

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Herstellung von Bauteilen</b>			
<b>1.1</b>	<b>Werkstoffe</b>	1		
1.1.1	Einteilung der Werkstoffe	1		
1.1.1.1	Metalle	2		
1.1.1.1.1	Eisenmetalle	2		
1.1.1.1.2	Nichteisenmetalle	5		
1.1.1.2	Nichtmetalle	5		
1.1.1.2.1	Natürliche Werkstoffe	6		
1.1.1.2.2	Künstliche Werkstoffe	7		
1.1.1.2.3	Hilfsstoffe	9		
1.1.1.3	Verbundstoffe	11		
1.1.1.3.1	Schichtverbundstoffe	11		
1.1.1.3.2	Teilchenverstärkte Verbundstoffe	11		
1.1.1.3.3	Faserverstärkte Verbundstoffe	11		
1.1.2	Werkstoffeigenschaften	12		
1.1.2.1	Physikalische Eigenschaften von Werkstoffen	12		
1.1.2.1.1	Mechanische Eigenschaften von Werkstoffen	12		
1.1.2.1.2	Thermische Eigenschaften von Werkstoffen	13		
1.1.2.1.3	Elektrische Eigenschaften von Werkstoffen	13		
1.1.2.2	Chemische Eigenschaften von Werkstoffen – Korrosion	14		
1.1.2.3	Technologische Eigenschaften von Werkstoffen	14		
1.1.3	Werkstoffprüfung	15		
1.1.4	Werkstoffnormung	15		
1.1.4.1	Werkstoffnormung von Stahl	15		
1.1.4.2	Werkstoffnormung von Nichteisenmetall-Legierungen	17		
<b>1.2</b>	<b>Prüfen</b>	18		
1.2.1	Subjektives Prüfen	18		
1.2.2	Objektives Prüfen	18		
1.2.2.1	Messen und Messgeräte	18		
1.2.2.1.1	Messen	18		
1.2.2.1.2	Messgeräte	19		
1.2.2.2	Lehren	21		
1.2.3	Fehler beim Prüfen	21		
<b>1.3</b>	<b>Anreißen</b>	22		
<b>1.4</b>	<b>Fertigungstechnik</b>	23		
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		
1.4.2	Trennen	27		
1.4.2.1	Zerteilen	27		
1.4.2.2	Spanen mit geometrisch bestimmten Schneiden	29		
1.4.2.2.1	Winkel am Schneidkeil	29		
1.4.2.2.2	Sägen	29		
1.4.2.2.3	Bohren	30		
1.4.2.2.4	Gewindeschneiden	31		
1.4.2.2.5	Fräsen	32		
1.4.2.3	Spanen mit geometrisch unbestimmten Schneiden	33		
1.4.2.3.1	Schleifen	33		
1.4.2.3.2	Trennschleifen	33		
1.4.2.4	Thermisches Trennen	34		
1.4.3	Fügen	34		
1.4.3.1	Lösbare Verbindungen	34		
1.4.3.1.1	Schraubenverbindung	34		
1.4.3.1.2	Schraubensicherungen	36		
1.4.3.2	Unlösbare Verbindungen	37		
1.4.3.2.1	Nieten	38		
1.4.3.2.2	Schweißen	38		
1.4.3.2.3	Löten	41		
1.4.3.2.4	Kleben	42		
<b>2</b>	<b>Baugruppen und Bauteile von Maschinen</b>			
<b>2.1</b>	<b>Baugruppen und Bauteile von Traktoren</b>	45		
<b>2.2</b>	<b>Baugruppen und Bauteile von Mähdreschern</b>	46		
<b>2.3</b>	<b>Baugruppen und Bauteile von Radladern</b>	47		
<b>2.4</b>	<b>Baugruppen und Bauteile von Motorsägen</b>	48		
<b>3</b>	<b>Elektrik und Elektronik</b>			
<b>3.1</b>	<b>Zusammenwirken elektrischer und elektronischer Bauelemente</b>	49		
3.1.1	Stromkreis eines elektrischen Verbrauchers	49		
3.1.1.1	Bauteile des Stromkreises	50		
3.1.1.2	Stromrichtung im Stromkreis	51		
3.1.2	Stromlaufplan eines Traktors bzw. einer selbstfahrenden Arbeitsmaschine mit Dieselmotor	51		
3.1.2.1	Schaltzeichen	51		
3.1.2.2	Klemmenbezeichnungen	52		
3.1.2.3	Abschnittskennzeichnungen	52		

3.1.3	Messung elektrischer Größen im Stromkreis . . . . .	57	3.4.5	Wartung von Fahrerinformationssystemen . . . . .	77
3.1.3.1	Multimeter . . . . .	57	<b>3.5</b>	<b>Spannungsversorgung</b> . . . . .	78
3.1.3.2	Messen von Gleichspannung und Wechselspannung . . . . .	57	3.5.1	Batterie . . . . .	78
3.1.3.3	Messen von Gleichstrom und Wechselstrom . . . . .	58	3.5.1.1	Aufbau der Batterie . . . . .	78
3.1.3.4	Messen des elektrischen Widerstandes . . . . .	58	3.5.1.2	Funktion einer Batterie . . . . .	79
3.1.4	Berechnungen an Stromkreisen . .	58	3.5.1.3	Kennzeichnung von Batterien . . . . .	80
3.1.4.1	Berechnung der elektrischen Leistung . . . . .	58	3.5.1.4	Wartung von Batterien . . . . .	81
3.1.4.2	Berechnung der elektrischen Arbeit	59	3.5.1.5	Instandsetzung von Batterien . . . . .	82
3.1.4.3	Berechnung des Wirkungsgrades . .	59	3.5.2	Drehstromgenerator . . . . .	83
3.1.4.4	Ohmsches Gesetz . . . . .	60	3.5.2.1	Aufbau des Drehstromgenerators .	83
3.1.4.5	Berechnungen an der Parallelschaltung . . . . .	61	3.5.2.2	Arbeitsweise des Drehstromgenerators . . . . .	83
3.1.4.6	Berechnungen an der Reihenschaltung . . . . .	61	3.5.2.3	Stromkreise des Drehstromgenerators . . . . .	86
3.1.4.7	Berechnungen zu Leitungswiderstand und Spannungsfall . . . . .	62	3.5.2.4	Wartung des Drehstromgenerators	87
3.1.4.8	Berechnungen zur Batteriekapazität	62	3.5.2.5	Instandsetzung des Drehstromgenerators . . . . .	87
3.1.5	Störungssuche in elektrischen Stromkreisen . . . . .	63	<b>3.6</b>	<b>Starteinrichtung</b> . . . . .	89
3.1.5.1	Vorgehensweise bei der Störungssuche . . . . .	63	3.6.1	Starter für Dieselmotoren . . . . .	89
3.1.5.2	Soll-Ist-Vergleich bei der Störungssuche . . . . .	63	3.6.1.1	Aufbau des Schub-Schraubtrieb-Starters . . . . .	90
3.1.6	Instandsetzung von Stromkreisen .	63	3.6.1.2	Arbeitsweise des Schub-Schraubtrieb-Starters . . . . .	90
3.1.6.1	Austausch defekter Bauteile . . . . .	63	3.6.1.3	Stromkreise des Schub-Schraubtrieb-Starters . .	91
3.1.6.2	Erneuerung oder Reparatur von Kabeln und Anschlüssen . . . . .	66	3.6.1.4	Wartung des Schub-Schraubtrieb-Starters . . . . .	92
<b>3.2</b>	<b>Beleuchtungsanlage</b> . . . . .	67	3.6.1.5	Instandsetzung des Schub-Schraubtrieb-Starters . . . . .	92
3.2.1	Fahrlicht . . . . .	67	3.6.2	Starthilfsanlagen . . . . .	93
3.2.2	Standlicht . . . . .	67	3.6.2.1	Flammstartanlage mit Heizflansch und elektronischer Steuerung . . . . .	93
3.2.3	Zusatzausrüstung zur Beleuchtungsanlage . . . . .	67	3.6.2.2	Flammstartanlage mit elektronischer Steuerung . . . . .	94
3.2.4	Gesetzliche Vorschriften zur Beleuchtungsanlage . . . . .	68	<b>4</b>	<b>Hydraulik</b>	
3.2.5	Wartung der Beleuchtungsanlage .	68	<b>4.1</b>	<b>Arbeitshydraulik</b> . . . . .	97
<b>3.3</b>	<b>Signalanlage</b> . . . . .	69	4.1.1	Bauteile der Arbeitshydraulik . . . . .	97
3.3.1	Blinkanlage . . . . .	69	4.1.1.1	Hydraulikpumpen . . . . .	98
3.3.2	Bremslicht . . . . .	70	4.1.1.2	Hydraulikventile . . . . .	100
3.3.3	Signalhorn . . . . .	70	4.1.1.2.1	Stromventile . . . . .	100
3.3.4	Rundumleuchte . . . . .	70	4.1.1.2.2	Druckventile . . . . .	102
3.3.5	Gesetzliche Vorschriften zur Signalanlage . . . . .	70	4.1.1.2.3	Sperrventile . . . . .	103
3.3.6	Wartung der Signalanlage . . . . .	70	4.1.1.2.4	Wegesteuerventile . . . . .	104
<b>3.4</b>	<b>Fahrerinformationssysteme</b> . . . . .	71	4.1.1.3	Hydraulische Verbraucher . . . . .	105
3.4.1	Kontrolllampen . . . . .	72	4.1.1.3.1	Hydraulikzylinder . . . . .	106
3.4.2	Zeigerinstrumente . . . . .	73	4.1.1.3.2	Hydraulikmotoren . . . . .	107
3.4.3	Anzeigegeräte mit Display bzw. Monitor . . . . .	74	4.1.1.4	Verbindungselemente in Hydraulikanlagen . . . . .	108
3.4.4	Elektronische Schaltung der Kontrolllampen und Anzeigegeräte . . . . .	74	4.1.1.5	Hydrauliköl . . . . .	110
			4.1.2	Grundsaltungen . . . . .	111
			4.1.2.1	Schaltungsformen nach Pumpentyp . . . . .	111

4.1.2.2	Schaltungsformen nach der Ausführungsform des Ventilblocks . . . . .	112	5.1.2.1.4	Arbeitstaktfolgen Mehrzylinder-Dieselmotoren . . . . .	149
4.1.2.3	Schaltungsformen nach der Steuerung des Volumenstroms . . . . .	112	5.1.2.2	Gemischbildungsverfahren für Dieselmotoren . . . . .	150
4.1.3	Berechnungen . . . . .	115	5.1.3	Baugruppen des Dieselmotors . . . . .	151
4.1.3.1	Volumenstrom, Hubkraft und Hubgeschwindigkeit . . . . .	115	5.1.3.1	Motorgehäuse . . . . .	151
4.1.3.2	Übersetzung Kraft, Weg und Druck . . . . .	117	5.1.3.2	Kurbeltrieb des Dieselmotors . . . . .	153
4.1.3.3	Leistung und Wirkungsgrad . . . . .	118	5.1.3.2.1	Kolben des Dieselmotors . . . . .	153
4.1.4	Wartung der Arbeitshydraulik . . . . .	119	5.1.3.2.2	Kolbenringe des Dieselmotors . . . . .	154
4.1.5	Instandsetzung der Arbeitshydraulik . . . . .	119	5.1.3.2.3	Kolbenbolzen . . . . .	156
4.1.5.1	Ermittlung des Fehlers einer Arbeitshydraulik . . . . .	119	5.1.3.2.4	Pleuelstange des Dieselmotors . . . . .	156
4.1.5.2	Prüfung der Hydraulikpumpe . . . . .	120	5.1.3.2.5	Kurbelwelle mit Schwungrad des Dieselmotors . . . . .	157
4.1.5.3	Austausch von Rohr- oder Schlauchleitungen . . . . .	121	5.1.3.3	Motorsteuerung . . . . .	158
4.1.6	Arbeitshydraulik eines Baggers . . . . .	122	5.1.3.4	Motorschmierung . . . . .	159
4.1.6.1	Hydraulikschaltplan eines Baggers . . . . .	122	5.1.3.5	Motorkühlung . . . . .	162
4.1.6.2	Wartung der Hydraulikanlage eines Baggers . . . . .	125	5.1.3.6	Ansaug- und Abgasanlage . . . . .	164
<b>4.2</b>	<b>Regelhydraulik</b> . . . . .	<b>127</b>	5.1.3.6.1	Ansauganlage . . . . .	164
4.2.1	Grundfunktionen der Regelhydraulik des Traktors . . . . .	127	5.1.3.6.2	Aufladung von Dieselmotoren . . . . .	164
4.2.2	Mechanische Hubwerksregelung . . . . .	129	5.1.3.6.3	Abgasanlage bei Dieselmotoren . . . . .	166
4.2.3	Elektronische Hubwerksregelung . . . . .	130	5.1.3.7	Kraftstoffanlage bei Dieselmotoren . . . . .	168
4.2.4	Instandhaltung der Regelhydraulik . . . . .	130	5.1.3.7.1	Kraftstoffanlage mit Reihen-einspritzpumpe . . . . .	168
<b>4.3</b>	<b>Lenkhydraulik</b> . . . . .	<b>131</b>	5.1.3.7.2	Kraftstoffanlage mit mechanisch geregelter Verteilereinspritzpumpe . . . . .	171
4.3.1	Aufbau einer hydrostatischen Lenkung . . . . .	131	5.1.3.7.3	Kraftstoffanlage mit elektronisch geregelter Verteilereinspritzpumpe . . . . .	172
4.3.2	Funktion einer hydrostatischen Lenkung . . . . .	133	5.1.3.7.4	Einspritzdüsen . . . . .	174
4.3.3	Instandhaltung hydraulischer Lenkungen . . . . .	135	5.1.3.7.5	Elektronisch gesteuerte Einzelpumpensysteme . . . . .	176
<b>4.4</b>	<b>Hydrostatischer Fahrtrieb</b> . . . . .	<b>136</b>	5.1.3.7.6	Common-Rail-Einspritzsystem . . . . .	177
4.4.1	Aufbau eines hydrostatischen Fahrtriebs . . . . .	136	5.1.4	Instandhaltung der Dieselmotoren . . . . .	178
4.4.2	Funktion des hydrostatischen Fahrtriebs . . . . .	138	5.1.4.1	Wartung der Dieselmotoren . . . . .	178
4.4.3	Instandhaltung des hydrostatischen Fahrtriebs . . . . .	138	5.1.4.2	Instandsetzung der Dieselmotoren . . . . .	178
<b>5</b>	<b>Motorentchnik</b>		5.1.5	Berechnungen am Dieselmotor . . . . .	180
<b>5.1</b>	<b>Dieselmotor</b> . . . . .	<b>145</b>	5.1.5.1	Hubraum, Hubverhältnis, Verdichtungsraum und Verdichtungsverhältnis . . . . .	180
5.1.1	Kraftstoffe für Dieselmotoren . . . . .	145	5.1.5.2	Gasdruck im Zylinder und Kolbenkraft . . . . .	183
5.1.2	Arbeitsweise des Dieselmotors . . . . .	146	5.1.5.2.1	Verdichtungsdruck . . . . .	183
5.1.2.1	Viertakt-Dieselmotor . . . . .	146	5.1.5.2.2	Verbrennungsdruck . . . . .	185
5.1.2.1.1	Arbeitsspiel des Viertakt-Dieselmotors . . . . .	146	5.1.5.2.3	Kolbenkraft . . . . .	186
5.1.2.1.2	Abgase des Dieselmotors . . . . .	147	5.1.5.3	Kolbengeschwindigkeit . . . . .	187
5.1.2.1.3	Steuerdiagramm des Viertakt-Dieselmotors . . . . .	148	5.1.5.4	Ventilsteuerung . . . . .	189
			5.1.5.4.1	Steuerzeiten . . . . .	189
			5.1.5.4.2	Ventilöffnungszeit . . . . .	190
			5.1.5.4.3	Längenausdehnung der Ventile bei Wärme . . . . .	191
			5.1.5.5	Drehmoment, Leistung und Wirkungsgrad . . . . .	191
			5.1.5.5.1	Drehmoment . . . . .	191
			5.1.5.5.2	Effektive Motorleistung . . . . .	192
			5.1.5.5.3	Drehmomentverlauf . . . . .	195
			5.1.5.5.4	Drehmomentanstieg . . . . .	195
			5.1.5.5.5	Mechanischer Wirkungsgrad . . . . .	196
			5.1.5.5.6	Indizierte Motorleistung . . . . .	197
			5.1.5.6	Kraftstoffverbrauch . . . . .	198

<b>5.2</b>	<b>Ottomotor</b> . . . . .	202	6.1.8	Überlastkupplung . . . . .	235
5.2.1	Kraftstoff für Ottomotoren . . . . .	202	6.1.8.1	Scherbolzenkupplung . . . . .	235
5.2.2	Viertakt-Ottomotor . . . . .	204	6.1.8.2	Sperrkörperkupplung . . . . .	236
5.2.2.1	Bauteile des Viertakt-Ottomotors . .	204	6.1.8.3	Freilaufkupplung . . . . .	236
5.2.2.2	Funktion des Viertakt-Ottomotors . .	204	6.1.8.4	Automatische Nockenschalt- kupplung . . . . .	237
5.2.2.3	Besonderheiten der Viertakt- Ottomotoren der Landtechnik . . . . .	205	6.1.8.5	Überlast-Reibkupplung . . . . .	237
5.2.2.4	Vergleich Diesel- und Ottomotor . .	206	6.1.9	Berechnungen an Kupplungen . . . .	238
5.2.2.5	Instandhaltung eines Viertakt- Ottomotors . . . . .	206	6.1.9.1	Reibung . . . . .	238
5.2.3	Zweitakt-Ottomotor . . . . .	209	6.1.9.2	Flächenpressung . . . . .	239
5.2.3.1	Bauteile des Zweitakt-Ottomotors .	209	6.1.9.3	Drehmomente an Kupplungen . . . .	240
5.2.3.2	Funktion des Zweitakt-Ottomotors .	209	6.1.9.4	Übersetzungsverhältnis an Kupplungen . . . . .	240
5.2.3.3	Spülverfahren für Zweitakt- Ottomotoren . . . . .	211	<b>6.2</b>	<b>Getriebe</b> . . . . .	242
5.2.3.4	Besonderheiten des Zweitakt- Ottomotors . . . . .	212	6.2.1	Mechanisches Getriebe . . . . .	242
5.2.3.5	Vergleich der Arbeitsverfahren für Ottomotoren . . . . .	213	6.2.1.1	Aufbau von mechanischen Getrieben . . . . .	242
5.2.3.6	Instandhaltung eines Zweitakt- Ottomotors . . . . .	213	6.2.1.2	Bauteile von mechanischen Getrieben . . . . .	243
5.2.4	Gemischbildungssysteme für Otto- motoren . . . . .	215	6.2.1.2.1	Getriebegehäuse . . . . .	243
5.2.4.1	Bauarten von Vergasern . . . . .	216	6.2.1.2.2	Wellen . . . . .	243
5.2.4.1.1	Drosselklappenvergaser . . . . .	216	6.2.1.2.3	Lager und Wellendichtungen . . . . .	243
5.2.4.1.2	Schiebervergaser . . . . .	218	6.2.1.2.4	Zahnräder . . . . .	243
5.2.4.1.3	Membranvergaser . . . . .	219	6.2.1.2.5	Schmierungs-system . . . . .	246
5.2.4.2	Instandhaltung des Gemischbil- dungssystems von Ottomotoren . .	221	6.2.1.3	Baugruppen von mechanischen Ge- trieben . . . . .	246
5.2.5	Zündanlagen für Ottomotoren . . . .	222	6.2.1.3.1	Vorschalt-, Nachschalt- und Kriechgang-Gruppen . . . . .	246
5.2.5.1	Zündkerzen . . . . .	222	6.2.1.3.2	Synchroneinrichtungen . . . . .	247
5.2.5.2	Aufbau und Arbeitsweise elektronischer Zündanlagen . . . . .	223	6.2.1.3.3	Schaltgestänge . . . . .	248
5.2.5.3	Wartungs- und Prüfarbeiten an Zündanlagen . . . . .	224	6.2.2	Lastschaltgetriebe . . . . .	249
5.2.5.4	Instandsetzung von Zündanlagen .	224	6.2.2.1	Lastschaltgetriebe mit Reibungskupplung . . . . .	249
5.2.6	Motormanagementsystem . . . . .	226	6.2.2.2	Doppelkupplungsgetriebe . . . . .	252
<b>6</b>	<b>Triebwerkstechnik</b>		6.2.2.3	Automatisch schaltbare Lastschaltgetriebe . . . . .	254
<b>6.1</b>	<b>Kupplung</b> . . . . .	228	6.2.3	Stufenlose Getriebe . . . . .	255
6.1.1	Trocken-Scheibenkupplung . . . . .	228	6.2.3.1	Stufenlose Keilriemengetriebe . . . .	255
6.1.1.1	Einscheiben-Trockenkupplung . . . .	228	6.2.3.2	Stufenlos einstellbares, hydro- statisch-mechanisches Getriebe . . .	255
6.1.1.2	Zwei- oder Mehrscheibenkupplung	229	6.2.4	Zapfwellen . . . . .	258
6.1.1.3	Instandhaltung der Trocken- Scheibenkupplung . . . . .	230	6.2.5	Instandhaltung von Getrieben . . . .	258
6.1.2	Lamellenkupplung . . . . .	231	<b>6.3</b>	<b>Achsantrieb</b> . . . . .	259
6.1.3	Fliehkraftkupplung . . . . .	231	6.3.1	Ausgleichsgetriebe . . . . .	259
6.1.4	Magnetpulverkupplung . . . . .	232	6.3.2	Endantrieb . . . . .	262
6.1.5	Hydrodynamische Kupplung . . . . .	232	6.3.2.1	Direkter Endantrieb . . . . .	262
6.1.6	Hydrodynamischer Drehmomentwandler . . . . .	233	6.3.2.2	Endantrieb mit Stirnrädern . . . . .	263
6.1.7	Überholkupplung . . . . .	234	6.3.2.3	Planetennrad-Endantrieb . . . . .	263
			6.3.2.4	Kettenrad-Endantrieb . . . . .	264
			<b>6.4</b>	<b>Leistungsübertragung Traktor – Maschinen/Geräte</b> . . . . .	265

<b>7</b>	<b>Fahrwerkstechnik</b>		
<b>7.1</b>	<b>Räder, Gleisketten- und Gummibandlaufwerke</b>	269	
7.1.1	Reifen	269	
7.1.1.1	Reifengröße und Reifenbezeichnung	270	
7.1.1.2	Reifenbauarten	271	
7.1.1.2.1	Radialreifen	271	
7.1.1.2.2	Diagonalreifen	271	
7.1.1.2.3	Reifen-Sonderbauarten	272	
7.1.1.3	Tragfähigkeit und Geschwindigkeitsbereiche	274	
7.1.1.4	Reifenfüllung und Bodendruck	275	
7.1.2	Felgen	277	
7.1.2.1	Felgenarten und Felgenkennzeichnung	277	
7.1.2.2	Veränderung der Spurweite	278	
7.1.3	Radaufhängung	279	
7.1.3.1	Bauteile der Radaufhängung	279	
7.1.3.2	Fahrwerksgeometrie	280	
7.1.3.3	Federung und Dämpfung	282	
7.1.3.3.1	Federn	283	
7.1.3.3.2	Schwingungsdämpfer	284	
7.1.3.3.3	Beispiele für Federungs- und Dämpfungssysteme	285	
7.1.4	Gleisketten- und Gummibandlaufwerke	287	
7.1.4.1	Gleiskettenlaufwerke	287	
7.1.4.2	Gummibandlaufwerke	288	
<b>7.2</b>	<b>Lenkanlagen</b>	289	
7.2.1	Gesetzliche Vorschriften für Lenkanlagen	289	
7.2.2	Lenkanlagen für Radfahrwerke	289	
7.2.2.1	Lenkanlagen nach Lenkgeometrie	289	
7.2.2.2	Lenkanlagen nach der Kraftaufbringung	291	
7.2.2.3	Lenkanlagen nach dem Lenkgetriebe	292	
7.2.2.3.1	Lenkanlage mit mechanischem Zahnstangenlenkgetriebe	292	
7.2.2.3.2	Kugelmutter-Hydraulenkung	293	
7.2.3	Lenkanlagen für Gleisketten- und Gummibandlaufwerke	295	
7.2.3.1	Lenkkupplungen und Lenkbremsen	295	
7.2.3.2	Differenziallenkung	295	
7.2.3.3	Lenksystem für Fahrzeuge mit hydrostatischem Fahrtrieb	296	
7.2.4	Instandhaltung von Lenkanlagen	296	
<b>7.3</b>	<b>Bremsanlagen</b>	297	
7.3.1	Bewegung eines Fahrzeugs	297	
7.3.1.1	Gleichmäßig beschleunigte oder verzögerte Bewegung	297	
7.3.1.2	Beschleunigungs- bzw. Verzögerungsweg	298	
7.3.1.3	Anhalteweg	298	
7.3.2	Bremskraft	299	
7.3.3	Vorschriften für Unterlegkeile und Bremsanlagen	299	
7.3.4	Reibungsbremsen	302	
7.3.4.1	Scheibenbremsen	302	
7.3.4.2	Trommelbremsen	304	
7.3.4.3	Bremsenkennwert $C^*$ für trockene Reibungsbremsen	305	
7.3.4.4	Lage von Bremsen in Land- oder Baumaschinen	306	
7.3.5	Bremsanlage mit hydraulischer Übertragungseinrichtung für Traktoren	307	
7.3.5.1	Aufbau der Bremsanlage	307	
7.3.5.2	Arbeitsweise der Bremsanlage	308	
7.3.5.2.1	Arbeitsweise der Betriebsbremse	308	
7.3.5.2.2	Arbeitsweise der Feststellbremse	311	
7.3.5.3	Bremsanlagen mit hydraulischer Übertragungseinrichtung instand halten	312	
7.3.6	Bremsanlage mit pneumatischer Übertragungseinrichtung für Traktoren mit Anhänger	312	
7.3.6.1	Aufbau der Druckluftbremsanlage	313	
7.3.6.2	Arbeitsweise der Druckluftbremsanlage Traktor und Anhänger	314	
7.3.6.3	Kennzeichnung der Anschlüsse	314	
7.3.6.4	Bauteile der Druckluftbremsanlage Traktor	315	
7.3.6.4.1	Kompressor	315	
7.3.6.4.2	Druckluftaufbereitung	315	
7.3.6.4.3	Manometer	316	
7.3.6.4.4	Bremspedal/Hauptbremszylinder	316	
7.3.6.4.5	Bremslichtschalter	316	
7.3.6.4.6	Magnetventil	317	
7.3.6.4.7	Anhängersteuerventil		
7.3.6.4.8	Zweileitungs-Bremse	317	
7.3.6.4.9	Anhängersteuerventil Einleitungs-Bremse	318	
7.3.6.5	Kupplungsköpfe	318	
7.3.6.5.1	Bauteile der Druckluftbremsanlage Anhänger (Zweileitungs-Bremse)	319	
7.3.6.5.2	Kupplungsköpfe	319	
7.3.6.5.3	Leitungsfilter	319	
7.3.6.5.4	Anhänger-Bremsventil mit Löseventil	320	
7.3.6.5.5	Luftbehälter Anhänger	321	
7.3.6.5.6	Automatisch lastabhängiger Bremskraftregler	321	
7.3.6.6	Bremszylinder	322	
7.3.6.7	Bauteile der Druckluftbremsanlage Anhänger (Einleitungs-Bremse)	324	
7.3.6.7.1	Instandhaltung von Druckluftbremsanlagen	325	
7.3.6.7.2	Druckluftbremsanlagen warten	325	
7.3.6.7.3	Bremsanlage auf Dichtigkeit prüfen	326	
	Zweileitungsbremsanlage prüfen	326	

7.3.7	Bremsanlage mit hydraulischer Übertragungseinrichtung für Mobilbagger . . . . .	326	8.2.4	Instandhaltung des leistungsverzweigten Getriebes . . . . .	349
7.3.7.1	Betriebsbremse für Mobilbagger . .	326	<b>8.3</b>	<b>Elektronisch-hydraulische Hubwerksregelung EHR.</b> . . . . .	350
7.3.7.2	Feststellbremse für Mobilbagger . .	329	8.3.1	Aufbau der elektronisch-hydraulischen Hubwerksregelung . . . . .	350
7.3.8	Bremsregelsysteme . . . . .	329	8.3.2	Funktion der elektronisch-hydraulischen Hubwerksregelung . . . . .	352
<b>8</b>	<b>Komplexe Steuerungs- und Regelungssysteme</b>		8.3.2.1	Sensoren der elektronisch-hydraulischen Hubwerksregelung .	352
<b>8.1</b>	<b>Elektronische Steuerung und Regelung der Einspritzanlage für Dieselmotoren</b> . . . . .	331	8.3.2.1.1	Lagesensor . . . . .	352
8.1.1	Kraftstoffanlage der Common-Rail-Einspritzanlage . . . . .	332	8.3.2.1.2	Zugkraftsensor . . . . .	353
8.1.2	Bauteile der Elektronik in der Common-Rail-Einspritzanlage . . . . .	332	8.3.2.2	Bedienteil der elektronisch-hydraulischen Hubwerksregelung .	354
8.1.3	Elektronisch-hydraulische Funktion der Common-Rail-Einspritzanlage .	334	8.3.2.3	Steuergerät der elektronisch-hydraulischen Hubwerksregelung .	354
8.1.3.1	Eingabegeräte . . . . .	334	8.3.2.4	Regelventil der elektronisch-hydraulischen Hubwerksregelung .	355
8.1.3.1.1	Sensoren zur Erfassung der Drehbewegung in der Common-Rail-Einspritzanlage . . . . .	334	8.3.3	Instandhaltung der elektronisch-hydraulischen Hubwerksregelung .	356
8.1.3.1.2	Sensoren zur Erfassung der Temperatur in der Common-Rail-Einspritzanlage . . . . .	336	<b>8.4</b>	<b>Datenübertragungssysteme</b> . . . . .	357
8.1.3.1.3	Sensoren zur Erfassung des Drucks in der Common-Rail-Einspritzanlage . . . . .	336	8.4.1	CAN-BUS . . . . .	357
8.1.3.1.4	Sensoren zur Sollwertvorgabe des Fahrers für Drehzahl bzw. Leistung in der Common-Rail-Einspritzanlage . . . . .	337	8.4.1.1	Aufbau eines CAN-BUS . . . . .	358
8.1.3.2	Steuergerät in der Common-Rail-Einspritzanlage . . . . .	338	8.4.1.2	Datenübertragung im CAN-BUS . . .	359
8.1.3.3	Aktoren in der Common-Rail-Einspritzanlage . . . . .	339	8.4.1.3	Instandhaltung des CAN-BUS . . . .	360
8.1.3.3.1	Injektoren im Common-Rail-System	339	8.4.2	ISO-BUS . . . . .	361
8.1.3.3.2	Raildruckregelventil im Common-Rail-System . . . . .	340	8.4.2.1	Aufbau des ISO-BUS . . . . .	362
8.1.3.3.3	Regelkreis zum Ausgleich der Druckschwankungen in der Common-Rail-Einspritzanlage . . . .	340	8.4.2.2	Datenübertragung im ISO-BUS . . .	363
8.1.3.4	Instandhaltung des Common-Rail-Systems . . . . .	341	8.4.2.3	Instandhaltung des ISO-BUS . . . . .	363
<b>8.2</b>	<b>Leistungsverzweigtes Getriebe</b> . . .	343	8.4.3	Sonstige Systeme der Datenübertragung . . . . .	364
8.2.1	Hydraulik im leistungsverzweigten Getriebe . . . . .	343	<b>8.5</b>	<b>Automatisierte und automatische Lenksysteme</b> . . . . .	366
8.2.2	Elektronik im leistungsverzweigten Getriebe . . . . .	345	8.5.1	Bauarten automatisierter und automatischer Lenksysteme . . . . .	366
8.2.3	Elektronisch-hydraulische Steuerung des leistungsverzweigten Getriebes . . . . .	346	8.5.1.1	Erkennen der Fahrspur . . . . .	366
			8.5.1.2	Lenkkorrekturen . . . . .	367
			8.5.2	Lenkgenauigkeit . . . . .	367
			8.5.3	Datenübertragung von der Maschine zum Zentralrechner . . . . .	367
			8.5.4	Vorgewendemanagement . . . . .	369
			<b>8.6</b>	<b>Klimaanlage</b> . . . . .	370
			8.6.1	Aufbau der Klimaanlage . . . . .	370
			8.6.2	Elektrohydraulische Funktion der Klimaanlage . . . . .	372
			8.6.2.1	Eingabegeräte der Klimaanlage . . .	372
			8.6.2.2	Steuergerät in der Klimaanlage . . .	373
			8.6.2.3	Aktoren in der Klimaanlage . . . . .	373
			8.6.3	Instandhaltung der Klimaanlage . . .	373

<b>9</b>	<b>Maschinen, Geräte und Anlagen der Landmaschinentechnik</b>	9.3.3.1	Zentrifugalstreuer . . . . .	406
		9.3.3.2	Auslegerstreuer . . . . .	408
<b>9.1</b>	<b>Maschinen und Geräte zur Bodenbearbeitung</b> . . . . .	<b>9.4</b>	<b>Maschinen und Geräte zur Pflanzenpflege</b> . . . . .	409
9.1.1	Pflug . . . . .	<b>9.5</b>	<b>Maschinen und Geräte zum Pflanzenschutz</b> . . . . .	412
9.1.1.1	Bauarten der Pflüge . . . . .	9.5.1	Pflanzenschutzgesetz . . . . .	412
9.1.1.2	Pflugkörper . . . . .	9.5.2	Maschinen und Geräte mit chemischen Pflanzenschutzmitteln . . . . .	414
9.1.1.3	Zusatzwerkzeuge zum Pflug . . . . .	9.5.2.1	Feldspritze . . . . .	414
9.1.1.4	Überlastsicherungen am Pflugkörper . . . . .	9.5.2.2	Sprühgeräte für Wein-, Obst- und Hopfenanbau . . . . .	420
9.1.1.5	Inbetriebnahme und Grundeinstellungen des Pflugs . . . . .	9.5.2.3	Prozessorgesteuerte Pflanzenschutzgeräte . . . . .	421
9.1.2	Pflugfolge- und Pflugersatzgeräte . . . . .	9.5.3	Nichtchemische Verfahren zum Pflanzenschutz . . . . .	421
9.1.2.1	Gezogene und angebaute Pflugfolge- und Pflugersatzgeräte . . . . .	<b>9.6</b>	<b>Maschinen und Geräte zur Halmfruchternte</b> . . . . .	422
9.1.2.2	Zapfwellengetriebene Pflugfolge- und Pflugersatzgeräte . . . . .	9.6.1	Mähwerke . . . . .	423
9.1.3	Berechnungen zur Bodenbearbeitung . . . . .	9.6.1.1	Fingerbalken-Mähwerk . . . . .	424
<b>9.2</b>	<b>Maschinen und Geräte zur Saat und Pflanzmaschinen</b> . . . . .	9.6.1.2	Doppelmesserbalken-Mähwerk . . . . .	425
9.2.1	Drillmaschinen . . . . .	9.6.1.3	Trommel- oder Portalmähwerk . . . . .	426
9.2.1.1	Drillmaschinen mit mechanischer Dosierung und Verteilung . . . . .	9.6.1.4	Balken- oder Scheibenmähwerk . . . . .	427
9.2.1.2	Pneumatische Drillmaschine mit mechanischer oder pneumatischer Dosierung und Verteilung . . . . .	9.6.1.5	Aufbereiter für Trommel- und Scheibenmähwerke . . . . .	427
9.2.1.3	Saatgutablage mit Drillmaschinen . . . . .	9.6.1.6	Mähkombinationen und selbstfahrende Mähaufbereiter . . . . .	428
9.2.2	Einzelkornsämaschinen . . . . .	9.6.1.7	Sonderbauformen von Rotationsmähern . . . . .	429
9.2.2.1	Einzelkornsämaschine mit mechanischem Säsystem . . . . .	9.6.1.8	Antrieb von Mähwerken . . . . .	430
9.2.2.2	Einzelkornsämaschine mit pneumatischem Säsystem . . . . .	9.6.2	Heuwerbungsmaschinen . . . . .	431
9.2.2.3	Antrieb der Säorgane . . . . .	9.6.2.1	Kreiselzettwender . . . . .	432
9.2.3	Kartoffellegemaschinen . . . . .	9.6.2.2	Kreiselschwader . . . . .	433
9.2.4	Pflanzmaschinen . . . . .	9.6.3	Ladewagen . . . . .	434
9.2.5	Berechnungen zur Bestelltechnik . . . . .	9.6.4	Aufsammlerpressen . . . . .	437
9.2.5.1	Berechnung zur Abdrehmenge . . . . .	9.6.4.1	Kleinballenpresse . . . . .	437
9.2.5.2	Berechnungen zum Einstellwert der Spurreißer . . . . .	9.6.4.2	Großballenpressen . . . . .	437
9.2.5.3	Berechnung zur Lastveränderung am Traktor durch Bestellkombinationen . . . . .	9.6.4.2.1	Rundballenpresse . . . . .	437
<b>9.3</b>	<b>Maschinen und Geräte zur Düngung</b> . . . . .	9.6.4.2.2	Quaderballenpresse . . . . .	439
9.3.1	Stalldungstreuer . . . . .	9.6.5	Mähdrescher . . . . .	442
9.3.1.1	Streuwerke des Stalldungstreuers . . . . .	9.6.5.1	Baugruppen und Bauteile eines Schüttler-Mähdreschers . . . . .	442
9.3.1.2	Kratzboden des Stalldungstreuers . . . . .	9.6.5.2	Arbeitsweise eines Schüttler-Mähdreschers . . . . .	442
9.3.1.3	Antrieb des Streuwerks und der Kratzketten . . . . .	9.6.5.3	Antrieb des Schüttler-Mähdreschers . . . . .	446
9.3.2	Gülletankwagen . . . . .	9.6.5.4	Alternative Dresch- und Abscheidesysteme für Schüttler-Mähdrescher . . . . .	448
9.3.2.1	Pumptankwagen . . . . .	9.6.5.5	Mähdrescher mit Hangausgleich . . . . .	450
9.3.2.2	Kompressortankwagen . . . . .	9.6.5.6	Erntevorsätze für Mähdrescher . . . . .	451
9.3.2.3	Verteilssysteme für Gülle und Jauche . . . . .	9.6.5.7	Informationssysteme und Regelungen am Mähdrescher . . . . .	451
9.3.3	Mineraldüngerstreuer . . . . .	9.6.5.8	Mähdrescher und Precision Farming . . . . .	452
		9.6.6	Feldhäcksler . . . . .	455

9.6.6.1	Selbstfahrender Trommelfeld- häcksler . . . . .	455	10.1.4.1.1	Scraper . . . . .	488
9.6.6.2	Arbeitsweise des Trommelfeld- häckslers . . . . .	456	10.1.4.1.2	Schürfraupen . . . . .	488
9.6.6.3	Antrieb des selbstfahrenden Feldhäckslers . . . . .	457	10.1.4.2	Planiergeräte . . . . .	489
9.6.6.4	Vorsatzgeräte für den selbstfahren- den Feldhäcksler . . . . .	458	10.1.4.2.1	Planierraupe . . . . .	489
9.6.6.5	Automation am Feldhäcksler . . . . .	459	10.1.4.2.2	Radplanierer . . . . .	491
<b>9.7</b>	<b>Maschinen und Geräte zur Hack- fruchternte . . . . .</b>	<b>460</b>	10.1.4.2.3	Grader . . . . .	491
9.7.1	Hackfruchternte . . . . .	460	10.1.5	Verdichtungsgeräte . . . . .	493
9.7.2	Kartoffelerntemaschinen . . . . .	461	10.1.5.1	Walzen . . . . .	493
9.7.2.1	Kartoffelvollerntemaschine . . . . .	461	10.1.5.1.1	Walzen für die Verdichtung durch Gewichtskraft . . . . .	493
9.7.2.2	Kartoffelroder . . . . .	465	10.1.5.1.2	Walzen für die Verdichtung mit Vibration . . . . .	494
9.7.3	Zuckerrübenerntemaschinen . . . . .	466	10.1.5.2	Vibrationsplatten . . . . .	498
<b>9.8</b>	<b>Maschinen für den Weinbau . . . . .</b>	<b>471</b>	10.1.5.3	Stampfer . . . . .	498
<b>9.9</b>	<b>Melkanlagen . . . . .</b>	<b>473</b>	<b>10.2</b>	<b>Maschinen und Geräte zum Ver- legen der Dränage . . . . .</b>	<b>500</b>
9.9.1	Milchbildung beim Tier . . . . .	473	10.2.1	Dränfräse . . . . .	500
9.9.2	Melkvorgang . . . . .	473	10.2.2	Dränpflug . . . . .	500
9.9.3	Automatische Melksysteme – Melkroboter . . . . .	473	<b>10.3</b>	<b>Maschinen, Geräte und Anlagen der Fördertechnik . . . . .</b>	<b>501</b>
9.9.4	Melkstände . . . . .	474	10.3.1	Krane . . . . .	501
<b>9.10</b>	<b>Futtermischwagen . . . . .</b>	<b>475</b>	10.3.1.1	Turmdrehkran . . . . .	501
<b>10</b>	<b>Maschinen, Geräte und Anlagen der Baumaschinentechnik</b>		10.3.1.2	Portalkran . . . . .	504
<b>10.1</b>	<b>Maschinen und Geräte zur Gelän- debearbeitung . . . . .</b>	<b>477</b>	10.3.1.3	Mobilkrane und Fahrzeugkrane . . .	504
10.1.1	Bagger . . . . .	478	10.3.2	Pumpen . . . . .	504
10.1.1.1	Einteilung von Baggern . . . . .	478	10.3.2.1	Pumpen für Wasserhaltung . . . . .	505
10.1.1.2	Aufbau und Funktion des Baggers .	481	10.3.2.2	Betonpumpe . . . . .	506
10.1.1.2.1	Fahrwerke von Baggern . . . . .	481	10.3.3	Förderband . . . . .	506
10.1.1.2.2	Motor im Bagger . . . . .	482	10.3.4	Förderschnecke . . . . .	507
10.1.1.2.3	Leistungsübertragung im Bagger .	482	10.3.5	Bauaufzug . . . . .	507
10.1.1.2.4	Bedienungsstand im Bagger . . . . .	483	<b>10.4</b>	<b>Straßenfertiger . . . . .</b>	<b>508</b>
10.1.1.2.5	Lenkung von Baggern . . . . .	483	10.4.1	Asphaltdeckenfertiger . . . . .	508
10.1.1.2.6	Ausleger . . . . .	483	10.4.1.1	Baugruppen eines Asphaltdeckenfertigers . . . . .	508
10.1.1.2.7	Werkzeuge für Bagger . . . . .	483	10.4.1.2	Einbaubohle . . . . .	510
10.1.1.3	Instandhaltung des Baggers . . . . .	484	10.4.1.3	Instandhaltung des Asphaltdecken- fertigers . . . . .	510
10.1.2	Lader . . . . .	484	10.4.2	Betondeckenfertiger . . . . .	510
10.1.2.1	Raupenlader . . . . .	484	10.4.2.1	Baugruppen von Betondecken- fertigern . . . . .	510
10.1.2.2	Radlader . . . . .	485	10.4.2.2	Instandhaltung des Betondecken- fertigers . . . . .	511
10.1.2.3	Baggerlader . . . . .	486	<b>10.5</b>	<b>Kompressor . . . . .</b>	<b>512</b>
10.1.3	Transportfahrzeuge . . . . .	486	<b>10.6</b>	<b>Recyclinganlagen für Straßenbaustoffe . . . . .</b>	<b>513</b>
10.1.3.1	Lastkraftwagen . . . . .	486	10.6.1	Recyclinganlagen für Asphaltschichten . . . . .	513
10.1.3.2	Hinterkipper . . . . .	487	10.6.1.1	Recyclinganlagen für In-Place- Heißrecycling . . . . .	513
10.1.3.3	Bodenentleerer . . . . .	487	10.6.1.2	Recyclinganlagen für In-Place-Kalt- recycling . . . . .	514
10.1.3.4	Fahrmischer . . . . .	487	10.6.2	Recycling von Betonschichten . . . . .	514
10.1.4	Flachbagger . . . . .	488			
10.1.4.1	Schürfgeräte . . . . .	488			



<b>11</b>	<b>Maschinen, Geräte und Anlagen der Forst-, Garten- und Kommunaltechnik</b>		
<b>11.1</b>	<b>Maschinen zur Holzernte</b> . . . . .	515	
11.1.1	Motorsäge	515	
11.1.1.1	Arten von Motorsägen	515	
11.1.1.2	Unfallschutz beim Umgang mit Motorsägen	516	
11.1.1.3	Instandhaltung der Motorsäge	516	
11.1.2	Vollernter	522	
11.1.3	Rückezug	522	
11.1.4	Forstspezialschlepper	523	
<b>11.2</b>	<b>Maschinen und Geräte zur Rasenpflege</b> . . . . .	523	
11.2.1	Rasenmäher	523	
11.2.1.1	Mähwerk von Rasenmähern	523	
11.2.1.2	Arten von Rasenmähern	525	
11.2.1.3	Instandhaltung der Rasenmäher	526	
11.2.2	Motorsense und Freischneider	527	
11.2.3	Vertikutierer	527	
11.2.4	Aerifizierer	528	
11.2.5	Einachsige Trägerfahrzeuge	528	
11.2.6	Zweiachsige Trägerfahrzeuge	529	
<b>11.3</b>	<b>Motorgartengeräte</b> . . . . .	530	
11.3.1	Motorhacke	530	
11.3.2	Motorfräse	530	
11.3.3	Häcksler	531	
11.3.4	Heckenschere	532	
<b>11.4</b>	<b>Wasserpumpen</b> . . . . .	533	
<b>11.5</b>	<b>Maschinen und Geräte zur Reinigung</b> . . . . .	534	
11.5.1	Laubsauger und Laubbläser	534	
11.5.2	Kehrmaschinen	535	
11.5.3	Hochdruckreiniger	537	
<b>11.6</b>	<b>Gabelstapler</b> . . . . .	538	
11.6.1	Arten von Gabelstaplern	538	
11.6.1.1	Elektrogabelstapler	538	
11.6.1.2	Dieselgabelstapler	539	
11.6.1.3	Gasgabelstapler	539	
11.6.2	Anbaugeräte für Gabelstapler	539	
11.6.3	Prüfung von Gabelstaplern	539	
<b>11.7</b>	<b>Winterdienstgeräte</b> . . . . .	541	
11.7.1	Kehrmaschinen für den Winterdienst	541	
11.7.2	Schneepflug	541	
11.7.3	Schneefräse	542	
11.7.4	Räum- und Streufahrzeuge	542	
<b>11.8</b>	<b>Universal-Motor-Gerät</b> . . . . .	543	
	<b>Bildquellenverzeichnis</b> . . . . .	545	
	<b>Sachwortverzeichnis</b> . . . . .	548	