

# Verzeichnis der Formelzeichen und Abkürzungen

$A_K$	Wirksame Fläche, die beim Einfedern des Zylinders Öl verdrängt. Beim einfachwirkenden Zylinder ist dies die Kolbenfläche, beim regenerativ betriebenen, doppeltwirkenden Zylinder ist es die Querschnittsfläche der Kolbenstange.
$A_R$	Wirksame Fläche, die beim Ausfedern des Zylinders Öl verdrängt. Dies gibt es nur beim doppeltwirkenden Zylinder und entspricht der Fläche des Ringes zwischen Kolbendurchmesser und Stangendurchmesser.
$A_S$	Querschnittsfläche der Kolbenstange
$s$	Weg des Kolbens. Es gilt $s=0$ für die Mittellage, also die exakte Mitte zwischen den Endpositionen „Ausfederanschlag“ und „Einfederanschlag“. Es sei definiert, dass $s>0$ eine Kompression und $s<0$ eine Entspannung des Gasvolumens im kolbenseitigen Druckspeicher zur Folge hat.
$s_B$	Gesamtfederweg im Bezugspunkt der Position der gefederten Masse
$h$	Zylinderhub
$L$	Stützabstand der beiden Zylinder einer Achse
$\alpha$	Allg. Winkelangabe
$v$	Ein-/Ausfahrgeschwindigkeit des Zylinders
$\dot{V}$	Volumenstrom
$i$	Übersetzungsverhältnis der Federungskinematik
$h_{0F}$	Relative Gassäulenhöhe: Die Höhe der Gassäule mit dem Druck $p_0$ , die bei einem Volumen $V_0$ genau die Grundfläche hat, so dass die Kraft $F_{F1}$ von ihr getragen wird.
$d_K$	Kolbendurchmesser
$d_S$	Stangendurchmesser
$e$	Abstand von Kolben- zu Stangenführungselement
$F_F$	Am Zylinder angreifende äußere Federlast
$F_{F1}$	Statische Federlast in Mittellage
$F_{F2}$	Dynamische Federlast während des Federungsvorganges
$F_K$	Kraft durch den Druck $p_K$ auf die Kolbenfläche $A_K$
$F_R$	Kraft durch den Druck $p_R$ auf die Ringfläche $A_R$
$F_V$	Vorspannkraft in Mittellage
$F_{hydr}$	Kraft des hydraulischen Systems
$F_{mech}$	Kraft der mechanischen Feder

---

$F_{D,hyd}$	Dämpfungskraft durch Flüssigkeitsreibung (hydraulische Dämpfungskraft)
$P_{D,hyd}$	Dämpfungsleistung durch Flüssigkeitsreibung (hydraulische Dämpfungsleistung)
$K$	Widerstandskonstante eines hydraulischen Strömungswiderstandes
$\nu$	Dynamische Viskosität des Hydraulikfluids
$\rho$	Dichte des Hydraulikfluids
$M_D$	Drehmoment
$V_0$	Druckspeichervolumen, Gasvolumen im Druckspeicher, wenn kein äußerer hydraulischer Druck anliegt
$V_1$	Gasvolumen im Speicher nach Belastung des Federungssystems mit der statischen Federlast $F_{F1}$
$V_2$	Gasvolumen im Speicher während des dynamischen Federungsvorganges
$p$	Druck
$p_0$	Speicherfülldruck bei Raumtemperatur (293,15 K)
$p_{0,T}$	Temperaturabhängiger Speicherfülldruck
$p_{0,T,korr}$	Temperaturabhängiger Speicherfülldruck, dazu miteinbezogen die Toleranz der Gasfüllmenge und der Druckverlust über der Lebensdauer
$p_1$	Hydraulischer Druck nach Belastung des Federungssystems mit der statischen Federlast $F_{F1}$
$p_2$	Hydraulischer Druck während des dynamischen Federungsvorganges
$p_V$	Hydraulischer Vorspanndruck der Ringseite
$p_{zul}$	Maximal zulässiger Betriebsdruck des Druckspeichers
$p_{sys}$	Maximal verfügbarer System-Versorgungsdruck
$p_z$	Druck im Zylinder allgemein
$p_{Sp}$	Druck im Druckspeicher allgemein
$R$	Gaskonstante [J/kg*K]
$\kappa$	Adiabatexponent
$n$	Polytropenexponent
$T$	Temperatur
$m_G$	Gasmasse
$m_F$	Gefederte Masse
$\omega$	Eigenkreisfrequenz
$f$	Eigenfrequenz
$g$	Erdbeschleunigung
$c$	Federrate
$c_{hydr}$	Federrate des hydraulischen Systems
$c_{mech}$	Federrate der mechanischen Vorspannung
$w$	Wankfederrate
$n_R$	Radlastfaktor
$t$	Zeit

weitere allgemeine Indices:

$XX_{\min}$	Minimalwert für die Größe $XX$
$XX_{\max}$	Maximalwert für die Größe $XX$
$XX_{\text{grenz}}$	Grenzwert für die Größe $XX$
$XX_K$	bezogen auf das kolbenseitige System
$XX_R$	bezogen auf das ringseitige System
$XX_S$	bezogen auf die Kolbenstange
$XX_{LI}$	bezogen auf die linke Seite
$XX_{RE}$	bezogen auf die rechte Seite
$XX_a$	bezogen auf den hydraulischen Kreis a
$XX_b$	bezogen auf den hydraulischen Kreis b

# Literaturverzeichnis

- [ACH05] Achleitner, A. et al.: Der neue Porsche 911 Carrera, Automobiltechnische Zeitschrift Band 107 (2005) Heft 1, S. 40–49
- [BAL03] Baldi, M.; Meirelles, P.S.: Hydropneumatic suspensions design, Proceedings of DECT'03, International design engineering technical conferences and computers and information engineering conference, 2–6 September 2003, Chicago, Illinois, S.2555–2563
- [BRE96] Breuer, W.: Mechatronische Elemente bei der Untersuchung eines vierachsigen Geländefahrzeuges, Konferenz-Einzelbericht: Berechnung und Simulation im Fahrzeugbau, Würzburg, Germany, 1996, VDI Berichte Band 1283 (1996) S. 585–599
- [BRE03] Breith, B.: Die Schwingungen dämpfen, Das ThyssenKrupp Magazin (2003), Heft 2, S. 15–19
- [CAR90] Carbonaro, O.: Hydractive suspension electronic control system. Control technology and philosophy, Konferenz-Einzelbericht: 23<sup>th</sup> FISITA Congress, Torino, Italy, May 1990, Band 1 (1990) S. 779–783
- [CAS96] Castiglioni, G.; Jäker, K.P.; Schlüter, F.: Das aktive Fahrwerk mit elektrischen Aktuatoren, Automatisierungstechnik Band 44 (1996) Heft 7, S. 345–350
- [CAU01] Causemann, P.: Kraftfahrzeugstoßdämpfer: Funktionen, Bauarten, Anwendungen, 2. Auflage, Landsberg/Lech: Verlag Moderne Industrie 2001
- [DEP02] Deprez, K.; Martens, K.; Ramon, H.: Comfort improvement by passive and semi active hydropneumatic suspension using global optimization technique, American control conference, 8–10 May 2002, Anchorage, USA
- [DEP05] Deprez, K. ; Moshou, D.; Ramon, H.: Comfort improvement of a nonlinear suspension using global optimization and in situ measurements, Journal of sound and vibration, Band 284 (2005) Heft 3–5, S. 1003–1014
- [DUB90] Dubbel, Hrsg. Beitz, W.; Küttner, K.-H.: Taschenbuch für den Maschinenbau, 17. Aufl., Berlin, Heidelberg, New York, Springer-Verlag 1990
- [EBE74] Ebertshäuser et al.: Bauelemente der Ölhydraulik, Teil I und II, Mainz, Otto-Krauskopf-Verlag 1974
- [ELD96] El Demerdash, S.M.; Crolla, D. A.: Hydro-pneumatic slow-active suspension with preview control, Vehicle System Dynamics Band 25 (1996) Heft 5, S. 369–386
- [ELL02] Ellmann, S.; Löser, F.: Elektromechanisches Levelling System, Forum Thyssen Krupp (2002) Heft 1

- [ELS98] Els, P.S.; Giliomee, C.L.: Semi-active hydropneumatic spring and damper system, Journal of terramechanics / The international society for terrain vehicle systems, Durham, NC, Band 35 (1998) Heft2, S. 109–117
- [ELS00] Els, P.S.; Niekerk, J. L. van: Dynamic modeling of an off-road vehicle for the design of a semi-active, hydropneumatic spring-damper system, Vehicle System Dynamics Band 33 (2000) Heft. Suppl., S. 566–577
- [EUL03] Eulenbach, D.: Nivomat – Stand und Entwicklungstrends hydropneumatischer Niveauregelsysteme, Tagung: Kraftfahrzeugstoßdämpfer und ihr Einfluss auf das Fahrwerk, Komponenten und Systeme, 25. + 26. Nov 2003, Haus der Technik, Essen, Germany
- [FEL87] Felez, J.; Vera, C.: Bond graph assisted models for hydro-pneumatic suspension in crane vehicles, Vehicle System Dynamic, Band 16 (1987), S. 313–332
- [FEL94] Feldhaus, B.: Entwurf einer hydropneumatischen Federung für Stadt- und Straßenbahnfahrzeuge unter Einbeziehung bereits vorhandener hydraulischer Wagenfunktionen, TU Braunschweig 1994
- [FIN06] Findeisen, D.: Ölhydraulik, 5. Aufl., Berlin, Heidelberg: Springer Verlag 2006
- [FIS06] Fischer, M.; Freitag, E.; Bauer, W.: Hydraulikzylinder mit geringer Reibung für Landmaschinen, Konferenz-Einzelbericht: 5. Internationales Fluidtechnisches Kolloquium, Aachen, Germany; Fluidtechnik: T \* Band 7 (2006) S. 81–93
- [FLO04] NN: Intelligenz-Feder, Flottenmanagement (2004) Heft 2, S. 66
- [FLU01] NN: Abschied vom Rüttel-Transport; Brandneue hydraulische Vorderachsfederung bewahrt Container-Transporte vor Schäden, Fluid Band 35 (2001), Heft Mar, S. 18–20
- [GAU04] Gauchel, W.: Auswahl und Betrieb von Hydrospeichern, Ölhydraulik und Pneumatik, Konstruktionsjahrbuch 2004/2005, S. 60–67
- [GER06] Gerth, H.; Resch, R.; Freimann, R.: Automatisierte Applikation von Fahrwerksteuergeräten am Beispiel eines hydropneumatischen Wankfahrwerks, Konferenz-Einzelbericht: VDI-Berichte Band 1931 (2006), S. 775–786
- [GES97] Gessat, J.: Reibungsverhalten von Hydraulikdichtungen und Führungselementen, Ölhydraulik und Pneumatik Band 41 (1997) Heft 10, S. 743–746
- [GIL98] Giliomee, C. L.; Els, P.S.: Semi-active hydropneumatic spring and damper system, Journal of Terrametries 35 (1998), S. 109–117
- [GLA96] Glasner, E.C.; Povel, R.; Schutzner, P.: Introduction into advanced vehicle design, Heavy vehicle systems Band 3 (1996) Heft 1–4, S. 422–37
- [GOL84] Gold, H.: Eigenschaften einer ausschließlich mit Gas (Luft) arbeitenden Feder-Dämpfer-Einheit. VDI-GeS. Fahrzeugtechnik (HRSG.): Fahrdynamik und Federungskomfort, VDI-Bericht 546, Düsseldorf; VDI-Verlag 1984, S. 37 ff
- [GOR95] Goroncy, J.: Citroen Activa mit neuem Fahrwerk, Automobiltechnische Zeitschrift Band 97 (1995), Heft 7/8, S. 416–417

- [GUG02] Guggenbühler, B.: Konzeptionierung und Einbau eines hydropneumatischen Fahrwerks in einen Kommunalgeräteträger, FH Offenburg, Diplomarbeit 2002
- [HAR04] Harder, M.: Das Federungs-/Dämpfungssystem des neuen Astra, CTI-Konferenz: Federung und Dämpfung im Fahrwerk, Marriott Hotel Sindelfingen/Stuttgart, 06.–07. Jul 2004
- [HEN90] Henning, H.: Citroen XM V6, Automobiltechnische Zeitschrift Band 92 (1990), Heft 1, S. 22–27
- [HER99] Heras, S. de las; Codina, E.: A hydropneumatic suspension for heavy vehicles with variable damper and stiffness control, SIA – Actes du congres de dynamique du vehicle, Lyon 8–10 Juny 1999, S.43–48
- [HEY84] Heyer, G.: Hydropneumatische Federung und Niveauregelung für Kraftfahrzeuge, Konferenz-Einzelbericht: 6. Aachener Fluidtechnisches Kolloquium, Fachgebiet Hydraulik Band 2 (1984) Mar, S.321–334
- [HIM06] Himmelhuber, F.: Die aktiv geregelte Luftfederung für den Traktorsitz, Landtechnik 3/2006, S.132–133
- [HRO97] Hrovat, D.: Survey of advanced suspension developments and related optimal control applications, Automatica, Band 33 (1997), S. 1781–1817
- [HYV01] Hyvarinen, J. P.; Nevala, K.: Semi-active damping of the front axle of a tractor, 8<sup>th</sup> International Symposium on Theory of Machines and Mechanisms, Bucharest/Romania, Aug 28–Sep 1, 2001, Vol. IV, S.171–176
- [JOO91] Joo, F. R.: Dynamic analysis of a hydropneumatic suspension system, Concordia University, Canada, Thesis, 1991
- [KAE05] Käbler, R.: Benchmarking als Hilfsmittel zur ganzheitlichen schwingungstechnischen Auslegung von Landmaschinen, Konferenz-Einzelbericht: DMK, Dresdner Maschinenelemente Kolloquium, 2005 (2005) S. 467–473, Dresden: TUDpress Verlag der Wissenschaften
- [KAR74] Karnopp, D.C.; Crosby, M. J.; Harwood, R. A.: Vibration control using semi-active force generators, ASME J. Eng. Ind. 96 (1974) Nr. 2, S. 619–626
- [KOC] Koch, W.; Wilbers, B.: Neue Fahrwerkstechnik im Detail, Art Motor Verlag + Wilbers Products GmbH, Nordhorn; keine Jahresangabe
- [KON07] NN: Dämpfelemente sorgen schonend für Sicherheit, Konstruktion, Special Antriebstechnik, April 2007, S. 39
- [KOR82] Korkmaz, F.: Hydrospeicher als Energiespeicher, Berlin, Heidelberg, New York: Springer Verlag 1982
- [KRA95] N.N.: Citroen Xantia Activa mit neuem Fahrwerk. Sportlich fest und federweich, Kraftband Band 68 (1995) Heft 5, S. 260–262
- [KUC87] Kuchling, H.: Physik, 18. Auflage, Leipzig: VEB Fachbuchverlag 1987
- [LAT03] Latour, C.; Biener, R.: Schwingungstilgung in Radladern, O+P, Ölhydraulik und Pneumatik Band 47 (2003) Heft 3, S. 171–174

- [LEI92] Leichner, K.H.: Fahrzeuggerechte Speichersysteme und ihre Einsatzbedingungen, Ölhydraulik und Pneumatik Band 36 (1992) Heft 8, S. 498–501
- [LOE95] Lödige, H.; Kaplick, C.: Aktive Schwingungsdämpfung für ungefederte Arbeitsmaschinen, Ölhydraulik und Pneumatik, Band 39 (1995) Heft 3, S. 188–192
- [LUN1993] Lunze, G.: Die Zukunft im Nutzfahrzeugbau gehört den hydropneumatischen Federungen, Konferenz-Einzelbericht: 9. Fachtagung für Hydraulik und Pneumatik, Dresden, Germany 1993, Band 9 (1993), S. 208–228, Paper-Nr. H19
- [MAT03] Matthies H.J., Renius K.T.: Einführung in die Ölhydraulik, 4. Auflage, Wiesbaden: Teubner Verlag 2003
- [MAY04] Mayr, S.; Wagner W.: Entwicklung einer Vorderachsfederung für Spezialtraktoren, VDI-Berichte Nr. 1855 (2004), S. 41–48
- [MEL70] Meller, T.: Theoretische und praktische Untersuchungen an selbstpumpenden hydropneumatischen Federelementen für Kraftfahrzeuge, TH München Diss. 16.02.1970, Erlangen: Hogl., 1970
- [MES94] Messerschmidt, D.; Schermann, E.: Hydraulikhämmer in den Staaten der GUS, Baumaschine und Bautechnik, Band 41 (1994) Heft 5, S. 254–256
- [MEY04] Meyer, H.: Schwingungsentkopplung bei Landmaschinen, Zeitschrift Landtechnik Heft 1 (2004), S. 24–25
- [MON95] Monroe Auto Equipment: Variable Stoßdämpfer ohne Elektronik, Automobiltechnische Zeitschrift 1995, S. 329
- [MOR01] Moreau, X.; Nouillant, C.; Oustaloup, A.: Global and local suspension controls applied to vehicle braking on roads, ECC, Europ. Control Conf., 2001 (2001) S. 3642–3647
- [MOT91] MOT-Spezial: Alles über das Fahrwerk, Sonderheft der Zeitschrift MOT, SH04/91 001, Stuttgart: Vereinigte Motor-Verlage
- [MUE05] Mueller, P. et al: Das neue „Air Damping System“ der BMW HP2 Enduro, Automobiltechnische Zeitschrift 10/2005, Jahrgang 107, S.848–857
- [MUE] Mueller, H. K., Nau, B. S.: Hydraulikdichtungen, Kapitel 5 in [www.fachwissen-dichtungstechnik.de](http://www.fachwissen-dichtungstechnik.de)
- [MUR98] Murrenhoff, H.; Wallentowitz, H.: Fluidtechnik für mobile Anwendungen, Reihe Fluidtechnik, Aachen: Verlag Mainz 1998
- [MUR01] Murrenhoff, H.: Grundlagen der Fluidtechnik, Teil 1: Hydraulik, Reihe Fluidtechnik, Aachen: Shaker Verlag 2001
- [NAU71] Naumann, F.: Beitrag zum Regelverhalten hydropneumatischer Federungsanlagen, Univ. Stuttgart, Diss. 1971
- [OCH92] Ochs, M.; Wolf, F.: Fahrwerkssysteme – Entwicklungsziele und Methoden, Automobiltechnische Zeitschrift 1992, S. 54ff
- [OUP92] N.N.: Auswahl und Betrieb von Hydrospeichern, Ölhydraulik und Pneumatik, Konstruktionsjahrbuch 1992/93, S. 56–69

- [PEL04] Pelz, P.: Packaging von Luftfedersystemen, CTI-Konferenz: Federung und Dämpfung im Fahrwerk, Marriott Hotel Sindelfingen/Stuttgart, 06.–07. Jul 2004
- [RAK93] Rakheija, S.; Liu, P.; Ahmed, A.K.W.; Hong, S.: Analysis of an interlinked hydro-pneumatic suspension, Konferenz-Einzelbericht: ASME Winter Annual Meeting, New Orleans, US, 1993, ASME/DSC Band 52 (1993), S. 279–287
- [REI89] Reimpell, J.; Stoll, H.: Fahrwerktechnik: Stoß- und Schwingungsdämpfer, 2. Auflage, Würzburg: Vogel Verlag 1989
- [REI05] Reimpell, J.; Betzler J.: Fahrwerktechnik: Grundlagen, 5. Auflage, Würzburg: Vogel Verlag 2005
- [REZ04] Reitz, P. et al.: Geregelte Fahrwerksysteme für NKW, Konferenz-Einzelbericht: Aachener Kolloquium: Fahrzeug- und Motorentechnik, 13 (2004) S. 1427–1442
- [REZ05] Reitz, P. et al.: Potenzial aktiver Fahrwerksysteme, Konferenz-Einzelbericht: VDI-Berichte Band 1876 (2005) S. 47–62
- [SCM96] Schmidt, H.: Federungsmöglichkeiten an einem Traktor, Konferenz-Einzelbericht; Mobilhydraulik, VDI/MEG Kolloquium Braunschweig 1996, Agrartechnik Band 21 (1996), S. 119–130
- [SCM00] Schmidt, K.: Innovative Luftfeder-Dämpfermodule für die S-Klasse von DaimlerChrysler, Forum ThyssenKrupp (2000) Heft 1, S. 34–39
- [SCR92] Schramm, W.; Landesfeind, K.; Kallenbach, R.: Ein Hochleistungskonzept zur aktiven Fahrwerkregelung mit reduziertem Energiebedarf, Automobiltechnische Zeitschrift Band 94 (1992) Heft 7/8, S. 392–394, 397–400, 403
- [SCR03] Schroeder, R.: Möglichkeiten und Perspektiven der hydropneumatischen Federung, VDI-Berichte Band 1716 (2002) S. 69–74
- [SCU02] Schumann, A. R.; Anderson, R. J.: Optimal control of an active anti roll suspension for an off-road utility vehicle using interconnected hydragas suspension units, Vehicle System Dynamics Band 37 (2002) Heft Suppl., S. 145–156
- [SEI04] Seidel, H.: Wirkung und Beurteilung von Ganzkörper-Schwingungen – biologische Aspekte, Tagung: Humanschwingungen, Darmstadt 2004, VDI-Berichte Nr. 1821, S. 1–24
- [SIM94] Simson, D.: Eigenschaften eines neuartigen Vibrohammers, Baumaschine und Bautechnik Band 41 (1994) Heft 6, S. 326–329
- [STA91] Stack, S. M.: Development and testing of a hydropneumatic suspension system on a USMC AAV7A1, Springfield, Va.: NTIS, 1991
- [THO01] Thomas, B.: Konzeption und Simulation eines passiven Kabinenfederungssystems für Traktoren, Aachen: Shaker Verlag 2001
- [TRA90] Trauth, W.; Wetzel, M.: Stoßdämpferdichtungen mit geringer Reibung, Automobiltechnische Zeitschrift Band 92 (1990) Heft 10, S. 590–601



- [WAL97] Waller, R.; Näf, W.: Hydropneumatisches Querfeder- und Dämpfungssystem für Schienenfahrzeuge, O+P, Ölhydraulik und Pneumatik Band 41 (1997) Heft 10, S. 740–742
- [WEI89] Weiskopf, H.: Einzelradaufhängung – eine neue Basis im Fahrzeugkranbau, Technische Mitteilungen Krupp (1989) Heft 1, S. 29–36
- [WEI03] Weimann, C.; Götz, O.: DampMatic – Automatisch verstellbarer PKW-Stoßdämpfer, ThyssenKrupp Techforum (2003), Heft Juli, S. 30–33
- [YOH99] Yohsuke, A.: Suspension control, Automotive electronic handbook, 2<sup>nd</sup> edition, MacGraw Hill 1999, S. 18.1–18.19

# Index

## A

Abschaltung 151ff, 198ff  
Activa 172ff  
AFS siehe Activa  
Akkumulator siehe Druckspeicher  
Anti-Drop-Ventile 139  
Anwendungsgebiete  
  hydropneumatischer Federungen  
  13ff  
Arbeitsdruck 11, 20, 74, 201  
Ausfedern 7, 22

## B

Bauraum 11, 13, 36, 65, 96, 113,  
  126, 201  
Beschleunigungen 1ff, 56ff,  
  152, 174ff  
Blasenspeicher 107ff  
Blende 52ff, 58ff, 87, 114ff, 143  
Bodenfreiheit 155  
Boyle-Mariotte 18  
Bypass-Bohrung 101, 118

## C

Controller 140ff, 165, 187

## D

Dämpfung 9ff, 45ff, 83ff, 113ff  
Dämpfungsbuchse 102  
Dämpfungs-Verstellung, manuell,  
  adaptiv, semi-aktiv 119ff  
Dichtlippe 48, 97ff  
Dichtsystem 10, 98, 108  
Dichtungen 97ff, 173  
Diffusion 12, 73ff, 110ff

Dreipunktregler mit Schalthysterese  
  148

Drossel 51ff, 114ff

Druckbegrenzungsventil 53, 66,  
  117, 120

Druckgradient 97ff

Druckspeicher

  Befestigung 112ff

  Betriebsgrenzen,

  Membranspeicher 71ff

  Gasfüllung, Fülldruck 17, 20,  
  71, 73ff

  Kosten 42, 109ff, 113

  Volumen 17, 24, 70, 75, 109,  
  155, 191ff

Druckstufe 53ff, 83ff, 116, 121

Druckverhältnis 72ff, 107ff

Druckverlust

  am Druckspeicher s. Diffusion

  am Strömungswiderstand 50ff, 58,  
  83ff, 114ff, 123ff

## E

Eigenfrequenz 9, 26ff, 36, 41, 137,  
  169, 178

Einfedern 7, 22

Einmassenschwinger 9, 26ff

Einschraubstutzen 112, 131

Elastomerfedern 56

Endlagendämpfung 55ff, 101ff

## F

Federlast, statische, dynamische  
  8, 16, 22ff

Federratenverstellung, variable

  Federrate 43ff, 162ff, 174, 187

Federspeicher s. Druckspeicher  
 Federung, Abschaltung und  
 Reaktivierung 151ff, 198ff  
 Federungseinheit 16, 29ff, 138  
 Federungsmittellage 6, 27,  
 135ff, 155ff  
 Federungssystem 5ff  
 Federungsverhalten, progressives  
 6ff, 22  
 Federweg 1, 4, 7ff, 46, 55ff  
 Frontgewichtfederung 14, 116, 120  
 Frontlader 14, 26ff, 29  
 Führungselement 47ff, 92ff

## G

Gasdiffusion s. Diffusion  
 Gasfüllung s. Druckspeicher  
 Gasgleichung, allgemeine 17, 25  
 Gassäulenhöhe, relative 24  
 Gleitlager 92, 103ff  
 Gleitring 100  
 Gummi-Metall-Lager 103ff

## H

Hangausgleich 197  
 Harshness 10, 173  
 High-Speed-Dämpfung 118ff  
 Höhenverstellung, manuelle 155  
 Hydractiv System 14, 29ff, 172ff  
 Hydrauliköl 51  
 Hydromat 137

## I

Isentropenexponent,  
 Adiabatenexponent 18ff

## K

Kabinenfederung 14, 29ff  
 Kavitation 70, 74, 83ff, 95, 152  
 Kolbendichtung 98ff, 108  
 Kolbenspeicher 74, 107ff,  
 188, 196  
 Kolbenstange 92ff  
 Komfort 1ff, 53, 55

Konstruktionslage 7ff, 21  
 Koppelstange 138ff, 180ff  
 Kosten 11ff, 126, 133, s. auch  
 Druckspeicher  
 Kräftegleichgewicht am Kolben  
 15ff, 38, 67  
 Kraft-Weg-Diagramm 13, 17, 28,  
 34, 39, 42, 57ff, 60ff, 85

## L

Lagerbauarten 103  
 Lagesensor 16, 140ff  
 Lastbereich 80, 167  
 Leckölleitung 100  
 Leitungen, Federkeis, Regelung,  
 Versorgung 122ff  
 Loadsense-Steuerung 68, 124, 142  
 Low-Speed-Dämpfung 118ff  
 Luftfeder 6ff, 55, 203

## M

Maximaldruck-Kriterium 71ff  
 Membranspeicher 71ff, 105ff  
 Membranverformungs-Kriterium  
 71ff  
 Metallbalgspeicher 107, 112  
 Mittellage s. Federungsmittellage  
 Motorrad-Federbein 120  
 Multilayer-Membran 111

## N

Nickeigenfrequenz 27, 44, 169  
 Nicksteifigkeit 156  
 Nickträgheitsmoment 26, 44  
 Niveaulage s. Federungsmittellage  
 Niveauregeleinheit 16, 138ff, 173  
 Niveauregulierung 7ff, 10ff, 92,  
 135ff, 173ff, 183  
 Nivomat 108, 112, 135ff

## P

Polytropenexponent 19ff, 162  
 Pressarmatur 129ff  
 Primärdichtung 99

**Q**

Querschnittsauslegung für Leitungen  
125

**R**

Radaufstandskraft, Radlastfaktor 4  
 Radlast, dynamische, statische  
4, 177  
 Regelalgorithmus 143ff  
 Regelgenauigkeit 11, 143ff  
 Regler-Regelstrecke, Interaktion 144  
 Reibung  
 Festkörperreibung 5, 10, 45ff,  
 Flüssigkeitsreibung 45, 50ff  
 Gleitreibung 5, 47, 62, 98, 155  
 Haftreibung 5, 46ff, 63, 98,  
 155, 201  
 Reibungsdämpfer 47  
 Ringraum-Druckverstellung,  
 -umschaltung 44ff, 186ff  
 Ringraum-Vorspanndruck 37ff, 49,  
 68ff, 155, 170  
 Rohrleitungsabmessungen 126ff  
 Rückschlagventil  
 beidseitig sitzdichtes  
 142ff, 151ff  
 elektrisch entsperbares  
 141, 151  
 hydraulisch entsperbares  
 139, 141

**S**

Schieber, translatorisch verstellbar,  
 rotatorisch verstellbar 119ff, 138,  
 145, 174ff  
 Schläuche  
 Verlegung 130ff  
 Abmessungen und Typen 128ff  
 Schlauchspeicher 107ff  
 Schwerpunktlage 26ff, 155  
 Schwingungsdämpfer 54, 117  
 Sekundärdichtung 99  
 Shims 117ff  
 Spacer 117ff  
 Speicherfülldruck s. Druckspeicher

Speichervolumen s. Druckspeicher  
 Spezifikationsmerkmale  
 Druckspeicher 106ff  
 Leitungselemente 124  
 Zylinder 92  
 Stangendichtsystem 68, 97ff, 155  
 Stangenführung 48, 92ff  
 Steuerventil 16, 147ff  
 Stick-Slip-Effekt 98  
 Stoßdämpfer  
 s. Schwingungsdämpfer  
 Stufendichtring 99

**T**

Temperatureinfluss 17ff, 25, 51ff,  
 72ff, 108, 110, 123ff,  
 Tiefpass 139ff, 199  
 TLS Plus 45ff, 149, 155  
 Toleranzbereich 146, 148  
 Totband 139, 145ff

**U**

Überschwingen 140, 147ff  
 Übersetzungsverhältnis der  
 Achsgeometrie 168

**V**

Verschraubungen 52, 114ff, 131ff  
 Verzögerungszeit 146  
 Viskosität 51  
 Vorderachsfederung  
 Carraro 36, 154  
 Fendt 42, 153, 199ff  
 John Deere TLS 42ff, 113, 147,  
 155, 165ff  
 Vorspannkraft 32ff, 37ff, 49, 67ff,  
 79ff, 152, 188ff

**W**

Wankstabilisierung 95, 174, 156ff,  
 179, 193ff  
 Wartungsaufwand 12ff, 73, 75, 96,  
 104ff, 111ff, 155  
 Wegeventil 139, 174, 180

**Z**

Zugstufe s. Druckstufe

Zusatzfeder 5, 10, 56

Zustandsänderung, isochore,  
isotherme, adiabate, polytrope  
18ff, 22, 72, 82, 158

Zwischendichtungsdruck 99ff

Zylinder

Differenzial-Z. 94, 158ff

doppeltwirkend 21, 29, 36, 67,  
85ff, 94ff

einfachwirkend 15, 83ff, 94ff,  
173, 186

Gleichlauf-Z. 94, 162

Konstruktionsprinzip 95

Plunger-Z. 21, 94ff, 200

Querkräfte 48, 91ff, 103

Wirkprinzip 94

Zylinderschaltung

Eilgang, regenerative Z. 21, 29, 86

entkoppelt 157, 179

gleichseitig gekoppelt 156, 194, 195

Kreuzschaltung 158ff, 193ff