

Inhaltsverzeichnis

Danksagung	iii
Symbolverzeichnis	vii
Abbildungsverzeichnis	ix
Tabellenverzeichnis	xi
1 Einführung	1
2 Grundlagen	5
2.1 Beobachtbarkeit nichtlinearer dynamischer Systeme	5
2.1.1 Beobachtbarkeit nichtlinearer autonomer Systeme	9
2.1.2 Beobachtbarkeit nichtlinearer Systeme mit affinem Eingang . . .	14
2.2 Automatische Differentiation	17
2.2.1 Vorwärtsmodus	17
2.2.2 Rückwärtsmodus	18
2.2.3 Potenzreihenkalkül	20
2.3 Intervallarithmetische Grundlagen	24
2.3.1 Grundprinzipien der Intervallarithmetik	25
2.3.2 Intervallvektoren	26
2.3.3 Funktionsauswertung mit Intervallen	28
3 Problemstellung und Stand der Forschung	33
3.1 Abhängigkeiten zwischen Beobachtbarkeit und Systemeingängen	33
3.2 Stand der Forschung	35
3.2.1 Gramsche Beobachtbarkeitsmatrix	35
3.2.2 Differential-algebraischer Ansatz	37
3.2.3 Differential-geometrischer Ansatz	39

3.3 Zielsetzung	42
4 Neue Methoden zur Beobachtbarkeitsuntersuchung	45
4.1 Allgemeiner Teil	46
4.1.1 Erstellung der Beobachtbarkeitsabbildung	48
4.1.2 Berechnung gemischter Lie-Ableitungen	50
4.2 Lokale Methode	55
4.3 Globale Methode	59
4.3.1 Initialisierung	60
4.3.2 Abbruchkriterium	61
4.3.3 Listenstruktur	61
4.3.4 Beobachtbarkeitsuntersuchung	62
4.4 Beispiele	66
4.4.1 Beispiel 1: Wahl des Schwellwerts für das Abbruchkriterium	66
4.4.2 Beispiel 2: Anzahl der Lie-Ableitungen	70
4.4.3 Beispiel 3: Anzahl der Bisektionen	73
4.4.4 Beispiel 4: Gegenüberstellung der lokalen und globalen Methode	76
4.4.5 Beispiel 5: Vergleich mit weiteren Methoden	79
5 Implementierung der neuen Methoden	83
5.1 Hauptprogramm	84
5.2 Lokale Beobachtbarkeitsuntersuchung	86
5.3 Globale Beobachtbarkeitsuntersuchung	87
5.4 Berechnung der Beobachtbarkeitsabbildung	91
6 Fazit	95
A Pseudocode	97
Literaturverzeichnis	101