

# Inhaltsverzeichnis

Vorwort .....	5
<b>1 Produktentwicklungsprozesse im Wandel .....</b>	<b>11</b>
1.1 Auf dem Weg zur «Virtuellen Produktentwicklung» .....	12
1.2 Entwicklungsprozesse von morgen .....	18
1.2.1 Frontloading – neue Möglichkeiten durch «Virtuelles Engineering» .....	27
1.2.2 Integration – Entwicklungsdisziplinen rücken zusammen ...	28
1.2.3 Kostensenkung – Daueraufgabe im ganzheitlichen Produktentstehungsprozess .....	29
1.3 Virtueller Prozess – Treiber und Risiko .....	33
1.3.1 Arbeitsorganisation und Arbeitsteilung in der Veränderung ...	33
1.3.2 Risiken im virtuellen Prozess .....	36
1.4 Schlussfolgerungen und Ausblick .....	39
<b>2 Produkt- und prozessbezogene Daten .....</b>	<b>41</b>
2.1 Informations- und Datenmodelle .....	41
2.1.1 Produktmodelle .....	42
2.1.1.1 Produktmodellierung .....	44
Geometriemodelle .....	44
Modellierungstechniken .....	49
CAD-Modellierung im Kontext virtueller Entwicklung .....	59
2.1.1.2 Reverse Engineering .....	62
2.1.2 Integrierte Datenmodelle .....	67
2.2 Datenmanagement .....	70
2.2.1 Produktlebenszyklus-Management .....	71
2.2.1.1 Produktdaten-Managementsysteme .....	72
2.2.1.2 Anforderungsmanagement .....	78
2.2.1.3 Partnerübergreifendes Projektmanagement .....	80
2.3 Datenvisualisierung .....	83
2.3.1 Digital-Mock-Up .....	85
2.3.2 Virtual Reality .....	89
2.3.3 Augmented Reality .....	96
2.4 Datenqualität .....	99
2.5 Datenaustausch .....	101
2.6 Schlussfolgerungen und Ausblick .....	106
<b>3 Berechnung und Simulation .....</b>	<b>111</b>
3.1 Zur Anwendung von Berechnung und Simulation .....	113
3.2 Kurzcharakteristik ausgewählter Methoden von Berechnung und Simulation .....	116
3.2.1 Analytische Methoden .....	120
3.2.2 Mehrkörpersimulation .....	121
3.2.3 Finite-Elemente-Methoden .....	123

3.2.4	Strömungssimulation .....	126
3.2.5	In-the-loop-Simulation .....	129
3.2.6	Statistische Versuchsplanung .....	132
3.2.7	Neuronale Netze .....	139
3.2.8	Fuzzy-Logic .....	143
3.2.9	Multiphysik .....	146
3.3	Schlussfolgerungen und Ausblick .....	150
4	Computerunterstützte Entwicklung .....	155
4.1	Simulationsgestützte Mechanikentwicklung .....	155
4.1.1	Funktionsorientierte Aufgabenstellungen .....	156
4.1.1.1	Auslegung Grundmechanik .....	157
4.1.1.2	Abstimmung Ladungswechsel/Arbeitsprozess ....	161
4.1.1.3	Gemischbildung – Verbrennung – Abgasnachbehandlung .....	164
4.1.1.4	Festigkeitsberechnungen .....	169
4.1.1.5	Optimierung Motorakustik .....	174
4.1.1.6	Öl-/Wasserkreisläufe, Thermomanagement, Kraftstoffsysteme .....	176
4.1.1.7	Getriebe- und Antriebsstrangentwicklung .....	179
4.1.1.8	Crash-Simulation in der Fahrzeugentwicklung ....	183
4.1.2	Fertigungsorientierte Aufgabenstellungen .....	187
4.1.2.1	Toleranzsimulation .....	188
4.1.2.2	Gießsimulation .....	191
4.1.2.3	Einbau- und Montagesimulation .....	194
4.2	Entwicklung von Elektrikkomponenten .....	196
4.2.1	Bordnetzentwicklung .....	196
4.3	Entwicklung von Elektronikkomponenten .....	201
4.3.1	Applikation von Steuergeräten .....	201
4.3.1.1	Einführung .....	201
4.3.1.2	Virtuelle Motorapplikation .....	204
4.3.1.3	Datensatzmanagement in der Applikation .....	210
4.3.2	Softwareentwicklung für Motorsteuergeräte .....	213
4.3.3	Echtzeitmotorsimulation .....	222
4.4	Schlussfolgerungen und Ausblick .....	225
5	Prototyping .....	227
5.1	Rapid Prototyping .....	228
5.2	Konventionelles Prototyping .....	231
5.3	Schlussfolgerungen und Ausblick .....	232
6	Wissen im Entwicklungsprozess .....	233
6.1	Wissen – auf dem Weg zur Ressource .....	233
6.2	Wissensbasiertes Engineering .....	235
6.2.1	Wissensdatenbanken .....	237
6.2.2	Wissensbasierte Konstruktion .....	239
6.2.3	Expertensysteme .....	241
6.3	Schlussfolgerungen und Ausblick .....	242

<b>7</b>	<b>Informationstechnik – Schlüsseltechnologie für die virtuelle Entwicklung .....</b>	<b>245</b>
7.1	IT-Infrastruktur .....	246
7.2	CAX-Prozess .....	251
7.3	Schlussfolgerungen und Ausblick .....	252
<b>8</b>	<b>Der Faktor Mensch in der Virtuellen Produktentwicklung .....</b>	<b>255</b>
8.1	Anforderungen an Mitarbeitende der ViP .....	255
8.2	Zusammenarbeit und Kommunikation in virtuellen Teams .....	256
8.3	Wissensmanagement: Wie lässt sich Wissensaufnahme und -weitergabe optimieren? .....	257
8.4	Belastung und Stressbewältigung .....	259
8.5	Schlussfolgerungen und Ausblick .....	261
<b>9</b>	<b>Von «ViP» zur «Digitalen Fabrik» .....</b>	<b>263</b>
9.1	Digitalisierung der Produktentstehung – ein globaler Megatrend ....	263
9.2	Etappen der virtuellen Produktentstehung .....	263
9.2.1	ViP .....	263
9.2.2	Digitale Fabrik .....	265
9.3	Schlussfolgerungen und Ausblick .....	269
<b>10</b>	<b>Beispiele computerunterstützter Entwicklung .....</b>	<b>271</b>
10.1	CAD-Modellierung eines Zylinderkopfs .....	271
10.2	Auslegung Rollenschlepphebeltrieb .....	279
10.3	Mechatronikentwicklung «variable Ventilsteuerung» .....	287
10.4	DoE-Versuchsplan und Auswertung .....	292
10.5	Augmented-Reality-Anwendungen .....	298
10.6	Systematische Synthese und Bewertung von Getriebestrukturen ....	300
10.7	Gießsimulation und Prototyping-Prozess .....	307
10.8	Wissensdatenbank in der Produktentwicklung .....	315
	<b>Abkürzungsverzeichnis .....</b>	<b>319</b>
	<b>Glossar .....</b>	<b>335</b>
	<b>Verwendete Formelzeichen und Indizes .....</b>	<b>348</b>
	<b>Anhang .....</b>	<b>349</b>
1	Häufig angewendete universelle CAX-/PDM-Tools .....	349
2	Häufig angewendete spezifische CAE-Tools .....	352
3	Beispiele für CAE-Software-Plattformen .....	355
	<b>Quellen- und Literaturverzeichnis .....</b>	<b>357</b>
	<b>Stichwortverzeichnis .....</b>	<b>369</b>