

Inhaltsverzeichnis

1	Herstellen von Bauteilen	1	1.4.1.8	Richten	27
1.1	Werkstoffe	1	1.4.2	Trennen	31
1.1.1	Einteilung der Werkstoffe	1	1.4.2.1	Zerteilen	31
1.1.1.1	Metalle	2	1.4.2.2	Spanen mit geometrisch bestimmten Schneiden	33
1.1.1.1.1	Eisenmetalle	2	1.4.2.2.1	Winkel am Schneidkeil	33
1.1.1.1.2	Nichteisenmetalle	5	1.4.2.2.2	Sägen	33
1.1.1.2	Nichtmetalle	5	1.4.2.2.3	Bohren	34
1.1.1.2.1	Natürliche Werkstoffe	6	1.4.2.2.4	Gewindeschneiden	35
1.1.1.2.2	Künstliche Werkstoffe	7	1.4.2.2.5	Fräsen	36
1.1.1.2.3	Betriebsstoffe	9	1.4.2.3	Spanen mit geometrisch unbestimmten Schneiden	37
1.1.1.3	Verbundstoffe	11	1.4.2.3.1	Schleifen	37
1.1.1.3.1	Schichtverbundstoffe	11	1.4.2.3.2	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	2	Baugruppen und Bauteile von Maschinen	49
1.1.4.1	Werkstoffnormung von Stahl	15	2.1	Baugruppen und Bauteile eines Traktors	49
1.1.4.2	Werkstoffnormung von Nichteisenmetall-Legierungen	17	2.2	Baugruppen und Bauteile eines Mähdreschers	50
1.2	Prüfen	18	2.3	Baugruppen und Bauteile eines Radladers	51
1.2.1	Subjektives Prüfen	18	2.4	Baugruppen und Bauteile einer Motorsäge	52
1.2.2	Objektives Prüfen	18	3	Elektrik und Elektronik	53
1.2.2.1	Messen und Messgeräte	18	3.1	Zusammenwirken elektrischer und elektronischer Bauelemente	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
1.3	Anreißen	22	3.1.2.1	Schaltzeichen	55
1.4	Fertigungstechnik	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			

IV

handwerk-technik.de

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

4.1.1.3	Hydraulische Verbraucher	116
4.1.1.3.1	Hydraulikzylinder	117
4.1.1.3.2	Hydraulikmotoren	118
4.1.1.4	Verbindungselemente in Hydraulikanlagen	119
4.1.1.5	Hydrauliköl	121
4.1.2	Grundsaltungen	122
4.1.2.1	Schaltungsformen nach Pumpentyp	122
4.1.2.2	Schaltungsformen nach der Ausführungsform des Ventilblockes	123
4.1.2.3	Schaltungsformen nach der Steuerung des Volumenstromes	123
4.1.3	Berechnungen	126
4.1.3.1	Volumenstrom, Hubkraft und Hubgeschwindigkeit	126
4.1.3.2	Übersetzung Kraft, Weg und Druck	128
4.1.3.3	Leistung und Wirkungsgrad	129
4.1.4	Warten einer Arbeitshydraulik	130
4.1.5	Instandsetzen einer Arbeitshydrau- lik	130
4.1.5.1	Ermitteln des Fehlers einer Arbeitshydraulik	130
4.1.5.2	Prüfen einer Hydraulikpumpe	131
4.1.5.3	Austauschen der Rohr- oder Schlauchleitungen	132
4.1.6	Arbeitshydraulik eines Baggers	133
4.1.6.1	Hydraulikschaltplan eines Baggers	133
4.1.6.2	Warten der Hydraulikanlage eines Baggers	136
4.2	Regelhydraulik	138
4.2.1	Grundfunktionen der Regelhydraulik eines Traktors	138
4.2.2	Mechanische Hubwerkregelung	139
4.2.3	Elektronische Hubwerkregelung	140
4.2.4	Instandhalten einer Regelhydraulik	140
4.3	Lenkhydraulik	141
4.3.1	Aufbau einer hydrostatischen Lenkung	141
4.3.2	Funktion einer hydrostatischen Lenkung	143
4.3.3	Instandhalten hydraulischer Lenkungen	145
4.4	Hydrostatischer Fahrtrieb	146
4.4.1	Aufbau eines hydrostatischen Fahr- antriebes	146
4.4.2	Funktionsweise eines hydro- statischen Fahrtriebes	148
4.4.3	Instandhalten eines hydrostatischen Fahrtriebes	148

5	Motorentechnik	153
5.1	Dieselmotor	155
5.1.1	Kraftstoffe für Dieselmotoren	155
5.1.2	Arbeitsweise eines Dieselmotors	156
5.1.2.1	Viertakt-Dieselmotor	156
5.1.2.1.1	Arbeitsspiel eines Viertakt-Diesel- motors	156
5.1.2.1.2	Abgase eines Dieselmotors	157
5.1.2.1.3	Steuerdiagramm eines Viertakt-Die- selmotors	158
5.1.2.1.4	Arbeitstaktfolgen bei Mehrzylinder- Dieselmotoren	159
5.1.2.2	Gemischbildungsverfahren bei Dieselmotoren	160
5.1.3	Baugruppen eines Dieselmotors	161
5.1.3.1	Motorgehäuse	161
5.1.3.2	Kurbeltrieb	163
5.1.3.2.1	Kolben	163
5.1.3.2.2	Kolbenringe	165
5.1.3.2.3	Kolbenbolzen	166
5.1.3.2.4	Pleuelstange	166
5.1.3.2.5	Kurbelwelle mit Schwungrad	167
5.1.3.3	Motorsteuerung	168
5.1.3.4	Motorschmiierung	169
5.1.3.5	Motorkühlung	171
5.1.3.6	Ansaug- und Abgasanlage	173
5.1.3.6.1	Ansauganlage	173
5.1.3.6.2	Aufladung	174
5.1.3.6.3	Abgasanlage	175
5.1.3.7	Kraftstoffanlage	177
5.1.3.7.1	Kraftstoffanlage mit Reihenein- spritzpumpe	178
5.1.3.7.2	Kraftstoffanlage mit mechanisch geregelter Verteilereinspritzpumpe	181
5.1.3.7.3	Kraftstoffanlage mit elektronisch geregelter Verteilereinspritzpumpe	182
5.1.3.7.4	Einspritzdüsen	184
5.1.3.7.5	Elektronisch geregelte Einzel- pumpensysteme	186
5.1.3.7.6	Common-Rail-Einspritzsystem	187
5.1.4	Instandhalten eines Dieselmotors	188
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
5.1.5.4.3	Längenausdehnung der Ventile bei Wärme	201
5.1.5.5	Drehmoment, Leistung und Wirkungsgrad	201
5.1.5.5.1	Drehmoment	201
5.1.5.5.2	Effektive Motorleistung	202
5.1.5.5.3	Drehmomentverlauf	205
5.1.5.5.4	Drehmomentanstieg	205
5.1.5.5.5	Mechanischer Wirkungsgrad	206
5.1.5.5.6	Indizierte Motorleistung	207
5.1.5.6	Kraftstoffverbrauch	208
5.2	Ottomotor	212
5.2.1	Kraftstoffe für Ottomotoren	212
5.2.2	Viertakt-Ottomotor	214
5.2.2.1	Bauteile eines Viertakt-Ottomotors	214
5.2.2.2	Funktionsweise eines Viertakt- Ottomotors	214
5.2.2.3	Besonderheiten der Viertakt- Ottomotoren in der Landtechnik	215
5.2.2.4	Vergleich Diesel- und Ottomotor	216
5.2.2.5	Instandhalten eines Viertakt-Otto- motors	216
5.2.3	Zweitakt-Ottomotor	219
5.2.3.1	Bauteile eines Zweitakt-Ottomotors	219
5.2.3.2	Funktionsweise eines Zweitakt- Ottomotors	219
5.2.3.3	Spülverfahren bei Zweitakt- Ottomotoren	221
5.2.3.4	Besonderheiten eines Zweitakt- Ottomotors	222
5.2.3.5	Vergleich der Arbeitsverfahren bei Ottomotoren	223
5.2.3.6	Instandhalten eines Zweitakt- Ottomotors	223
5.2.4	Gemischbildungssysteme bei Ottomotoren	225
5.2.4.1	Bauarten von Vergasern	226
5.2.4.1.1	Drosselklappenvergaser	226
5.2.4.1.2	Schiebervergaser	228
5.2.4.1.3	Membranvergaser	229
5.2.4.2	Instandhalten des Gemisch- bildungssystems eines Ottomotors	231
5.2.5	Zündanlagen für Ottomotoren	232
5.2.5.1	Zündkerzen	232
5.2.5.2	Aufbau und Arbeitsweise elektroni- scher Zündanlagen	233
5.2.5.3	Wartungs- und Prüfarbeiten an Zündanlagen	234
5.2.5.4	Instandsetzen einer Zündanlage	234
5.2.6	Motormanagementsystem	236

6	Triebwerkstechnik	237
6.1	Kupplung	238
6.1.1	Scheiben-Trockenkupplung	238
6.1.1.1	Einscheiben-Trockenkupplung	238
6.1.1.2	Zwei- oder Mehrscheibenkupplung	239
6.1.1.3	Instandhalten einer Scheiben- Trockenkupplung	240
6.1.2	Lamellenkupplung	241
6.1.3	Fliehkraftkupplung	241
6.1.4	Magnetpulverkupplung	242
6.1.5	Hydrodynamische Kupplung	242
6.1.6	Hydrodynamischer Dreh- momentwandler	243
6.1.7	Überholkupplung	244
6.1.8	Überlastkupplung	245
6.1.8.1	Scherbolzenkupplung	245
6.1.8.2	Sperrkörperkupplung	246
6.1.8.3	Freilaufkupplung	246
6.1.8.4	Automatische Nockenschalt- kupplung	247
6.1.8.5	Überlast-Reibkupplung	247
6.1.9	Berechnungen an Kupplungen	248
6.1.9.1	Reibung	248
6.1.9.2	Flächenpressung	249
6.1.9.3	Drehmomente	250
6.1.9.4	Übersetzungsverhältnis	250
6.2	Getriebe	252
6.2.1	Mechanische Getriebe	252
6.2.1.1	Aufbau eines mechanischen Getriebes	252
6.2.1.2	Bauteile eines mechanischen Getriebes	253
6.2.1.2.1	Getriebegehäuse	253
6.2.1.2.2	Wellen	253
6.2.1.2.3	Lager und Wellendichtungen	253
6.2.1.2.4	Zahnräder	253
6.2.1.2.5	Schmierungssystem	256
6.2.1.3	Baugruppen eines mechanischen Getriebes	256
6.2.1.3.1	Vorschalt-, Nachschalt- und Kriechgang-Gruppen	256
6.2.1.3.2	Synchroneinrichtungen	257
6.2.1.3.3	Schaltgestänge	258
6.2.2	Lastschaltgetriebe	259
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 hydro- statisch-mechanische Getriebe	266
6.2.4	Zapfwellen	272
6.2.5	Instandhalten eines Getriebes	272

6.3	Achsantrieb	273	7.2.3.1	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 Fahrtrieb	311
6.3.2.1	Direkter Endantrieb	276	7.2.4	Instandhalten einer Lenkanlage ...	311
6.3.2.2	Endantrieb mit Stirnrädern	277	7.3	Bremsanlage	312
6.3.2.3	Planetenrad-Endantrieb	277	7.3.1	Bewegung eines Fahrzeuges	312
6.3.2.4	Kettenrad-Endantrieb	278	7.3.1.1	Gleichmäßig beschleunigte oder verzögerte Bewegung	312
6.4	Leistungsübertragung zwischen Traktor und Maschinen/Geräten ..	279	7.3.1.2	Beschleunigungs- bzw. Verzögerungsweg	313
7	Fahrwerkstechnik	283	7.3.1.3	Anhalteweg	313
7.1	Räder, Gleisketten- und Gummibandlaufwerke	283	7.3.2	Bremskraft	314
7.1.1	Reifen	283	7.3.3	Unterlegkeile und Bremsanlagen ..	314
7.1.1.1	Reifengrößen und Reifenbezeichnungen	284	7.3.4	Reibungsbremsen	317
7.1.1.2	Reifenbauarten	285	7.3.4.1	Scheibenbremsen	317
7.1.1.2.1	Radialreifen	285	7.3.4.2	Trommelbremsen	319
7.1.1.2.2	Diagonalreifen	285	7.3.4.3	Bremsenkennwert C* für trockene Reibungsbremsen	320
7.1.1.2.3	Reifen-Sonderbauarten	286	7.3.4.4	Anordnung und Ausführung von Bremsen in Land- und Baumaschinen	321
7.1.1.3	Tragfähigkeit und Geschwindigkeitsbereiche	288	7.3.5	Bremsanlage mit hydraulischer Übertragungseinrichtung für Traktoren	322
7.1.1.4	Reifenfüllung und Bodendruck	289	7.3.5.1	Aufbau einer Bremsanlage	322
7.1.2	Felgen	290	7.3.5.2	Arbeitsweise einer Bremsanlage ..	323
7.1.2.1	Felgenarten und Felgenkennzeichnung	290	7.3.5.2.1	Arbeitsweise einer Betriebsbremse	323
7.1.2.2	Veränderung der Spurweite	292	7.3.5.2.2	Arbeitsweise einer Feststellbremse	326
7.1.3	Radaufhängung	293	7.3.5.3	Instand halten von Bremsanlagen mit hydraulischer Übertragungseinrichtung	327
7.1.3.1	Bauteile einer Radaufhängung	293	7.3.6	Bremsanlage mit pneumatischer Übertragungseinrichtung für Traktoren mit Anhänger	327
7.1.3.2	Fahrwerksgeometrie	294	7.3.6.1	Aufbau einer Druckluftbremsanlage	327
7.1.3.3	Federung und Dämpfung	296	7.3.6.2	Arbeitsweise einer Druckluftbremsanlage Traktor und Anhänger	329
7.1.3.3.1	Federn	297	7.3.6.3	Kennzeichnung der Anschlüsse ...	330
7.1.3.3.2	Schwingungsdämpfer	298	7.3.6.4	Bauteile einer Druckluftbremsanlage am Traktor	330
7.1.3.3.3	Beispiele für Federungs- und Dämpfungssysteme	299	7.3.6.4.1	Kompressor	330
7.1.4	Gleisketten- und Gummibandlaufwerke	301	7.3.6.4.2	Druckluftaufbereitung	331
7.1.4.1	Gleiskettenlaufwerke	301	7.3.6.4.3	Manometer	332
7.1.4.2	Gummibandlaufwerke	302	7.3.6.4.4	Bremspedale, hydraulische Betriebsbremse Traktor	332
7.2	Lenkanlage	304	7.3.6.4.5	Handbremsventil, Feststellbremse .	332
7.2.1	Gesetzliche Vorschriften für Lenkanlagen	304	7.3.6.4.6	Magnetventil Druckluftvoransteuerung	333
7.2.2	Lenkanlagen für Radfahrwerke	304	7.3.6.4.7	Anhängersteuerventil	333
7.2.2.1	Arten von Lenkanlagen nach der Lenkgeometrie	304	7.3.6.4.8	Kupplungsköpfe	333
7.2.2.2	Arten von Lenkanlagen nach der Kraftaufbringung	306	7.3.6.5	Bauteile einer Druckluftbremsanlage am Anhänger	335
7.2.2.3	Arten von Lenkanlagen nach dem Lenkgetriebe	307	7.3.6.5.1	Kupplungsköpfe	335
7.2.2.3.1	Lenkanlage mit mechanischem Zahnstangenlenkgetriebe	307	7.3.6.5.2	Leitungsfilter	336
7.2.2.3.2	Kugelmutter-Hydraulenkung	308	7.3.6.5.3	Anhänger-Bremsventil mit Löseventil	336
7.2.3	Lenkanlagen für Gleisketten- und Gummibandlaufwerke	310			

7.3.6.5.4	Luftbehälter Anhänger	338
7.3.6.5.5	Automatisch lastabhängiger Bremskraftregler	338
7.3.6.5.6	Bremszylinder	339
7.3.6.6	Instandhalten einer Druckluftbremsanlage	341
7.3.6.6.1	Druckluftbremsanlagen warten	341
7.3.6.6.2	Bremsanlage auf Dichtheit prüfen .	342
7.3.6.6.3	Zweileitungsbremsanlage prüfen ..	342
7.3.7	Bremsanlage mit hydraulischer Übertragungseinrichtung für Mobilbagger	342
7.3.7.1	Betriebsbremse eines Mobilbaggers	342
7.3.7.2	Feststellbremse eines Mobilbaggers	345
7.3.8	Bremsregelsysteme	345

8 Komplexe Steuerungs- und Regelungssysteme

8.1	Elektronische Steuerung und Regelung der Einspritzanlage eines Dieselmotors	347
8.1.1	Kraftstoffanlage einer Common-Rail-Einspritzanlage	348
8.1.2	Bauteile der Elektronik einer Common-Rail-Einspritzanlage	348
8.1.3	Elektronisch-hydraulische Funktion einer Common-Rail-Einspritzanlage	350
8.1.3.1	Eingabegeräte	350
8.1.3.1.1	Sensoren zur Erfassung der Drehbewegung in einer Common-Rail-Einspritzanlage	350
8.1.3.1.2	Sensoren zur Erfassung der Temperatur in einer Common-Rail-Einspritzanlage	352
8.1.3.1.3	Sensoren zur Erfassung des Druckes in einer Common-Rail-Einspritzanlage	352
8.1.3.1.4	Sensoren zur Sollwertvorgabe für Drehzahl bzw. Leistung in einer Common-Rail-Einspritzanlage	353
8.1.3.2	Steuergerät in einer Common-Rail-Einspritzanlage	354
8.1.3.3	Aktoren in einer Common-Rail-Einspritzanlage	355
8.1.3.3.1	Injektoren in einem Common-Rail-System	355
8.1.3.3.2	Raildruckregelventil in einem Common-Rail-System	356
8.1.3.3.3	Regelkreis zum Ausgleich der Druckschwankungen in einer Common-Rail-Einspritzanlage	356

8.1.3.4	Common-Rail-System mit selektiver katalytischer Reduktion (SCR) .	357
8.1.4	Instandhalten eines Common-Rail-Systems	361
8.2	Leistungsverzweigtes Getriebe ...	363
8.2.1	Hydraulik in einem leistungsverzweigten Getriebe	363
8.2.2	Elektronik in einem leistungsverzweigten Getriebe	365
8.2.3	Elektronisch-hydraulische Steuerung eines leistungsverzweigten Getriebes	366
8.2.4	Leistungsverzweigter Gesamtantrieb	369
8.2.5	Instandhalten eines leistungsverzweigten Getriebes	370

8.3	Elektronisch-hydraulische Hubwerkregelung EHR	371
8.3.1	Aufbau einer elektronisch-hydraulischen Hubwerkregelung	371
8.3.2	Funktion einer elektronisch-hydraulischen Hubwerkregelung ..	373
8.3.2.1	Sensoren einer elektronisch-hydraulischen Hubwerkregelung ..	373
8.3.2.1.1	Lagesensor	373
8.3.2.1.2	Zugkraftsensor	374
8.3.2.2	Bedienteil einer elektronisch-hydraulischen Hubwerkregelung ..	375
8.3.2.3	Steuergerät einer elektronisch-hydraulischen Hubwerkregelung ..	375
8.3.2.4	Regelventil einer elektronisch-hydraulischen Hubwerkregelung ..	376
8.3.3	Instandhalten einer elektronisch-hydraulischen Hubwerkregelung ..	377

8.4	Datenübertragungssysteme	378
8.4.1	CAN-BUS	378
8.4.1.1	Aufbau eines CAN-BUS	379
8.4.1.2	Datenübertragung im CAN-BUS ...	380
8.4.1.3	Instandhalten eines CAN-BUS	381
8.4.2	ISO-BUS	382
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	Automatisierte und automatische Lenksysteme	388
8.5.1	Bauarten automatisierter und automatischer Lenksysteme	388
8.5.1.1	Erkennen der Fahrspur	388

8.5.1.2	Lenkkorrekturen	389
8.5.2	Datenübertragung von der Maschine zum Zentralrechner	390
8.5.3	Vorgewendemanagement	391
8.6	Klimaanlage	392
8.6.1	Aufbau einer Klimaanlage	392
8.6.2	Elektrohydraulische Funktion einer Klimaanlage	394
8.6.2.1	Eingabegeräte einer Klimaanlage ..	394
8.6.2.2	Steuergerät in einer Klimaanlage ..	395
8.6.2.3	Aktoren in einer Klimaanlage	395
8.6.3	Instandhalten einer Klimaanlage ..	395

9 Maschinen, Geräte und Anlagen der Landmaschinentechnik .. 397

9.1	Maschinen und Geräte zur Bodenbearbeitung	399
9.1.1	Pflüge	399
9.1.1.1	Bauarten der Pflüge	400
9.1.1.2	Pflugkörper	401
9.1.1.3	Zusatzwerkzeuge für Pflüge	402
9.1.1.4	Überlastsicherungen am Pflugkörper	403
9.1.1.5	Inbetriebnehmen und Grundeinstellungen eines Pfluges ..	403
9.1.2	Pflugfolge- und Pflugersatzgeräte ..	406
9.1.2.1	Gezogene und angebaute Pflugfolge- und Pflugersatzgeräte ..	407
9.1.2.2	Zapfwellengetriebene Pflugfolge- und Pflugersatzgeräte	410
9.2	Maschinen und Geräte zur Saat sowie Pflanzmaschinen	413
9.2.1	Drillmaschinen	414
9.2.1.1	Kastendrillmaschinen	414
9.2.1.2	Pneumatische Drillmaschinen	415
9.2.1.3	Saatgutablage mit Drillmaschinen ..	416
9.2.2	Einzelkornsämaschinen	417
9.2.2.1	Einzelkornsämaschinen mit mechanischem Säsystem	417
9.2.2.2	Einzelkornsämaschinen mit pneumatischem Säsystem	417
9.2.2.3	Antrieb der Säorgane	418
9.2.3	Kartoffellegemaschinen	418
9.2.4	Pflanzmaschinen	420
9.2.5	Berechnungen zur Bestelltechnik ..	421
9.2.5.1	Berechnungen zur Abdrehmengemenge ..	421
9.2.5.2	Berechnungen zum Einstellwert der Spurreißer	422
9.2.5.3	Berechnungen zur Lastveränderung am Traktor durch Bestellkombinationen	423

9.3	Maschinen und Geräte zur Düngung	425
9.3.1	Stalldüngungstreuer	425
9.3.1.1	Streuwerke eines Stalldüngungstreuers	426
9.3.1.2	Kratzboden eines Stalldüngungstreuers	427
9.3.1.3	Antrieb des Streuwerkes und der Kratzketten	427
9.3.2	Güleetankwagen	428
9.3.2.1	Pumptankwagen	428
9.3.2.2	Kompressortankwagen	429
9.3.2.3	Verteilsysteme für Gülle und Jauche	430
9.3.2.4	Prozessorgesteuerte Gülletechnik ..	431
9.3.3	Mineraldüngerstreuer	432
9.3.3.1	Zentrifugalstreuer	432
9.3.3.2	Auslegerstreuer	434

9.4	Maschinen und Geräte zur Pflanzenpflege	435
------------	--	------------

9.5	Maschinen und Geräte zum Pflanzenschutz	439
9.5.1	Pflanzenschutzgesetz	439
9.5.2	Maschinen und Geräte für chemische Pflanzenschutzmittel ...	441
9.5.2.1	Feldspritzen	441
9.5.2.2	Sprühgeräte für Wein-, Obst- und Hopfenanbau	448
9.5.2.3	Prozessorgesteuerte Pflanzenschutzgeräte	449
9.5.3	Nichtchemische Verfahren zum Pflanzenschutz	450

9.6	Maschinen und Geräte zur Halmfruchternte	451
9.6.1	Mähwerke	452
9.6.1.1	Fingerbalken-Mähwerke	453
9.6.1.2	Doppelmesserbalken-Mähwerke ..	454
9.6.1.3	Trommelmäherwerke	455
9.6.1.4	Scheibenmäherwerke	456
9.6.1.5	Aufbereiter für Trommel- und Scheibenmäherwerke	457
9.6.1.6	Mähkombinationen und selbstfahrende Mähaufbereiter	457
9.6.1.7	Sonderbauformen von Rotationsmähern	458
9.6.1.8	Antrieb eines Mähwerkes	459
9.6.2	Heuwerbungsmaschinen	460
9.6.2.1	Kreiselzettwender	461
9.6.2.2	Kreiselschwader	462
9.6.3	Ladewagen	464
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 Regelungseinrichtungen 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 Trommelfeldhäckslers	488	10.1.3	Transportfahrzeuge	520
9.6.6.3	Antrieb eines selbstfahrenden Feldhäckslers	490	10.1.3.1	Lastkraftwagen	520
9.6.6.4	Vorsatzgeräte für einen selbstfahrenden 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	Maschinen und Geräte zur Hackfruchternte	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 Überladeelevators (Überladeroder)	498	10.1.4.1.2	Schürfraupen	522
9.7.3	Zuckerrübenerntemaschinen	499	10.1.4.2	Planiergeräte	523
9.8	Maschinen für den Weinbau	504	10.1.4.2.1	Planiererraupen	523
9.9	Melkanlagen	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	Futtermischwagen	508	10.1.5.1.2	Walzen für das Verdichten mit Vibration	530
10	Maschinen, Geräte und Anlagen der Baumaschinentechnik ...	511	10.1.5.2	Vibrationsplatten	533
10.1	Maschinen und Geräte zur Geländebearbeitung	511	10.1.5.3	Stampfer	533
10.1.1	Bagger	512	10.2	Maschinen und Geräte zum Verlegen von Drainagen	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	Drainpflüge	535
10.1.1.2.1	Fahrwerke von Baggern	515	10.3	Maschinen, Geräte und Anlagen der Fördertechnik	536
10.1.1.2.2	Motoren in Baggern	516	10.3.1	Krane	536
10.1.1.2.3	Leistungsübertragung in Baggern ..	516	10.3.1.1	Turmdrehkrane	536
10.1.1.2.4	Bedienungsstand eines Baggers ..	517	10.3.1.2	Portalkrane	539
10.1.1.2.5	Lenkungen in Baggern	517	10.3.1.3	Mobilkrane und Fahrzeugkrane ...	539
10.1.1.2.6	Ausleger	517	10.3.2	Pumpen	539
10.1.1.2.7	Werkzeuge für Bagger	517	10.3.2.1	Pumpen für Wasserhaltung	540
10.1.1.3	Instandhalten eines Baggers	518	10.3.2.2	Betonpumpen	541
10.1.2	Lader	518	10.3.3	Förderbänder	541
10.1.2.1	Raupenlader	518	10.3.4	Förderschnecken	542
10.1.2.2	Radlader	519	10.3.5	Bauaufzüge	542
10.1.2.3	Baggerlader	520	10.4	Straßenfertiger	543
10.1.3	Transportfahrzeuge	520	10.4.1	Asphaltdeckenfertiger	543
10.1.3.1	Lastkraftwagen	520	10.4.1.1	Baugruppen eines Asphaltdeckenfertigers	543
10.1.3.2	Muldenkipper	521	10.4.1.2	Einbaubohlen	545
10.1.3.3	Dumper mit Knicklenkung	521	10.4.1.3	Instandhalten eines Asphaltdeckenfertigers	545
10.1.3.4	Fahrmischer	522			
10.1.4	Flachbagger	522			
10.1.4.1	Schürfgeräte	522			
10.1.4.1.1	Scraper	522			
10.1.4.1.2	Schürfraupen	522			
10.1.4.2	Planiergeräte	523			
10.1.4.2.1	Planiererraupen	523			
10.1.4.2.2	Radplanierer	525			
10.1.4.2.3	Grader	525			
10.1.5	Verdichtungsgeräte	528			
10.1.5.1	Walzen	528			
10.1.5.1.1	Walzen für das Verdichten durch Gewichtskraft	528			
10.1.5.1.2	Walzen für das Verdichten mit Vibration	530			
10.1.5.2	Vibrationsplatten	533			
10.1.5.3	Stampfer	533			

10.4.2	Betondeckenfertiger	545	11.5	Maschinen und Geräte zur Reinigung	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
10.5	Kompressoren	547	11.5.3	Hochdruckreiniger	573
10.6	Gabelstapler	548	11.6	Trennschleifer	574
10.6.1	Arten von Gabelstaplern	548	11.7	Winterdienstgeräte	576
10.6.1.1	Elektrogabelstapler	548	11.7.1	Kehrmaschinen für den Winterdienst	576
10.6.1.2	Diesलगabelstapler	549	11.7.2	Schneeräumer	576
10.6.1.3	Gasgabelstapler	549	11.7.3	Schneefräsen	577
10.6.2	Anbaugeräte für Gabelstapler	549	11.7.4	Räum- und Streufahrzeuge	577
10.6.3	Prüfen eines Gabelstaplers	549	11.8	Universal-Motor-Gerät	578
11	Maschinen, Geräte und Anlagen der Forst-, Garten- und Kommunaltechnik	551	Bildquellenverzeichnis	580	
11.1	Maschinen zur Holzernte	551	Sachwortverzeichnis	583	
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			
11.2	Maschinen und Geräte zur Rasenpflege	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			
11.3	Motorgartengeräte	566			
11.3.1	Motorhacken	566			
11.3.2	Motorfräsen	566			
11.3.3	Häcksler	567			
11.3.4	Heckenscheren	568			
11.4	Wasserpumpen	569			