



Christoph Spranger (Autor)  
**Hochintegrierte verlustarme  
Wellenleitungsübergänge zwischen Hohlleiter- und  
Planarschaltungen**



<https://cuvillier.de/de/shop/publications/7029>

Copyright:

Cuvillier Verlag, Inhaberin Annette Jentsch-Cuvillier, Nonnenstieg 8, 37075 Göttingen,  
Germany

Telefon: +49 (0)551 54724-0, E-Mail: [info@cuvillier.de](mailto:info@cuvillier.de), Website: <https://cuvillier.de>



# Inhaltsverzeichnis

<b>Danksagung</b>	<b>iii</b>
<b>Kurzfassung</b>	<b>v</b>
<b>Abstract</b>	<b>vii</b>
<b>1. Einleitung</b>	<b>1</b>
<b>2. Grundlagen</b>	<b>7</b>
2.1. Richtkoppler als Immitanzinverter . . . . .	7
2.1.1. S-Parameter-Ansatz für die Modellierung eines Zweitors als Immitanzinverter . . . . .	8
2.1.2. Zweitor-Modell eines idealen symmetrischen Richtkopplers . . . . .	10
2.1.3. Berechnung der Inverterkonstanten für verschiedene Impedanzinverter mit dem S-Parametermodell . . . . .	12
2.1.4. Berechnung der Even- und Odd-Impedanzen für gegebene Inverterkonstanten . . . . .	16
2.2. Inline-Übergänge als leerlaufende Richtkoppler . . . . .	20
2.3. Verwendetes Simulationsverfahren . . . . .	23
2.3.1. <i>Finite Integration Technique</i> , FIT . . . . .	24
2.3.2. Lösung im Zeitbereich . . . . .	26
2.3.3. Lösung im Frequenzbereich . . . . .	27
<b>3. Realisierungsmöglichkeiten von Wellenleitungsübergängen zwischen Planar- und Hohlleiterschaltungen</b>	<b>29</b>
3.1. Grundlegende Eigenschaften der verwendeten Wellenleitungen . . . . .	30
3.1.1. Parallelplattenleitung (PPL) . . . . .	30
3.1.2. Hohlleiter (HL) . . . . .	31
3.1.3. Mikrostreifenleitung (MSL) . . . . .	33



3.1.4.	Kontaktierung und Ausrichtung der Wellenleitungen zueinander . . . . .	35
3.2.	Übergang von Parallelplattenleitung zu Parallelplattenleitung . . . . .	36
3.2.1.	Galvanische Kontaktierung . . . . .	37
3.2.2.	Feldgekoppelter Übergang . . . . .	38
3.3.	Übergang von Parallelplattenleitung zu Hohlleiter . . . . .	40
3.3.1.	Galvanische Kontaktierung . . . . .	40
3.3.2.	Feldgekoppelter Übergang . . . . .	41
3.4.	Übergang von Hohlleiter auf Mikrostreifenleitung . . . . .	44
3.4.1.	Galvanische Kontaktierung . . . . .	44
3.4.2.	Feldgekoppelter Übergang . . . . .	45
3.5.	Toleranzanalyse . . . . .	49
<b>4.</b>	<b>Integration von feldgekoppelten Übergängen in ein Filterdesign</b>	<b>55</b>
4.1.	Ermitteln der Startwerte für ein Filterdesign mit Inline-Übergängen als Immitanzinverter . . . . .	56
4.1.1.	Bestimmung des Filterprototypen und der benötigten Inverterkonstanten . . . . .	56
4.1.2.	Ermitteln der realen Filtergeometrie aus dem Filterprototypen . . . . .	57
4.2.	Designbeispiele für Filter mit integrierten Übergängen . . . . .	62
4.2.1.	Hohlleiterfilter mit integriertem Übergang von Parallelplattenleitung auf Rechteckhohlleiter . . . . .	62
4.2.2.	Hohlleiterfilter mit integriertem Übergang von Mikrostreifenleitung auf Rechteck-Hohlleiter . . . . .	62
4.2.3.	Hohlleiterfilter mit integriertem Übergang von Mikrostreifenleitung auf Steghohlleiter . . . . .	63
4.2.4.	Hohlleiterfilter mit integriertem Übergang zur Oberflächenmontage . . . . .	65
<b>5.</b>	<b>Ergebnisse</b>	<b>69</b>
5.1.	Untersuchung der erreichbaren Güte von Lasersintertechnik im Vergleich zu Fräsverfahren . . . . .	69
5.1.1.	Voruntersuchung Bandpassfilter . . . . .	70
5.2.	Messtechnische Verifikation der Übergänge von Parallelplattenleitung auf Hohlleiter . . . . .	75
5.2.1.	Galvanisch kontaktierter Einzelübergang . . . . .	75
5.2.2.	Galvanisch kontaktierter Übergang im Systemverbund . . . . .	78
5.2.3.	Feldgekoppelter Übergang . . . . .	81



---

5.2.4. Feldgekoppelter Übergang mit Anpassung . . . . .	86
5.3. Messtechnische Verifikation des Übergangs von Mikrostreifenleitung auf Hohlleiter . . . . .	86
5.4. Bandpassfilter mit integrierten Inline-Übergängen . . . . .	88
<b>6. Zusammenfassung und Ausblick</b>	<b>95</b>
<b>Literaturverzeichnis</b>	<b>99</b>
<b>Abbildungsverzeichnis</b>	<b>109</b>
<b>Tabellenverzeichnis</b>	<b>117</b>
<b>A. Weitere nützliche Beziehungen</b>	<b>119</b>
A.1. Äquivalenter charakteristischer Wellenwiderstand eines Hohlleiters . . . .	119
A.2. Ermittlung der Geometrie einer Mikrostreifenleitung bei gegebenem Wel- lenwiderstand . . . . .	119
A.3. Berechnung der Resonatorlängen bei Verwendung von Induktivitäten als Impedanzinverter . . . . .	120
A.4. Blindleitwert einer induktiven Blende im Hohlleiter . . . . .	120
<b>B. Messung eines Antennendemonstrators mit klemmbaren Übergängen</b>	<b>121</b>