

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Federungssysteme im Überblick.....</b>	<b>1</b>
1.1	Anforderungen an ein Federungssystem.....	1
1.2	Grundsätzlicher Aufbau eines Federungssystems.....	5
1.3	Die hydropneumatische Federung im Vergleich zu anderen Federungskonzepten .....	6
1.3.1	Vergleich der Federungseigenschaften .....	6
1.3.2	Vergleich der Dämpfungseigenschaften .....	9
1.3.3	Niveauregulierung .....	10
1.3.4	Erfüllung der nicht-funktionellen Anforderungen .....	11
1.4	Anwendungsgebiete für hydropneumatische Federungssysteme.....	13
<b>2</b>	<b>Grundlagen der Federungs- und Dämpfungseigenschaften hydropneumatischer Systeme .....</b>	<b>15</b>
2.1	Allgemeiner Aufbau und Wirkungsweise.....	15
2.2	Federungseigenschaften.....	17
2.2.1	Physik der Gase .....	17
2.2.2	Berechnungshinweise .....	20
2.2.3	Nicht vorgespannte hydropneumatische Federungen .....	21
2.2.4	Systeme mit mechanischer Vorspannung .....	31
2.2.5	Systeme mit konstanter hydraulischer Vorspannung.....	36
2.2.6	Systeme mit variabler hydraulischer Vorspannung .....	43
2.3	Dämpfungseigenschaften.....	45
2.3.1	Dämpfung durch Festkörperreibung .....	46
2.3.2	Dämpfung durch Flüssigkeitsreibung .....	50
2.3.3	Endlagendämpfung .....	55
2.4	Kombinierte Wirkung von Federung und Dämpfung .....	60
<b>3</b>	<b>Auslegung der hydropneumatischen Federungs- und Dämpfungselemente .....</b>	<b>65</b>
3.1	Auslegung der Federungselemente .....	65
3.1.1	Zylinder .....	67
3.1.2	Erforderliche Druckspeicher-Gasfüllung.....	69
3.1.3	Detaillierte Bestimmung von $p_0$ und $V_0$ .....	71
3.2	Auslegung der hydraulischen Dämpfungselemente.....	83
3.2.1	Einfachwirkender Zylinder im nicht hydraulisch vorgespannten System .....	83

---

3.2.2	Doppeltwirkender Zylinder im nicht hydraulisch vorgespannten System .....	86
3.2.3	Doppeltwirkender Zylinder im hydraulisch vorgespannten System .....	89
<b>4</b>	<b>Konstruktionselemente im Federkreis .....</b>	<b>91</b>
4.1	Zylinder .....	91
4.1.1	Funktion und Anforderungen .....	91
4.1.2	Zylinderbauarten .....	92
4.1.3	Dichtungen .....	97
4.1.4	Endlagendämpfung .....	101
4.1.5	Lagerbauarten .....	103
4.2	Druckspeicher .....	105
4.2.1	Funktion und Anforderungen .....	105
4.2.2	Speicherbauarten .....	107
4.2.3	Maßnahmen gegen Diffusions-Druckverlust .....	110
4.2.4	Konstruktive Integration .....	112
4.3	Strömungswiderstände .....	113
4.3.1	Nicht einstellbare Blenden und Drosseln .....	114
4.3.2	Richtungsabhängige Strömungswiderstände .....	116
4.3.3	Einstellbare Strömungswiderstände .....	119
4.4	Leitungselemente .....	122
4.4.1	Funktion und Anforderungen .....	122
4.4.2	Auslegung des Leitungsquerschnittes .....	124
4.4.3	Rohre .....	126
4.4.4	Schläuche .....	128
4.4.5	Verschraubungen .....	131
<b>5</b>	<b>Niveauregulierung .....</b>	<b>135</b>
5.1	Zylinderinterne Niveauregulierung .....	135
5.2	Mechanisch geregelte Niveauregulierung .....	137
5.3	Elektronisch geregelte Niveauregulierung .....	140
5.3.1	Funktion .....	140
5.3.2	Hydraulische Schaltung .....	140
5.3.3	Regelalgorithmen .....	143
<b>6</b>	<b>Sonderfunktionen hydropneumatischer Federungssysteme .....</b>	<b>151</b>
6.1	Abschaltung der Federung .....	151
6.1.1	Abschaltung durch Sperren des Hydraulikkreises .....	151
6.1.2	Abschaltung durch Einfahren an den mechanischen Anschlag .....	153
6.1.3	„Quasi-Abschaltung“ durch sehr hohe Federsteifigkeit .....	154
6.2	Verstellung der Federungsmittellage .....	155

6.3	Beeinflussung der Wank- und Nicksteifigkeit .....	156
6.3.1	Gleichseitig gekoppelte Zylinder .....	156
6.3.2	Entkoppelte Zylinder .....	157
6.3.3	Differenzialzylinder-Kreuzschaltung.....	158
6.4	Federratenverstellung durch Zu-/Abschaltung von Druckspeichern .....	162
<b>7</b>	<b>Konstruktionsbeispiele .....</b>	<b>165</b>
7.1	Traktor-Vorderachsfederung TLS I von John Deere .....	165
7.2	PKW-Achsenfederungssystem von Citroen.....	172
<b>8</b>	<b>Verzeichnis relevanter Patente .....</b>	<b>183</b>
8.1	Beeinflussung der Federungseigenschaften .....	183
8.2	Wankstabilisierung und Hangausgleich.....	193
8.3	Federungsblockierung.....	198
<b>9</b>	<b>Ein Blick in die Zukunft .....</b>	<b>201</b>
	<b>Verzeichnis der Formelzeichen und Abkürzungen.....</b>	<b>205</b>
	<b>Literaturverzeichnis .....</b>	<b>209</b>
	<b>Index.....</b>	<b>215</b>