

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung	1
1.1. Ein kinematisches Fahrzeug	2
1.2. Modell eines Hochsetzstellers (boost converter)	6
1.3. Einordnung und Zielstellung der Arbeit	8
1.4. Gliederung der Arbeit	11
 Mathematischer Rahmen	 13
2. Begriffe aus der Differentialgeometrie	15
2.1. Glatte Mannigfaltigkeiten	16
2.2. Vektorfelder und Linearformen	17
2.3. Abbildungen zwischen glatten Mannigfaltigkeiten	19
2.4. Untermannigfaltigkeiten	21
2.5. Glatte Distributionen und Kodistributionen	23
2.6. Differenzierbare Mannigfaltigkeiten	25
2.7. Gefaserte Mannigfaltigkeit, Bündel, Jets	29
 3. Geometrischer Zugang zu Symmetrien gewöhnlicher Differentialgleichungen	 39
3.1. Ein einfaches Beispiel	40
3.2. Differentialgleichungssystem als (Teil-)Mannigfaltigkeit	41
3.3. Klassische Symmetrien gewöhnlicher Differentialgleichungen	45
3.4. Unterbestimmte Differentialgleichungen	56
3.5. Prolongierte Differentialgleichung und Diffietät	62
3.6. Verallgemeinerte Symmetrien	65
3.7. Anmerkungen zur Literatur	67
 4. Lie-Gruppen, Invarianten und Lie-Symmetrien	 69
4.1. Lie-Gruppen	69
4.2. Invarianten von Transformationsgruppen und ihre Berechnung	76
4.3. Konstruktive Berechnung von Invarianten: Normalisierungsalgorithmus	79
4.4. Lie-Symmetrien von Differentialgleichungen	84
 Berücksichtigung von Lie-Symmetrien beim Reglerentwurf	 89
 5. Struktur von Systemen in Zustandsdarstellungen mit Lie-Symmetrien	 91
5.1. Lokale Struktur von Systemen mit Zustandssymmetrie	91

5.2. Struktur der Zustandsdarstellung bei Lie-Symmetrie mit Wirkung auf den Eingang	99
5.3. Übergang zu einer reduzierten Zustandsdarstellung	101
6. Entwurf invarianter Folgeregler	105
6.1. G -Invarianz, G -verträglicher Ausgang, G -invarianter Ausgangsfehler	106
6.2. Entwurf invarianter Folgeregler mittels Eingangs-Ausgangs-Linearisierung für Systeme mit wohldefinierten relativen Grad	109
6.3. Entwurf invarianter Rückführungen durch sukzessive Berücksichtigung von Integratoren („integrator backstepping“)	112
6.4. Regler mit Gleitregime („sliding mode“)	117
6.5. Symmetrie durch Rückführung	122
6.6. Differentiell flache Systeme	126
6.7. Invariante Zustandsschätzung	132
7. Anwendung von Symmetrien für den Reglerentwurf am Beispiel	137
7.1. Invariante Folgeregelung für das kinematische Fahrzeug	138
7.2. Reglerentwurf für einen Bioreaktor	145
8. Zusammenfassung	155
A. Ergänzungen	161
A.1. Begriffe der Topologie	161
A.2. Frobenius-Theorem	163
A.3. Vektorieller relativer Grad und Byrnes-Isidori-Normalform	163
B. Symbolverzeichnis	165
Literaturverzeichnis	169