulation mittels Sonnet
- 3D Simulation mittels HFSS
- Optimierte Antenne ohne Matching Komponenten
- Zulassungen: FCC, CE
- Produktion: 10'000+ / Jahr



Beispiel 3

Kundenspezifisches Bluetooth LE Modul für Home Automation Anwendungen

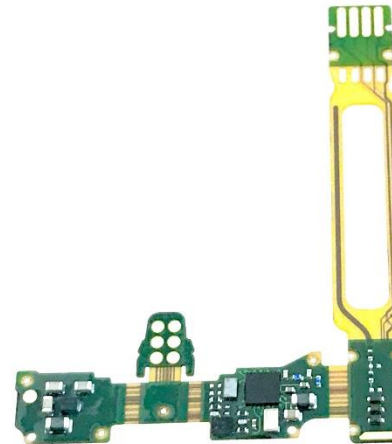
- 4 Layer PCB, FR4, 10 x 15mm
- Frequenzbereich: 2.402 GHz – 2.480 GHz
- 3D Simulation mittels HFSS
- Optimierte Antenne ohne Matching Komponenten
- Zulassungen: Weltweit
- Produktion: 100'000 / Jahr



Beispiel 4

Bluetooth LE Audio Streaming für Hörgeräte

- 6 Layer Polyimid Flex PCB, 6 x 35mm / 8 x 27mm
- Frequenzbereich: 2.402 GHz – 2.480 GHz
- 3D Simulation mittels HFSS
- Produktion: In progress



EM Simulation

3. Wie?

EM Tools

Kriterien

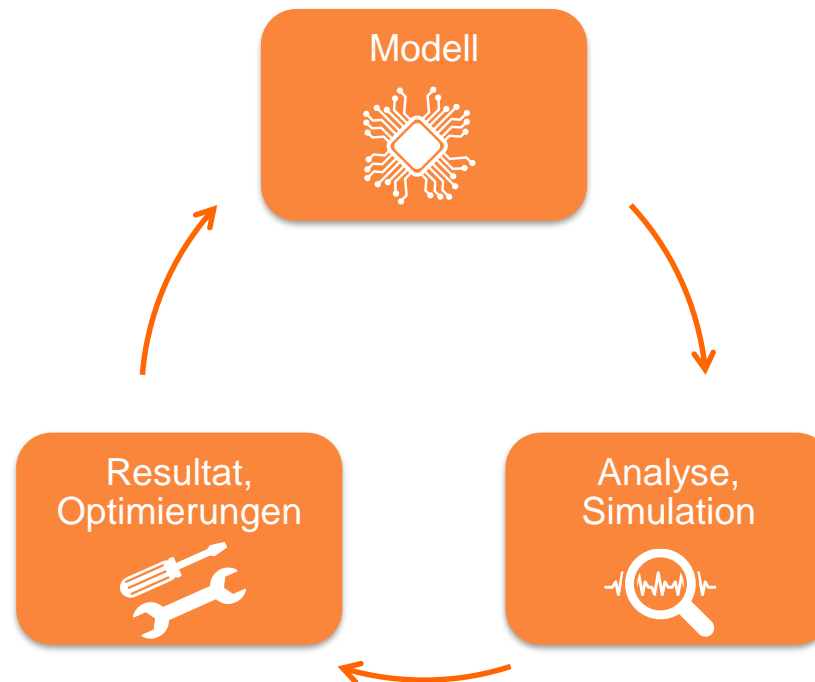
- Simulation: Planar oder full 3D?
- Import / Export Möglichkeiten
- Funktionsumfang
- Erweiterungsmöglichkeiten / Integration
- Verbreitung, Standards, etabliert
- Lizenzkosten, Lizenzmodelle



USW...

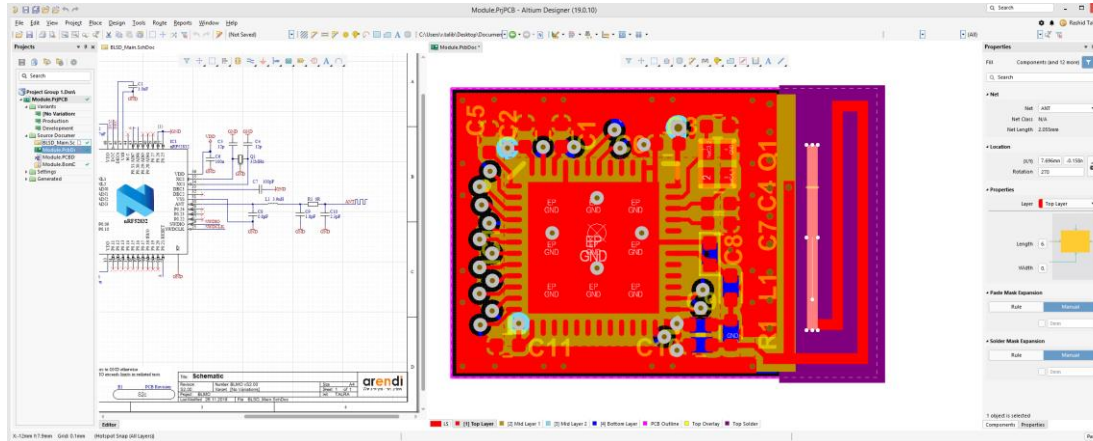
Schritte der EM Simulation

- Erstellen eines virtuellen Prototypen durch möglichst realistische Modellierung
- Analysieren der physikalischen Eigenschaften und Berechnen des Verhaltens durch Anwenden physikalischer Gesetze mittels geeigneter Methoden
- Auswerten der Resultate und Optimieren des Modells

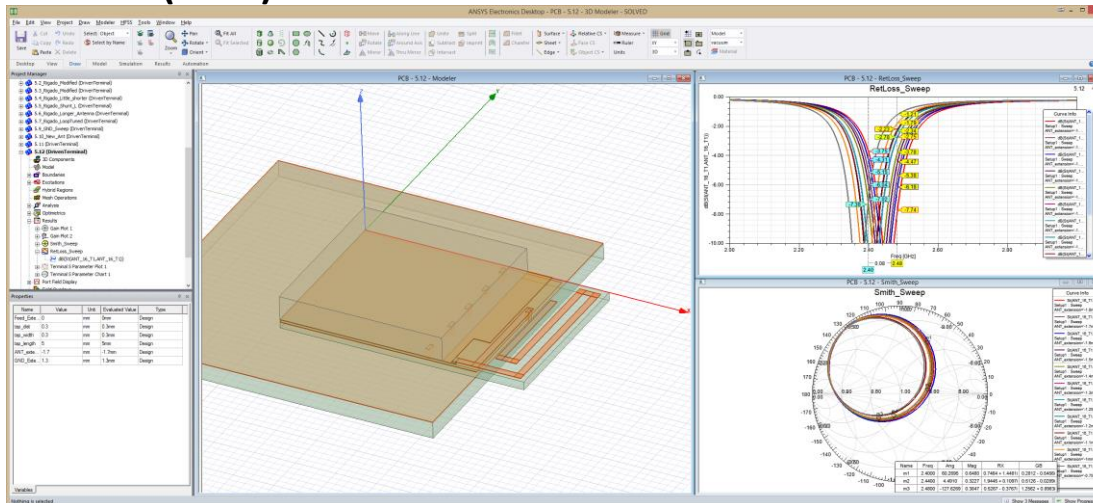


Workflow

ECAD Tool (Altium)



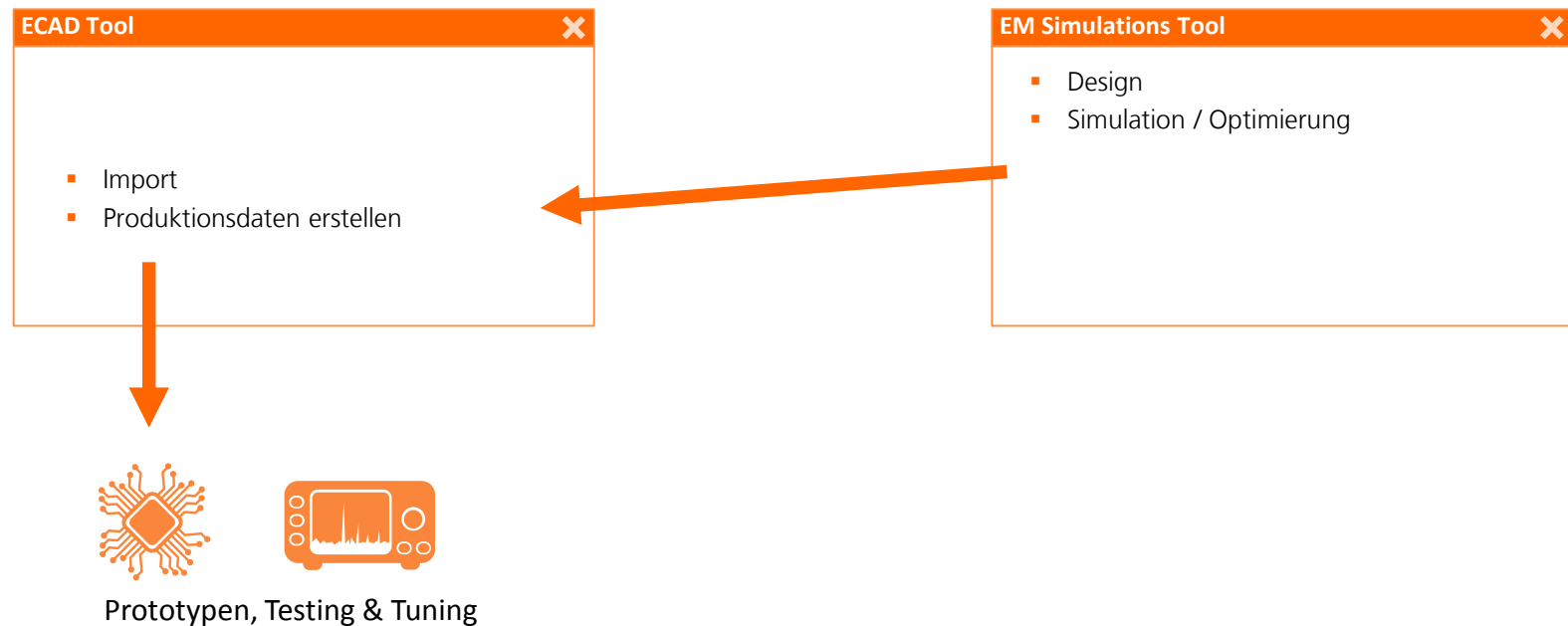
EM Tool (HFSS)



Workflow

Design und Optimierung in EM Simulations Umgebung

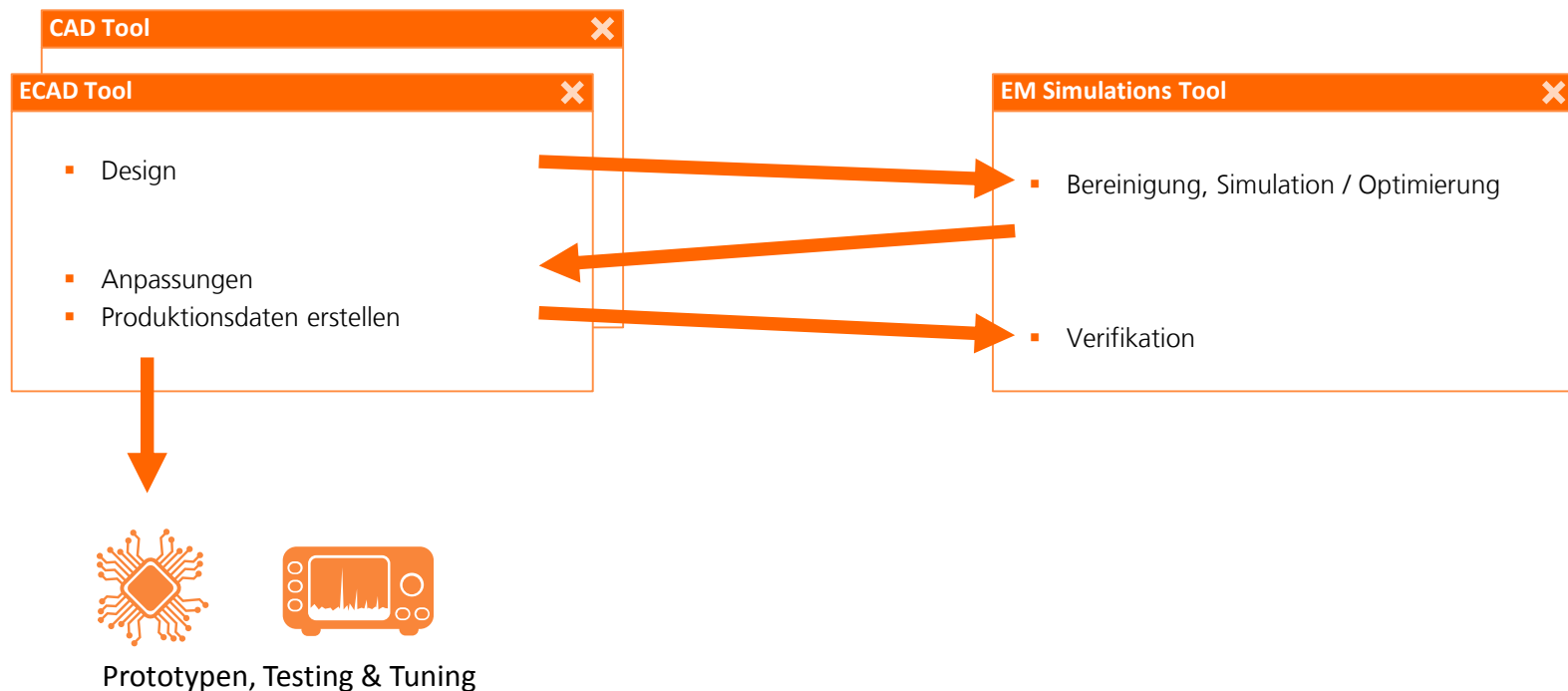
- Einfacher und schneller Workflow
- Bei einfachen Geometrien möglich
- Sinnvoll wenn Design erst stark vereinfacht und bereinigt werden muss



Workflow

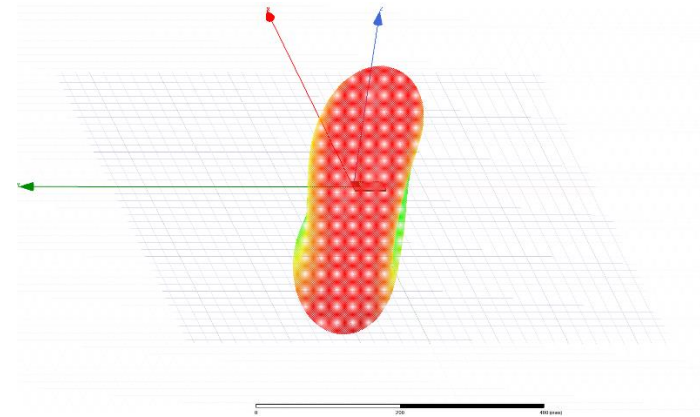
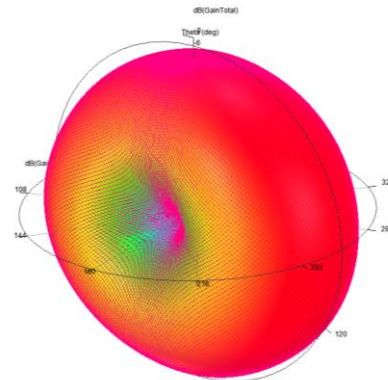
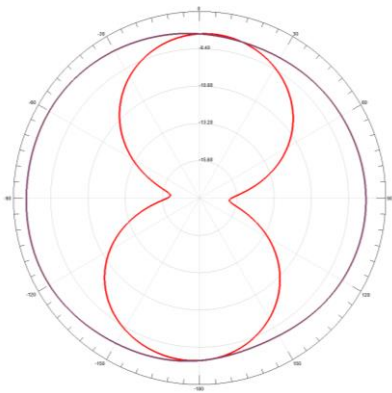
Design in ECAD Tool, Simulation und Optimierung in EM Simulations Umgebung

- Komplizierter und aufwändiger Workflow
- Nötig bei komplexeren Strukturen
- Sinnvoll wenn bereits PCB Daten vorhanden sind

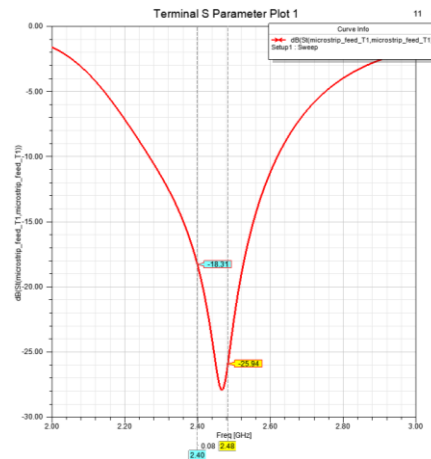
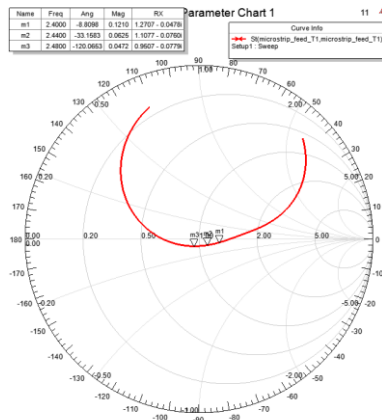


Diagramme

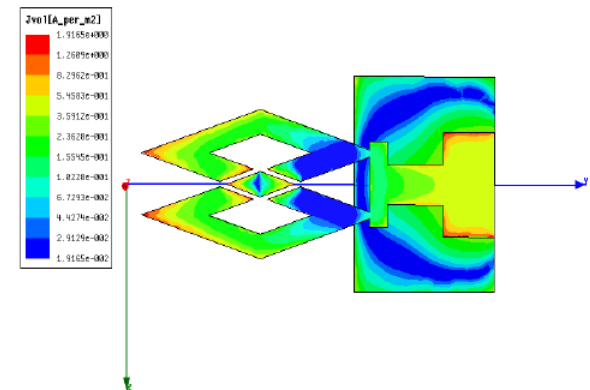
Radiation Pattern



Smith Chart, Returnloss



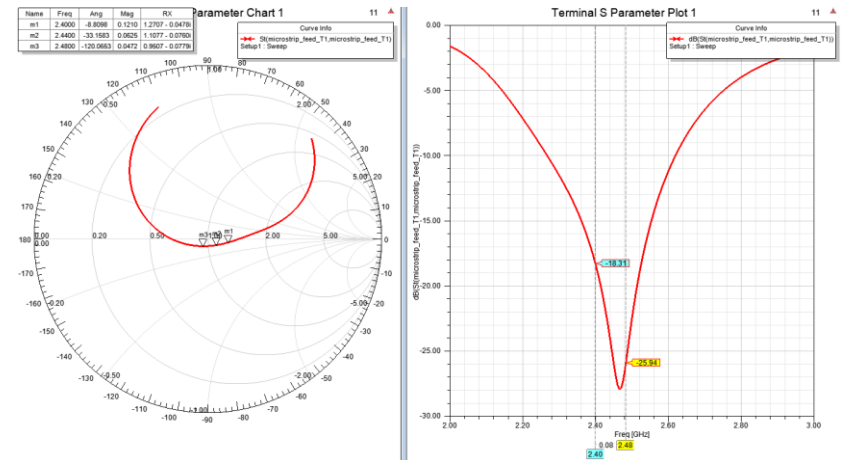
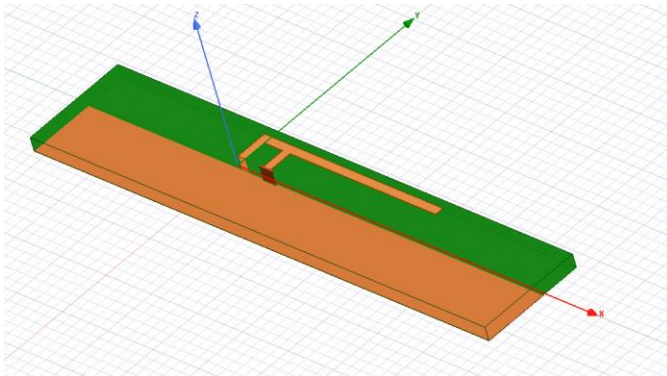
Stromverteilung



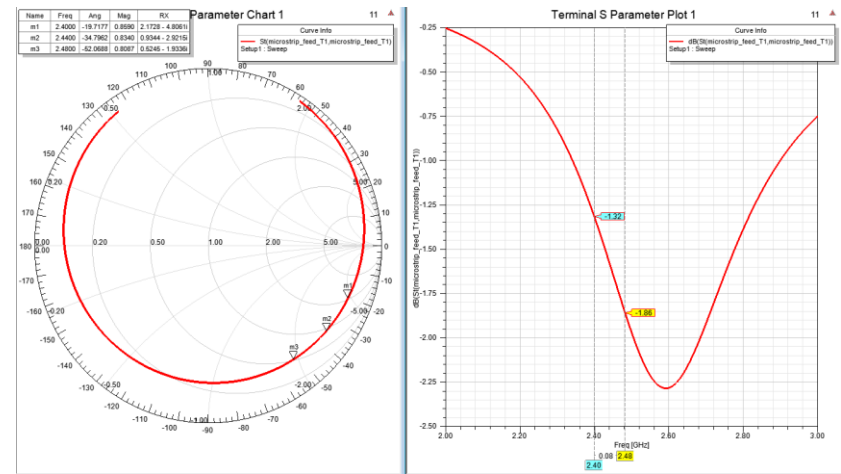
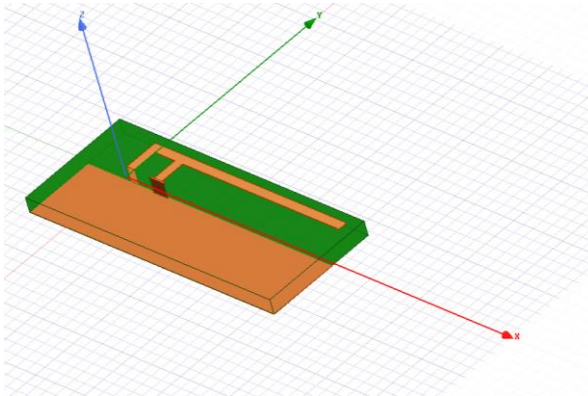
Parameter Studie

Performance von F-Antenne abhängig von Ground Fläche

Ground Fläche: 10 x 50mm



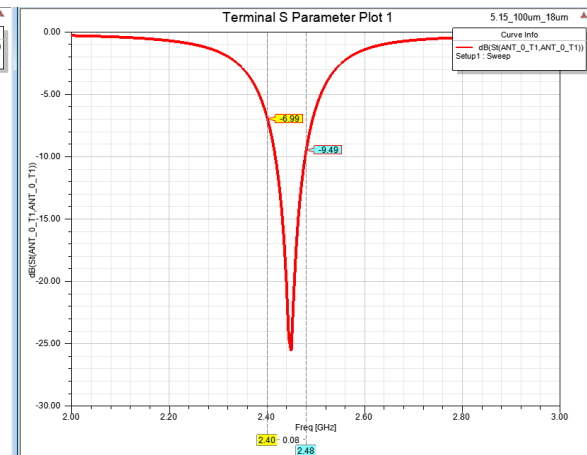
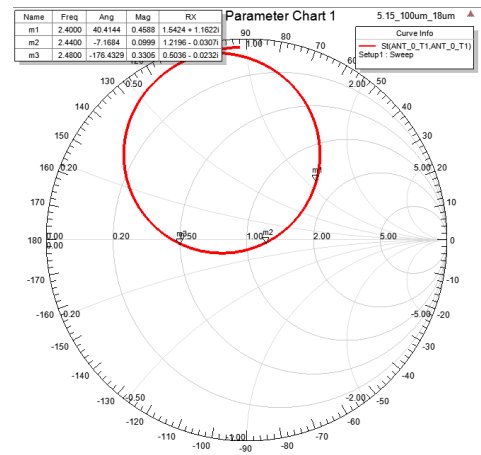
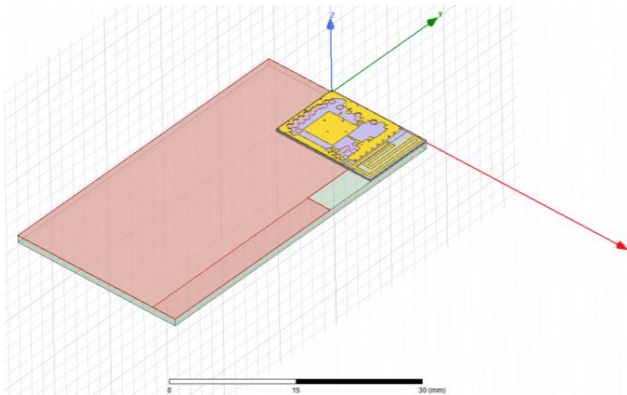
Ground Fläche: 10 x 25mm



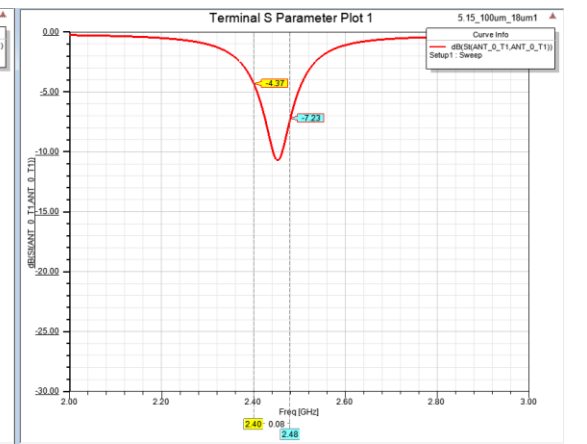
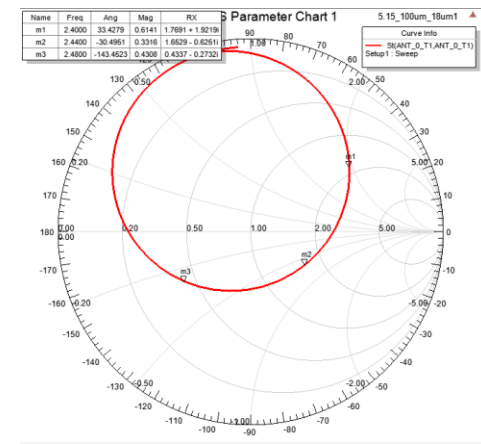
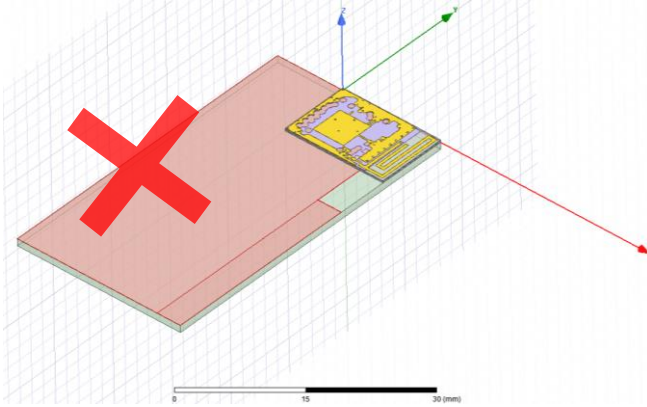
Parameter Studie

Performance von Modul Antenne abhängig von Ground Fläche

Modul mit korrekter Ground Fläche



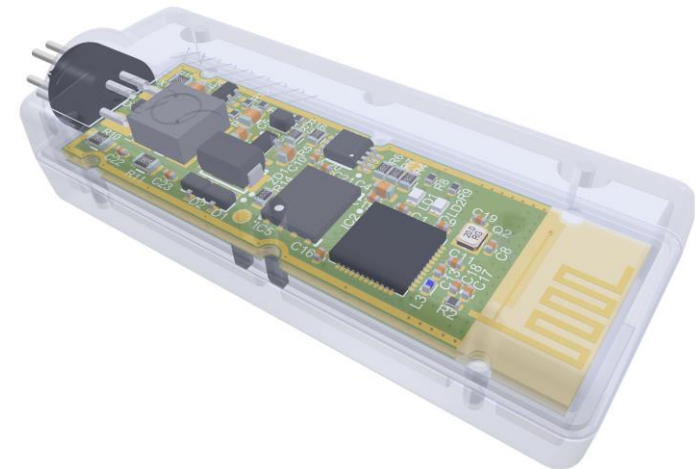
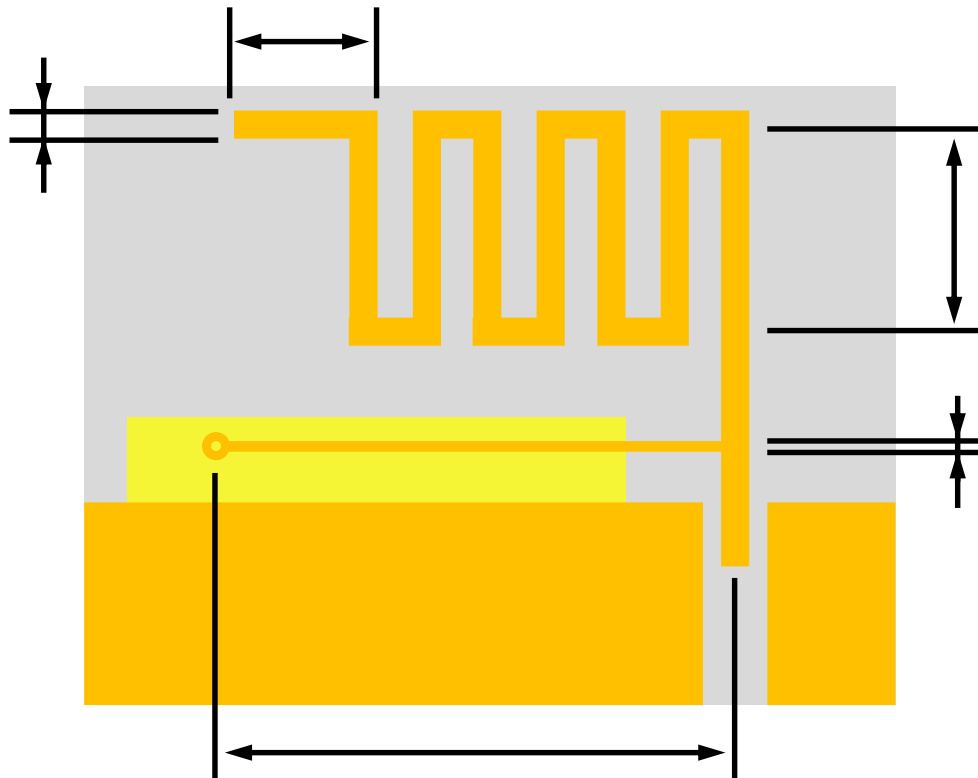
Modul ohne Ground Fläche



Parameter Studie

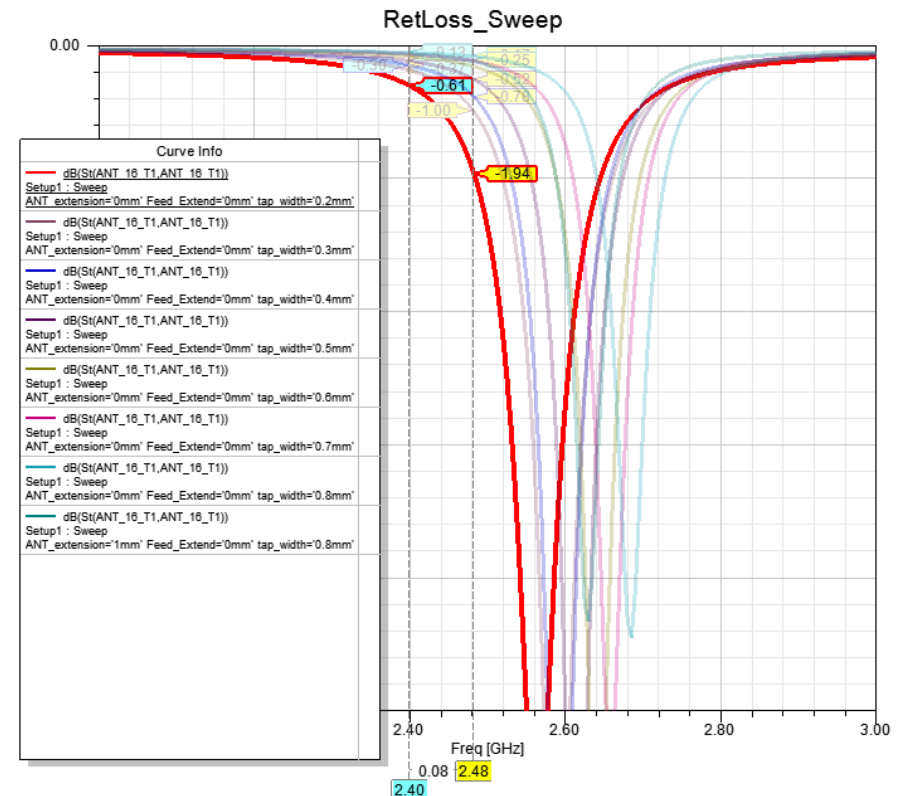
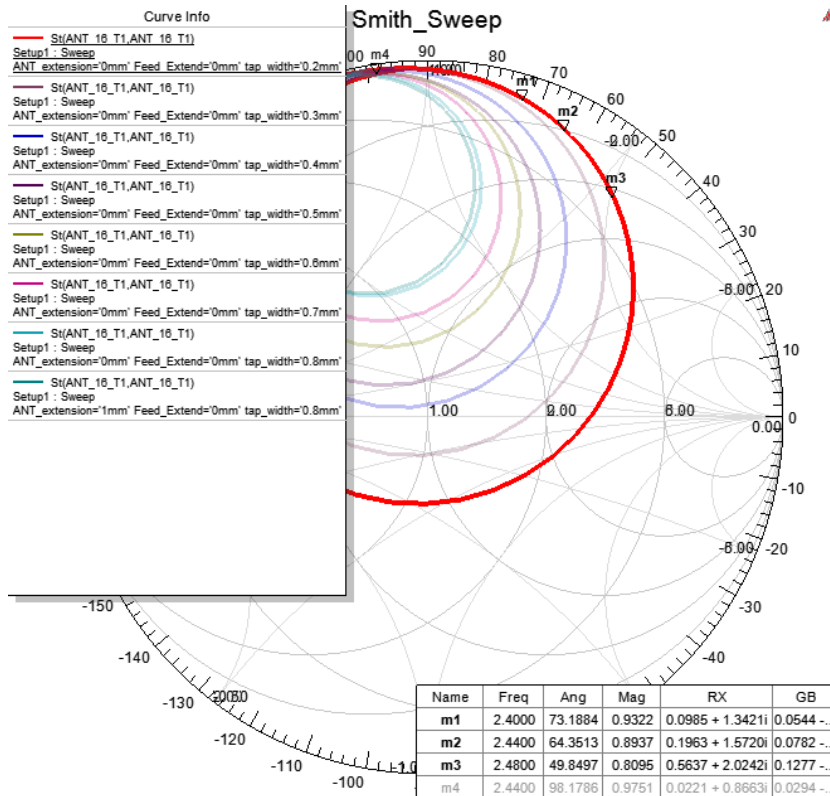
Antennen Anpassung mittels Parameter Studie

- Mehr Initialaufwand
- Günstiger, da keine Tuning Komponenten mehr benötigt
- Höhere Performance, bessere Reproduktion



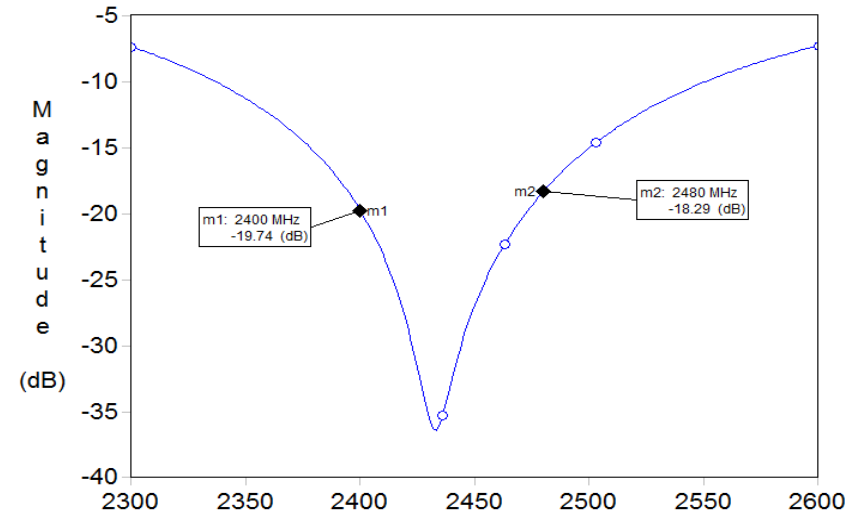
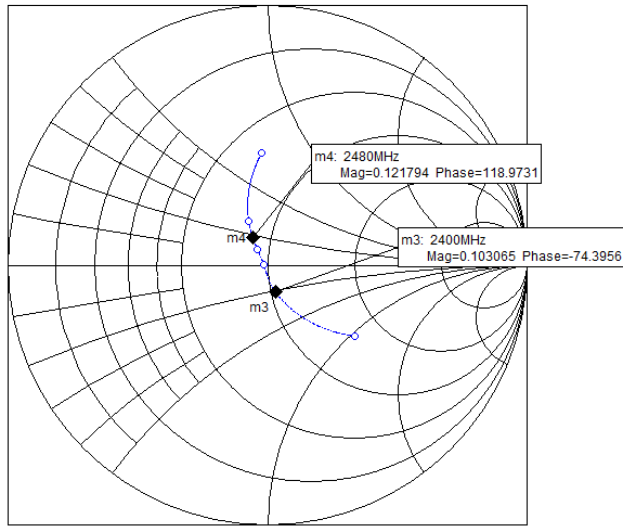
Parameter Studie

Antennen Anpassung mittels Parameter Studie

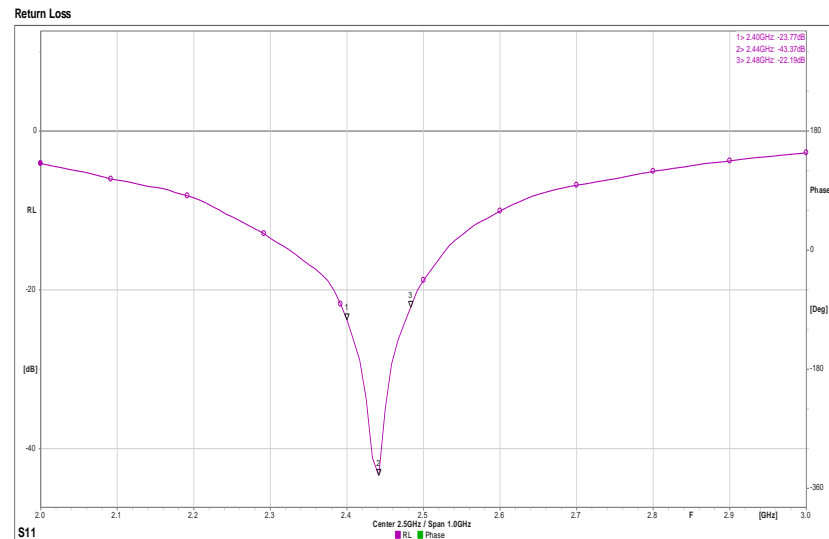
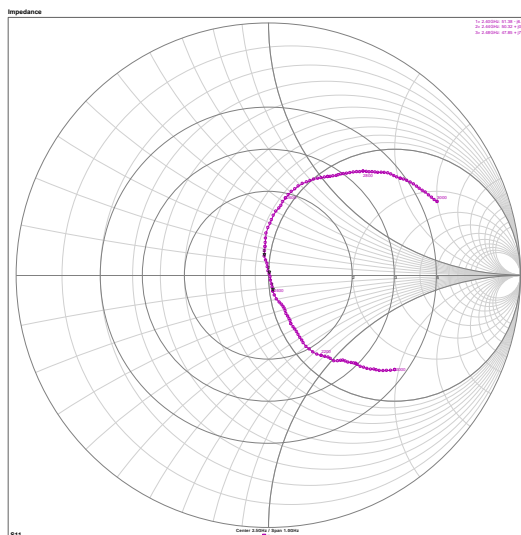


Vergleich von Simulation und Messung

Simulation



Messung



EM Simulation

4. Wie viel?

Abwägen von Aufwand / Kosten / Nutzen

Initialaufwand
Simulationszeit
Simulationskosten



Kostenoptimierung
Entwicklungszeit, Termine
Qualität, Komplexität

EM Simulation

Aufwand / Nutzen

- Rechenaufwand steigt schnell an
- Rechner kommt schnell an Grenzen!
- Weglassen was nicht relevant ist
- Vereinfachen feiner Strukturen

Task-Manager

Prozesse | Leistung | App-Verlauf | Autostart | Benutzer | Details | Dienste

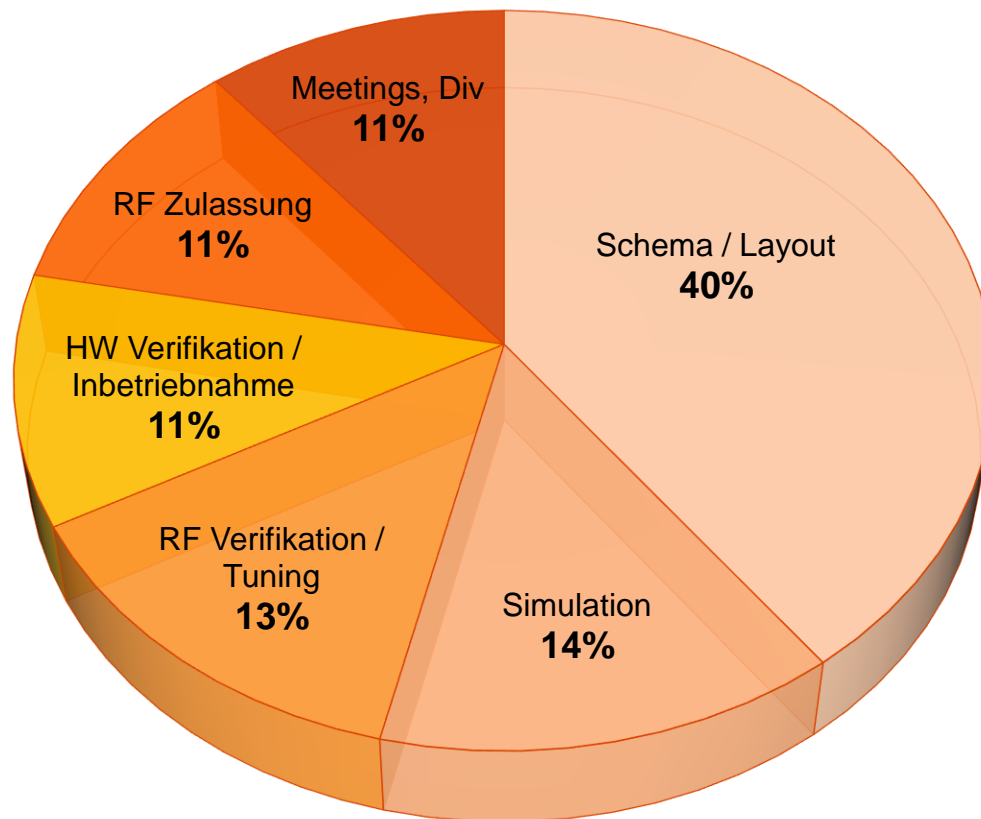
Name	Status	52% CPU	93% Arbeitsspeicher	4% Datenträ...	0% Netzwerk
HF3d Solver		46.4%	11 493.6 MB	0 MB/s	0 MBit/s
System		5.3%	0.1 MB	37.0 MB/s	0 MBit/s
Desktopfenster-Manager		0.1%	26.8 MB	0 MB/s	0 MBit/s
ESET Service (32 Bit)		0%	142.9 MB	0 MB/s	0 MBit/s

Weniger Details | Task beenden

Solving frequencies ... (Nondomain solver), process hf3d: Out of memory (10:12:29 Apr 06, 2018)
 Solving frequencies ... (Nondomain solver), process hf3d: Out of memory (10:12:29 Apr 06, 2018)
 Solving frequencies ... (Nondomain solver), process hf3d: Out of memory (10:12:29 Apr 06, 2018)
 Solving frequencies ... (Nondomain solver), process hf3d: Out of memory (10:12:30 Apr 06, 2018)
 Solving frequencies ... (Nondomain solver), process hf3d error: Matrix solver exception: SOLVER_OUT_OF_MEMORY. (10:12:30 Apr 06, 2018)
 An interpolating frequency sweep with 201 points has been started using HFSS - Solving Distributed. (10:12:31 Apr 06, 2018)
 Simulation completed with execution error on server: Local Machine. (10:12:31 Apr 06, 2018)

EM Simulation

Anteil von Simulation verglichen mit den restlichen HW Aufgaben



Arbeitsaufwand

EM Simulation

Warum?

- «HF Labor» auf dem Rechner
- Unentbehrlich bei komplexeren Designs & hohen Ansprüchen

Wann?

- Kostenoptimierung & Vorabklärungen
- Bei engen Terminen & kurzen Entwicklungszeiten
- Abschätzen von externen Einflüssen, z.B. auf Antennen Performance
- Vorhersehen und Nachvollziehen von Problemen

Wie?

- EM Simulations Software & effizienter Workflow
- RF Know-How

Wie viel?

- So viel wie nötig, so wenig wie möglich
- Abwägen von Aufwand und Nutzen



Wir sind Ihre Lösung.

Arendi AG
Eichtalstrasse 55
8634 Hombrechtikon
Schweiz

www.arendi.ch

r&d