

Inhaltsverzeichnis

1	Einführung	1
2	Grundlagen	4
2.1	Ausbreitung elektromagnetischer Wellen	4
2.2	Elektrische Kenngrößen	6
2.3	Elektromagnetische Eigenschaften von Böden	9
2.3.1	Die dielektrische Permittivität	9
2.3.2	Die relative dielektrische Permittivität natürlicher Medien	13
2.3.3	Die elektrische Leitfähigkeit	15
2.3.4	Die magnetische Permeabilität	16
2.4	Auflösungsvermögen	16
2.5	Radargleichung und Reichweite	17
2.6	Systemcharakteristik	21
2.7	Verwendete Technik und Software	23
3	Bestimmung von Kennwerten aus kinematischen bzw. dynamischen Messgrößen	24
3.1	Simulation der Wellenausbreitung	24
3.2	Laufzeitermittlung	26
3.2.1	Messanforderungen	26
3.2.2	Messtechnologie	26
3.2.3	Automatisches Picken von Ersteinsätzen	32
3.3	Ermittlung von Dämpfungsinformationen	37
3.3.1	Messtechnologie	37
3.3.2	Richtstrahlcharakteristik	38
3.3.3	Parameter im Zeitbereich	41
3.3.4	Parameter im Frequenzbereich	42
3.3.5	Wavelet-Analyse	52
3.3.6	Beurteilung der Verfahren zur Q -Schätzung	55
4	Laufzeit-Tomographie	56
4.1	Synthetische Modelle und Bewertungsparameter	57

4.1.1	Verwendete synthetische Modelle	57
4.1.2	Bewertungsparameter	60
4.2	Laufzeitmodellierung	61
4.2.1	Gerade Strahlen	61
4.2.2	Ray-shooting	62
4.2.3	Ray-bending	64
4.2.4	Netzwerk-Ansätze	64
4.2.5	Kombinierte Laufzeitberechnung	65
4.2.6	Finite-Differenzen-Modellierung	66
4.2.7	Beurteilung der vorgestellten Verfahren	67
4.3	Lineare Inversion	69
4.3.1	Algebraische Rekonstruktion	70
4.3.2	Methode der kleinsten Quadrate	75
4.3.3	Singulärwertzerlegung	81
4.3.4	Vergleich der Inversionsalgorithmen	85
4.3.5	Fazit	87
4.4	Nicht-lineare Inversion	89
4.4.1	SIRT-Algorithmus	89
4.4.2	Methode der kleinsten Quadrate	92
4.4.3	Zusammenfassung	94
4.5	Auswertestrategien	95
4.5.1	Beurteilung von Datenfehlern	95
4.5.2	Glättung der Zwischenergebnisse für das Ray-Tracing	98
4.5.3	Wahl des Startmodells	100
4.5.4	Wahl des Diskretisierungsgitters	103
4.6	Zusammenfassende Bewertung	111
4.6.1	Vergleich von RADARTOM mit kommerzieller Software	111
4.6.2	Optimierte Inversionsergebnisse	114
4.6.3	Felddatensätze	117
5	Zusammenfassung	125
	Literaturverzeichnis	127
A	Programmbeschreibung RadarTom	133