

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
1.1	Der O404 INNOVISIA – ein schwergewichtiges mechatronisches System.	3
1.2	Motivation und Zielsetzung	8
1.3	Gliederung der Arbeit	10
2	Fahrzeugfederung	13
2.1	Einführung in die Technik der Fahrzeugfederung	13
2.2	Randbedingungen und Anforderungen an eine Fahrzeugfederung.	16
2.2.1	Anregungen der Fahrzeugfederung	16
2.2.2	Aufgaben und Ziele der Fahrzeugfederung	17
	1. Abstützen der statischen Last des Aufbaus	17
	2. Aufbaubewegungen dämpfen.	17
	3. Radbewegungen dämpfen	18
	4. Horizontieren	18
	5. Berücksichtigen variabler Lasten	18
	6. Entkopplung des Aufbaus gegenüber hochfrequenter Fahrbahnanregung.	19
	7. Eigenlenkverhalten.	19
	8. Abrollkomfort.	19
2.2.3	Bauelemente der klassischen Fahrzeugfederung.	20
2.2.4	Bewertungskriterien	21
2.2.5	Zielkonflikt	23
2.3	Aktive Fahrzeugfederungssysteme.	27
2.3.1	Charakterisierung aktiver Fahrzeugfederungssysteme	29
	1. Begrifflichkeiten	29
	2. Komplexität.	29
	3. Quantitatives Potenzial - Erfolg	30
	4. Qualitatives Potenzial	31
	5. Abstützung	32
	6. Nachteile.	33
2.3.2	Funktionsprinzipien aktiver Fahrzeugfederungssysteme	33

3	Entwurfsmethodik für mechatronische Produkte	39
3.1	Mechatronik	39
3.1.1	Was ist Mechatronik?	39
3.1.2	Ziel der Mechatronik	41
3.2	Klassische Konstruktionssystematik	42
3.2.1	Konstruktionssystematik nach Pahl und Beitz	42
	1. Produktplanung und Aufgabenklärung	44
	2. Konzept	45
	3. Entwurf	45
	4. Ausarbeiten	46
3.2.2	Handlungsbedarf im Sinne der Mechatronik	46
3.3	Der mechatronische Entwurf	50
3.3.1	Die mechatronische Komposition	51
3.3.2	Ein Objektmodell der Mechatronik	53
3.3.3	Strukturierung mechatronischer Systeme	56
3.3.4	Modellbildung – Art, Umfang und Vorgehensweise bei der Entwicklung und Erprobung des neuen Aktors	61
4	Analyse der Aktorik der aktiven Federung	66
4.1	Aktivitäten im Bereich der aktiven Federung	67
4.2	Anforderungen an die Aktorik	70
4.2.1	Energieversorgung	71
	1. Elektromotor-Pumpen-Kombination	74
	2. Regenerative Energieversorgungseinheit	75
	3. Zusammenfassung	75
4.2.2	Federbeinaktor	76
	1. Reibung im Aktor	78
	2. Auslegung der passiven Aufbaufedersteifigkeit	78
	3. Auslegung der passiven Dämpferrate und Dämpferbeeinflussung	79
4.3	Analyse der Aktorik im O404 INNOVISIA	80
4.3.1	Istzustand	80
	1. Energieversorgung	80
	2. Federbeinaktorik	81
	3. Quintessenz	82
4.3.2	Neue Produktideen – das Projekt Neigebus	82

5	Konstruktion des neuen reversierenden Antriebsaktors	86
5.1	Konzeptphase	87
5.1.1	Modellbildung	87
5.1.2	Modellbasierte Analyse der Konzeptidee	96
	1. Potenzial der neuen Konzeptidee	96
	2. Vorgaben für die Konstruktion	104
	3. Ausblick für alternative Federbeine	105
5.1.3	Auswahl des Verdrängerprinzips	106
5.1.4	Erarbeiteter Konzeptentwurf	109
5.2	Mechatronische Komposition	118
5.2.1	Exzentrizitätsverstellung	118
	1. Seitliche Verstellkolbenflächen	119
	2. Hydrostatische Lagerung des Verstellkolbens	125
	3. Reibungs- und Leckageverhältnisse am Verstellkolben	128
	4. Verstellkolbenventil	132
5.2.2	Hydraulische Verdrängereinheit	133
	1. Kinematische Beschreibung	135
	2. Beschreibung der Hydraulik	140
5.2.3	Analyseergebnisse	145
	1. Bewegungsmechanismus – Kinematik	145
	2. Bewegungsverhalten – Dynamik	147
	3. Geregeltes Bewegungsverhalten – Mechatronik	150
5.3	Ausarbeitung und Entwurf	152
5.3.1	Anforderungsliste	153
5.3.2	Gestalterische Lösungen	154
5.3.3	Festigkeitsuntersuchungen	159
6	Fertigung und Montage des neuen Aktors	160
7	HIL-Prüfstand zur Erprobung des neuen Aktors	163
7.1	Produktidee: Hardware-in-the-Loop-Prüfstand	164
7.2	Konzept des Prüfstands	168
7.2.1	Modellbildung	168
7.2.2	Modellbasierte Analyse und Synthese der Konzeptidee	174
7.2.3	Der Übergang vom virtuellen zum realen Prüfstand	177
7.3	Der reale Hardware-in-the-Loop-Prüfstand	179
7.3.1	Vorstellung des realen Prüfstands	179
7.3.2	Ergebnisse	182

8	Zusammenfassung und Ausblick	192
9	Anhang	196
9.1	Prüfstandsdocumentation	196
9.2	Technische Zeichnungen des neuen Antriebsaktors	200
10	Literatur	208