

Inhaltsverzeichnis

Abkürzungsverzeichnis	ix
Formelverzeichnis	xi
Vorwort	xvii
1 Einleitung	1
1.1 Motivation	5
1.2 Stand der Wissenschaft und Technik	9
1.3 Ziele und Struktur der Arbeit	25
1.3.1 Ziele der Arbeit	25
1.3.2 Struktur der Arbeit	26
2 Elektromagnetische Felder, Wellen und deren Wechselwirkung mit Materie	29
2.1 Theorie von Maxwell	29
2.2 Entstehung und Ausbreitung von elektromagnetischen Wellen	32
2.3 Die elektrische Permittivität und magnetische Permeabilität	37
2.4 Das Drude-Lorentz Modell	39
2.5 Wellenausbreitung in Metallen	41
2.6 Eindringtiefe elektromagnetischer Wellen	45
2.7 Feldwellenwiderstand	47
2.8 Energie, Impuls und Intensität einer elektromagnetischen Welle	49
2.9 Reflexion an der ebenen Grenzflächen	52
2.10 Zwei Grenzflächenproblematik	55
2.11 Analytische Bestimmung des Reflexionsgrads am Beispiel zweier künstlicher Medien	59
2.11.1 Periodische Paralleldrahtanordnung	60
2.11.2 Periodische Anordnung von Drahtsegmenten (Cut-Wire)	66

3 Entwicklung von Subwellenlängen	
Resonatorarrays	73
3.1 Detektion stofflicher Veränderungen mittels Resonatorarrays	73
3.1.1 Aufbau der Resonatorarrays	73
3.1.2 Resonatorarrays für Sensorapplikationen	75
3.2 Technologische Umsetzung	105
3.2.1 Leiterplattentechnologie	105
3.2.2 Drucktechnologie	109
3.2.3 Sticktechnologien	116
3.2.4 Integrationstechnologien	121
3.3 Einheitszellen für spezifische Applikationsgruppen	128
3.3.1 Materialien und Materialcharakterisierung	129
3.3.2 Betrachtung exemplarischer Einheitszellen für spezifische Applikationsszenarien	161
3.3.3 Erkennen von Material- und Strukturdefekten	162
3.3.4 Anmerkungen zu den betrachteten Resonatorstrukturen	177
4 Realisierung eines Messverfahrens zur Bewertung der Eigenschaften der entwickelten Resonatorarrays	179
4.1 Einleitung und Motivation	179
4.2 Stand der Wissenschaft und Technik	183
4.3 Abgrenzung vom derzeitigen Stand der Wissenschaft und Technik	185
4.4 Reflexionsmessung und Herausforderungen	186
4.4.1 Reflexionsmessung	186
4.5 Ansätze der Durchführung einer Reflexionsmessung	190
4.6 Zweilagige Resonatorarrays (RAs) und deren elektromagnetisches Verhalten	191
4.6.1 Realisierung von Absorptionen und deren Anwendung als sensorisches Merkmal	202
4.6.2 Absorption durch das Einbinden metallisch leitfähiger Schichten	215

5 Applikationsszenarien	227
5.1 Eiserkennung am Glasfaserverbundkunststoff (GFK) . . .	227
5.2 Dehnung	230
5.3 Stoffliche Veränderung durch Wasseraufnahme	237
6 Ergebnisbewertung und Auswertung	241
Anhang	251
Publikationen	273
Abbildungsverzeichnis	277
Tabellenverzeichnis	289
Literaturverzeichnis	291