

Inhaltsverzeichnis

Vorwort	V
Häufig verwendete Abkürzungen	X
1 Einleitung	1
2 Grundlagen der THz-Spektroskopie	4
2.1 Erzeugung und Detektion von THz-Impulsen	4
2.1.1 Femtosekunden-Lasersystem	5
2.1.2 Grundlegende Emittierstrukturen 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
3 Dielektrische Spiegel für den sub mm-Wellenbereich	44
3.1 Prinzipielle Funktionsweise dielektrischer Spiegel	44
3.2 Mathematische Beschreibung	45
3.2.1 Die charakteristische Matrix	45

3.2.2	Reflexions- und Transmissionskoeffizienten	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	Dünnstglas-Luft-Schichtfolge	57
3.3.4	Abschlussbetrachtung der dielektrischen Spiegel	58
4	Bildgebende THz-Spektroskope mit gepulster Strahlung	60
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
5	Bildgebende THz-Spektroskope mit kontinuierlicher Strahlung	92
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
6	Eine neue Methode zur orts aufgelösten Analyse von dünnen Proben	105
6.1	Theoretische Beschreibung der Methode	106

6.2 Erste experimentelle Untersuchung	108
7 Zusammenfassung und Ausblick	110
Formelzeichen	112
Literaturverzeichnis	113
Patente, Publikationen und Konferenzbeiträge	121