

# Inhaltsverzeichnis

<b>Vorwort</b>	<b>V</b>
<b>Häufig verwendete Abkürzungen</b>	<b>X</b>
<b>1 Einleitung</b>	<b>1</b>
<b>2 Grundlagen der THz-Spektroskopie</b>	<b>4</b>
2.1 Erzeugung und Detektion von THz-Impulsen . . . . .	4
2.1.1 Femtosekunden-Lasersystem . . . . .	5
2.1.2 Grundlegende Emitterstrukturen für die Generation von gepulster THz-Strahlung . . . . .	6
2.1.3 Empfänger für gepulste THz-Strahlung . . . . .	10
2.1.4 Schematischer Aufbau eines THz-Messplatzes . . . . .	11
2.2 Messprinzip zur spektroskopischen Materialanalyse . . . . .	15
2.2.1 Datenerfassung und Auswertung . . . . .	15
2.2.2 Methoden zur Extraktion der optischen Materialparameter . . . . .	21
2.2.3 Messprinzip der bildgebenden THz-Spektroskopie . . . . .	29
2.3 Charakterisierung des Spektrometers . . . . .	30
2.4 Erzeugung und Detektion kontinuierlicher THz-Strahlung . . . . .	33
2.4.1 Theorie der Photomischung . . . . .	33
2.4.2 Halbleitermaterialien für die Photomischung . . . . .	34
2.4.3 Mischung an photoleitenden Antennen . . . . .	36
2.4.4 Streifenantennen . . . . .	38
2.4.5 Lasersysteme als Mischquellen . . . . .	38
2.4.6 Detektoren für kontinuierliche THz-Strahlung . . . . .	42
<b>3 Dielektrische Spiegel für den sub mm-Wellenbereich</b>	<b>44</b>
3.1 Prinzipielle Funktionsweise dielektrischer Spiegel . . . . .	44
3.2 Mathematische Beschreibung . . . . .	45
3.2.1 Die charakteristische Matrix . . . . .	45

3.2.2	Reflexions- und Transmissionkoeffizienten . . . . .	47
3.2.3	Berechnung des Reflexionsverhaltens eines dielektrischen Spiegels . . . . .	48
3.3	Gemessene Transmissions- und Reflexionsdaten der dielektrischen Spiegel . . . . .	51
3.3.1	Polymer-Luft-Schichtfolge . . . . .	53
3.3.2	Polymer-Polymer-Schichtfolge . . . . .	54
3.3.3	Dünnglas-Luft-Schichtfolge . . . . .	57
3.3.4	Abschlussbetrachtung der dielektrischen Spiegel . . . . .	58
<b>4</b>	<b>Bildgebende THz-Spektroskopie mit gepulster Strahlung</b>	<b>60</b>
4.1	Auswertung der Messdaten . . . . .	60
4.1.1	Informationen aus dem Zeitsignal . . . . .	61
4.1.2	Informationen aus dem Frequenzsignal . . . . .	62
4.2	Programm zur Automatisierung der Messungen . . . . .	64
4.3	Erste Ergebnisse der zweidimensionalen Spektroskopie . . . . .	67
4.4	Untersuchung des Wasserhaushaltes in lebenden Pflanzen . . . . .	71
4.4.1	THz-Spektroskopie an Pflanzen . . . . .	73
4.5	THz-Spektroskopie an medizinischen Proben . . . . .	77
4.5.1	Histo-pathologische Präparation der Gewebeschnitte . . . . .	77
4.5.2	Messungen an tierischen Gewebeproben . . . . .	79
4.5.3	Messungen an menschlichen Gewebeproben . . . . .	81
4.6	Weiterführende Bildverarbeitung . . . . .	86
4.7	Vergleich mit etablierten bildgebenden Verfahren der Medizintechnik . . . . .	89
<b>5</b>	<b>Bildgebende THz-Spektroskopie mit kontinuierlicher Strahlung</b>	<b>92</b>
5.1	Aufbau des Mischsystems . . . . .	92
5.1.1	Charakterisierung der Laserquelle (ETECAL) . . . . .	93
5.1.2	Auswahl des Antennendesigns . . . . .	97
5.2	Ergebnisse der ersten Mischexperimente . . . . .	99
5.2.1	Charakterisierung des Mischsystems . . . . .	99
5.3	Bildgebende THz-Spektroskopie mit kontinuierlicher Strahlung . . . . .	101
5.3.1	Erweiterung des Mischsystems für die bildgebende Spektroskopie . . . . .	101
5.3.2	Die ersten zweidimensionalen Bilder . . . . .	101
<b>6</b>	<b>Eine neue Methode zur ortsaufgelösten Analyse von dünnen Proben</b>	<b>105</b>
6.1	Theoretische Beschreibung der Methode . . . . .	106

6.2 Erste experimentelle Untersuchung . . . . .	108
<b>7 Zusammenfassung und Ausblick</b>	<b>110</b>
<b>Formelzeichen</b>	<b>112</b>
<b>Literaturverzeichnis</b>	<b>113</b>
<b>Patente, Publikationen und Konferenzbeiträge</b>	<b>121</b>