

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Herstellen von Bauteilen</b>	<b>1</b>	1.4.1.8	Richten .....	27
1.1	Werkstoffe .....	1	1.4.2	Trennen .....	31
1.1.1	Einteilung der Werkstoffe .....	1	1.4.2.2	Zerteilen .....	31
1.1.1.1	Metalle .....	2	1.4.2.2.1	Spanen mit geometrisch bestimmten Schneiden .....	33
1.1.1.1.1	Eisenmetalle .....	2	1.4.2.2.2	Winkel am Schneidekeil .....	33
1.1.1.1.2	Nichteisenmetalle .....	5	1.4.2.2.3	Sägen .....	33
1.1.1.2	Nichtmetalle .....	5	1.4.2.2.4	Bohren .....	34
1.1.1.2.1	Natürliche Werkstoffe .....	6	1.4.2.2.5	Gewindeschneiden .....	35
1.1.1.2.2	Künstliche Werkstoffe .....	7	1.4.2.3	Fräsen .....	36
1.1.1.2.3	Betriebsstoffe .....	9	1.4.2.3.1	Spanen mit geometrisch unbestimmten Schneiden .....	37
1.1.1.3	Verbundstoffe .....	11	1.4.2.3.2	Schleifen .....	37
1.1.1.3.1	Schichtverbundstoffe .....	11	1.4.2.3.3	Trennschleifen .....	37
1.1.1.3.2	Teilchenverstärkte Verbundstoffe ..	11	1.4.2.4	Thermisches Trennen .....	38
1.1.1.3.3	Faserverstärkte Verbundstoffe .....	11	1.4.3	Fügen .....	38
1.1.2	Werkstoffeigenschaften .....	12	1.4.3.1	Lösbare Verbindungen .....	38
1.1.2.1	Physikalische Eigenschaften von Werkstoffen .....	12	1.4.3.1.1	Schraubenverbindungen .....	38
1.1.2.1.1	Mechanische Eigenschaften von Werkstoffen .....	12	1.4.3.1.2	Schraubensicherungen .....	40
1.1.2.1.2	Thermische Eigenschaften von Werkstoffen .....	13	1.4.3.2	Unlösbare Verbindungen .....	41
1.1.2.1.3	Elektrische Eigenschaften von Werkstoffen .....	13	1.4.3.2.1	Nieten .....	42
1.1.2.2	Chemische Eigenschaften von Werkstoffen – Korrosion .....	14	1.4.3.2.2	Schweißen .....	42
1.1.2.3	Technologische Eigenschaften von Werkstoffen .....	14	1.4.3.2.3	Löten .....	45
1.1.3	Werkstoffprüfung .....	15	1.4.3.2.4	Kleben .....	46
1.1.4	Werkstoffnormung .....	15	<b>2</b>	<b>Baugruppen und Bauteile von Maschinen</b> .....	49
1.1.4.1	Werkstoffnormung von Stahl .....	15	<b>2.1</b>	<b>Baugruppen und Bauteile eines Traktors</b> .....	49
1.1.4.2	Werkstoffnormung von Nichteisenmetall-Legierungen .....	17	<b>2.2</b>	<b>Baugruppen und Bauteile eines Mähdreschers</b> .....	50
<b>1.2</b>	<b>Prüfen</b> .....	18	<b>2.3</b>	<b>Baugruppen und Bauteile eines Radladers</b> .....	51
1.2.1	Subjektives Prüfen .....	18	<b>2.4</b>	<b>Baugruppen und Bauteile einer Motorsäge</b> .....	52
1.2.2	Objektives Prüfen .....	18	<b>3</b>	<b>Elektrik und Elektronik</b> .....	53
1.2.2.1	Messen und Messgeräte .....	18	<b>3.1</b>	<b>Zusammenwirken elektrischer und elektronischer Bauelemente</b> .....	53
1.2.2.1.1	Messen .....	18	3.1.1	Stromkreis eines elektrischen Verbrauchers .....	53
1.2.2.1.2	Messgeräte .....	19	3.1.1.1	Bauteile eines Stromkreises .....	54
1.2.2.2	Lehren .....	21	3.1.1.2	Stromrichtung im Stromkreis .....	55
1.2.3	Fehler beim Prüfen .....	21	3.1.2	Stromlaufplan eines Traktors bzw. einer selbstfahrenden Arbeitsmaschine mit Dieselmotor .....	55
<b>1.3</b>	<b>Anreißen</b> .....	22	3.1.2.1	Schaltzeichen .....	55
<b>1.4</b>	<b>Fertigungstechnik</b> .....	23	3.1.2.2	Klemmenbezeichnungen .....	56
1.4.1	Umformen .....	23			
1.4.1.1	Biegemoment .....	24			
1.4.1.2	Biegespannung .....	25			
1.4.1.3	Querschnittsänderung beim Biegen .....	25			
1.4.1.4	Biegeradius .....	25			
1.4.1.5	Verformungswiderstand beim Biegen .....	26			
1.4.1.6	Profilbiegen .....	26			
1.4.1.7	Abkanten .....	27			

3.1.2.3	Abschnittskennzeichnungen . . . . .	56	3.4.3	Anzeigegeräte mit Display bzw. Monitor . . . . .	80
3.1.3	Messen elektrischer Größen im Stromkreis . . . . .	61	3.4.4	Elektronische Schaltung der Kontrollleuchten und Anzeigegeräte . . . . .	80
3.1.3.1	Multimeter . . . . .	61	3.4.5	Warten eines Fahrer-informationssystems . . . . .	83
3.1.3.2	Messen einer Gleichspannung und Wechselspannung . . . . .	61			
3.1.3.3	Messen eines Gleichstromes und Wechselstromes . . . . .	62			
3.1.3.4	Messen eines elektrischen Widerstandes . . . . .	62	3.5	<b>Spannungsversorgung</b> . . . . .	84
3.1.4	Berechnungen an Stromkreisen . . . . .	62	3.5.1	Batterie . . . . .	84
3.1.4.1	Berechnen einer elektrischen Leistung . . . . .	62	3.5.1.1	Aufbau einer Batterie . . . . .	84
3.1.4.2	Berechnen einer elektrischen Arbeit	63	3.5.1.2	Funktionsprinzip einer Batterie . . . . .	85
3.1.4.3	Berechnen eines elektrischen Wirkungsgrades . . . . .	63	3.5.1.3	Kennzeichnung einer Batterie . . . . .	86
3.1.4.4	Ohmsches Gesetz . . . . .	64	3.5.1.4	Warten einer Batterie . . . . .	87
3.1.4.5	Berechnungen an einer Parallelschaltung . . . . .	65	3.5.1.5	Instandsetzen einer Batterie . . . . .	88
3.1.4.6	Berechnungen an einer Reihenschaltung . . . . .	65	3.5.2	Drehstromgenerator . . . . .	89
3.1.4.7	Berechnungen zum Leitungswiderstand und Spannungsfall . . . . .	66	3.5.2.1	Aufbau eines Drehstromgenerators . . . . .	89
3.1.4.8	Berechnungen zur Batteriekapazität	66	3.5.2.2	Arbeitsweise eines Drehstromgenerators . . . . .	89
3.1.5	Störungssuche in elektrischen Stromkreisen . . . . .	67	3.5.2.3	Stromkreise eines Drehstromgenerators . . . . .	92
3.1.5.1	Vorgehensweise bei einer Störungssuche . . . . .	67	3.5.2.4	Warten eines Drehstromgenerators . . . . .	93
3.1.5.2	Soll-Ist-Vergleich bei einer Störungssuche . . . . .	67	3.5.2.5	Instandsetzen eines Drehstromgenerators . . . . .	93
3.1.6	Instandsetzen von Stromkreisen . . . . .	67			
3.1.6.1	Austauschen defekter Bauteile . . . . .	67			
3.1.6.2	Erneuern oder Reparieren von Kabeln und Anschlüssen . . . . .	70			
<b>3.2</b>	<b>Beleuchtungsanlage</b> . . . . .	71	<b>3.6</b>	<b>Starteinrichtung</b> . . . . .	95
3.2.1	Fahrlicht . . . . .	71	3.6.1	Starter für Dieselmotoren . . . . .	95
3.2.2	Standlicht . . . . .	71	3.6.1.1	Aufbau eines Schub-Schraubtrieb-Starters . . . . .	96
3.2.3	Zusatzausrüstung einer Beleuchtungsanlage . . . . .	71	3.6.1.2	Arbeitsweise eines Schub-Schraubtrieb-Starters . . . . .	96
3.2.4	Leuchtmittel . . . . .	72	3.6.1.3	Stromkreise eines Schub-Schraubtrieb-Starters . . . . .	97
3.2.5	Gesetzliche Vorschriften zur Beleuchtungsanlage . . . . .	74	3.6.1.4	Warten eines Schub-Schraubtrieb-Starters . . . . .	98
3.2.6	Warten einer Beleuchtungsanlage . . . . .	74	3.6.1.5	Instandsetzen eines Schub-Schraubtrieb-Starters . . . . .	98
			3.6.2	Starthilfsanlagen . . . . .	99
			3.6.2.1	Flammstartanlage mit Heizflansch und elektronischer Steuerung . . . . .	99
			3.6.2.2	Flammstartanlage mit elektronischer Steuerung . . . . .	100
<b>3.3</b>	<b>Signalanlage</b> . . . . .	75	<b>3.7</b>	<b>Hochvolttechnik</b> . . . . .	101
3.3.1	Blinkanlage . . . . .	75	3.7.1	Elektrische Antriebe . . . . .	102
3.3.2	Bremslicht . . . . .	76	3.7.2	Instandhalten elektrischer Antriebe	103
3.3.3	Signalhorn . . . . .	76	<b>4</b>	<b>Hydraulik</b> . . . . .	107
3.3.4	Rundumleuchte . . . . .	76			
3.3.5	Gesetzliche Vorschriften zur Signalanlage . . . . .	76	4.1	<b>Arbeitshydraulik</b> . . . . .	107
3.3.6	Warten einer Signalanlage . . . . .	76	4.1.1	Bauteile der Arbeitshydraulik . . . . .	107
			4.1.1.1	Hydraulikpumpen . . . . .	109
			4.1.1.2	Hydraulikventile . . . . .	111
<b>3.4</b>	<b>Fahrerinformationssysteme</b> . . . . .	77	4.1.1.2.1	Stromventile . . . . .	111
3.4.1	Kontrollleuchten . . . . .	78	4.1.1.2.2	Druckventile . . . . .	113
3.4.2	Zeigerinstrumente . . . . .	79	4.1.1.2.3	Sperrventile . . . . .	114
			4.1.1.2.4	Wegesteuerventile . . . . .	115

4.1.1.3	Hydraulische Verbraucher .....	116	<b>5</b>	<b>Motoren-technik .....</b>	153
4.1.1.3.1	Hydraulikzylinder .....	117	<b>5.1</b>	<b>Dieselmotor .....</b>	155
4.1.1.3.2	Hydraulikmotoren .....	118	5.1.1	Kraftstoffe für Dieselmotoren .....	155
4.1.1.4	Verbindungselemente in Hydraulikanlagen .....	119	5.1.2	Arbeitsweise eines Dieselmotors ..	156
4.1.1.5	Hydrauliköl .....	121	5.1.2.1	Viertakt-Dieselmotor .....	156
4.1.2	Grundschaltungen .....	122	5.1.2.1.1	Arbeitsspiel eines Viertakt-Diesel- motors .....	156
4.1.2.1	Schaltungsformen nach Pumpentyp	122	5.1.2.1.2	Abgase eines Dieselmotors .....	157
4.1.2.2	Schaltungsformen nach der Ausführungsform des Ventilblockes	123	5.1.2.1.3	Steuerdiagramm eines Viertakt-Die- selmotors .....	158
4.1.2.3	Schaltungsformen nach der Steuerung des Volumenstromes ..	123	5.1.2.1.4	Arbeitstaktfolgen bei Mehrzylinder- Dieselmotoren .....	159
4.1.3	Berechnungen .....	126	5.1.2.2	Gemischaufbereitung bei Dieselmotoren .....	160
4.1.3.1	Volumenstrom, Hubkraft und Hubgeschwindigkeit .....	126	5.1.3	Baugruppen eines Dieselmotors ..	161
4.1.3.2	Übersetzung Kraft, Weg und Druck	128	5.1.3.1	Motorgehäuse .....	161
4.1.3.3	Leistung und Wirkungsgrad .....	129	5.1.3.2	Kurbeltrieb .....	163
4.1.4	Warten einer Arbeitshydraulik .....	130	5.1.3.2.1	Kolben .....	163
4.1.5	Instandsetzen einer Arbeitshydrau- lik .....	130	5.1.3.2.2	Kolbenringe .....	165
4.1.5.1	Ermitteln des Fehlers einer Arbeitshydraulik .....	130	5.1.3.2.3	Kolbenbolzen .....	166
4.1.5.2	Prüfen einer Hydraulikpumpe .....	131	5.1.3.2.4	Pleuelstange .....	166
4.1.5.3	Austauschen der Rohr- oder Schlauchleitungen .....	132	5.1.3.2.5	Kurbelwelle mit Schwungrad .....	167
4.1.6	Arbeitshydraulik eines Baggers .....	133	5.1.3.3	Motorsteuerung .....	168
4.1.6.1	Hydraulikschaltplan eines Baggers	133	5.1.3.4	Motorschmierung .....	169
4.1.6.2	Warten der Hydraulikanlage eines Baggers .....	136	5.1.3.5	Motorkühlung .....	171
<b>4.2</b>	<b>Regelhydraulik .....</b>	138	5.1.3.6	Ansaug- und Abgasanlage .....	173
4.2.1	Grundfunktionen der Regelhydraulik eines Traktors .....	138	5.1.3.6.1	Ansauganlage .....	173
4.2.2	Mechanische Hubwerkregelung .....	139	5.1.3.6.2	Aufladung .....	174
4.2.3	Elektronische Hubwerkregelung .....	140	5.1.3.6.3	Abgasanlage .....	175
4.2.4	Instandhalten einer Regelhydraulik .....	140	5.1.3.7	Kraftstoffanlage .....	177
<b>4.3</b>	<b>Lenkhydraulik .....</b>	141	5.1.3.7.1	Kraftstoffanlage mit Reihenein- spritzpumpe .....	178
4.3.1	Aufbau einer hydrostatischen Lenkung .....	141	5.1.3.7.2	Kraftstoffanlage mit mechanisch geregelter Verteilereinspritzpumpe ..	181
4.3.2	Funktion einer hydrostatischen Lenkung .....	143	5.1.3.7.3	Kraftstoffanlage mit elektronisch geregelter Verteilereinspritzpumpe ..	182
4.3.3	Instandhalten hydraulischer Lenkungen .....	145	5.1.3.7.4	Einspritzdüsen .....	184
<b>4.4</b>	<b>Hydrostatischer Fahrantrieb .....</b>	146	5.1.3.7.5	Elektronisch geregelte Einzel- pumpensysteme .....	186
4.4.1	Aufbau eines hydrostatischen Fahr- antriebes .....	146	5.1.3.7.6	Common-Rail-Einspritzsystem ..	187
4.4.2	Funktionsweise eines hydro- statischen Fahrantriebes .....	148	5.1.4	Instandhalten eines Dieselmotors ..	188
4.4.3	Instandhalten eines hydrostatischen Fahrantriebes .....	148	5.1.4.1	Warten eines Dieselmotors ..	188
			5.1.4.2	Instandsetzen eines Dieselmotors ..	188
			5.1.5	Berechnungen am Dieselmotor ..	190
			5.1.5.1	Hubraum, Hubverhältnis, Verdichtungsraum und Verdichtungs- verhältnis .....	190
			5.1.5.2	Gasdruck im Zylinder und Kolben- kraft .....	193
			5.1.5.2.1	Verdichtungsdruck .....	193
			5.1.5.2.2	Verbrennungsdruck .....	195
			5.1.5.2.3	Kolbenkraft .....	196
			5.1.5.3	Kolbengeschwindigkeit .....	197
			5.1.5.4	Ventilsteuerung .....	199
			5.1.5.4.1	Steuerzeiten .....	199

5.1.5.4.2	Ventilöffnungszeit . . . . .	200	<b>6</b>	<b>Triebwerkstechnik . . . . .</b>	237
5.1.5.4.3	Längenausdehnung der Ventile bei Wärme . . . . .	201	<b>6.1</b>	<b>Kupplung . . . . .</b>	238
5.1.5.5	Drehmoment, Leistung und Wirkungsgrad . . . . .	201	6.1.1	Scheiben-Trockenkupplung . . . . .	238
5.1.5.5.1	Drehmoment . . . . .	201	6.1.1.1	Einscheiben-Trockenkupplung . . . . .	238
5.1.5.5.2	Effektive Motorleistung . . . . .	202	6.1.1.2	Zwei- oder Mehrscheibenkupplung . . . . .	239
5.1.5.5.3	Drehmomentverlauf . . . . .	205	6.1.1.3	Instandhalten einer Scheiben-Trockenkupplung . . . . .	240
5.1.5.5.4	Drehmomentanstieg . . . . .	205	6.1.2	Lamellenkupplung . . . . .	241
5.1.5.5.5	Mechanischer Wirkungsgrad . . . . .	206	6.1.3	Fliehkraftkupplung . . . . .	241
5.1.5.5.6	Indizierte Motorleistung . . . . .	207	6.1.4	Magnetpulverkupplung . . . . .	242
5.1.5.6	Kraftstoffverbrauch . . . . .	208	6.1.5	Hydrodynamische Kupplung . . . . .	242
			6.1.6	Hydrodynamischer Drehmomentwandler . . . . .	243
<b>5.2</b>	<b>Ottomotor . . . . .</b>	212	6.1.7	Überholkupplung . . . . .	244
5.2.1	Kraftstoffe für Ottomotoren . . . . .	212	6.1.8	Überlastkupplung . . . . .	245
5.2.2	Viertakt-Ottomotor . . . . .	214	6.1.8.1	Scherbolzenkupplung . . . . .	245
5.2.2.1	Bauteile eines Viertakt-Ottomotors . . . . .	214	6.1.8.2	Sperrkörperkupplung . . . . .	246
5.2.2.2	Funktionsweise eines Viertakt-Ottomotors . . . . .	214	6.1.8.3	Freilaufkupplung . . . . .	246
5.2.2.3	Besonderheiten der Viertakt-Ottomotoren in der Landtechnik . . . . .	215	6.1.8.4	Automatische Nockenschaltkupplung . . . . .	247
5.2.2.4	Vergleich Diesel- und Ottomotor . . . . .	216	6.1.8.5	Überlast-Reibkupplung . . . . .	247
5.2.2.5	Instandhalten eines Viertakt-Ottomotors . . . . .	216	6.1.9	Berechnungen an Kupplungen . . . . .	248
5.2.3	Zweitakt-Ottomotor . . . . .	219	6.1.9.1	Reibung . . . . .	248
5.2.3.1	Bauteile eines Zweitakt-Ottomotors . . . . .	219	6.1.9.2	Flächenpressung . . . . .	249
5.2.3.2	Funktionsweise eines Zweitakt-Ottomotors . . . . .	219	6.1.9.3	Drehmomente . . . . .	250
5.2.3.3	Spülverfahren bei Zweitakt-Ottomotoren . . . . .	221	6.1.9.4	Übersetzungsverhältnis . . . . .	250
5.2.3.4	Besonderheiten eines Zweitakt-Ottomotors . . . . .	222	<b>6.2</b>	<b>Getriebe . . . . .</b>	252
5.2.3.5	Vergleich der Arbeitsverfahren bei Ottomotoren . . . . .	223	6.2.1	Mechanische Getriebe . . . . .	252
5.2.3.6	Instandhalten eines Zweitakt-Ottomotors . . . . .	223	6.2.1.1	Aufbau eines mechanischen Getriebes . . . . .	252
5.2.4	Gemischbildungssysteme bei Ottomotoren . . . . .	225	6.2.1.2	Bauteile eines mechanischen Getriebes . . . . .	253
5.2.4.1	Bauarten von Vergasern . . . . .	226	6.2.1.2.1	Getriebegehäuse . . . . .	253
5.2.4.1.1	Drosselklappenvergaser . . . . .	226	6.2.1.2.2	Wellen . . . . .	253
5.2.4.1.2	Schiebervergaser . . . . .	228	6.2.1.2.3	Lager und Wellendichtungen . . . . .	253
5.2.4.1.3	Membranvergaser . . . . .	229	6.2.1.2.4	Zahnräder . . . . .	253
5.2.4.2	Instandhalten des Gemischbildungssystems eines Ottomotors . . . . .	231	6.2.1.2.5	Schmierungssystem . . . . .	256
5.2.5	Zündanlagen für Ottomotoren . . . . .	232	6.2.1.3	Baugruppen eines mechanischen Getriebes . . . . .	256
5.2.5.1	Zündkerzen . . . . .	232	6.2.1.3.1	Vorschalt-, Nachschalt- und Kriechgang-Gruppen . . . . .	256
5.2.5.2	Aufbau und Arbeitsweise elektronischer Zündanlagen . . . . .	233	6.2.1.3.2	Synchroneinrichtungen . . . . .	257
5.2.5.3	Wartungs- und Prüfarbeiten an Zündanlagen . . . . .	234	6.2.1.3.3	Schaltgestänge . . . . .	258
5.2.5.4	Instandsetzen einer Zündanlage . . . . .	234	6.2.2	Lastschaltgetriebe . . . . .	259
5.2.6	Motormanagementsystem . . . . .	236	6.2.2.1	Lastschaltgetriebe mit Reibungskupplung . . . . .	259
			6.2.2.2	Doppelkupplungsgetriebe . . . . .	262
			6.2.2.3	Automatisch schaltbare Lastschaltgetriebe . . . . .	265
			6.2.3	Stufenlose Getriebe . . . . .	266
			6.2.3.1	Stufenlose Keilriemengetriebe . . . . .	266
			6.2.3.2	Stufenlos einstellbare hydrostatisch-mechanische Getriebe . . . . .	266
			6.2.4	Zapfwellen . . . . .	272
			6.2.5	Instandhalten eines Getriebes . . . . .	272

<b>6.3</b>	<b>Achsantrieb</b> . . . . .	273	<b>7.2.3.1</b>	Lenkkupplungen und Lenkbremsen	310
6.3.1	Ausgleichsgetriebe . . . . .	273	7.2.3.2	Differenziallenkung . . . . .	310
6.3.2	Endantrieb . . . . .	276	7.2.3.3	Lenksystem für Fahrzeuge mit hydrostatischem Fahrantrieb . . . . .	311
6.3.2.1	Direkter Endantrieb . . . . .	276	<b>7.2.4</b>	Instandhalten einer Lenkanlage . . . . .	311
6.3.2.2	Endantrieb mit Stirnrädern . . . . .	277			
6.3.2.3	Planetenrad-Endantrieb . . . . .	277	<b>7.3</b>	<b>Bremsanlage</b> . . . . .	312
6.3.2.4	Kettenrad-Endantrieb . . . . .	278	7.3.1	Bewegung eines Fahrzeuges . . . . .	312
<b>6.4</b>	<b>Leistungsübertragung zwischen Traktor und Maschinen/Geräten</b> . . .	279	7.3.1.1	Gleichmäßig beschleunigte oder verzögerte Bewegung . . . . .	312
<b>7</b>	<b>Fahrwerkstechnik</b> . . . . .	283	7.3.1.2	Beschleunigungs- bzw. Verzögerungsweg . . . . .	313
<b>7.1</b>	<b>Räder, Gleisketten- und Gummibandlaufwerke</b> . . . . .	283	7.3.2	Anhalteweg . . . . .	313
7.1.1	Reifen . . . . .	283	7.3.3	Bremskraft . . . . .	314
7.1.1.1	Reifengrößen und Reifenbezeichnungen . . . . .	284	7.3.4	Unterlegkeile und Bremsanlagen . . . . .	314
7.1.1.2	Reifenbauarten . . . . .	285	7.3.4.1	Reibungsbremsen . . . . .	317
7.1.1.2.1	Radialreifen . . . . .	285	7.3.4.2	Scheibenbremsen . . . . .	317
7.1.1.2.2	Diagonalreifen . . . . .	285	7.3.4.3	Trommelbremsen . . . . .	319
7.1.1.2.3	Reifen-Sonderbauarten . . . . .	286	7.3.4.4	Bremsenkennwert C* für trockene Reibungsbremsen . . . . .	320
7.1.1.3	Tragfähigkeit und Geschwindigkeitsbereiche . . . . .	288	7.3.5	Anordnung und Ausführung von Bremsen in Land- und Baumaschinen . . . . .	321
7.1.1.4	Reifenfüllung und Bodendruck . . . . .	289		Bremsanlage mit hydraulischer Übertragungseinrichtung für Traktoren . . . . .	322
7.1.2	Felgen . . . . .	290	7.3.5.1	Aufbau einer Bremsanlage . . . . .	322
7.1.2.1	Felgenarten und Felgenkennzeichnung . . . . .	290	7.3.5.2	Arbeitsweise einer Bremsanlage . . . . .	323
7.1.2.2	Veränderung der Spurweite . . . . .	292	7.3.5.2.1	Arbeitsweise einer Betriebsbremse . . . . .	323
7.1.3	Radaufhängung . . . . .	293	7.3.5.2.2	Arbeitsweise einer Feststellbremse . . . . .	326
7.1.3.1	Bauteile einer Radaufhängung . . . . .	293	7.3.5.3	Instand halten von Bremsanlagen mit hydraulischer Übertragungseinrichtung . . . . .	327
7.1.3.2	Fahrwerksgeometrie . . . . .	294	7.3.6	Bremsanlage mit pneumatischer Übertragungseinrichtung für Traktoren mit Anhänger . . . . .	327
7.1.3.3	Federung und Dämpfung . . . . .	296	7.3.6.1	Aufbau einer Druckluftbremsanlage . . . . .	327
7.1.3.3.1	Federn . . . . .	297	7.3.6.2	Arbeitsweise einer Druckluftbremsanlage Traktor und Anhänger . . . . .	329
7.1.3.3.2	Schwingungsdämpfer . . . . .	298	7.3.6.3	Kennzeichnung der Anschlüsse . . . . .	330
7.1.3.3.3	Beispiele für Federungs- und Dämpfungssysteme . . . . .	299	7.3.6.4	Bauteile einer Druckluftbremsanlage am Traktor . . . . .	330
7.1.4	Gleisketten- und Gummibandlaufwerke . . . . .	301	7.3.6.4.1	Kompressor . . . . .	330
7.1.4.1	Gleiskettenlaufwerke . . . . .	301	7.3.6.4.2	Druckluftaufbereitung . . . . .	331
7.1.4.2	Gummibandlaufwerke . . . . .	302	7.3.6.4.3	Manometer . . . . .	332
<b>7.2</b>	<b>Lenkanlage</b> . . . . .	304	7.3.6.4.4	Bremspedale, hydraulische Betriebsbremse Traktor . . . . .	332
7.2.1	Gesetzliche Vorschriften für Lenkanlagen . . . . .	304	7.3.6.4.5	Handbremsventil, Feststellbremse . . . . .	332
7.2.2	Lenkanlagen für Radfahrwerke . . . . .	304	7.3.6.4.6	Magnetventil Druckluftvoransteuerung . . . . .	333
7.2.2.1	Arten von Lenkanlagen nach der Lenkgeometrie . . . . .	304	7.3.6.4.7	Anhängersteuerventil . . . . .	333
7.2.2.2	Arten von Lenkanlagen nach der Kraftaufbringung . . . . .	306	7.3.6.4.8	Kupplungsköpfe . . . . .	333
7.2.2.3	Arten von Lenkanlagen nach dem Lenkgetriebe . . . . .	307	7.3.6.5	Bauteile einer Druckluftbremsanlage am Anhänger . . . . .	335
7.2.2.3.1	Lenkanlage mit mechanischem Zahnstangenlenkgetriebe . . . . .	307	7.3.6.5.1	Kupplungsköpfe . . . . .	335
7.2.2.3.2	Kugelmutter-Hydrolenkung . . . . .	308	7.3.6.5.2	Leitungsfilter . . . . .	336
7.2.3	Lenkanlagen für Gleisketten- und Gummibandlaufwerke . . . . .	310	7.3.6.5.3	Anhänger-Bremsventil mit Löseventil . . . . .	336

7.3.6.5.4	Luftbehälter Anhänger . . . . .	338	8.1.3.4	Common-Rail-System mit selektiver katalytischer Reduktion (SCR) . . . . .	357
7.3.6.5.5	Automatisch lastabhängiger Bremskraftregler . . . . .	338	8.1.4	Instandhalten eines Common-Rail-Systems . . . . .	361
7.3.6.5.6	Bremszylinder . . . . .	339			
7.3.6.6	Instandhalten einer Druckluftbremsanlage . . . . .	341	8.2	<b>Leistungsverzweigtes Getriebe</b> . . . . .	363
7.3.6.6.1	Druckluftbremsanlagen warten . . . . .	341	8.2.1	Hydraulik in einem leistungsverzweigten Getriebe . . . . .	363
7.3.6.6.2	Bremsanlage auf Dichtheit prüfen . . . . .	342	8.2.2	Elektronik in einem leistungsverzweigten Getriebe . . . . .	365
7.3.6.6.3	Zweileitungsbremsanlage prüfen . . . . .	342	8.2.3	Elektronisch-hydraulische Steuerung eines leistungsverzweigten Getriebes . . . . .	366
7.3.7	Bremsanlage mit hydraulischer Übertragungseinrichtung für Mobilbagger . . . . .	342	8.2.4	Leistungsverzweigter Gesamtantrieb . . . . .	369
7.3.7.1	Betriebsbremse eines Mobilbaggers . . . . .	342	8.2.5	Instandhalten eines leistungsverzweigten Getriebes . . . . .	370
7.3.7.2	Feststellbremse eines Mobilbaggers . . . . .	345			
7.3.8	Bremsregelsysteme . . . . .	345			
			8.3	<b>Elektronisch-hydraulische Hubwerkregelung EHR</b> . . . . .	371
8	<b>Komplexe Steuerungs- und Regelungssysteme</b> . . . . .	347	8.3.1	Aufbau einer elektronisch-hydraulischen Hubwerkregelung . . . . .	371
8.1	<b>Elektronische Steuerung und Regelung der Einspritzanlage eines Dieselmotors</b> . . . . .	347	8.3.2	Funktion einer elektronisch-hydraulischen Hubwerkregelung . . . . .	373
8.1.1	Kraftstoffanlage einer Common-Rail-Einspritzanlage . . . . .	348	8.3.2.1	Sensoren einer elektronisch-hydraulischen Hubwerkregelung . . . . .	373
8.1.2	Bauteile der Elektronik einer Common-Rail-Einspritzanlage . . . . .	348	8.3.2.1.1	Lagesensor . . . . .	373
8.1.3	Elektronisch-hydraulische Funktion einer Common-Rail-Einspritzanlage	350	8.3.2.1.2	Zugkraftsensor . . . . .	374
			8.3.2.2	Bedienteil einer elektronisch-hydraulischen Hubwerkregelung . . . . .	375
8.1.3.1	Eingabegeräte . . . . .	350	8.3.2.3	Steuergerät einer elektronisch-hydraulischen Hubwerkregelung . . . . .	375
8.1.3.1.1	Sensoren zur Erfassung der Drehbewegung in einer Common-Rail-Einspritzanlage . . . . .	350	8.3.2.4	Regelventil einer elektronisch-hydraulischen Hubwerkregelung . . . . .	376
8.1.3.1.2	Sensoren zur Erfassung der Temperatur in einer Common-Rail-Einspritzanlage . . . . .	352	8.3.3	Instandhalten einer elektronisch-hydraulischen Hubwerkregelung . . . . .	377
8.1.3.1.3	Sensoren zur Erfassung des Druckes in einer Common-Rail-Einspritzanlage . . . . .	352	8.4	<b>Datenübertragungssysteme</b> . . . . .	378
8.1.3.1.4	Sensoren zur Sollwertvorgabe für Drehzahl bzw. Leistung in einer Common-Rail-Einspritzanlage . . . . .	353	8.4.1	CAN-BUS . . . . .	378
8.1.3.2	Steuergerät in einer Common-Rail-Einspritzanlage . . . . .	354	8.4.1.1	Aufbau eines CAN-BUS . . . . .	379
8.1.3.3	Aktoren in einer Common-Rail-Einspritzanlage . . . . .	355	8.4.1.2	Datenübertragung im CAN-BUS . . . . .	380
8.1.3.3.1	Injektoren in einem Common-Rail-System . . . . .	355	8.4.1.3	Instandhalten eines CAN-BUS . . . . .	381
8.1.3.3.2	Raildruckregelventil in einem Common-Rail-System . . . . .	356	8.4.2	ISO-BUS . . . . .	382
8.1.3.3.3	Regelkreis zum Ausgleich der Druckschwankungen in einer Common-Rail-Einspritzanlage . . . . .	356	8.4.2.1	Aufbau eines ISO-BUS . . . . .	383
			8.4.2.2	Datenübertragung in einem ISO-BUS . . . . .	384
			8.4.2.3	Geräteinterne Datenübertragung . . . . .	384
			8.4.2.4	Instandhalten eines ISO-BUS . . . . .	385
			8.4.3	Sonstige Systeme der Datenübertragung . . . . .	385
			8.5	<b>Automatisierte und automatische Lenksysteme</b> . . . . .	388
			8.5.1	Bauarten automatisierter und automatischer Lenksysteme . . . . .	388
			8.5.1.1	Erkennen der Fahrspur . . . . .	388

8.5.1.2	Lenkkorrekturen .....	389	9.3	<b>Maschinen und Geräte zur Dünung .....</b>	425
8.5.2	Datenübertragung von der Maschine zum Zentralrechner.....	390	9.3.1	Stalldungstreuer.....	425
8.5.3	Vorgewendemanagement .....	391	9.3.1.1	Streuwerke eines Stalldungstreuers	426
<b>8.6</b>	<b>Klimaanlage .....</b>	392	9.3.1.2	Kratzboden eines Stalldungstreuers	427
8.6.1	Aufbau einer Klimaanlage.....	392	9.3.1.3	Antrieb des Streuwerkes und der Kratzketten .....	427
8.6.2	Elektrohydraulische Funktion einer Klimaanlage .....	394	9.3.2	Gületankwagen .....	428
8.6.2.1	Eingabegeräte einer Klimaanlage..	394	9.3.2.1	Pumptankwagen.....	428
8.6.2.2	Steuengerät in einer Klimaanlage ..	395	9.3.2.2	Kompressortankwagen .....	429
8.6.2.3	Aktoren in einer Klimaanlage .....	395	9.3.2.3	Verteilsysteme für Gülle und Jauche .....	430
8.6.3	Instandhalten einer Klimaanlage ..	395	9.3.2.4	Prozessorgesteuerte Gülletechnik..	431
<b>9</b>	<b>Maschinen, Geräte und Anlagen der Landmaschinentechnik..</b>	397	9.3.3	Mineraldüngerstreuer .....	432
9.1	<b>Maschinen und Geräte zur Bodenbearbeitung .....</b>	399	9.3.3.1	Zentrifugalstreuer .....	432
9.1.1	Pflüge .....	399	9.3.3.2	Auslegerstreuer .....	434
9.1.1.1	Bauarten der Pflüge .....	400	<b>9.4</b>	<b>Maschinen und Geräte zur Pflanzenpflege .....</b>	435
9.1.1.2	Pflugkörper .....	401	9.5	<b>Maschinen und Geräte zum Pflanzenschutz .....</b>	439
9.1.1.3	Zusatzzwerkzeuge für Pflüge .....	402	9.5.1	Pflanzenschutzgesetz .....	439
9.1.1.4	Überlastsicherungen am Pflugkörper .....	403	9.5.2	Maschinen und Geräte für chemische Pflanzenschutzmittel ..	441
9.1.1.5	Inbetriebnehmen und Grundeinstellungen eines Pfluges .	403	9.5.2.1	Feldspritzen.....	441
9.1.2	Pflugfolge- und Pflugersatzgeräte .	406	9.5.2.2	Sprühgeräte für Wein-, Obst- und Hopfenanbau .....	448
9.1.2.1	Gezogene und angebaute Pflugfolge- und Pflugersatzgeräte .	407	9.5.2.3	Prozessorgesteuerte Pflanzenschutzgeräte .....	449
9.1.2.2	Zapfwellengetriebene Pflugfolge- und Pflugersatzgeräte .....	410	9.5.3	Nichtchemische Verfahren zum Pflanzenschutz .....	450
9.2	<b>Maschinen und Geräte zur Saat sowie Pflanzmaschinen .....</b>	413	<b>9.6</b>	<b>Maschinen und Geräte zur Halmfruchternte .....</b>	451
9.2.1	Drillmaschinen .....	414	9.6.1	Mähwerke .....	452
9.2.1.1	Kastendrillmaschinen .....	414	9.6.1.1	Fingerbalken-Mähwerke .....	453
9.2.1.2	Pneumatische Drillmaschinen.....	415	9.6.1.2	Doppelmesserbalken-Mähwerke ..	454
9.2.1.3	Saatgutablage mit Drillmaschinen .	416	9.6.1.3	Trommelmähwerke .....	455
9.2.2	Einzelkornsämaschinen .....	417	9.6.1.4	Scheibenmähwerke .....	456
9.2.2.1	Einzelkornsämaschinen mit mechanischem Säsystem .....	417	9.6.1.5	Aufbereiter für Trommel- und Scheibenmähwerke .....	457
9.2.2.2	Einzelkornsämaschinen mit pneumatischem Säsystem .....	417	9.6.1.6	Mähkombinationen und selbstfahrende Mähaufbereiter .....	457
9.2.2.3	Antrieb der Säorgane .....	418	9.6.1.7	Sonderbauformen von Rotationsmähern .....	458
9.2.3	Kartoffellegemaschinen .....	418	9.6.1.8	Antrieb eines Mähwerkes .....	459
9.2.4	Pflanzmaschinen .....	420	9.6.2	Heuwerbungsmaschinen .....	460
9.2.5	Berechnungen zur Bestelltechnik ..	421	9.6.2.1	Kreiselzettwender .....	461
9.2.5.1	Berechnungen zur Abdrehmenge..	421	9.6.2.2	Kreiselschwader .....	462
9.2.5.2	Berechnungen zum Einstellwert der Spurreißer .....	422	9.6.3	Ladewagen .....	464
9.2.5.3	Berechnungen zur Lastveränderung am Traktor durch Bestellkombinationen .....	423	9.6.4	Aufsammelpressen .....	467
			9.6.4.1	Kleinballenpressen.....	467
			9.6.4.2	Großballenpressen.....	467
			9.6.4.2.1	Rundballenpressen .....	467
			9.6.4.2.2	Quaderballenpressen.....	470
			9.6.5	Mähdrescher .....	472

9.6.5.1	Baugruppen und Bauteile eines Schüttler-Mähdreschers . . . . .	473	10.1.1.2.3	Leistungsübertragung in Baggern . . . . .	516
9.6.5.2	Arbeitsweise eines Schüttler-Mähdreschers . . . . .	473	10.1.1.2.4	Bedienungsstand eines Baggers . . . . .	517
9.6.5.3	Antrieb eines Schüttler-Mähdreschers . . . . .	477	10.1.1.2.5	Lenkungen in Baggern . . . . .	517
9.6.5.4	Alternative Dresch- und Abscheidesysteme für Schüttler-Mähdrescher	479	10.1.1.2.6	Ausleger . . . . .	517
9.6.5.5	Mähdrescher mit Hangausgleich . . . . .	481	10.1.1.2.7	Werkzeuge für Bagger . . . . .	517
9.6.5.6	Erntevorsätze für Mähdrescher . . . . .	482	10.1.1.3	Instandhalten eines Baggers . . . . .	518
9.6.5.7	Informationssysteme und Regel-einrichtungen am Mähdrescher . . . . .	483	10.1.2	Lader . . . . .	518
9.6.5.8	Mähdrescher und Precision Farming . . . . .	486	10.1.2.1	Raupenlader . . . . .	518
9.6.6	Feldhäcksler . . . . .	487	10.1.2.2	Radlader . . . . .	519
9.6.6.1	Selbstfahrende Trommelfeldhäcksler . . . . .	488	10.1.2.3	Baggerlader . . . . .	520
9.6.6.2	Arbeitsweise eines Trommelfeld-häckslers . . . . .	488	10.1.3	Transportfahrzeuge . . . . .	520
9.6.6.3	Antrieb eines selbstfahrenden Feld-häckslers . . . . .	490	10.1.3.1	Lastkraftwagen . . . . .	520
9.6.6.4	Vorsatzgeräte für einen selbstfah-renden Feldhäcksler . . . . .	491	10.1.3.2	Muldenkipper . . . . .	521
9.6.6.5	Automation am Feldhäcksler . . . . .	491	10.1.3.3	Dumper mit Knicklenkung . . . . .	521
9.7	<b>Maschinen und Geräte zur Hack-fruchternte . . . . .</b>	492	10.1.3.4	Fahrmischer . . . . .	522
9.7.1	Hackfruchternte . . . . .	492	10.1.4	Flachbagger . . . . .	522
9.7.2	Kartoffelerntemaschinen . . . . .	495	10.1.4.1	Schürfgeräte . . . . .	522
9.7.2.1	Kartoffelroder mit Sammelbunker . . . . .	495	10.1.4.1.1	Scraper . . . . .	522
9.7.2.2	Kartoffelroder mit Überladeelevator (Überladeroder) . . . . .	498	10.1.4.1.2	Schürfraupen . . . . .	522
9.7.3	Zuckerrübenerntemaschinen . . . . .	499	10.1.4.2	Planiergeräte . . . . .	523
9.8	<b>Maschinen für den Weinbau . . . . .</b>	504	10.1.4.2.1	Planieraupen . . . . .	523
9.9	<b>Melkanlagen . . . . .</b>	506	10.1.4.2.2	Radplanierer . . . . .	525
9.9.1	Milchbildung beim Tier . . . . .	506	10.1.4.2.3	Grader . . . . .	525
9.9.2	Melkvorgang . . . . .	506	10.1.5	Verdichtungsgeräte . . . . .	528
9.9.3	Automatische Melksysteme – Melkroboter . . . . .	506	10.1.5.1	Walzen . . . . .	528
9.9.4	Melkstände . . . . .	507	10.1.5.1.1	Walzen für das Verdichten durch Gewichtskraft . . . . .	528
9.10	<b>Futtermischwagen . . . . .</b>	508	10.1.5.1.2	Walzen für das Verdichten mit Vibration . . . . .	530
10	<b>Maschinen, Geräte und Anlagen der Baumaschinentechnik . . . . .</b>	511	10.1.5.2	Vibrationsplatten . . . . .	533
10.1	<b>Maschinen und Geräte zur Geländebearbeitung . . . . .</b>	511	10.1.5.3	Stampfer . . . . .	533
10.1.1	Bagger . . . . .	512	10.2	<b>Maschinen und Geräte zum Verlegen von Drainagen . . . . .</b>	535
10.1.1.1	Einteilung von Baggern . . . . .	512	10.2.1	Drainfräsen . . . . .	535
10.1.1.2	Aufbau und Funktion eines Baggers . . . . .	515	10.2.2	Drainpflege . . . . .	535
10.1.1.2.1	Fahrwerke von Baggern . . . . .	515	10.3	<b>Maschinen, Geräte und Anlagen der Fördertechnik . . . . .</b>	536
10.1.1.2.2	Motoren in Baggern . . . . .	516	10.3.1	Krane . . . . .	536
			10.3.1.1	Turmdrehkrane . . . . .	536
			10.3.1.2	Portalkrane . . . . .	539
			10.3.1.3	Mobilkrane und Fahrzeugkrane . . . . .	539
			10.3.2	Pumpen . . . . .	539
			10.3.2.1	Pumpen für Wasserhaltung . . . . .	540
			10.3.2.2	Betonpumpen . . . . .	541
			10.3.3	Förderbänder . . . . .	541
			10.3.4	Förderschnecken . . . . .	542
			10.3.5	Bauaufzüge . . . . .	542
			10.4	<b>Straßenfertiger . . . . .</b>	543
			10.4.1	Asphaltdeckenfertiger . . . . .	543
			10.4.1.1	Baugruppen eines Asphaltdeckenfertigers . . . . .	543
			10.4.1.2	Einbaubohlen . . . . .	545
			10.4.1.3	Instandhalten eines Asphaltdeckenfertigers . . . . .	545

10.4.2	<b>Betondeckenfertiger</b> . . . . .	545	11.5	<b>Maschinen und Geräte zur Reinigung</b> . . . . .	570
10.4.2.1	Baugruppen eines Betondeckenfertigers . . . . .	545	11.5.1	Laubsauger und Laubbläser . . . . .	570
10.4.2.2	Instandhalten eines Betondeckenfertigers . . . . .	546	11.5.2	Kehrmaschinen . . . . .	571
			11.5.3	Hochdruckreiniger . . . . .	573
<b>10.5</b>	<b>Kompressoren</b> . . . . .	547	<b>11.6</b>	<b>Trennschleifer</b> . . . . .	574
<b>10.6</b>	<b>Gabelstapler</b> . . . . .	548	<b>11.7</b>	<b>Winterdienstgeräte</b> . . . . .	576
10.6.1	Arten von Gabelstaplern . . . . .	548	11.7.1	Kehrmaschinen für den Winterdienst . . . . .	576
10.6.1.1	Elektrogabelstapler . . . . .	548	11.7.2	Schneeräumer . . . . .	576
10.6.1.2	Dieselgabelstapler . . . . .	549	11.7.3	Schneefräsen . . . . .	577
10.6.1.3	Gasgabelstapler . . . . .	549	11.7.4	Räum- und Streufahrzeuge . . . . .	577
10.6.2	Anbaugeräte für Gabelstapler . . . . .	549			
10.6.3	Prüfen eines Gabelstaplers . . . . .	549	<b>11.8</b>	<b>Universal-Motor-Gerät</b> . . . . .	578
<b>11</b>	<b>Maschinen, Geräte und Anlagen der Forst-, Garten- und Kommunaltechnik</b> . . . . .	551		<b>Bildquellenverzeichnis</b> . . . . .	580
				<b>Sachwortverzeichnis</b> . . . . .	583
<b>11.1</b>	<b>Maschinen zur Holzernte</b> . . . . .	551			
11.1.1	Motorsägen . . . . .	551			
11.1.1.1	Arten von Motorsägen . . . . .	551			
11.1.1.2	Unfallschutz beim Umgang mit Motorsägen . . . . .	552			
11.1.1.3	Instandhalten einer Motorsäge . . . . .	552			
11.1.2	Vollernter . . . . .	558			
11.1.3	Rückezüge . . . . .	558			
11.1.4	Forstspezialschlepper . . . . .	559			
<b>11.2</b>	<b>Maschinen und Geräte zur Rasenpflege</b> . . . . .	559			
11.2.1	Rasenmäher . . . . .	559			
11.2.1.1	Mähwerke von Rasenmähern . . . . .	559			
11.2.1.2	Arten von Rasenmähern . . . . .	561			
11.2.1.3	Instandhalten eines Rasenmähers . . . . .	562			
11.2.2	Motorsensen und Freischneider . . . . .	563			
11.2.3	Vertikutierer . . . . .	563			
11.2.4	Aerifizierer . . . . .	564			
11.2.5	Einachsige Trägerfahrzeuge . . . . .	564			
11.2.6	Zweiachsige Trägerfahrzeuge . . . . .	565			
<b>11.3</b>	<b>Motorgartengeräte</b> . . . . .	566			
11.3.1	Motorhacken . . . . .	566			
11.3.2	Motorfräsen . . . . .	566			
11.3.3	Häcksler . . . . .	567			
11.3.4	Heckenscheren . . . . .	568			
<b>11.4</b>	<b>Wasserpumpen</b> . . . . .	569			