

Inhaltsverzeichnis	Seite
1 Einleitung	1
1.1 Problematik.....	1
1.2 Zielsetzung	3
1.3 Vorgehensweise	4
2 Problemanalyse	7
2.1 Begriffsdefinitionen und Ausrichtung der Arbeit.....	7
2.2 Mechatronische Systeme	8
2.2.1 Grundstruktur mechatronischer Systeme	9
2.2.2 Klassen mechatronischer Systeme	10
2.2.3 Fortgeschrittene mechatronische Systeme.....	12
2.3 Interdisziplinäre Produktentstehung	17
2.3.1 3-Zyklen-Modell nach GAUSEMEIER	17
2.3.2 Entwicklung mechatronischer Systeme – VDI2206	19
2.3.3 Systems Engineering.....	22
2.3.4 Model-Based Systems Engineering.....	25
2.4 Wissensmanagement mit Lösungsmustern	27
2.4.1 Wissensformen.....	27
2.4.2 SECI-Modell	29
2.4.3 Kernprozesse des Wissensmanagements nach PROBST.....	30
2.4.4 Lösungsmuster – ein geeigneter Wissensmanagementansatz?	32
2.4.5 Lösungsmuster in der Produktentstehung – Geschichte	36
2.5 Problemabgrenzung	40
2.6 Anforderungen an die Arbeit.....	43
3 Stand der Technik	47
3.1 Überblick – Lösungsmuster in der Produktentstehung	47
3.1.1 Universal Design Theory nach GRABOWSKI.....	47
3.1.2 Musterhierarchie nach CLOUTIER	49
3.1.3 SE Entwurfsmuster-Metamodell nach PFISTER	51
3.1.4 SE Mustersprache nach SIMPSON.....	54
3.2 Lösungswissen für den Systementwurf	55
3.2.1 Techniken für die Wissensrepräsentation.....	56
3.2.1.1 CONSENS.....	56

3.2.1.2	UML – Unified Modeling Language	58
3.2.1.3	SysML – Systems Modeling Language	60
3.2.1.4	PrEMISE.....	61
3.2.1.5	Modelica®	63
3.2.2	Fachdisziplinübergreifende Lösungsmuster	64
3.2.2.1	Systemarchitekturmuster nach CLOUTIER	64
3.2.2.2	Lösungsmuster mit SysML nach WEILKINS	66
3.2.2.3	Lösungsmuster für selbstoptimierende Systeme nach DUMITRESCU	68
3.2.3	Fachdisziplinspezifische Lösungsmuster.....	71
3.2.3.1	Lösungsmuster im Maschinenbau nach SUHM	71
3.2.3.2	Entwurfsmuster nach SALUSTRI.....	74
3.2.3.3	Koordinationsmuster der Softwaretechnik nach DZIWOK.....	75
3.2.3.4	Ansätze der Regelungstechnik nach FÖLLINGER.....	77
3.2.3.5	Muster der Regelungstechnik nach SANZ/ZALEWSKI.....	79
3.3	Systematiken für den Einsatz von Lösungsmustern	80
3.3.1	Identifizierung von Systemarchitekturmustern nach KALAWSKY.....	81
3.3.2	Musterbasierter Entwurf mechatronischer Systeme nach GAUSEMEIER ET AL.....	82
3.3.3	Musterbasierter Entwurf der selbstoptimierenden Informationsverarbeitung nach DUMITRESCU.....	84
3.4	Bewertung und Handlungsbedarf	86
4	Instrumentarium für einen lösungsmusterbasierten Entwurf	89
4.1	Das Instrumentarium im Überblick.....	89
4.2	Das Paradigma der Lösungsmuster in der Produktentstehung	90
4.2.1	Lösungsmuster – Begriffsklärung	91
4.2.2	Klassifikation von Lösungsmustern in der Produktentstehung	91
4.2.2.1	Lösungsmuster in der Strategischen Produktplanung	92
4.2.2.2	Lösungsmuster in der Produktentwicklung	94
4.2.2.3	Lösungsmuster in der Produktionssystementwicklung.....	100
4.2.3	Wirkgefüge der Lösungsmuster in der Produktentstehung	102
4.3	Lösungswissen für den Systementwurf	105
4.3.1	Einheitliche Strukturierung von Lösungsmustern.....	106
4.3.2	Ausgewählte Beispiele von Lösungsmustern	108

4.3.2.1	Softwareintensives Lösungsmuster „Zusammenarbeit synchronisieren“	108
4.3.2.2	Multidisziplinäres Lösungsmuster „Servoantrieb“ ..	113
4.3.3	Charakterisierung von Lösungsmustern für den Systementwurf.....	116
4.3.3.1	Dimension 1: Art der Wissensrepräsentation.....	116
4.3.3.2	Dimension 2: Spezialisierung des Lösungswissens	118
4.3.3.3	Dimension 3: Aggregation des Lösungswissens ...	119
4.3.3.4	Multidimensionaler Wissensraum	120
4.3.3.5	Zusammenspiel zwischen Wissensraum und Entwurfsebenen.....	123
4.4	Vorgehensmodell zur Identifizierung von Lösungsmustern für den Systementwurf.....	126
4.4.1	Phase 1: Informationsakquisition	127
4.4.2	Phase 2: Systemanalyse	128
4.4.3	Phase 3: Interaktive Analyse	129
4.4.4	Phase 4: Dokumentation von Lösungsmustern	130
4.5	Vorgehensmodell für einen lösungsmusterbasierten Systementwurf.....	131
4.5.1	Phase 1: Initiale Zielbestimmung.....	132
4.5.2	Phase 2: Suche nach Lösungsmustern	133
4.5.3	Phase 3: Konkretisierung der Zielbestimmung	134
4.5.4	Phase 4: Suche nach spezialisierten Lösungsmustern	135
4.5.5	Phase 5: Lösungsmusterbasierte Systemmodellierung	136
5	Anwendung und Bewertung	139
5.1	Anwendung des Vorgehensmodells zur Identifizierung von Lösungsmustern für den Systementwurf am Beispiel „Separator“	139
5.1.1	Phase 1: Informationsakquisition.....	140
5.1.2	Phase 2: Systemanalyse	142
5.1.3	Phase 3: Interaktive Analyse	147
5.1.4	Phase 4: Dokumentation von Lösungsmustern	150
5.2	Anwendung des Vorgehensmodells für einen lösungsmusterbasierten Systementwurf am Beispiel „Kooperierende Deltaroboter“	151
5.2.1	Phase 1: Initiale Zielbestimmung.....	152
5.2.2	Phase 2: Suche nach Lösungsmustern	155
5.2.3	Phase 3: Konkretisierung der Zielbestimmung	156
5.2.4	Phase 4: Suche nach spezialisierten Lösungsmustern	158
5.2.5	Phase 5: Lösungsmusterbasierte Systemmodellierung	160
5.3	Bewertung der Arbeit anhand der Anforderungen	163

6	Zusammenfassung und Ausblick	167
7	Abkürzungsverzeichnis	171
8	Literaturverzeichnis	173

Anhang

A1	Ergänzungen zum Stand der Technik	A-1
	A1.1 Beispiele für Lösungsmuster nach SIMPSON	A-1
	A1.2 Beispiel für ein Lösungsmuster nach CLOUTIER	A-3
	A1.3 Beispiele für Lösungsmuster nach GAUSEMEIER ET AL.	A-5
A2	Ergänzungen zu Kapitel 4.2 – Das Paradigma der Lösungsmuster in der PE	A-7
	A2.1 Beispiele für Lösungsmuster der strategischen Produktplanung	A-7
	A2.2 Beispiele für Lösungsmuster der Produktentwicklung	A-9
	A2.3 Beispiele für Lösungsmuster der Produktionssystementwicklung..	A-10
A3	Ergänzungen zu Kapitel 4.3 – Lösungswissen für den Systementwurf ..	A-13