



Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
2	Grundlagen der THz-Systemtechnik	3
2.1	Verfahren zur Emission von THz-Strahlung	4
2.1.1	Elektronische THz-Quellen	4
2.1.2	Optische Dauerstrichemitter	5
2.1.3	Optische Breitbandemitter	6
2.2	Verfahren zur Detektion von THz-Strahlung	8
2.2.1	Inkohärente THz-Detektoren	8
2.2.2	Kohärente THz-Detektoren	10
2.3	Photoleitende THz-Antennen	10
2.4	THz-Zeitbereichsspektroskopie	12
2.5	Anwendungen für THz-Systeme	13
2.5.1	Prozessüberwachung in der Kunststofftechnik	14
2.5.2	Qualitätskontrolle von Lebensmitteln	15
2.5.3	THz-Kommunikationstechnik	16
3	Verwendete Spektrometer	19
3.1	Freistrahlspektrometer (System I)	19
3.2	Fasergekoppeltes Spektrometer (System II)	21
3.3	Komplett-Faser-Spektrometer (System III)	24
3.4	Zusammenfassung	26
4	Quasistatische effektive Medien	29
4.1	Bekannte Effektive-Medien-Theorien	30
4.1.1	Maxwell-Garnett	30
4.1.2	Polder-van-Santen	32
4.1.3	Bruggeman	34
4.2	Erweiterung zum Bruggeman-Ansatz	35
4.2.1	Mehrkomponentensysteme	37
4.3	Vergleichsmessungen an polymeren Compounds	39
4.3.1	LLDPE Mg(OH) ₂ -Compound	40
4.3.2	PP TiO ₂ -Compound	41
4.3.3	PP CaCO ₃ -Compound	42

4.4	Zwischenfazit	43
4.5	Exkurs: Anwendungen von effektiven Medien	43
4.5.1	1D-photonische Kristalle aus polymeren Compounds	44
5	Radarquerschnittsmessungen	49
5.1	Die Radargleichung und der Radarquerschnitt	51
5.1.1	Radargleichung	51
5.1.2	Antennengewinn	52
5.1.3	Antennenwirkfläche	52
5.1.4	Radarquerschnitt	52
5.2	Berechnung des Radarquerschnitts	54
5.2.1	Geometrische Optik	55
5.2.2	Physikalische Optik	57
5.3	Berechnung für einfache Streukörper	61
5.3.1	Platte	61
5.3.2	Zylinder	63
5.3.3	Kugel	65
5.4	Messobjekte und Messverfahren	66
5.4.1	Herstellung der skalierten Flugzeugmodelle	67
5.4.2	Messaufbau und Datenauswertung	67
5.5	Messungen an einfachen Streukörpern	69
5.5.1	Rechteck	70
5.5.2	Zylinder	71
5.5.3	Kugel	72
5.6	Messungen an skalierten Flugzeugmodellen	73
5.6.1	Panavia 200 Tornado	75
5.6.2	Lockheed F-117 Nighthawk	76
5.7	Zwischenfazit	78
6	Diffuse Streuung an rauen Oberflächen	81
6.1	Das Kirchhoff-Streumodell	83
6.1.1	Allgemeine Kirchhoff-Lösung	84
6.1.2	Statistischer Ansatz für gaußverteilte Oberflächen	88
6.2	Experimentelle Verifikation	94
6.2.1	Probenpräparation	94
6.2.2	Optische Charakterisierung der Probenoberflächen	95
6.2.3	Reflektionsmessungen im THz-Spektrometer	98
6.3	Zwischenfazit	102
6.4	Exkurs: Bedeutung für THz-Kanalmodelle	102
6.4.1	Ray-Tracing	103

6.4.2	Berechnung der Signalabdeckung	105
7	THz-Bildgebung mit Beugungsgittern	111
7.1	Motivation und Grundidee	112
7.2	THz-Beugungsgitter in Blaze-Technik	114
7.2.1	Berechnung geblazeter Beugungsgitter nach Kirchhoff . .	115
7.2.2	Auslegung des Beugungsgitters	119
7.3	Entwurf des f - θ -Linsensystems	122
7.3.1	Geometrische Optik (Ray-Tracing)	122
7.3.2	Wellenoptische Betrachtung	124
7.4	Vermessung der Fokuslinie	125
7.4.1	Linearisierung der Orts-Frequenz-Abhängigkeit	127
7.5	Charakterisierung des Gesamtsystems	128
7.6	Bildgebende Messungen	130
7.7	Zwischenfazit	133
8	Metamaterialbasierte frequenzselektive Oberflächen	135
8.1	Planare Metamaterialien	137
8.2	Split-Ring-Resonatoren	138
8.3	Simulationen mit der Finiten-Elemente-Methode	139
8.4	Probenpräparation	141
8.4.1	Wahl des Substrats	141
8.4.2	Wahl der Metallisierung	142
8.4.3	Lithographische Fertigung	145
8.5	Spektroskopische Charakterisierung	146
8.6	Einfluss der Anzahl der Einheitszellen in FSS	148
8.7	Doppel D-Split-Resonatoren mit hohen Q-Faktoren	150
8.7.1	Auslegung der ADSR-Einheitszelle	150
8.7.2	Messergebnisse und Diskussion	151
8.8	Polarisationsunabhängige Metamaterialien	155
8.8.1	Auslegung der ICR-Einheitszelle	158
8.8.2	Messergebnisse und Diskussion	158
8.9	Zwischenfazit	161
9	Zusammenfassung	163
	Literaturverzeichnis	167
	Liste der Veröffentlichungen	193