

1 Einleitung.....	1
1.1 Problematik.....	1
1.2 Zielsetzung	4
1.3 Vorgehensweise	5
2 Problemanalyse.....	7
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

3 Stand der Technik	65
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 felddbusfähiger 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

4	Entwicklungssystematik.....	95
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

5 Anwendung der Entwicklungssystematik.....	171
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
6 Zusammenfassung und Ausblick.....	229
7 Abkürzungsverzeichnis.....	235
8 Literaturverzeichnis	239