

Engineering-Tool zur Visualisierung der elektromagnetischen Wellenausbreitung in der Fertigungsautomatisierung

Ivan Knauer, Timo Schröder, Gerd Scholl

Professur für Elektrische Messtechnik

Helmut-Schmidt-Universität, Universität der Bundeswehr Hamburg
Holstenhofweg 85, 22043 Hamburg

timo.schroeder@hsu-hh.de

Gliederung

- **Wireless Automation**
- **Design-Flow**
- **Aufgabenstellung**

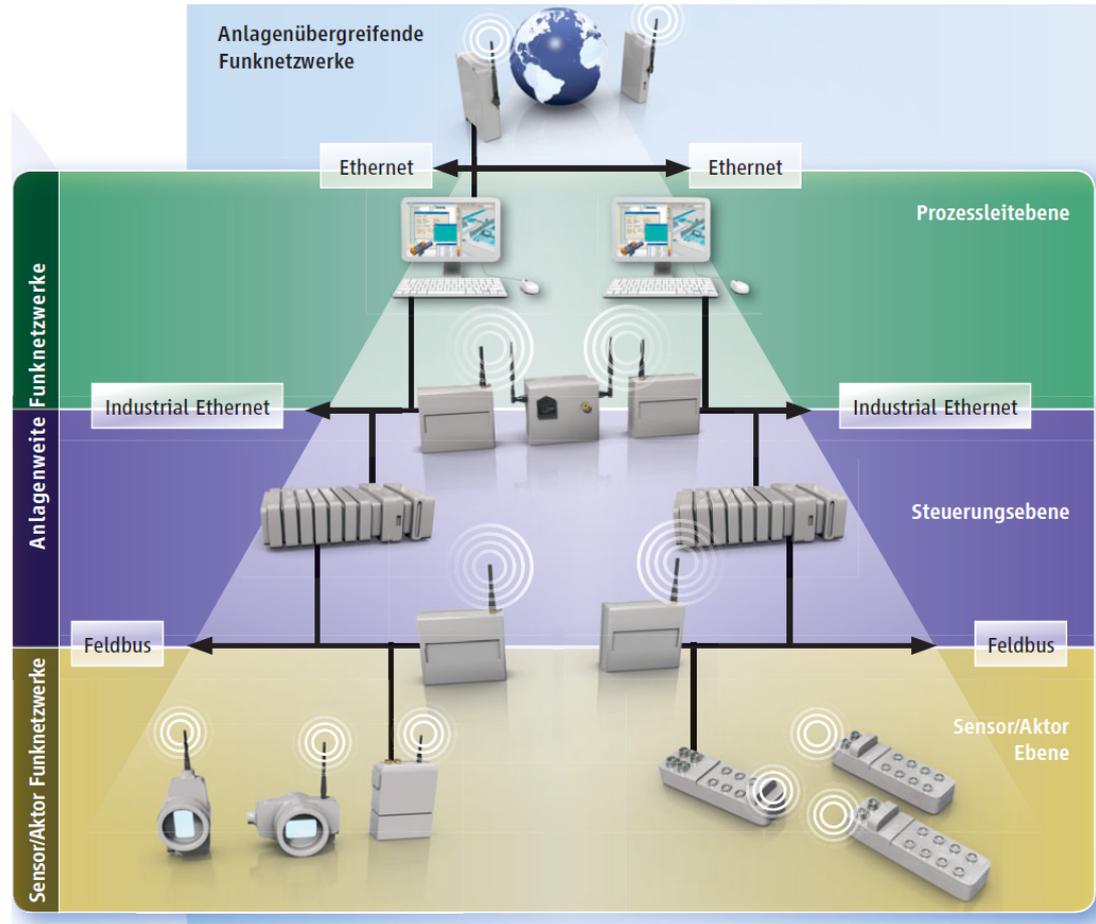
- **Simplifizierung**
 - **Wrapping**
 - **Triangulation**

- **Messhülle**
 - **Hülle erstellen**
 - **Messpunkte erzeugen**

- **Ergebnisse**
 - **Messhülle**
 - **Simplifizieren**

- **Zusammenfassung**

Wireless Automation



Quelle: Funklösung in der
Automatisierung von ZVEI:
Automation, 2012

Wireless Automation

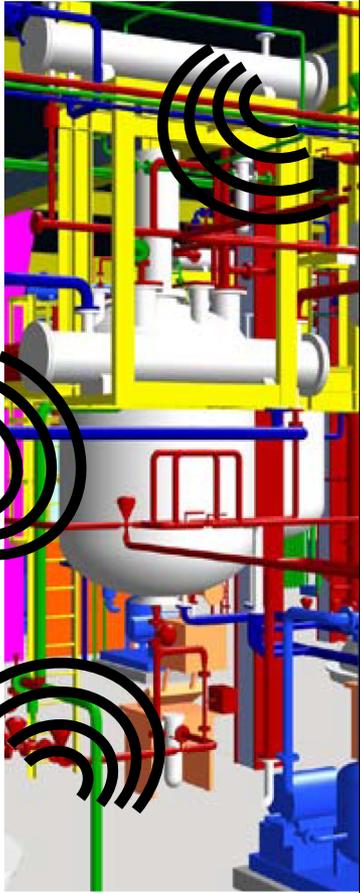
An die drahtlose Sensor- / Aktorkommunikation in der schwierigen industriellen Umgebung werden besondere Anforderungen gestellt:

- Kurze Latenzzeiten
- Hohe Zuverlässigkeit
- Koexistenzfähigkeit
- Effiziente Nutzung der zur Verfügung stehenden Energie

Ziel ist die Entwicklung von robusten, hoch zuverlässigen Funklösungen für die Anwendungen im industriellen Umfeld, basierend auf Simulationen und Messungen des jeweiligen Funkumfeldes.

Bereits bei der Planung einer Industrieanlage am PC ist mit der Funkplanung zu beginnen. Diese beinhaltet die Untersuchung der Funklösung innerhalb der Zielanwendung, hinsichtlich der anwendungsspezifischen Anforderungen.

Design-Flow



Konzeption und Definition
der Industrieanlage

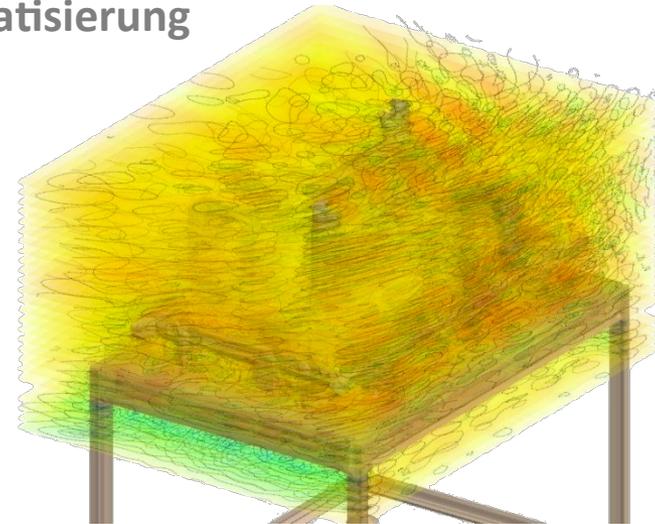
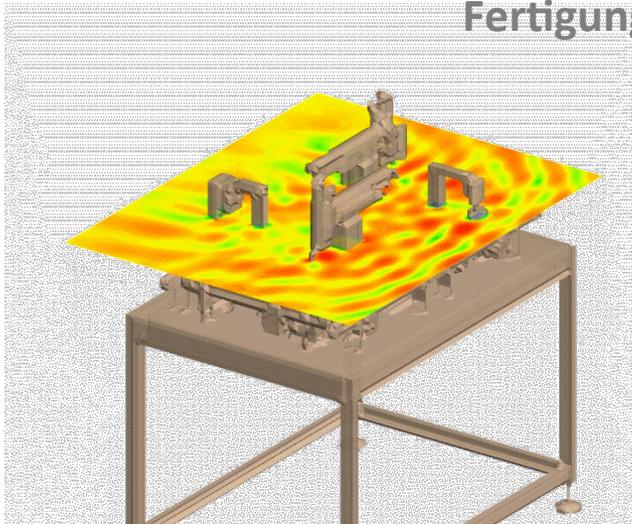
Entwurf der Industrieanlage
im CAD-System

Integration von drahtlosen Komponenten in
das CAD-Modell

Virtuelle Verifikation der drahtlosen
Kommunikation (Funkplanung)

Aufgabenstellung

Anwendung eines Engineering Tools zur Planung von
Sensor/Aktor-Funksystemen in der
Fertigungsautomatisierung



Problemstellung:

- Standart: rechnergestützte Anlagenplanung
- Der Planungsingenieur hat keine Möglichkeit für die Einplanung/Simulation eines Funksystems
- Entwicklung eines Engineering-Tools

Aufgabenstellung

Feldstärkenverteilung im konstanten Abstand zu der
Oberfläche des gesamten CAD-Modells

Zielsetzung:

1. Informationsverdichtung auf wenige Kenngrößen/Antennenpositionen
2. Reduktion des Rechenaufwandes

Gliederung

- **Wireless Automation**
- **Design-Flow**
- **Aufgabenstellung**

- **Simplifizierung**
 - **Wrapping**
 - **Triangulation**

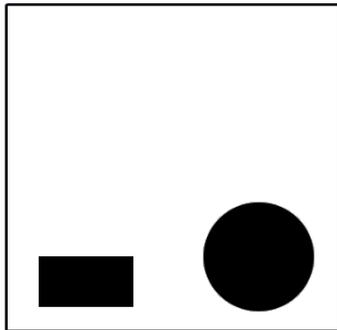
- **Messhülle**
 - **Hülle erstellen**
 - **Messpunkte erzeugen**

- **Ergebnisse**
 - **Messhülle**
 - **Simplifizieren**

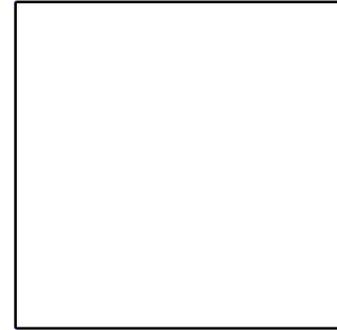
- **Zusammenfassung**

Simplifizierung: Wrapping

Minimierung der Rechenzeit mittels Reduktion des CAD-Modells auf seine äußere Oberfläche. Somit werden innen liegende Flächen bei der Simulation nicht berücksichtigt.



(a) Schnitt durch das Originalmodell mit weiteren Objekten im inneren



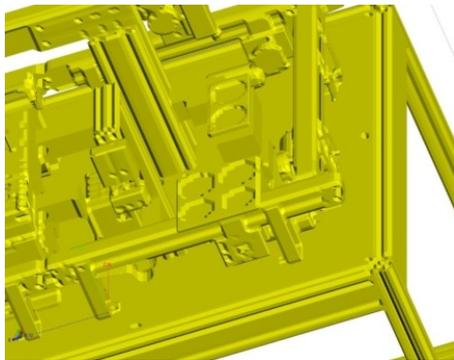
(b) Nach dem Schritt bleibt nur noch die leere Objekthülle

Simplifizierung: Triangulation

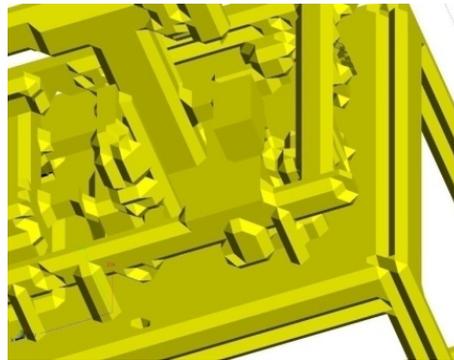
Zur Berechnung der Funkausbreitung mittels der Momentenmethode ist es notwendig das CAD-Modell in ein trianguliertes Modell zu konvertieren.

Durch Vorgabe einer konstanten Kantenlänge bei der Triangulation ist der Simplifizierungsgrad zu beeinflussen.

→ Gesamtzahl der Flächenelemente sinkt, was den Zeitaufwand bei der Simulation reduziert.



$\lambda/20$



$\lambda/14$



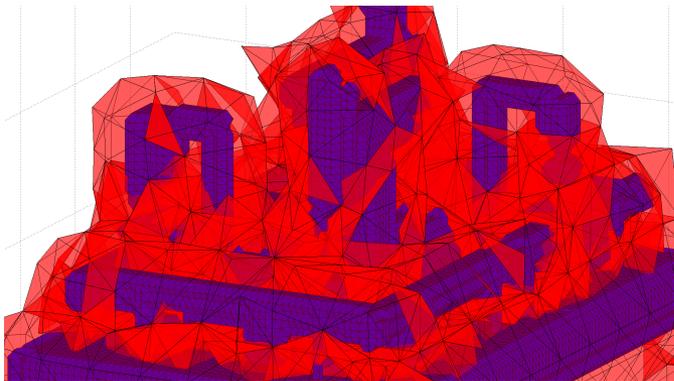
$\lambda/2$

Messhülle: Erstellen

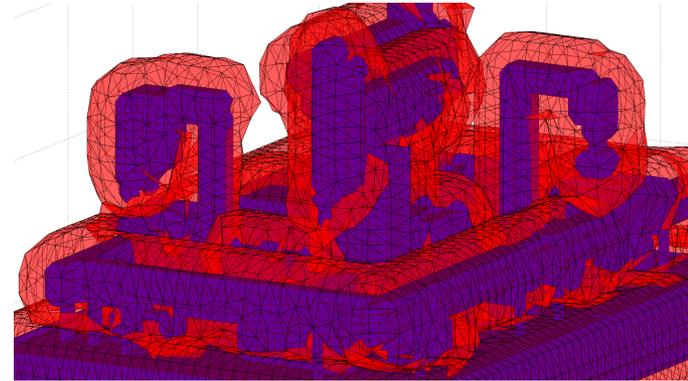
Erzeugung der Messhülle im konstanten Abstand vom triangulierten Modell mittels eines iterativen Verfahrens.

Vorteile des iterativen Verfahrens:

- Vermeidung von Kollisionen verschiedener Modellteile
- Vermeidung von eingeschlossenen Hüllenflächen innerhalb der Messhülle
- gute Anpassung an die triangulierte Hülle



Abstandvorgabe 5cm
1 Schritt



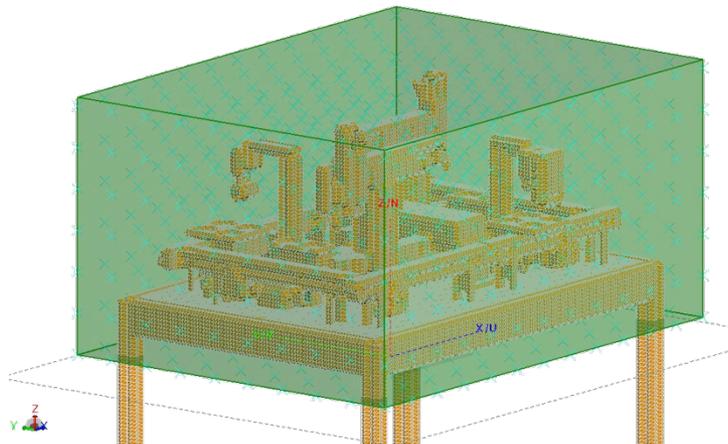
Abstandvorgabe 5cm
10 Schritte

Messhülle: Messpunkte

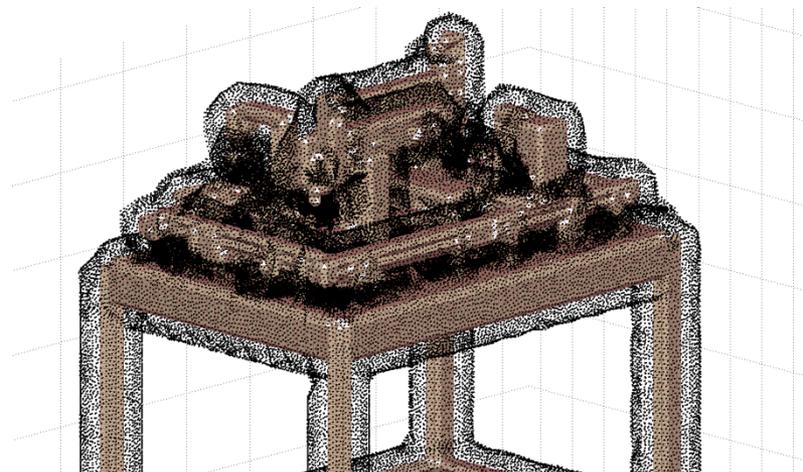
Erzeugen von Messpunkten im Abstand von maximal $\lambda/10$ auf jedem Flächenelement der Messhülle mit konstanten Abstand zum triangulierten Modell.

→ Der Messquader enthält ca. 410.000 Messpunkte im Abstand von $\lambda/10$

→ Die Messhülle enthält ca. 280.000 Messpunkten im Abstand von 5cm zum triangulierten Modell

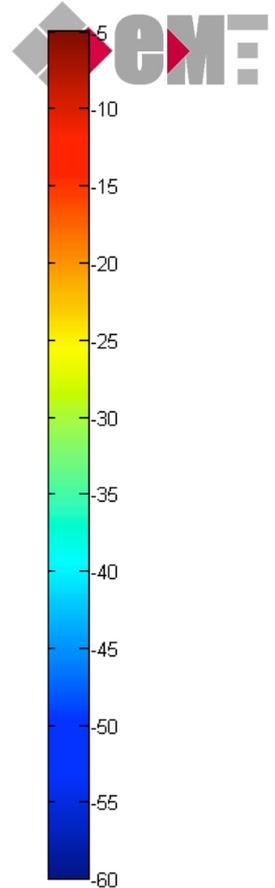
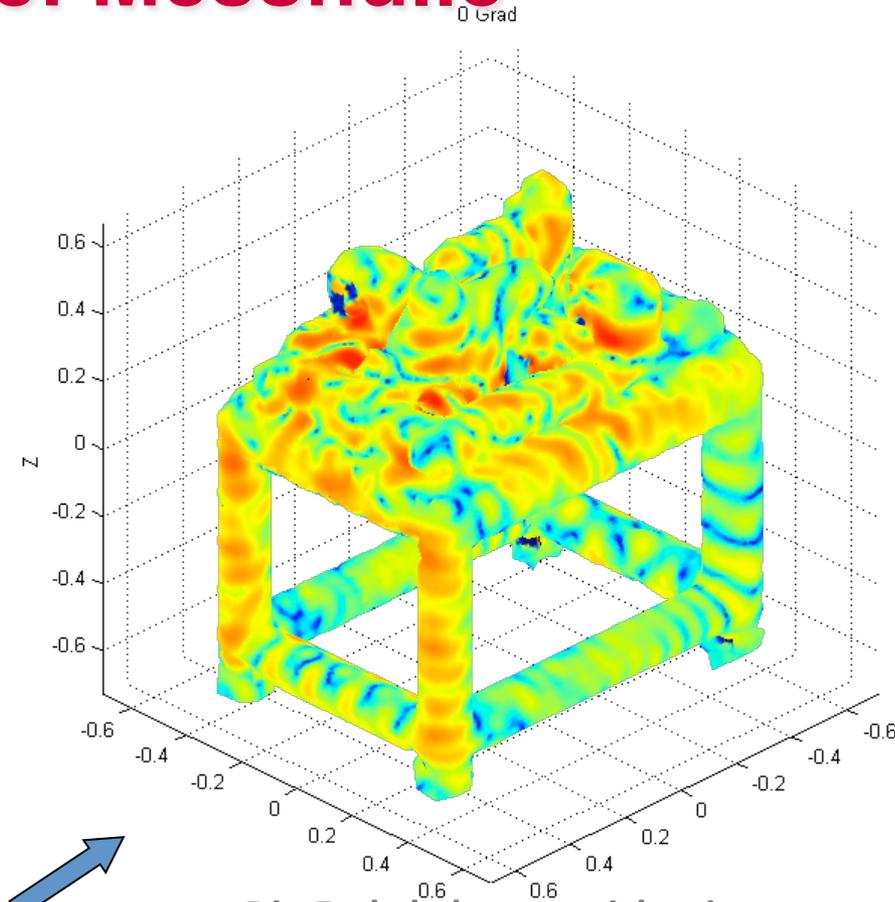


Messquader



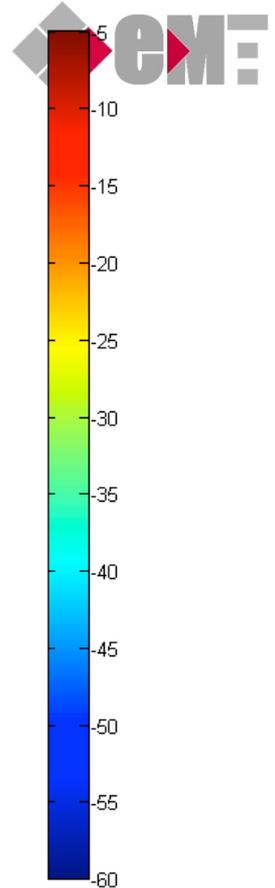
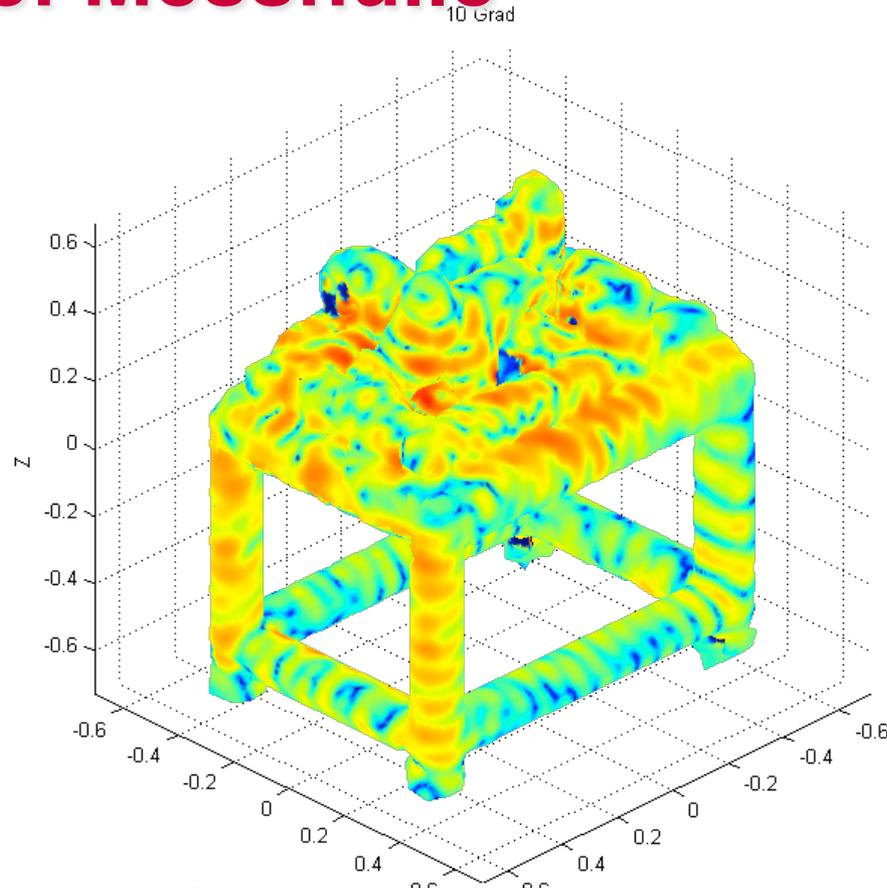
Messhülle

Ergebnisse: Messhülle



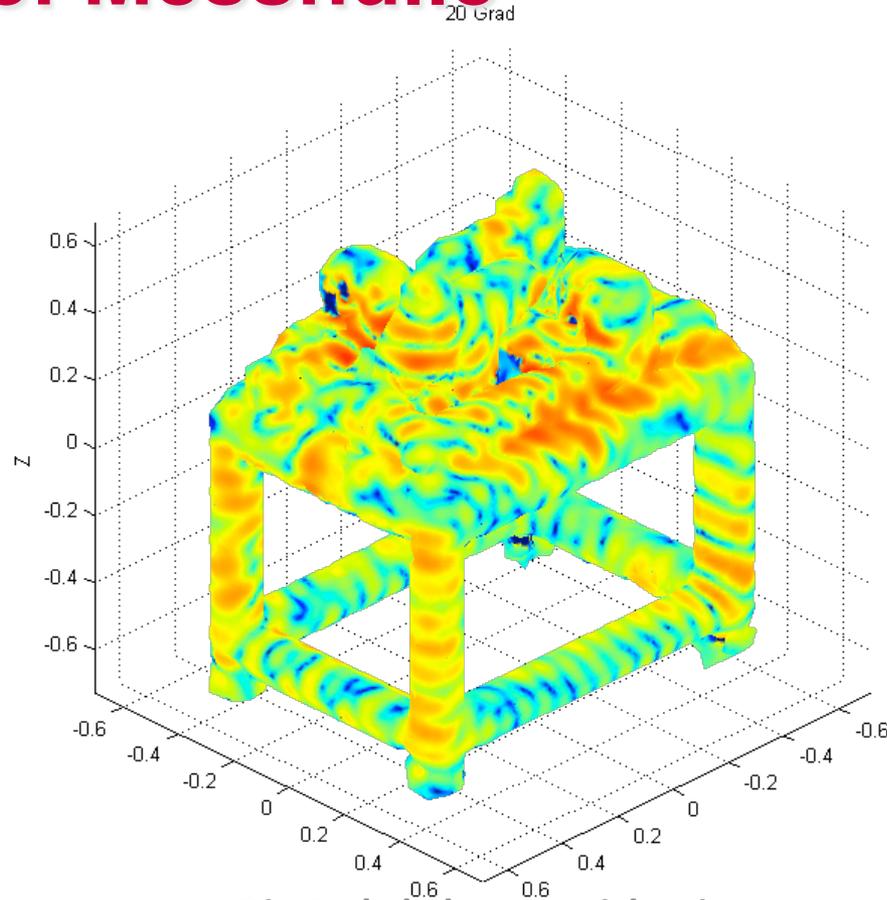
Die Farbskala entspricht einem
Leistungspegel von -5dBm bis -60dBm.

Ergebnisse: Messhülle



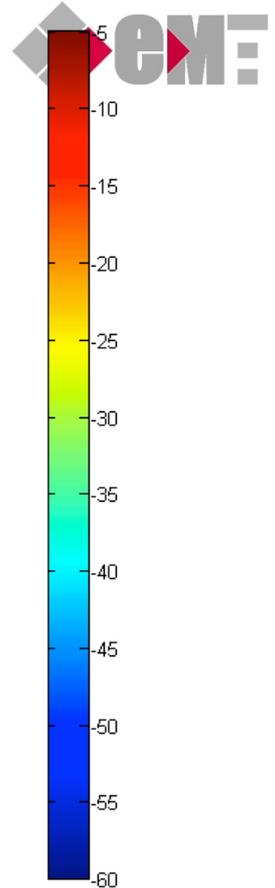
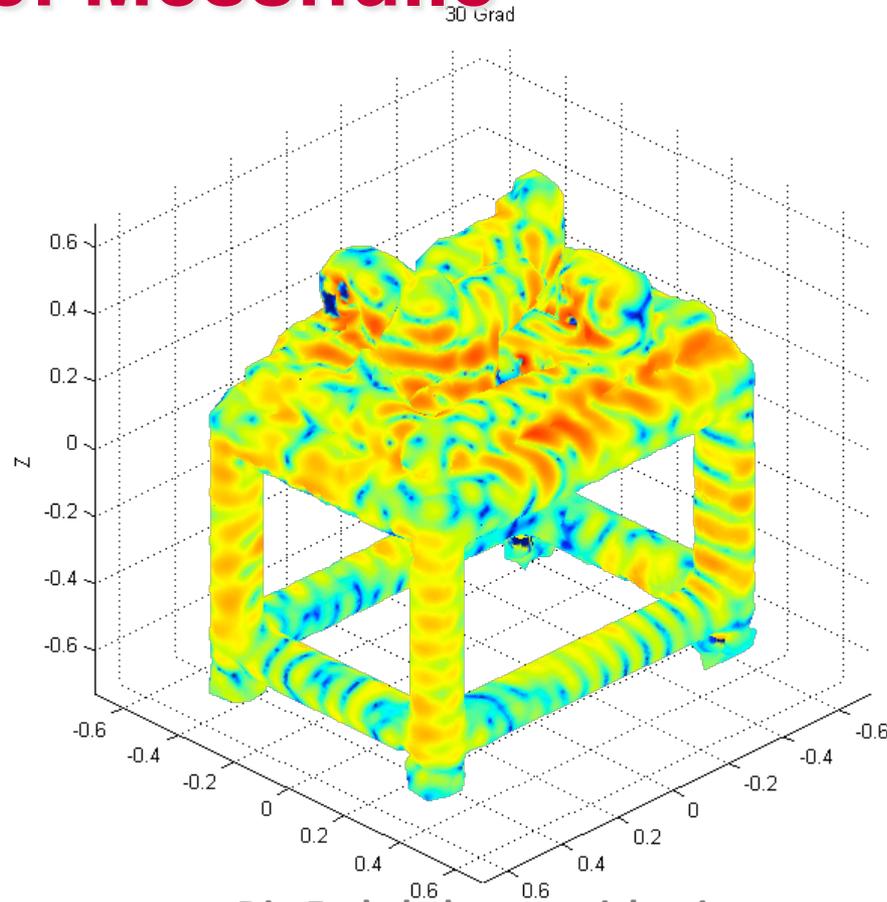
Die Farbskala entspricht einem Leistungspegel von -5dBm bis -60dBm.

Ergebnisse: Messhülle



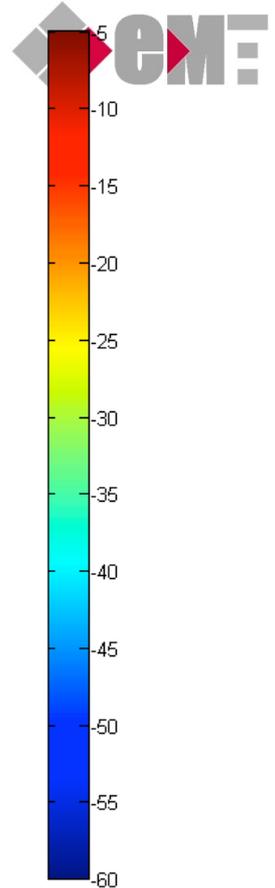
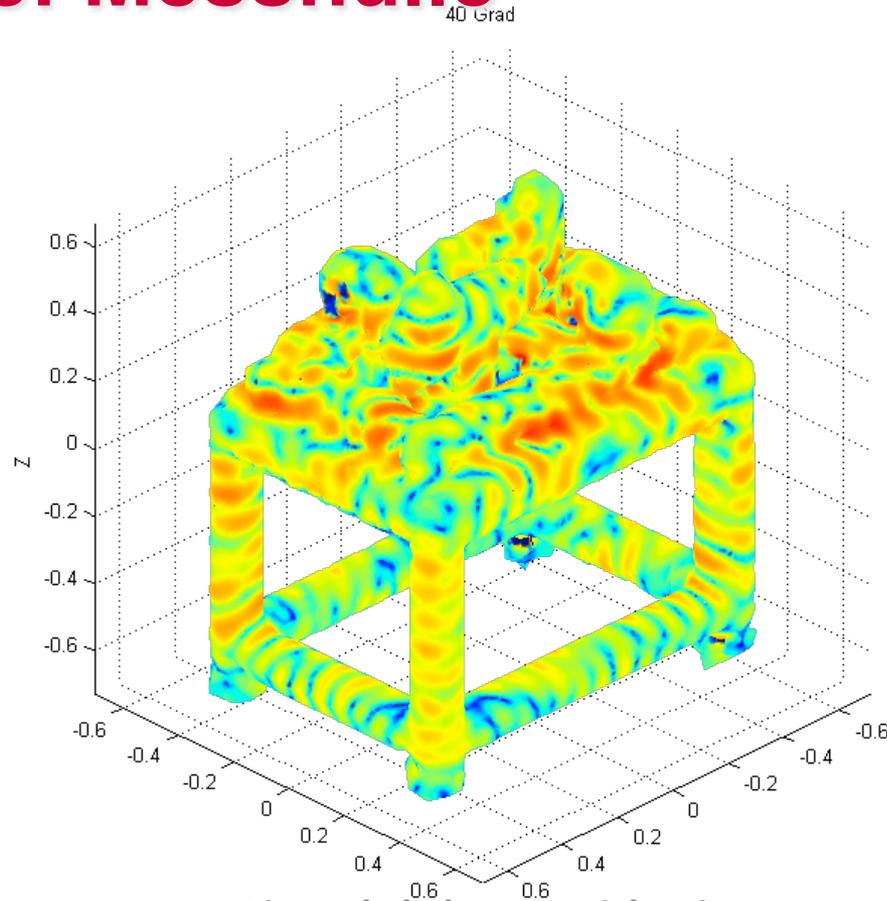
Die Farbskala entspricht einem
Leistungspegel von -5dBm bis -60dBm.

Ergebnisse: Messhülle



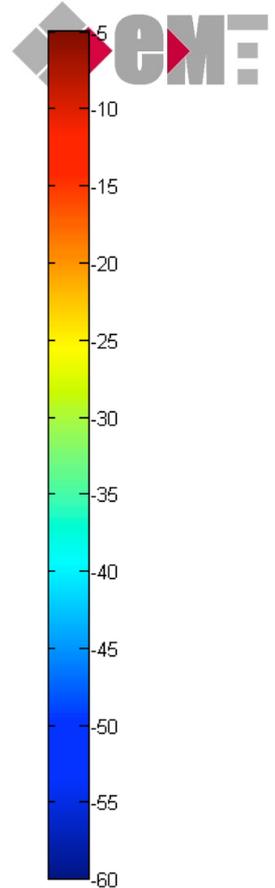
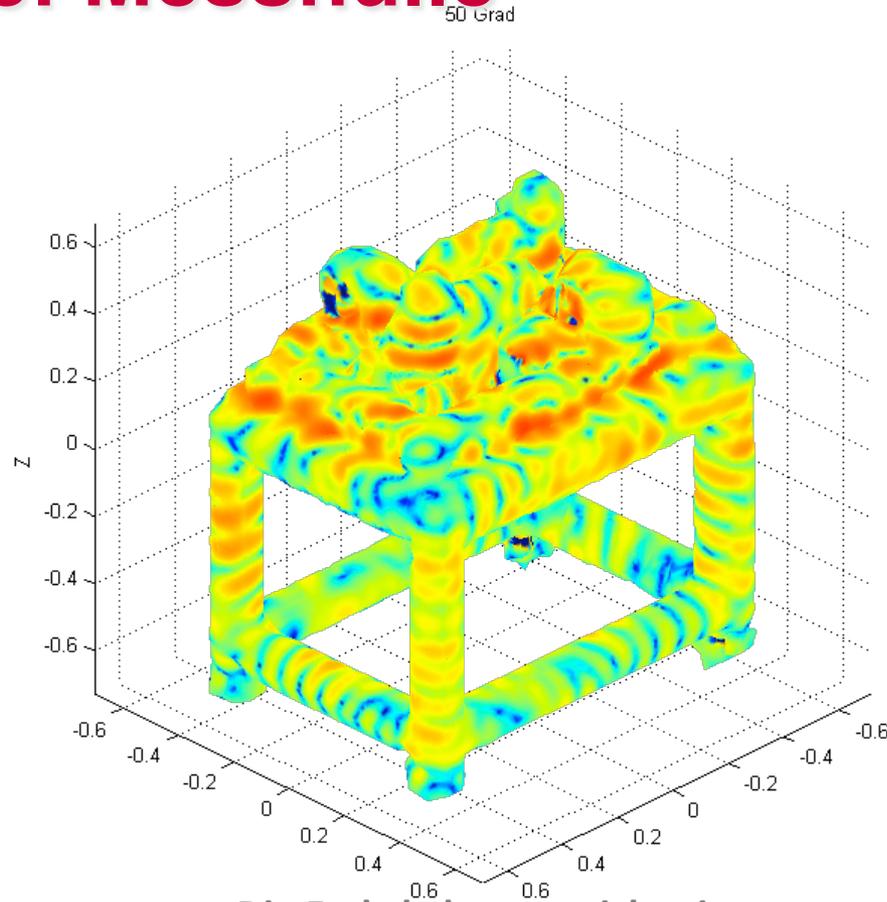
Die Farbskala entspricht einem
Leistungspegel von -5dBm bis -60dBm.

Ergebnisse: Messhülle



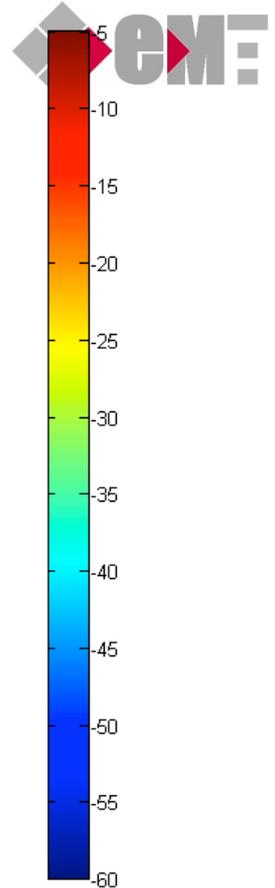
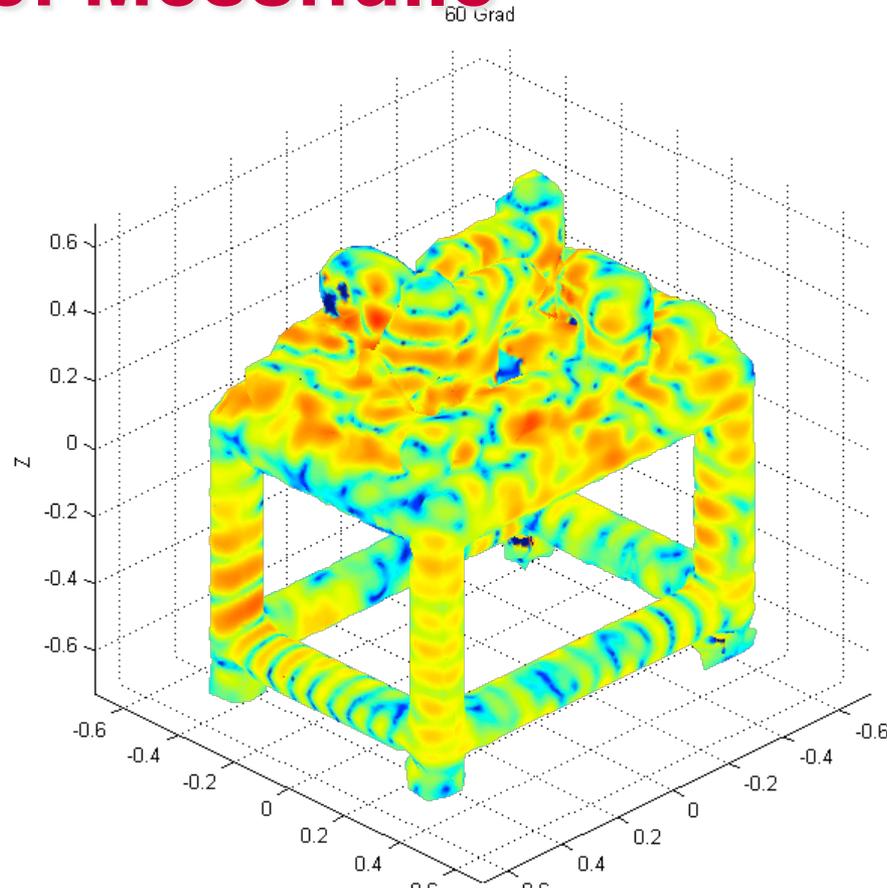
Die Farbskala entspricht einem
Leistungspegel von -5dBm bis -60dBm.

Ergebnisse: Messhülle



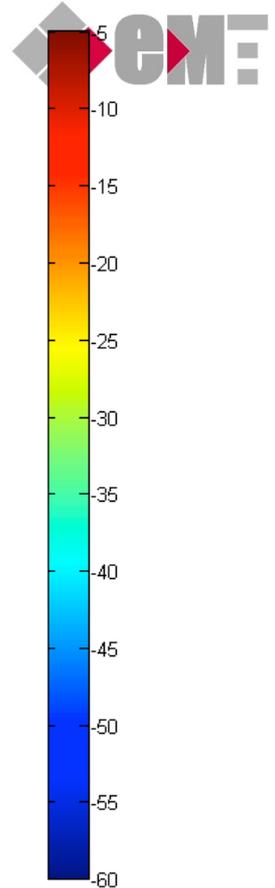
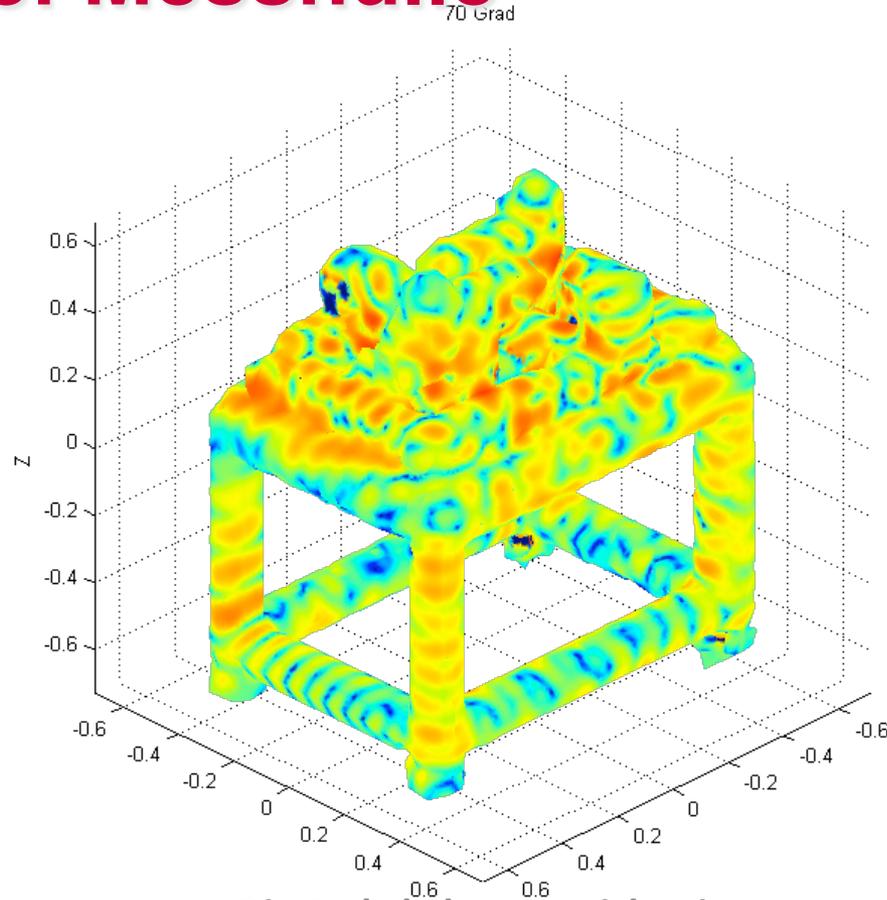
Die Farbskala entspricht einem
Leistungspegel von -5dBm bis -60dBm.

Ergebnisse: Messhülle

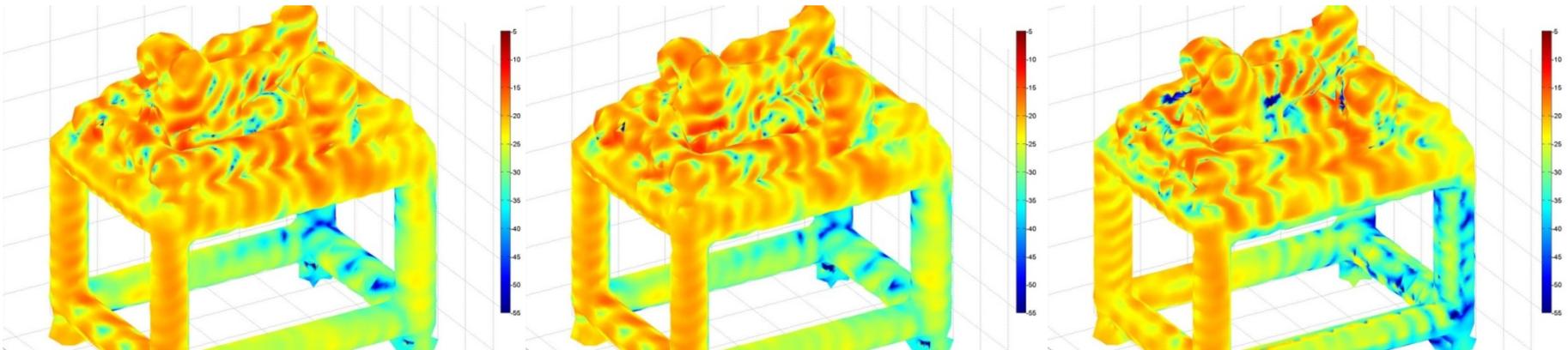


Die Farbskala entspricht einem
Leistungspegel von -5dBm bis -60dBm.

Ergebnisse: Messhülle



Ergebnisse: Rechenzeit



$\lambda/20$

$\lambda/14$

$\lambda/2$

Die Farbskala entspricht einem Leistungspegel von -5dBm bis -55dBm.

Ergebnisse: Rechenzeit



Simplifizierungsstufe	$\lambda/20$	$\lambda/14$	$\lambda/14$	$\lambda/2$
Anzahl der Dreiecke	298862	126964	126964	1896
Korrelationskoeffizient	1	0,689	-	0,264
Rechenzeit der Lösungsmatrix	130h	5,9h	6h	4,2h
Berechnung der Feldstärke in den Messpunkten (bei 300000 Punkten)	200h	100h	>260h	110h

- Mittels Simplifizierung von $\lambda/20$ auf $\lambda/14$ ist eine Zeitersparnis vom Faktor **3** zu erreichen
- Bei Verwendung der Messhülle ist eine Zeitersparnis vom Faktor **>2,5** gegenüber dem Messquader zu erreichen

Zusammenfassung

- Ergebnisse eines Engineering-Tools zur Funkfeldsimulation für eine integrierte Fabrikplanung

- Reduzierung der Rechenzeit mittels:
 - Simplifizierung
 - Minimierung der Anzahl an Messpunkten

??? Fragen ???