

<b>Inhaltsverzeichnis</b>	<b>Seite</b>
<b>1 Einleitung</b> .....	<b>1</b>
1.1 Problematik.....	1
1.2 Zielsetzung .....	4
1.3 Vorgehensweise .....	5
<b>2 Problemanalyse</b> .....	<b>7</b>
2.1 Begriffsbestimmungen.....	7
2.1.1 Mechatronische Systeme .....	7
2.1.2 Systematik.....	10
2.1.3 Prüfungsbezogene Begriffe .....	11
2.2 Der Produktentstehungsprozess .....	14
2.3 Entwicklung mechatronischer Systeme und deren Produktionssysteme .....	20
2.3.1 Die Struktur des Entwicklungsprozesses.....	20
2.3.2 Entwicklungsmethodik für mechatronische Systeme – VDI-Richtlinie 2206.....	22
2.3.3 Modellbasierte Entwicklung .....	28
2.3.3.1 Systems Engineering.....	29
2.3.3.2 Model-Based Systems Engineering (MBSE) .....	30
2.3.3.3 Spezifikationstechnik CONSENS .....	31
2.3.4 Fazit und Einordnung .....	40
2.4 Prüfplanung und Prüfmittelentwicklung .....	42
2.4.1 Konventionelle Prüfplanung.....	42
2.4.2 Planung der Prüfungen von elektronischen Baugruppen .....	49
2.4.3 Prüfplanung und Prüfmittelentwicklung für mechatronische Produkte im Kontext integrativer Entwicklungen.....	53
2.4.4 Rechnerunterstützte Planungstätigkeiten und wissensbasierte Werkzeuge .....	57
2.4.5 Fazit und Einordnung .....	57
2.5 Problemabgrenzung .....	59
2.6 Anforderungen.....	62

<b>3 Stand der Technik</b> .....	<b>65</b>
3.1 Planungsansätze für Prüfungen und Prüfmittel .....	65
3.1.1 Modulare Prüfplanung nach BERNARDS .....	65
3.1.2 Prüfplanung – Ein Prozessmanagement für Fahrzeugprüfungen nach FORCHERT .....	67
3.1.3 Prüfplattform für mechatronisch ausgestattete Fahrzeuge in Entwicklung und Produktion nach SCHENK.....	69
3.1.4 Offenes, integratives Rahmenwerk für die Qualitätsprüfung variantenreicher Serienprodukte nach SCHMITZ.....	70
3.1.5 Prüfsystementwicklung mittels Fahrzeugreferenzmodell nach GROHMANN .....	72
3.1.6 Leitfaden zur Gestaltung einer ganzheitlichen Prüfplanung .....	72
3.1.7 Kontinuierliche Prüfplanung.....	74
3.1.8 Modulares Konzept zur produktübergreifenden Prüfplanung ...	75
3.1.9 Prüfplanung mittels Entscheidungstheorie .....	76
3.1.10 Qualitätsmanagement in der Elektroindustrie – Konzept für die integrierte Prüfplanung in der modernen Elektronikproduktion nach BALTERS .....	77
3.1.11 Prüfverfahren für die Serienfertigung feldbusfähiger Automatisierungskomponenten nach HERTWECK.....	79
3.1.12 Methodik zur Integration der Prüfplanung in die Qualitätsplanung nach TUETE KWAM .....	80
3.1.13 Modell für ein integriertes Qualitäts- und Prüfplanungssystem in der Montage nach KRING .....	81
3.2 Integrative Entwicklung.....	82
3.2.1 Integrierte Gestaltung automatisierter Prüfmittel nach REITER...	82
3.2.2 Simultaneous Engineering.....	85
3.2.3 Integrierte Produkt- und Prozessgestaltung nach EVERSHEIM/SCHUH .....	86
3.2.4 IPE-Methodik.....	89
3.3 Bewertung und Handlungsbedarf .....	91

<b>4</b>	<b>Entwicklungssystematik.....</b>	<b>95</b>
4.1	Einführung in die Entwicklungssystematik.....	95
4.1.1	Bestandteile der Systematik.....	95
4.1.2	Gemeinsame Spezifikation von Produkt, Produktionssystem und Prüfmittel.....	99
4.1.3	Beziehungen im Referenzprozess.....	100
4.1.4	Überblick über den generischen Referenzprozess.....	104
4.2	Beschreibung des generischen Referenzprozesses unter Zuhilfenahme des Systemmodells und dedizierter Hilfsmittel.....	112
4.2.1	Überblick über den ersten Durchlauf des Referenzprozesses.....	112
4.2.2	Produktentwicklung – erster Durchlauf.....	114
4.2.2.1	Beschreibung des groben Vorgehens.....	114
4.2.2.2	Produktschnittstellen.....	116
4.2.3	Hauptprozess der Produktionssystementwicklung – erster Durchlauf.....	121
4.2.4	Vorgehen der Prüfplanung – erster Durchlauf.....	123
4.2.4.1	Gesamtüberblick über die Prüfplanung.....	124
4.2.4.2	Unterstützung der Produkt- und Produktionssystementwicklung.....	128
4.2.4.3	Identifikation von Informationsquellen.....	129
4.2.4.4	Ermittlung potentieller Prüfmerkmale.....	130
4.2.4.5	Ermittlung von NPB Anforderungen für Prüfmittel ...	133
4.2.4.6	Prüfplanung (insbesondere Prüfmerkmalsauswahl)	135
4.2.4.7	Unterstützung der Prüfmittelentwicklung.....	141
4.2.5	Prüfmittelentwicklung – erster Durchlauf.....	141
4.2.5.1	Unterstützung der Produkt- und Produktionssystementwicklung.....	141
4.2.5.2	Anforderungsanalyse und Konzipierung der Prüfmittel.....	142
4.2.6	Zweiter Durchlauf des Referenzprozesses.....	149
4.2.7	Dritter Teilprozess des Referenzprozesses.....	153
4.2.8	Vierter Teilprozess des Referenzprozesses.....	158
4.3	Projekt- und unternehmensspezifische Anpassungsmöglichkeiten des integrativen Entwicklungsprozesses.....	164

<b>5 Anwendung der Entwicklungssystematik.....</b>	<b>171</b>
5.1 Ausgangssituation des Unternehmens und Einführung in das Anwendungsbeispiel.....	171
5.1.1 Ausgangssituation des Unternehmens.....	171
5.1.2 Einführung in das Anwendungsbeispiel.....	173
5.2 Ableitung des projekt- und unternehmensspezifischen Entwicklungsprozesses .....	175
5.3 Anwendung des projekt- und unternehmensspezifischen integrativen Entwicklungsprozesses .....	179
5.3.1 Produktentwicklung .....	179
5.3.1.1 Anforderungsanalyse.....	179
5.3.1.2 Konzipierung auf System- und Modulebene.....	183
5.3.1.3 Domänenspezifische Planung .....	187
5.3.2 Hauptprozess der Produktionssystementwicklung .....	188
5.3.3 Prüfplanung .....	188
5.3.3.1 Identifikation von Informationsquellen .....	188
5.3.3.2 Ermittlung potentieller Prüfmerkmale.....	189
5.3.3.3 Ermittlung von NPB Anforderungen.....	191
5.3.3.4 Prüfplanung (insbesondere Prüfmerkmalauswahl) ..	193
5.3.4 Prüfmittelentwicklung.....	196
5.3.4.1 Umfeldanalyse.....	196
5.3.4.2 Anwendungsszenarien .....	198
5.3.4.3 Anforderungsliste erstellen .....	199
5.3.4.4 Aufstellen der Funktionshierarchie .....	201
5.3.4.5 Erstellung des Morphologischen Kastens.....	211
5.3.4.6 Wirkstruktur .....	215
5.3.4.7 Erstellen der Grobgestalt.....	217
5.3.4.8 Verhaltensbeschreibung .....	219
5.3.4.9 Ableiten von Anforderungen an andere Funktionsbereiche .....	220
5.3.4.10 Zusammenfassung des Prüfmittelkonzeptes .....	224
5.4 Abgleich der Entwicklungssystematik mit den Anforderungen .....	226
<b>6 Zusammenfassung und Ausblick .....</b>	<b>229</b>
<b>7 Abkürzungsverzeichnis.....</b>	<b>235</b>
<b>8 Literaturverzeichnis .....</b>	<b>239</b>

## **Anhang**

<b>A1</b>	<b>Beziehungen im Entwicklungsprozess .....</b>	<b>1</b>
	A1.1 Einfluss auf die Prüfplanung .....	2
	A1.2 Einfluss der Prüfplanung auf die Funktionsbereiche .....	7
	A1.3 Einfluss der Prüfplanung, Produkt- und Produktionssystementwicklung auf die Prüfmittelentwicklung .....	9
	A1.4 Einfluss der Prüfmittelentwicklung auf die Entwicklungsbereiche .....	14
<b>A2</b>	<b>Angepasste Prozess-FMEA zur Festlegung von Prüfmerkmalen....</b>	<b>18</b>
<b>A3</b>	<b>Alternative Verzahnung der V-Modelle von Produkt und Prüfmittel</b>	<b>20</b>
<b>A4</b>	<b>Ergänzende Informationen zum Anwendungsbeispiel.....</b>	<b>22</b>
<b>A5</b>	<b>Grundprinzip des Gesamtvorgehens in abstrahierter und komprimierter Form.....</b>	<b>25</b>