

## Forschung

# Forschungsthemen

## Elektromagnetische Modellierung elektronischer Verbindungsstrukturen

Angesichts sehr hoher Verarbeitungsgeschwindigkeiten in elektronischen Systemen sind notwendige Verbindungsstruktur zwischen Bauelementen, Modulen, Kühlkörper, etc. häufig Ursache für die Beeinträchtigung der Übertragungseigenschaft (signal integrity) oder der Versorgungsspannung (power integrity), wie z.B. auf Multilayer-Leiterplatten (PCB). Ein weitere Störeffekt ist die parasitäre elektromagnetische Abstrahlung, die die elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) des System mitunter bestimmt. Zur Beschreibung des elektromagnetischen Verhaltens typischer Verbindungsstrukturen sollen geeignete analytische und numerische Modelle entwickelt werden. Hierbei spielen kapazitive wie induktive Koppelparameter eine wesentliche Rolle.

## Poster:

### › Exact Analytical Solution for the Via-Plate Capacitance in Multiple-Layer Structures

([https://www.tet.ovgu.de/tet\\_media/Poster/Poster+Capacitance.pdf](https://www.tet.ovgu.de/tet_media/Poster/Poster+Capacitance.pdf))

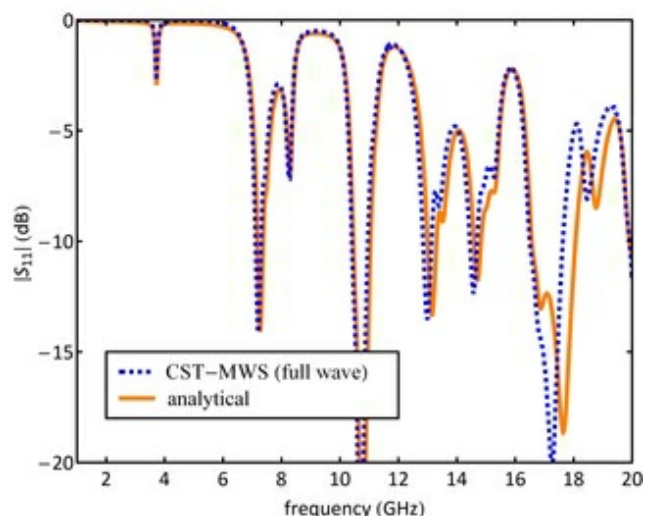
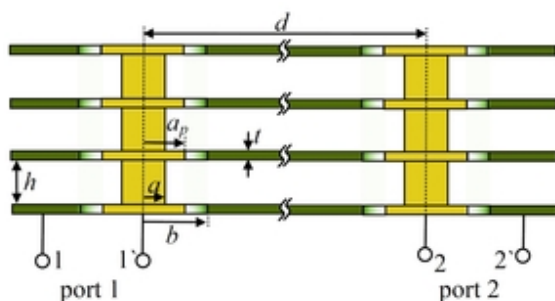
### › Efficient 2-D Integral Equation Approach for the Analysis of Power Bus Structures With Arbitrary Shape

([https://www.tet.ovgu.de/tet\\_media/Poster/Cim\\_Stumpf-p-184.pdf](https://www.tet.ovgu.de/tet_media/Poster/Cim_Stumpf-p-184.pdf)) ›

([https://www.tet.ovgu.de/tet\\_media/Poster/Poster+Capacitance.pdf](https://www.tet.ovgu.de/tet_media/Poster/Poster+Capacitance.pdf))

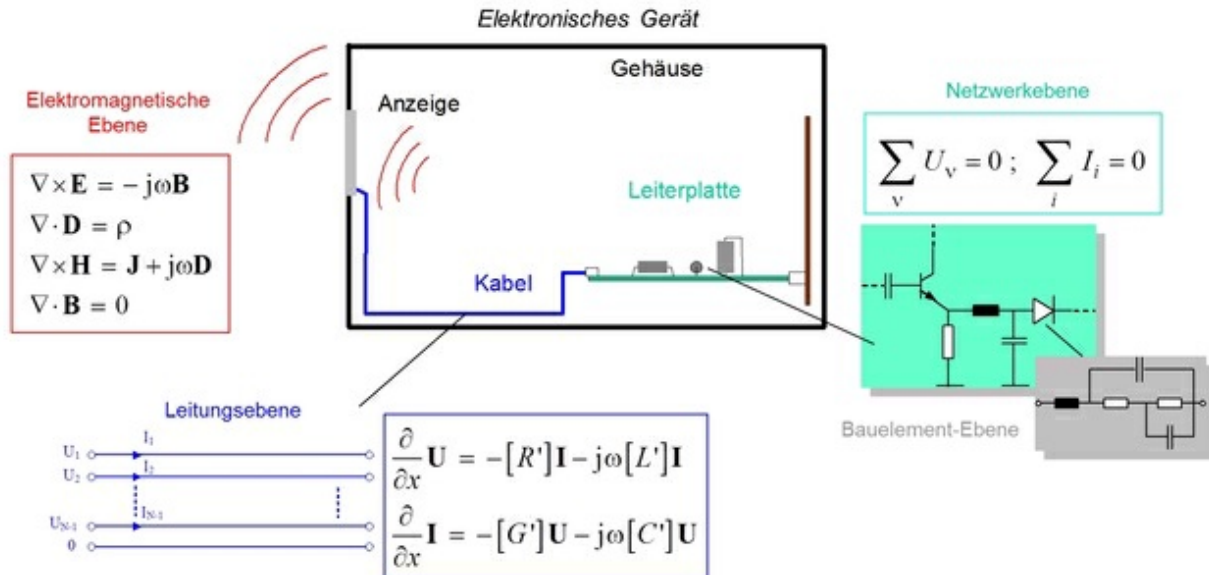
### › Inductive Network Model for the Radiation Analysis of Electrically Small Parallel-Plate Structures

([https://www.tet.ovgu.de/tet\\_media/Poster/Poster+Subboards.pdf](https://www.tet.ovgu.de/tet_media/Poster/Poster+Subboards.pdf))



## EMV-Analyse komplexer Systeme

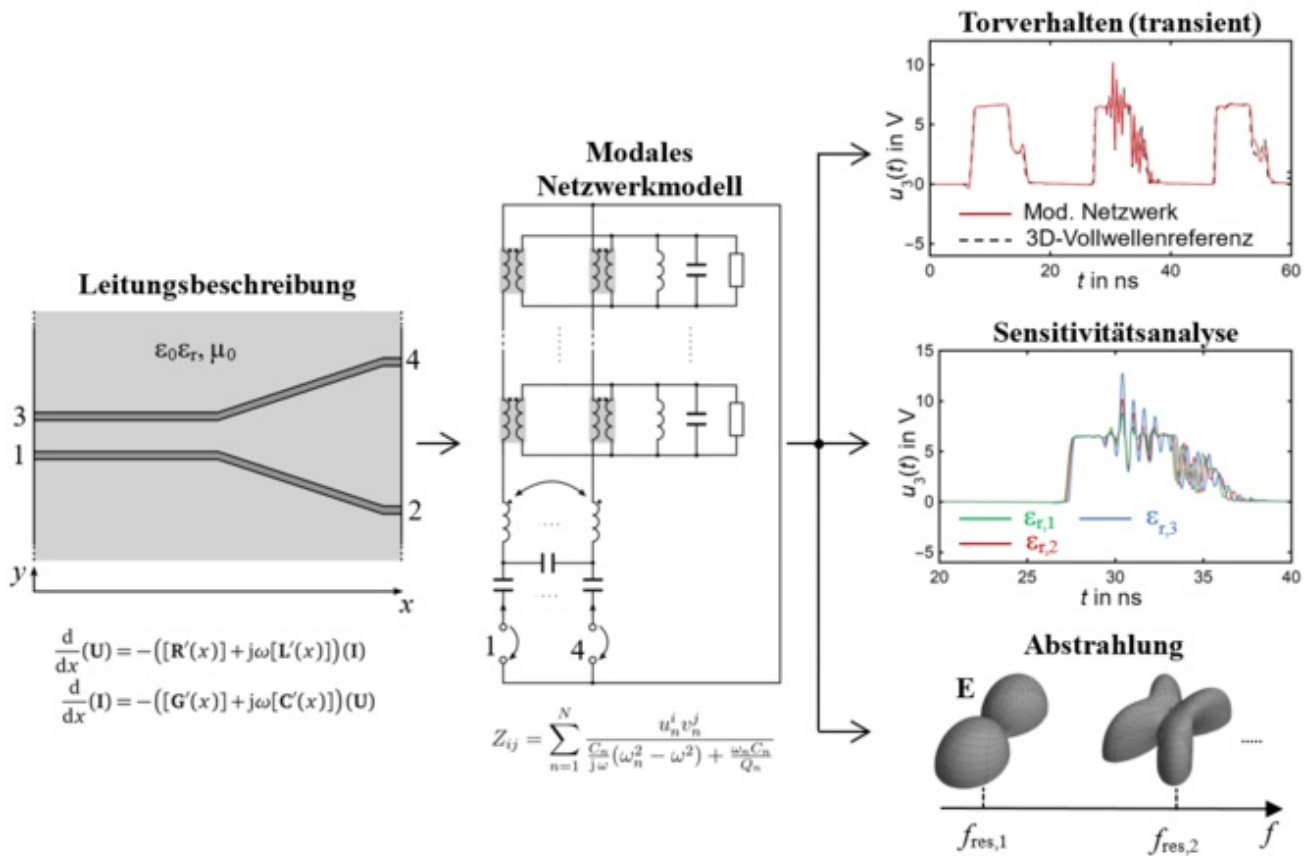
Die effiziente Simulation eines elektronischen Systems erfordert die gleichzeitige Beschreibung auf mehreren unterschiedlich Ebenen (Feld-, Netzwerk-, Systemtheorie). Heutige Rechenmethoden sind zwar ausgereift, allerdings auf einzel Bechreibungsebenen begrenzt. Deshalb ist die Entwicklung neuartiger Verfahren, die eine vollständige elektromagnetische Systemanalyse erlauben, von großem praktischem Interesse. Durch Integration verschiedener Berechnungsansätze (Hybridisierung) auf Feld-, Leitungs- und Bauelement-Ebene, soll eine Gesamtsimulation auf Netzwerkebene erfolgen. Hierfür sind die theoretischen Grundlagen für die erforderlichen Segmentierungs- und Makromodellierungsmethoden zu schaffen.



## Analyse ungleichförmiger Mehrfachleitungsstrukturen durch das modale Systemverhalten

Das Hochfrequenzverhalten von Übertragungsleitungen spielt für die Signal- und Versorgungsintegrität elektronischer Systeme eine wichtige Rolle. Beispiele findet man hierfür sowohl auf Leiterplattenebene als auch in ausgedehnten Energieübertragungssystemen. Im Gegensatz zu den gängigen Leitungsmodellen kann durch das am Lehrstuhl entwickelte und SPICE-kompatible modale Netzwerkmodell das Torverhalten auch unter Einbeziehung praktischer Einflussfaktoren (Übersprechen, ungleichförmige Leitungsführung, Dispersion und Skin-Effekt) für eine beliebige Besetzung (aktiv/passiv, linear/nichtlinear) im Zeit- und Frequenzbereich simuliert werden. Darüber hinaus bietet das modale Systemverhalten direkten Zugang zu weiterführenden Analyseverfahren, wie z.B. eine Sensitivitäts- oder Abstrahlungsanalyse.

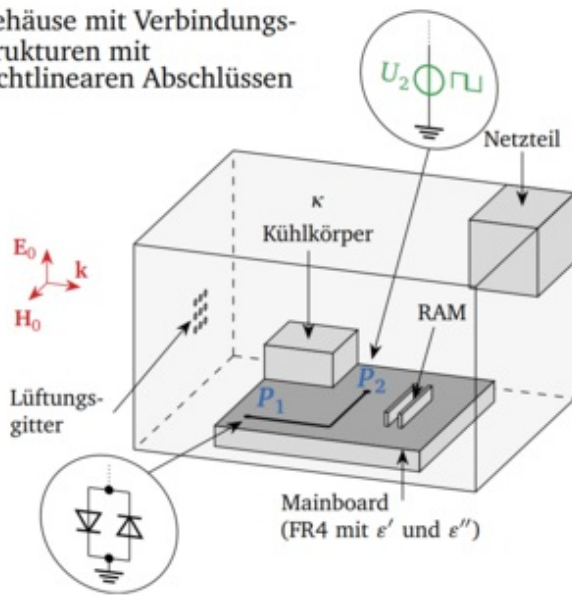
Beispiel: Analyse eines Mikrostreifenleitungspaares:



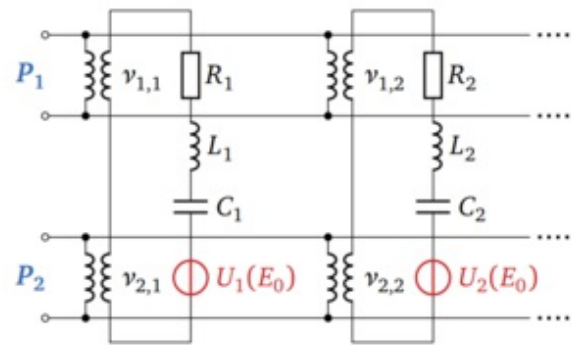
## Modale Netzwerksynthese elektronischer Verbindungsstrukturen in resonanten Metallgehäusen

Hohe Schaltfrequenzen von elektronischen Komponenten, die in Metallgehäusen untergebracht sind, führen zur Anregung von Hohlraummoden. Neben der Beeinflussung der Komponenten untereinander müssen zusätzlich eingestrahelte und abgestrahlte Felder durch Öffnungen in der Gehäusewand berücksichtigt werden. Eine Analyse dieser komplexen Systeme, insbesondere Zeitbereich mit nichtlinearen, bzw. aktiven Portabschlüssen, stellt eine enorme Herausforderung für die Messtechnik oder numerische Simulation dar. Mithilfe eines modalen Netzwerkmodells kann das System vollständig beschrieben werden und so effizient im Frequenz- und Zeitbereich mit beliebigen Portabschlüssen analysiert werden.

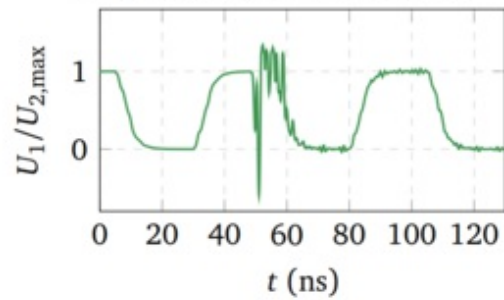
Gehäuse mit Verbindungsstrukturen mit nichtlinearen Abschlüssen



Modales Netzwerkmodell

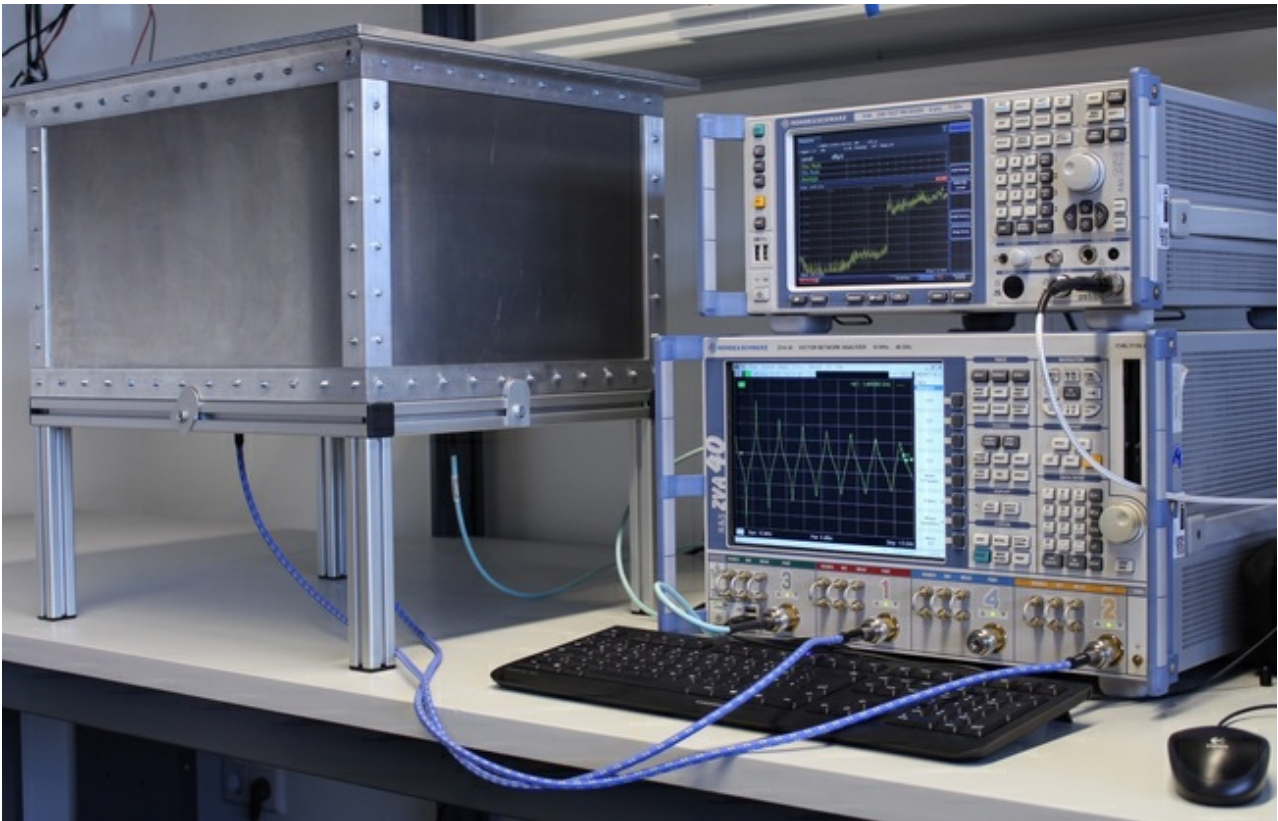


Beispiel: Analyse im Zeitbereich



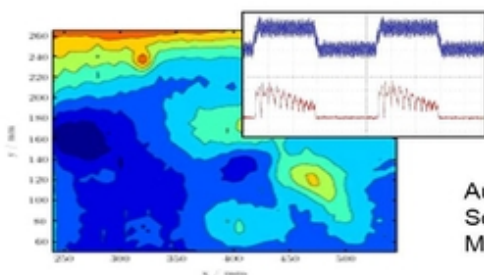
## Messung komplexer Aufbau- und Verbindungsstrukturen in resonanten Metallgehäusen

Elektronische Komponenten, die im GHz-Bereich arbeiten, sind häufig in metallischen Gehäusen untergebracht. Liegt  $\lambda$  (Wellenlänge) in der Größenordnung der Gehäuseabmessungen, muss die Kopplung der Komponenten über die Hohlraummoden berücksichtigt werden. Mithilfe eines Messaufbaus können die Kopplungen von komplexen Verbindungsnetzwerken und der Einfluss von Aufbauten innerhalb des Gehäuses breitbandig untersucht werden. Aufgrund des einfachen Aufbaus können sehr effizient Referenzergebnisse zur Validierung von Systemmodellen generiert werden.

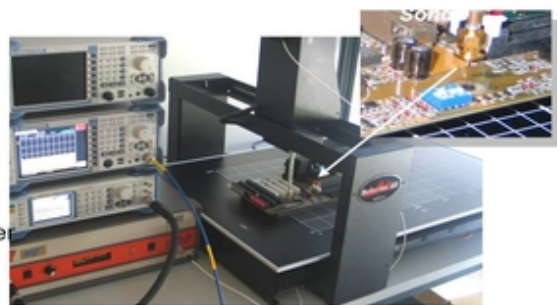


## Nahfeld Störfestigkeitsanalyse auf Leiterplatten- und IC-Ebene

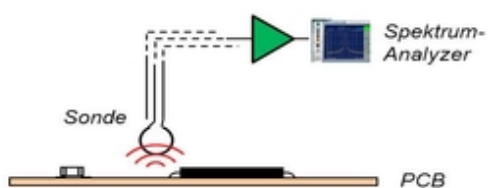
In Umkehrung der Nahfeld-Emissionsmesstechnik eröffnen sich mit Auflösungen im Millimeterbereich und darunter ganz neue Möglichkeiten der Stömpfindlichkeitsanalyse auf Baugruppen bis hin zu einzelnen integrierten Schaltungen (ICs). Die Einkopplung in Leitungsstrukturen im Nahbereich von Störquellen soll theoretisch und messtechnisch untersucht werden, um zentrale Fragen wie die Korrelation zur Fernfeldbeeinflussung zu klären. Daraus sollen die theoretischen Grundlagen für Nahfeld-Störfestigkeitsprüfverfahren erarbeitet und ihre praktische Umsetzung erprobt werden. Als Ergebnis sollen Möglichkeiten und Grenzen von Nahfeld-Prüfverfahren in Ergänzung zu etablierten Methoden aufgezeigt werden.



Automatisierte Scanner-Messplatz



Messung Nahfeld-Emission



Nahfeld-Störbeeinflussung

