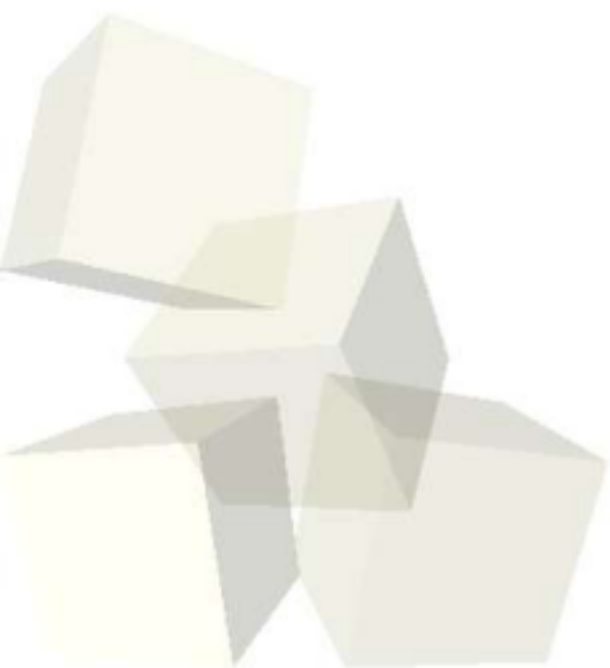




Diplomarbeit

Analyse von Mikrostreifenantennen
mit der TLM-Methode



Sebastian Held



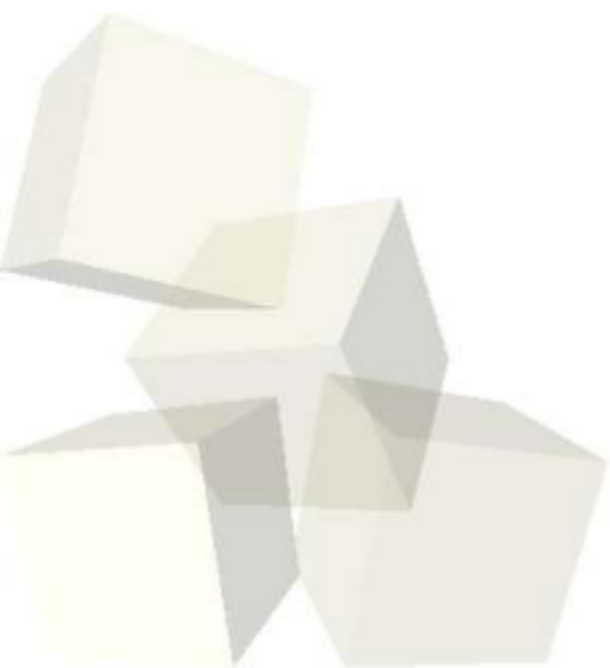
Gliederung:

- Ziel (zu bestimmende Größen)
- Die TLM-Methode
- S-Parameterextraktion
- Probleme der Antennensimulation
- Der Perfectly Matched Layer (PML)
- Die Nahfeld-Fernfeld-Transformation
- Ergebnisse/Zusammenfassung



Antennenparameter:

- Reflexionskoeffizient
- Eingangsimpedanz
- Strahlungsdiagramm
- Richtwirkung



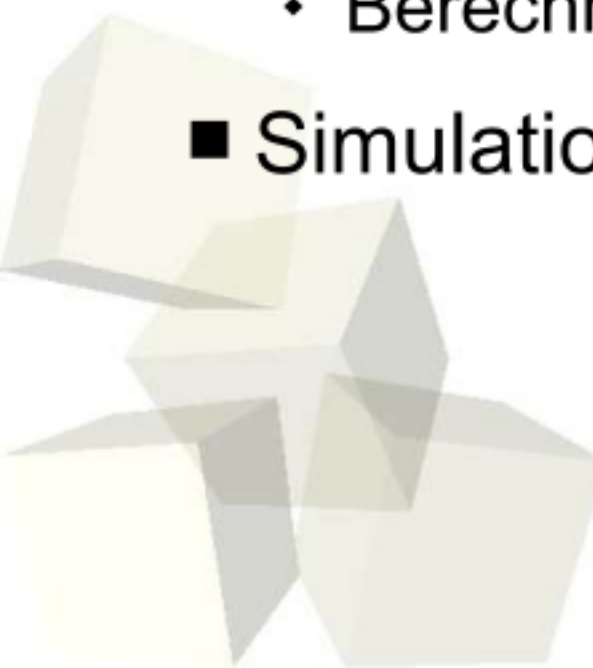


Gliederung:

- Ziel (zu bestimmende Größen)
- **Die TLM-Methode**
- S-Parameterextraktion
- Probleme der Antennensimulation
- Der Perfectly Matched Layer (PML)
- Die Nahfeld-Fernfeld-Transformation
- Ergebnisse/Zusammenfassung

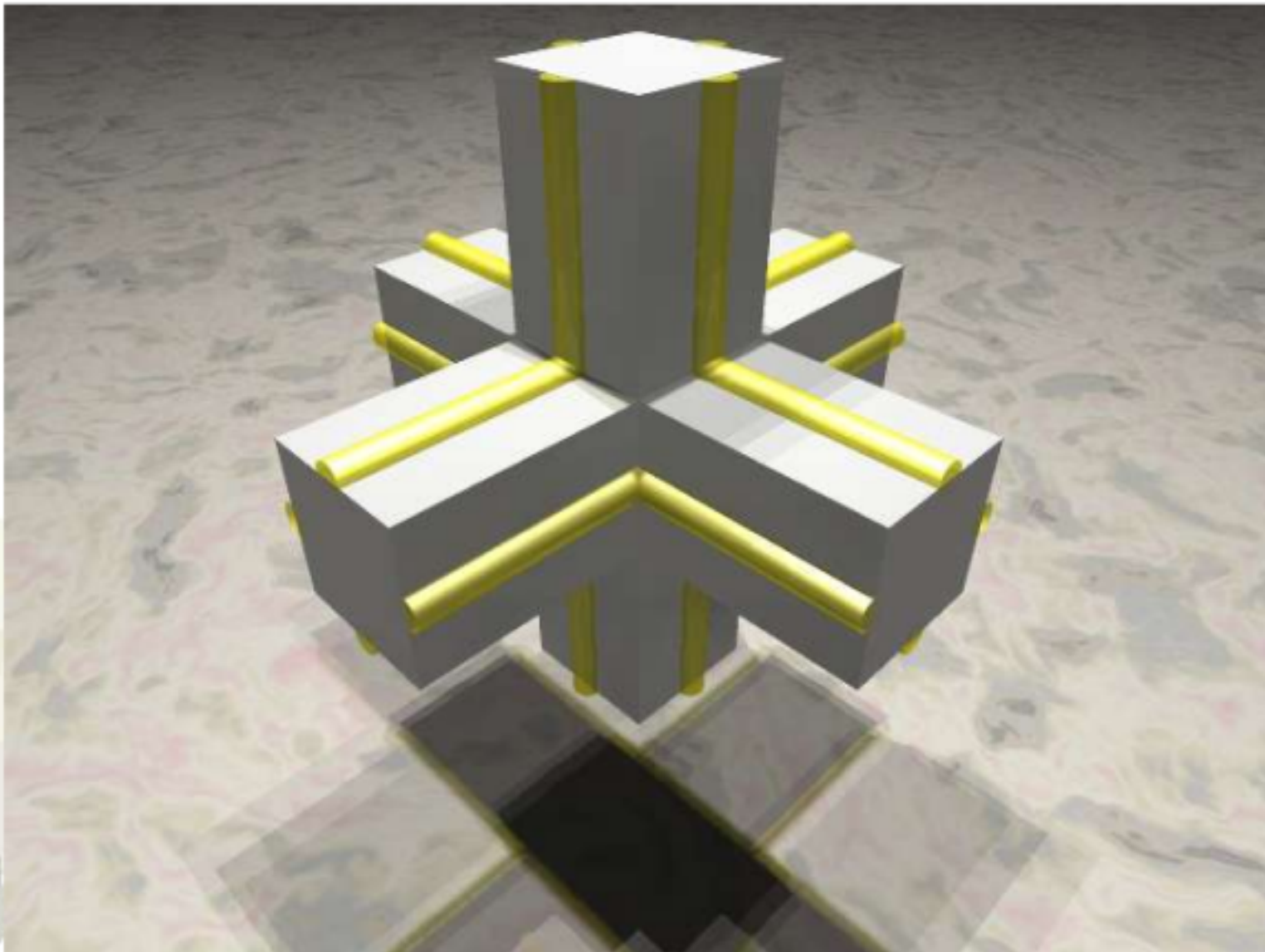


- Basiert auf dem Huygenschen Prinzip
 - Deshalb sehr anschaulich; Leitungstheorie
- Zeitbereichsverfahren
 - Nur *eine* Simulation für ganzen Frequenzbereich
 - Berechnung von Transienten möglich
- Simulation beliebig komplexer Strukturen



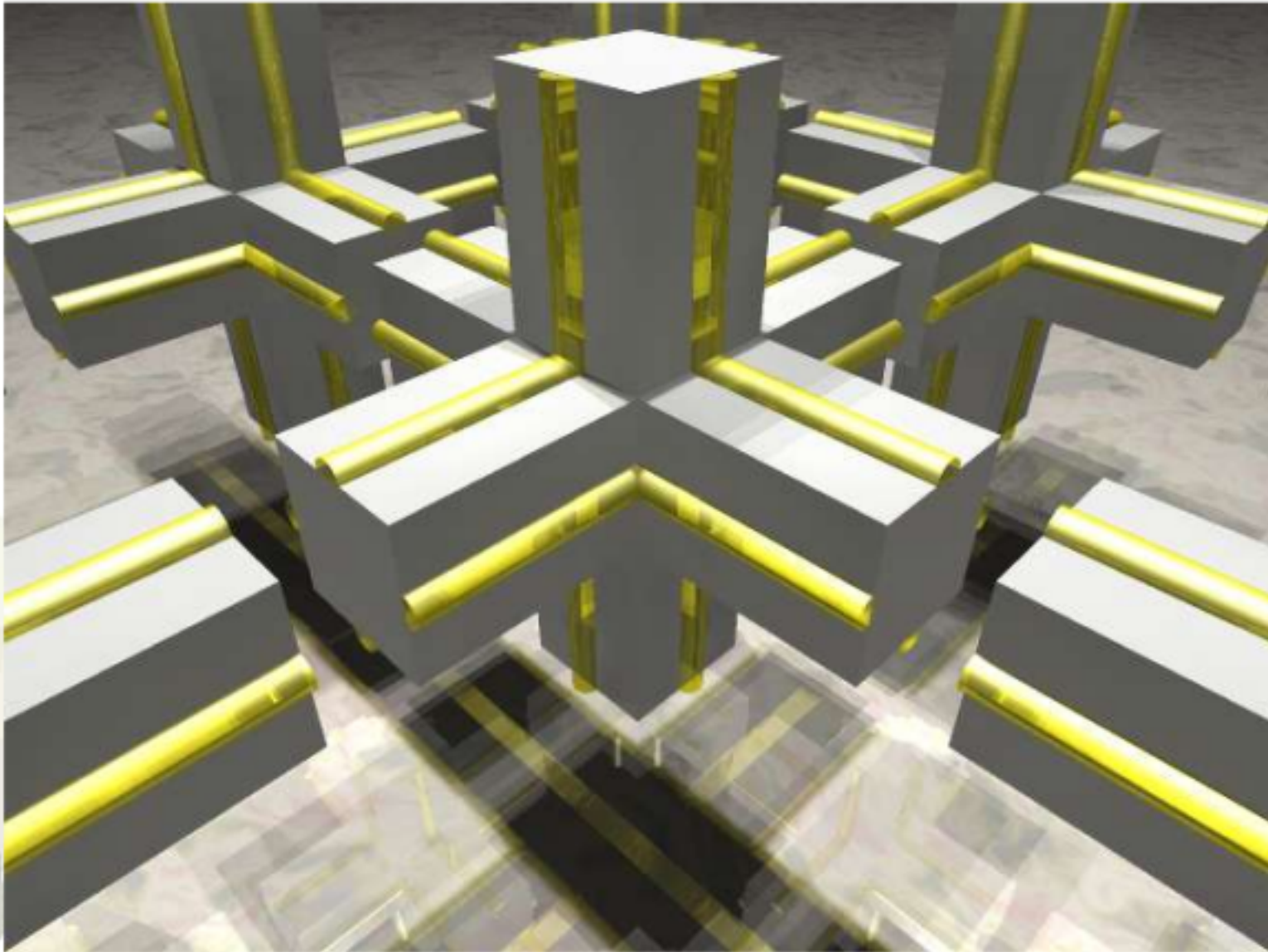


- Der Symmetrical Condensed Node (SCN)





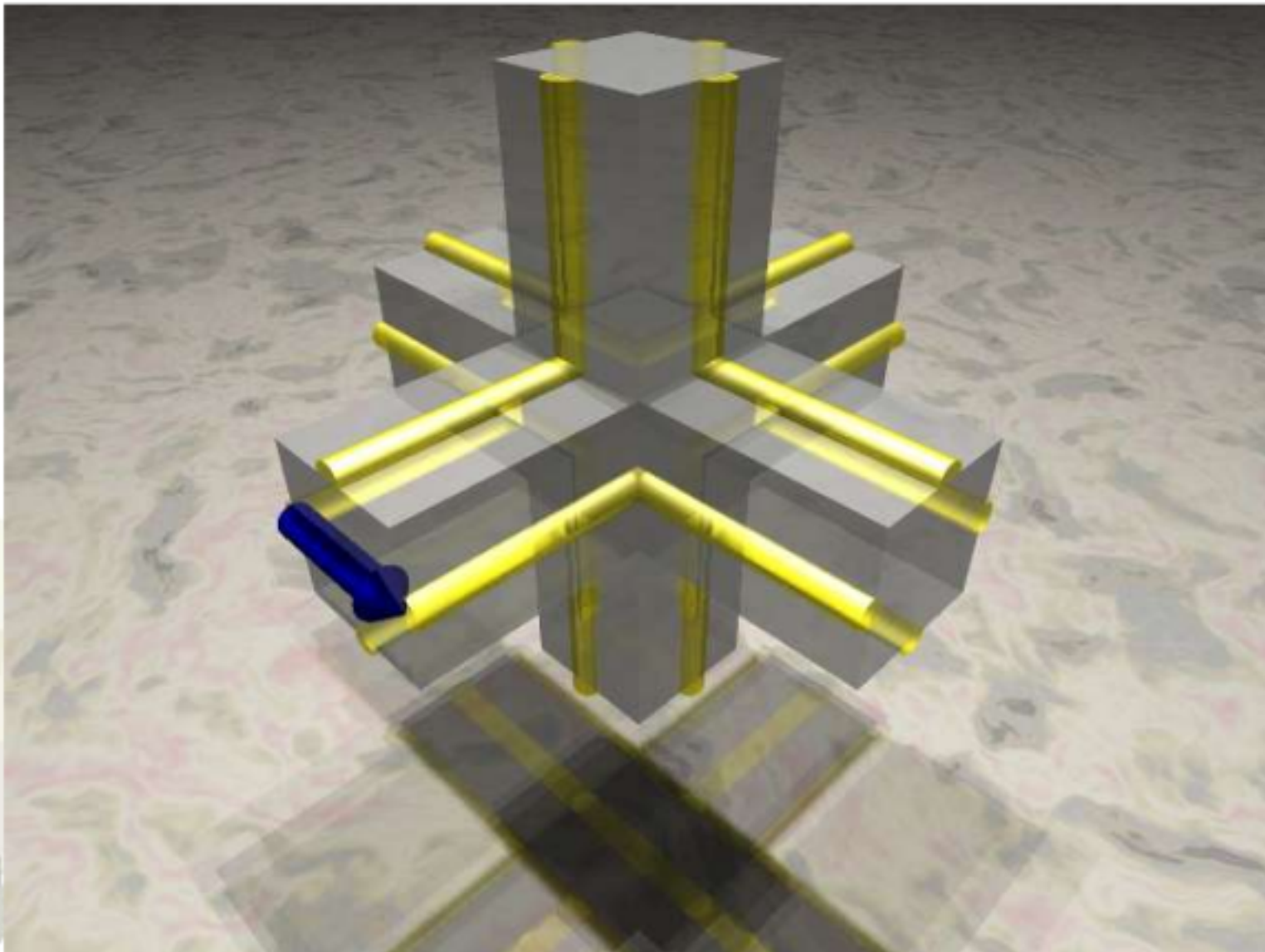
■ Das TLM-Gitter





■ Der Streuprozess

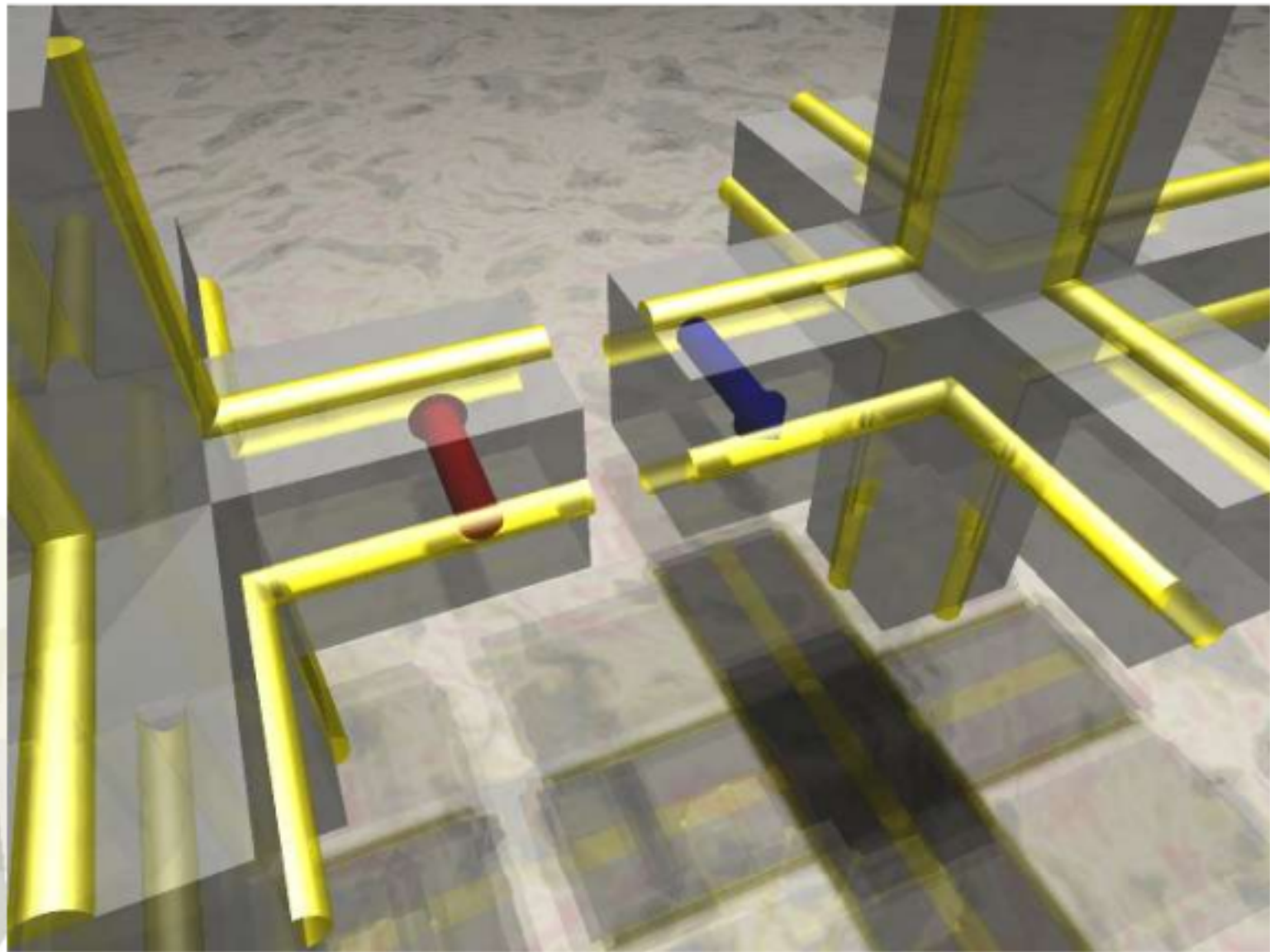
[Animation](#)





■ Der Austauschprozeß

[Animation](#)





Gliederung:

- Ziel (zu bestimmende Größen)
- Die TLM-Methode
- **S-Parameterextraktion**
- Probleme der Antennensimulation
- Der Perfectly Matched Layer (PML)
- Die Nahfeld-Fernfeld-Transformation
- Ergebnisse/Zusammenfassung



- Bestimmung von \underline{s}_{11} durch hin- und rücklaufende Wellen am Tor 1:

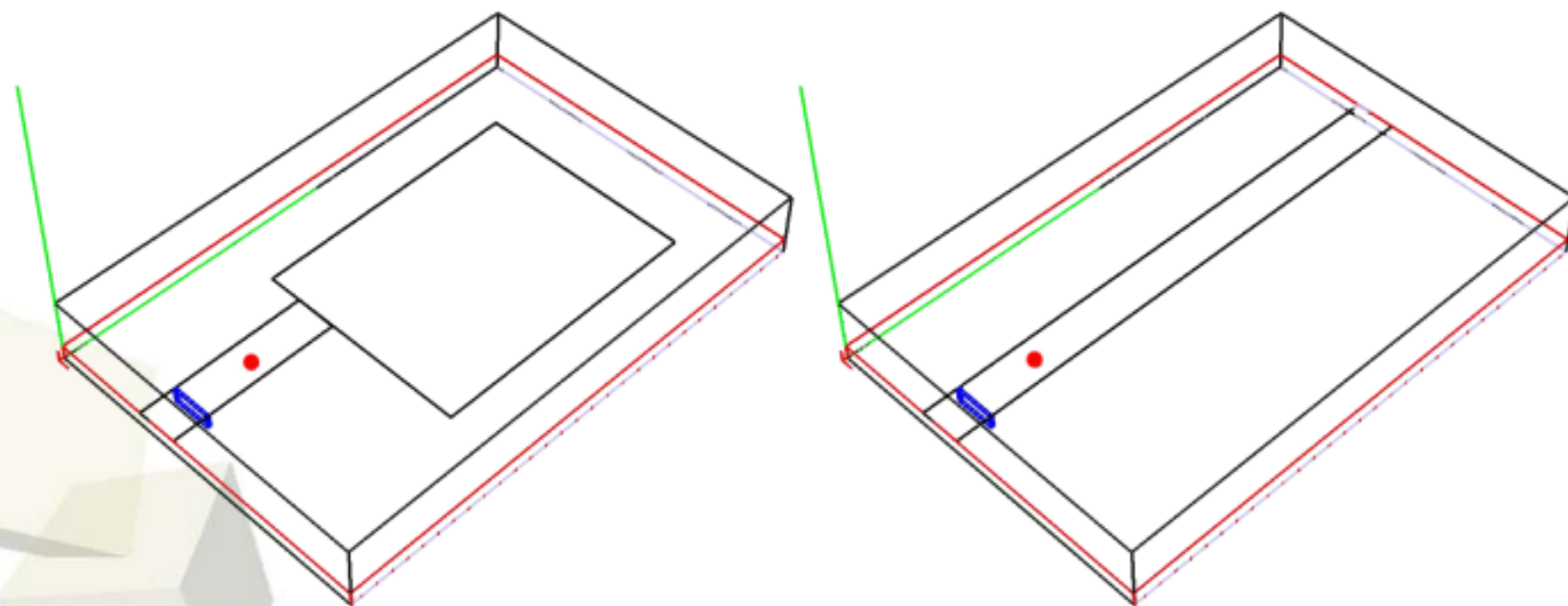
$$\underline{s}_{11} = \frac{\hat{b}}{\hat{a}}$$

- TLM-Simulator liefert nur die Überlagerung beider Wellen



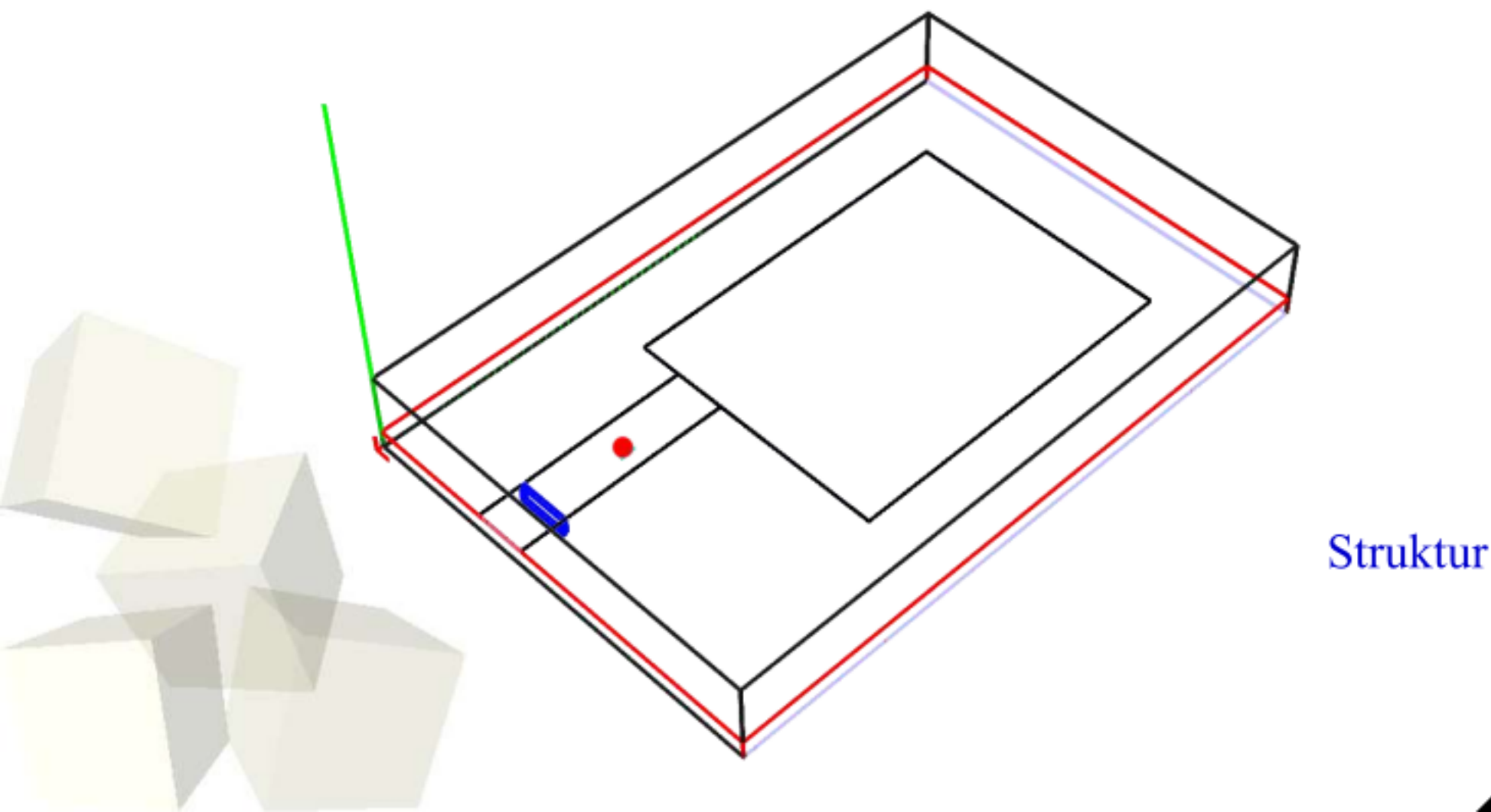


- Trennung der Wellen
- 1. Möglichkeit: zwei Simulationen





- Trennung der Wellen
- 2. Möglichkeit: eine Simulation
 - Voraussetzung: nur dominanter Mode präsent





Gliederung:

- Ziel (zu bestimmende Größen)
- Die TLM-Methode
- S-Parameterextraktion
- **Probleme der Antennensimulation**
- Der Perfectly Matched Layer (PML)
- Die Nahfeld-Fernfeld-Transformation
- Ergebnisse/Zusammenfassung



- Antenne muß im freien Raum vermessen werden
 - Begrenzter Simulationsraum -> Reflexionen
 - Lösung in der Meßtechnik: Antennenmeßkammer
- Antenne muß im Fernfeld vermessen werden
 - Begrenzte Computerressourcen -> nur Nahfeldsimulation realisierbar
 - Lösung: Nahfeld-Fernfeld-Transformation





Gliederung:

- Ziel (zu bestimmende Größen)
- Die TLM-Methode
- S-Parameterextraktion
- Probleme der Antennensimulation
- **Der Perfectly Matched Layer (PML)**
- Die Nahfeld-Fernfeld-Transformation
- Ergebnisse/Zusammenfassung



■ Vorteile:

- Absorbiert Wellen aller Frequenzen
- Absorbiert Wellen unter allen Winkeln
- Kann sehr nahe an einer Struktur plaziert werden

■ Nachteile:

- Vergrößert den Simulationsraum
- Diskreter PML erzeugt geringe Reflexionen
- Instabilität
- Parameter des PML sind problemabhängig



■ Funktionsweise

- Modifikation der Maxwellschen Gleichungen
- Jede kartesische Feldkomponente wird in zwei Anteile zerlegt:

→ z.B. $H_x = H_{xy} + H_{xz}$

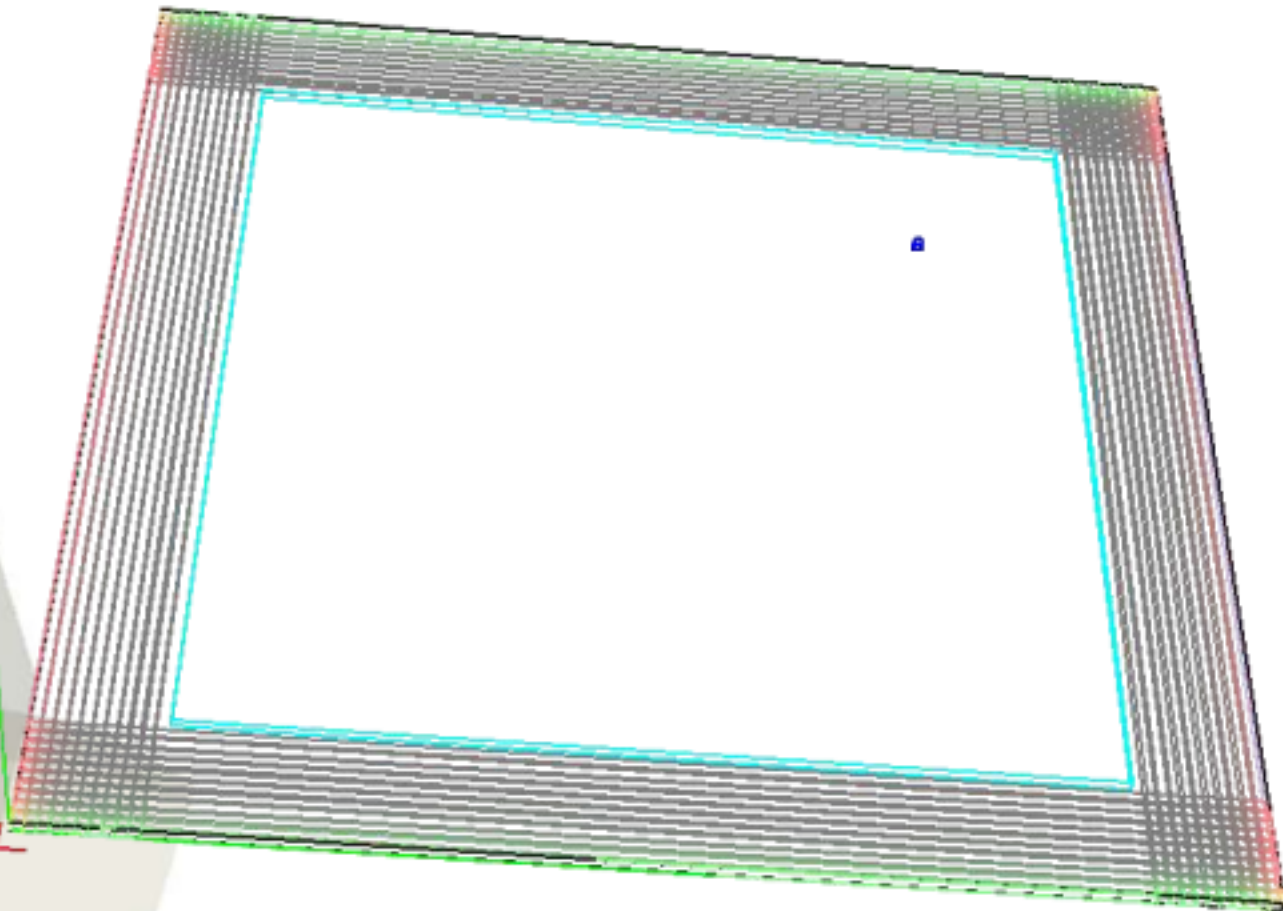
- Damit wird aus:

$$\frac{\partial E_z}{\partial y} - \frac{\partial E_y}{\partial z} = -\mu_0 \mu_r \frac{\partial H_x}{\partial t} - \sigma^* H_x$$

$$\frac{\partial E_z}{\partial y} = -\mu_0 \mu_r \frac{\partial H_{xy}}{\partial t} - \sigma_y^* H_{xy}$$

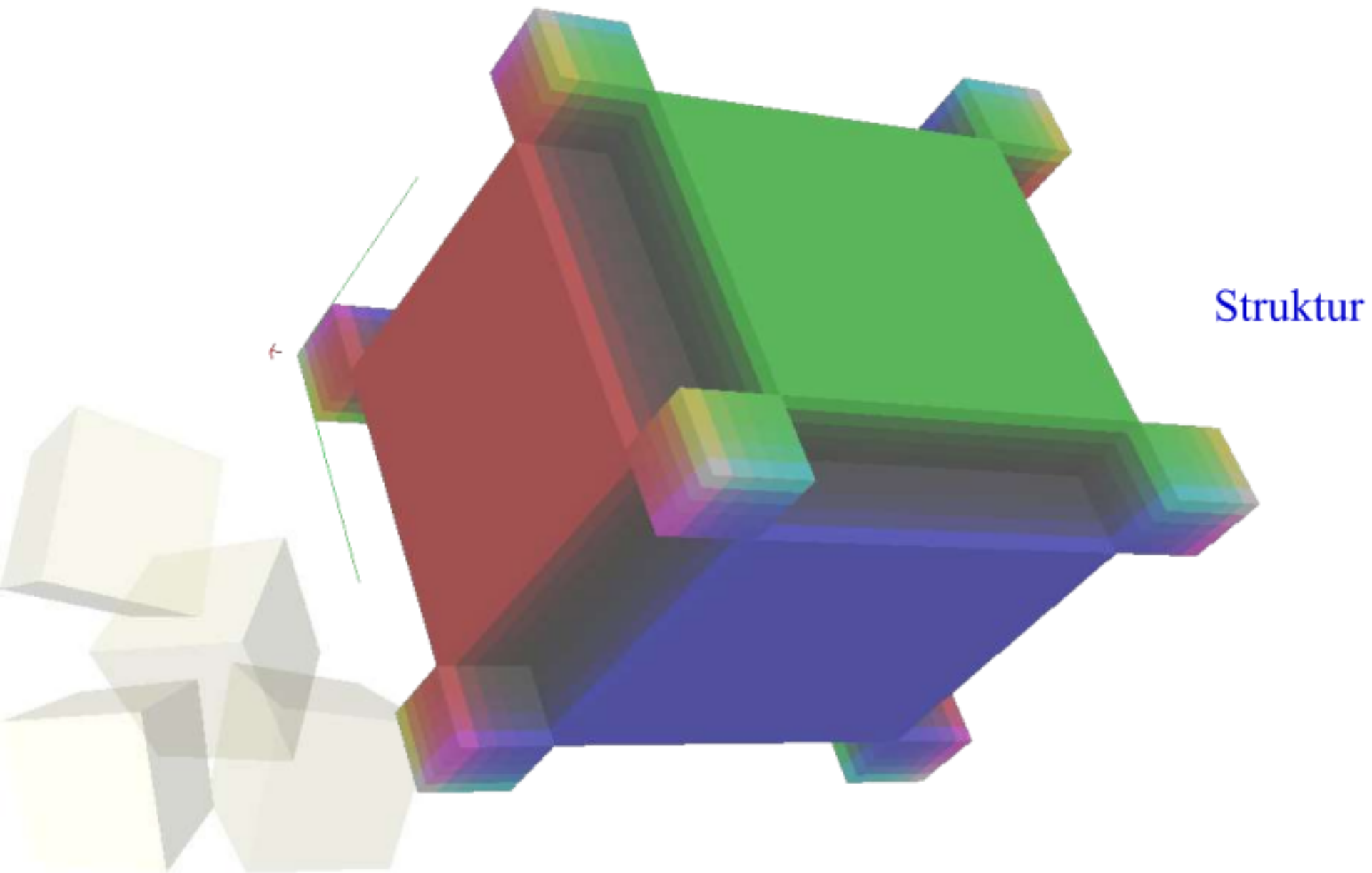
$$-\frac{\partial E_y}{\partial z} = -\mu_0 \mu_r \frac{\partial H_{xz}}{\partial t} - \sigma_z^* H_{xz}$$

- Vergleich der Reflexionen bei Abschluß eines Simulationsraumes
 - mit einfach absorbierenden Wänden
 - mit PML



Struktur
Animation

- Geschichteter Aufbau des PML



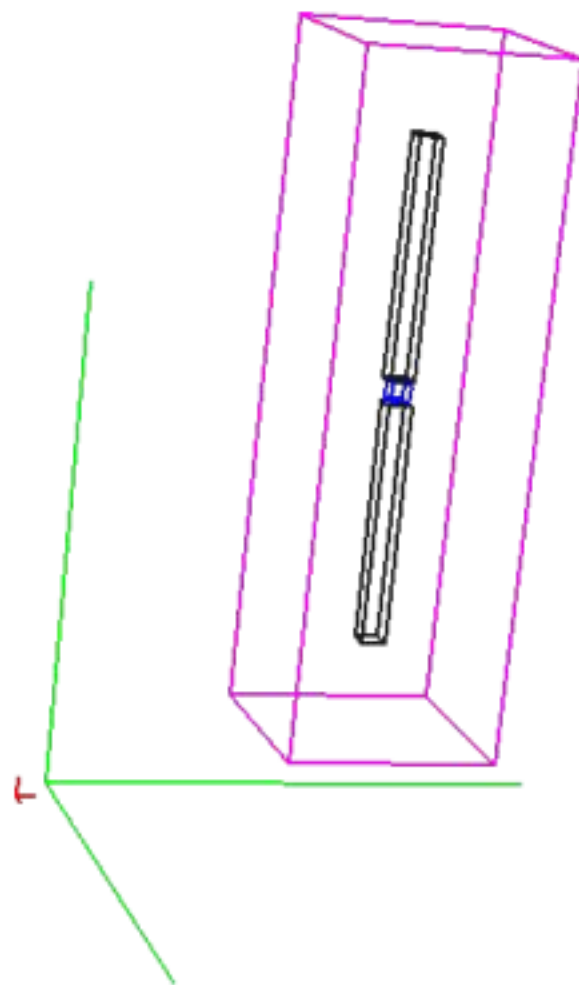
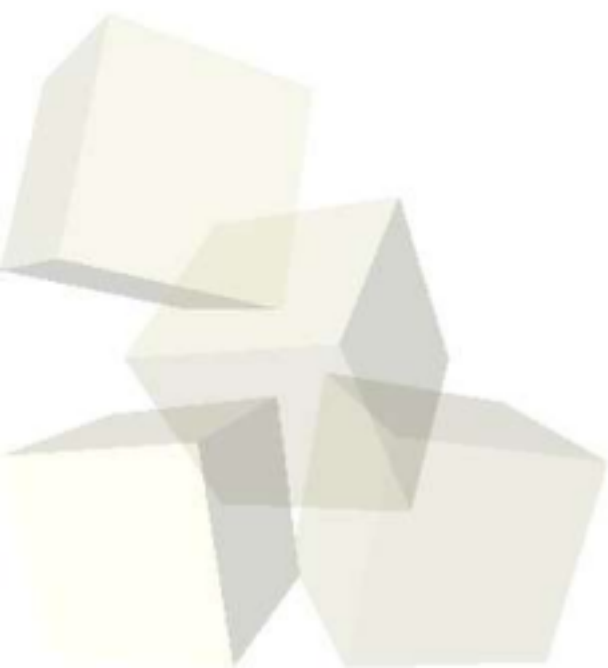


Gliederung:

- Ziel (zu bestimmende Größen)
- Die TLM-Methode
- S-Parameterextraktion
- Probleme der Antennensimulation
- Der Perfectly Matched Layer (PML)
- **Die Nahfeld-Fernfeld-Transformation**
- Ergebnisse/Zusammenfassung



- Simulation erfolgt nur im Nahfeld
- Feld einer strahlenden Struktur wird nur auf einer Einhüllenden abgetastet

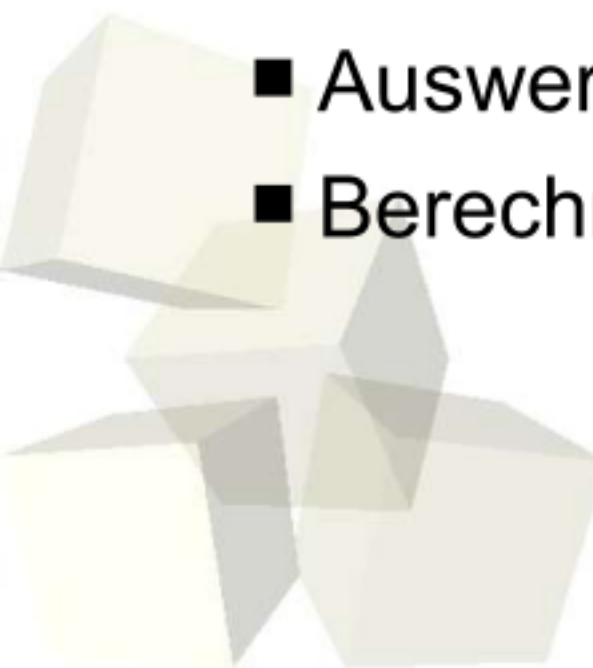




- Bestimmung der tangentialen elektrischen- und magnetischen Felder (TLM)
- Berechnung der äquivalenten Stromdichten

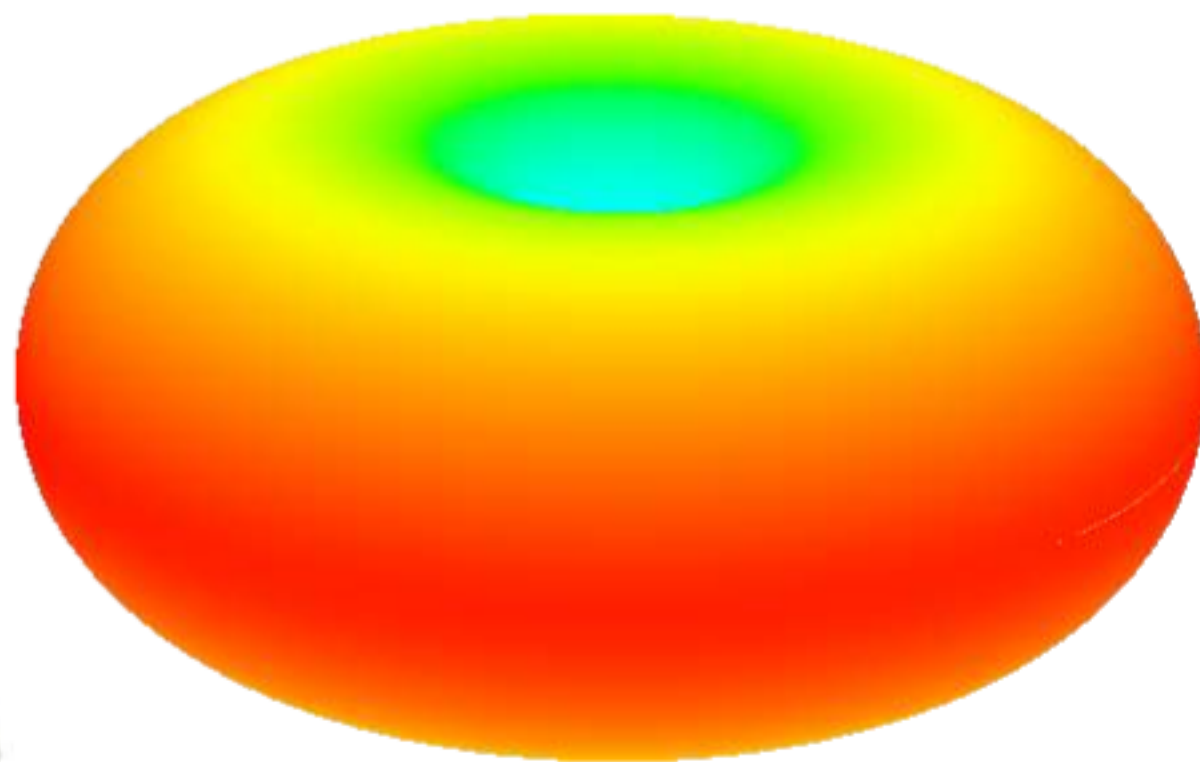
$$\vec{J} = \vec{n} \times \vec{H} \quad \vec{M} = -\vec{n} \times \vec{E}$$

- Auswertung der Vektorpotentiale \vec{A}, \vec{F}
- Berechnung der E- und H-Felder



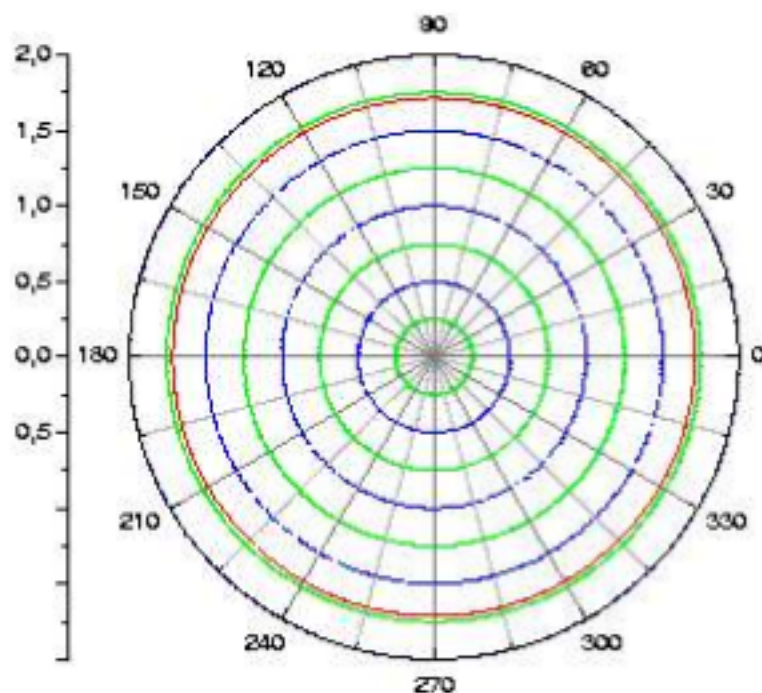
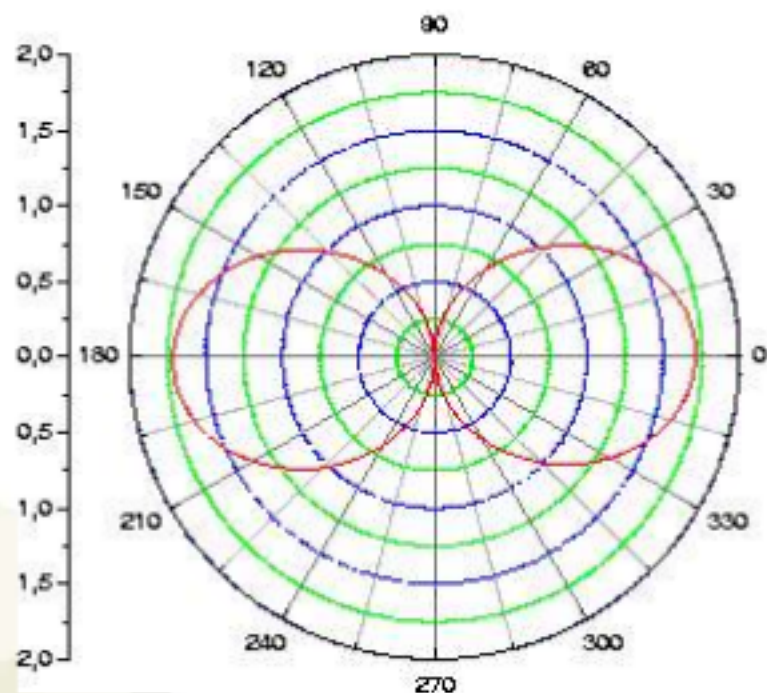


- Fernfeld eines $\frac{\lambda}{2}$ -Dipols





■ Fernfeld eines $\frac{\lambda}{2}$ -Dipols

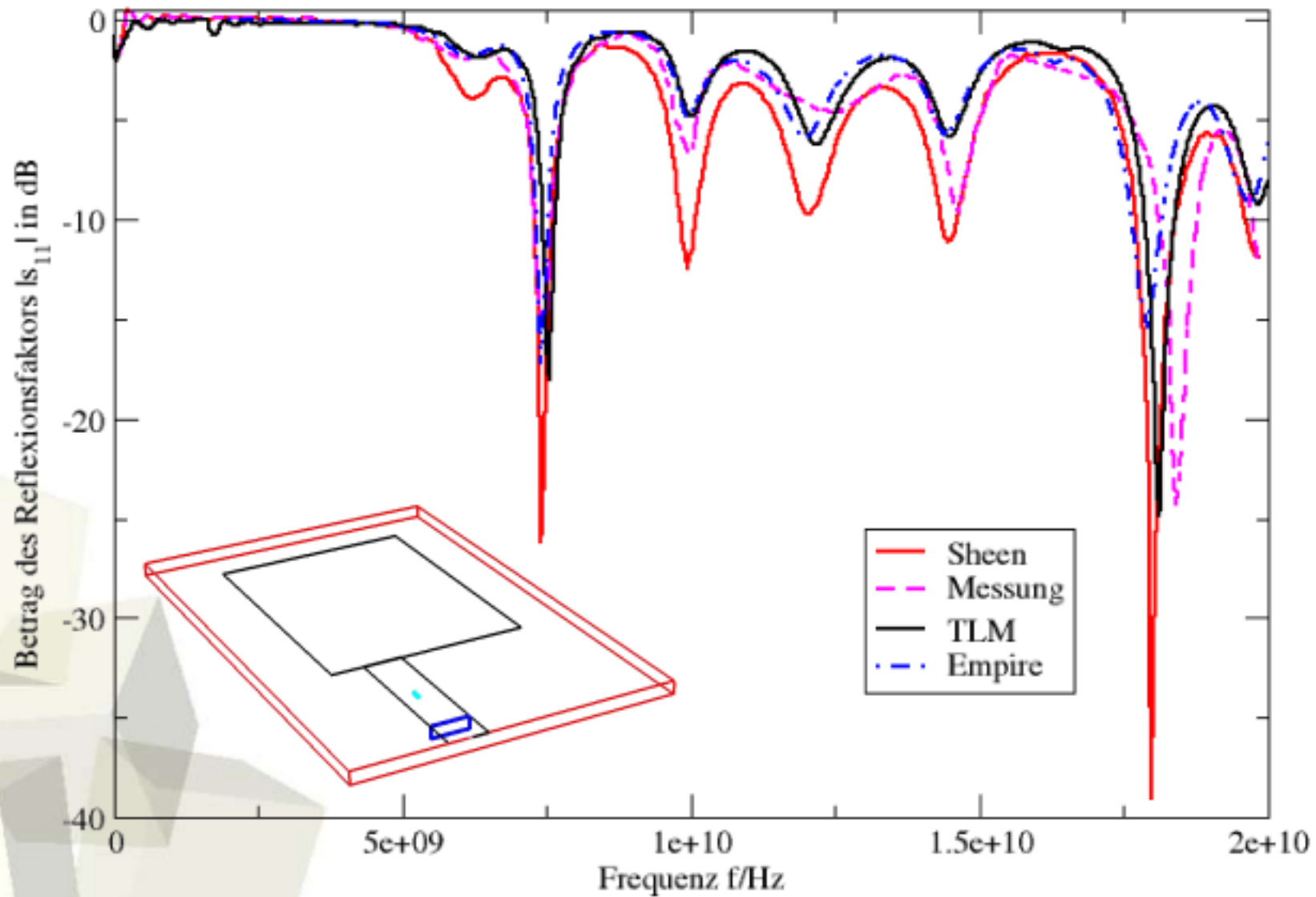




Gliederung:

- Ziel (zu bestimmende Größen)
- Die TLM-Methode
- S-Parameterextraktion
- Probleme der Antennensimulation
- Der Perfectly Matched Layer (PML)
- Die Nahfeld-Fernfeld-Transformation
- **Ergebnisse/Zusammenfassung**

■ Mikrostreifenantenne





- Programme:
 - Entwicklung eines TLM-Simulators
 - Drei PML-Implementierungen
 - Nahfeld-Fernfeld-Transformation
 - Zwei S-Parameterextraktions-Algorithmen
 - Verschiedene Hilfsprogramme
 - Datenvisualisierung
 - Strukturdefinition
- Ergebnisse
 - Vergleiche mit Literaturangaben ergeben sehr gute Übereinstimmung

