

Inhaltsverzeichnis

Seite

1	Einleitung	1
1.1	Problematik	3
1.2	Zielsetzung	4
1.3	Vorgehensweise	4
2	Problemanalyse	7
2.1	Selbstoptimierende Systeme	7
2.1.1	Definition und Einordnung mechatronischer Systeme	7
2.1.2	Grundlagen mechatronischer Systeme	8
2.1.3	Struktur mechatronischer Systeme	13
2.1.4	Selbstoptimierende Systeme	16
2.1.5	Beispiel	19
2.2	Entwurf selbstoptimierender mechatronischer Systeme	20
2.2.1	Entwurf mit Lösungsmustern	21
2.2.2	Ablauf des Entwurfsprozesses	22
2.2.3	Spezifikation der Prinziplösung	24
2.3	Evolutionäre Algorithmen	26
2.3.1	Begriffsdefinitionen	27
2.3.2	Die biologische Evolution	29
2.3.3	Der simulierte evolutionäre Zyklus	31
2.3.3.1	Repräsentation des Problems	32
2.3.3.2	Startpopulation	33
2.3.3.3	Fitnessfunktion	34
2.3.3.4	Selektion	35
2.3.3.5	Evolutionären Operatoren	36
2.3.4	Evolutionäre Algorithmen als Optimierungsprozess	37
2.4	Problematik	38
2.5	Anforderungen	42
3	Stand der Technik	45
3.1	Evolutionäre Entwicklungsmethoden	45
3.1.1	„Virtual Creatures“ nach SIMS	47
3.1.2	Autogenetische Konstruktionstheorie nach WEGNER, VAJNA und BERCEY	48
3.1.3	Genetic Organized Lifelike Electromechanics (GOLEM)	49
3.1.4	Evolutionäre Entwicklung mechatronischer Systeme nach Goodman et al.	51
3.1.5	Genetisches Programmieren für Modellierung und Regelung dynamischer Systeme (GEPROG)	54

3.1.6	Hierarchically-Modular 3D Locomoting (Genobots) ..	56
3.1.7	Product Genetic Engineering nach Huang et al.	58
3.1.8	Framstick nach Komosinski.....	60
3.1.9	Automatische Synthese mechatronischer Produkte nach Leger	62
3.1.10	Genetischer Entwicklungsansatz für technische Produkte nach Chen et al.....	65
3.1.11	Evolutionärer Entwurf von Festkörpern mit genetischen Algorithmen nach Bentley.....	68
3.1.12	Co-Evolutionäres Design Framework zur Entwicklung technischer Produkte	70
3.1.13	Legobots.....	72
3.2	Handlungsbedarf.....	75
4	Einsatz evolutionärer Algorithmen beim Entwurf selbstoptimierender Systeme	81
4.1	Grundidee des evolutionären Entwurfs	82
4.2	Repräsentation selbstoptimierender Systeme in Analogie zur natürlichen Evolution.....	84
4.2.1	Untersuchung der Muster zum Entwurf selbstoptimierender Systeme	84
4.2.1.1	Untersuchung der Ähnlichkeit Gen - Systemelement	84
4.2.1.2	Ähnlichkeit Chromosom - Wirkstruktur	87
4.2.2	Repräsentation eines selbstoptimierenden Systems	88
4.2.3	Beschreibung des Systemelements	90
4.2.3.1	Gestaltmodell	91
4.2.3.2	Funktionshierarchie	92
4.2.3.3	Verhaltensmodell - Mehrkörpersystem	93
4.2.3.4	Verhalten - Regelung/Selbstoptimierung ..	95
4.2.3.5	Lösungsmuster	96
4.2.3.6	Schnittstellen	97
4.2.4	Vernetzung der Partialmodelle	98
4.2.5	Beschreibung der Prinziplösung des selbstoptimierenden Systems	100
4.2.6	Transformation „Vom Gen zum Phän“	101
4.2.6.1	Aggregation des Mehrkörpersystems	102
4.2.6.2	Aggregation der Baustruktur	103
4.2.6.3	Aggregation der Funktionsstruktur	105
4.3	Vorgehensmodell zum evolutionären Entwurf selbstoptimierender Systeme.....	106
4.3.1	Phase 1: Festlegen von Anforderungen.....	107
4.3.2	Phase 2: Erstellen einer Funktionshierarchie.....	108

4.3.3	Phase 3: Verträglichkeitsanalyse.....	109
4.3.4	Phase 4: Definition des Bewegungsverhaltens	110
4.3.5	Phase 5: Erstellen einer Startpopulation	112
4.3.6	Phase 6: Evolutionäre Optimierung.....	112
4.3.7	Phase 7: Auswahl einer optimalen Prinziplösung....	113
4.4	Methode zum evolutionären Entwurf und Bewertung selbstoptimierender Systeme	114
4.4.1	Ablauf des evolutionären Entwurfs	114
4.4.2	Evolutionäre Operatoren	116
4.4.2.1	Rekombinations-Operator	116
4.4.2.2	Mutations-Operator	118
4.4.3	Bewertung	123
4.4.3.1	Bewertung des Mehrkörpersystems	124
4.4.3.2	Bewertung der Funktionsstruktur	128
4.4.3.3	Bewertung der Baustruktur	133
4.4.4	Selektion.....	136
5	Prototypische Realisierung	139
5.1	Laufzeitumgebung.....	139
5.1.1	Komponente „Genetic Designer“	140
5.1.2	Komponente „VxDynamik“	142
5.1.3	Komponente „Genetic Optimizer“	145
5.1.4	Programmablauf.....	148
5.2	Evolutionäre Entwicklung eines Systems am Beispiel eines Fahrzeuges.....	151
5.2.1	Startpopulation und evolutionäre Optimierung	153
6	Zusammenfassung und Ausblick	157
7	Literatur	161