

Inhaltsverzeichnis

Vowort.....	9
Geleitwort.....	11
1 Einführung.....	13
1.1 Mechatronische Systeme.....	14
1.1.1 Klasse 1: Integration von Mechanik und Elektronik.....	15
1.1.2 Klasse 2: Mehrkörpersysteme.....	17
1.2 Integrative Planung und Entwicklung mechatronischer Systeme.....	22
1.2.1 Systematik der Produktentstehung.....	22
1.2.2 VDI-Richtlinie 2206 „Entwicklungsmethodik für mechatronische Systeme“.....	25
1.2.3 3-Ebenen-Vorgehensmodell nach BENDER.....	26
1.2.4 Entwurfsschritte nach ISERMANN.....	28
1.2.5 Vorgehensmodell zur Entwicklung räumlicher elektronischer Schaltungsträger nach KAISER.....	29
1.3 Zuverlässigkeit in mechatronischen Systemen.....	32
1.3.1 Zuverlässigkeit.....	32
1.3.2 Klassische Verfahren der Zuverlässigkeitsanalyse.....	33
1.3.3 Herausforderung zuverlässige Mechatronik.....	36
1.4 Handlungsbedarf.....	39
1.5 Verbundprojekt InZuMech – Instrumentarium für die frühzeitige Zuverlässigkeitsanalyse mechatronischer Systeme.....	42
Literatur zum Kapitel 1.....	48
2 Instrumentarium.....	53
2.1 Spezifikation der Prinziplösung mechatronischer Systeme.....	54
2.1.1 Spezifikationstechnik zur Beschreibung der Prinziplösung.....	55
2.1.2 Vorgehensmodell für die Konzipierung der Prinziplösung.....	61
2.2 Integrative Konzipierung von MID-Produkt und MID-Produktionssystem.....	65
2.2.1 Charakterisierung der Technologie MID.....	66
2.2.2 MID-Herstellverfahren.....	69

2.2.3	Anforderungen an das MID-Herstellverfahren ermitteln.....	72
2.2.4	MID-Herstellverfahren auswählen.....	73
2.2.5	Anforderungen an das MID-Teil definieren.....	76
2.3	Zuverlässigkeitsanalyse.....	79
2.3.1	Abstrakte thermische Analyse.....	80
2.3.2	Abstrakte thermo-mechanische Analyse.....	83
2.3.3	Detaillierte Versagensanalyse von Komponenten der Mikroelektronik.....	87
	2.3.3.1 Beschreibung des Materialverhaltens.....	88
	2.3.3.2 Bewertung dominierender Versagensvorgänge.....	90
	2.3.3.3 Versagensanalyse im Zuverlässigkeits-Workflow.....	96
2.3.4	Analyse der Nachhaltigkeit.....	97
2.4	Funktionale Simulation.....	100
2.4.1	Modellierung und Analyse von fehlertoleranten Systemen.....	100
2.4.2	Dynamische Simulation zuverlässigkeitsrelevanter Aspekte.....	109
	2.4.2.1 Auswahl des Simulationstools.....	110
	2.4.2.2 Modellbildung.....	111
	2.4.2.3 Modellvalidierung.....	113
2.5	Entwicklungsleitfäden.....	113
2.5.1	Modellierung der Entwicklungsleitfäden.....	114
2.5.2	Definition des Soll-Prozesses.....	117
2.6	Wissensbasis.....	120
2.6.1	Barrieren beim Wissensmanagement.....	121
2.6.2	Lösungsansatz.....	122
	Literatur zum Kapitel 2.....	128
3	Frühzeitige Zuverlässigkeitsbewertung eines miniaturisierten Robotermoduls.....	137
3.1	Aufgabenstellung.....	138
3.2	Prinziplösung des Miniaturroboters.....	139
3.3	Auswahl eines MID-Herstellverfahrens.....	146
3.4	Analyse der Prinziplösung.....	149
	3.4.1 Analyse der Temperaturentwicklung.....	150
	3.4.2 Analyse der Nachhaltigkeit.....	152
3.5	Prozess zur Entwicklung miniaturisierter mechatronischer Systeme.....	154
	3.5.1 Prozessstruktur.....	156
	3.5.2 Verknüpfung von Entwicklungsleitfaden und Wissensbasis.....	160
3.6	Wissensbasis zur Entwicklung miniaturisierter mechatronischer Systeme.....	161
3.7	Bewertung und Ausblick.....	166
	Literatur zum Kapitel 3.....	168

4.	Frühzeitige Zuverlässigkeitsbewertung eines modernen Scheinwerfersystems.....	169
4.1	Aufgabenstellung.....	169
4.2	Wissensbasierte Fehlerbaumanalyse.....	172
4.3	Simulation eines Scheinwerfer-Antriebssystems.....	176
4.3.1	Komponentenorientierte Modellierung mit PSpice Smoke.....	177
4.3.2	Dynamische Simulation des Temperaturverhaltens.....	178
4.3.3	Experimentelle Verifikation des Simulationsmodells.....	181
4.4	Detaillierte Versagensanalyse eines SMT-Keramikkondensators.....	184
4.4.1	Modellbildung.....	185
4.4.2	Simulation und Versagensbewertung.....	186
4.5	Prozess zur Entwicklung modularer mechatronischer Systeme.....	189
4.6	Zusammenfassung und Ausblick.....	191
	Literatur zum Kapitel 4.....	193
5	Frühzeitige Zuverlässigkeitsbewertung aktiver Assistenzsysteme.....	195
5.1	Aufgabenstellung.....	195
5.2	Fehlerausbreitungsanalyse.....	199
5.3	Prozess zur Entwicklung verteilter mechatronischer Systeme.....	205
5.4	Bewertung und Ausblick.....	207
	Literatur zum Kapitel 5.....	209
	Stichworte.....	211