

Inhaltsverzeichnis

Vorwort	5
1 Einleitung	11
1.1 Aufgaben der Antriebsauslegung	11
1.2 Lastkennlinien von Arbeitsmaschinen	11
1.3 Kennlinien von Motoren	13
1.3.1 Allgemeines	13
1.3.2 Drehstrom-Asynchronmotor	15
1.3.3 Drehstrom-Synchronmotor	24
1.3.4 Gleichstrom-Nebenschlussmotor (fremderregt)	28
1.4 Motor und Arbeitsmaschine	32
1.5 Erwärmung und Abkühlung elektrischer Maschinen	34
1.6 Betriebsarten elektrischer Maschinen	38
1.7 Charakteristiken der Anwendungen	41
1.8 Topologie des mechanischen Antriebsstrangs	44
1.9 Grundlegende Vorgehensweise bei der Antriebsauslegung	48
2 Berechnung der Bewegungsabläufe	53
2.1 Allgemeines	53
2.2 Beschleunigungsphase	55
2.3 Konstantphase	57
2.4 Verzögerungsphase	58
2.5 Dreieckprofil	60
2.6 Trapezprofil	62
2.7 Trapezprofil nach Drittel-Regel	63
2.8 Relative Einschaltdauer	65
2.9 Fahrbereich	66
2.10 Ruck und Ruckbegrenzung	66
2.11 Bewegungsgesetze höherer Ordnung	68
2.12 Optimierung des Bewegungsablaufs	70
3 Berechnung der Kräfte und Drehmomente	75
3.1 Allgemeines	75
3.2 Gewichtskraft	75
3.3 Hangabtriebskraft	76
3.4 Aufstandskraft	76
3.5 Anziehungskraft	77
3.6 Haftreibungskraft	77
3.7 Gleitreibungskraft	78
3.8 Rollreibungskraft	79
3.9 Prozesskräfte	80
3.10 Beschleunigungs- und Verzögerungskräfte	81
3.11 Windkräfte	81
3.12 Sonstige Zusatzkräfte	83
3.13 Wirksames Gewichtsdrehmoment	84
3.14 Haftreibungsdrehmoment	86
3.15 Gleitreibungsdrehmoment	86

3.16	Rollreibdrehmoment	87
3.17	Prozessdrehmomente	88
3.18	Beschleunigungs- und Verzögerungsdrehmomente	89
3.19	Sonstige Zusatzdrehmomente	92
3.20	Zusammenfassung der Kräfte und Drehmomente	92
4	Umrechnung am Abtriebsselement	97
4.1	Allgemeines	97
4.2	Ritzel mit Zahnstange	98
4.3	Rad	99
4.4	Rolle	100
4.5	Seiltrommel	100
4.6	Zahnriemen	102
4.7	Gewindetrieb	103
4.8	Schubkurbel	104
5	Umrechnung bei Übertragungselementen	107
5.1	Allgemeines	107
5.2	Stirnradgetriebe	108
5.3	Schneckengetriebe	109
5.4	Planetenradgetriebe	110
5.5	Keil- und Flachriemen	111
5.6	Zahnriemen und Ketten	112
5.7	Kupplungen und Gelenkwellen	113
5.8	Auswahl und Optimierung des Übersetzungsverhältnisses	113
5.9	Auswahl der Getriebegröße	118
5.10	Lineare Übersetzung	119
6	Motorauswahl	121
6.1	Drehzahlen und Geschwindigkeiten	121
6.2	Drehmomente und Kräfte	124
6.3	Arbeitspunkte der Anwendung	127
6.4	Externes Massenträgheitsmoment	127
6.5	Auswahl des Motors	127
6.5.1	Vorauswahl	128
6.5.2	Nachrechnung des ausgewählten Motors	129
7	Auswahl des Stellgerätes	131
7.1	Für Nenndaten des Motors	131
7.2	Für den tatsächlichen Strombedarf des Motors	132
7.3	Nach Kennlinie für Motor mit Stellgerät	136
8	Berechnung der Werte am Zwischenkreis	139
8.1	Leistungen	139
8.1.1	Mittlere und maximale Zwischenkreisleistung	140
8.1.2	Mittlere und maximale Zwischenkreis-Einspeiseleistung	142
8.1.3	Mittlere und maximale Zwischenkreis-Rückspeiseleistung	143
8.2	Energie	144
9	Auslegung der Netzversorgung und des Bremswiderstandes	145
10	Berechnung der Netzgrößen	149
10.1	Wirkleistung	150

10.2	Scheinleistung	150
10.3	Netzstrom	151
11	Berechnungen rotativer Motoren bei direktem Netzbetrieb	153
11.1	Möglichkeiten zur Berechnung der Hochlaufzeit	153
11.1.1	Grafisch-rechnerische Bestimmung	153
11.1.2	Mit mittlerem Anlaufmoment	155
11.2	Auslegung verschiedener Anlaufverfahren	156
11.2.1	Stern-Dreieck-Anlauf	156
11.2.2	Anlauf mit variabler Spannung	158
11.2.3	Anlauf und Drehzahlstellung mit Läuferwiderständen ...	158
11.3	Verlustenergie bei Anlauf, Reversieren und Gegenstrombremsen ...	161
11.4	Zulässige Schalthäufigkeit für S1-Motoren	165
11.5	Berechnung der erforderlichen Motornennleistung bei verschiedenen Betriebsarten	166
11.5.1	S1-Motoren	166
11.5.2	S2-Motoren	171
11.5.3	S3-Motoren	171
12	Projektierungshinweise	175
12.1	Fehlervermeidung	175
12.2	Betrieb an höherer Eckfrequenz	180
12.3	Energiespeicher für Netzspannungsausfall	182
12.4	Energiespeicher für dynamische Anwendungen	183
12.5	Lastpendeln	184
12.6	Rutschgrenze	184
12.7	Kippgrenze	186
13	Energieeinsparung	189
14	Beispiele	193
14.1	Fahrtrieb mit Frequenzumrichter	193
14.2	Drehantrieb mit Frequenzumrichter	212
14.3	Linearmotor nach relativer Einschaltdauer	226
14.4	Wickelantrieb mit Asynchronmotor in Feldschwächung	231
14.5	Betrieb an 87-Hz-Eckfrequenz	237
14.6	Bewegungsablauf für eine mitlaufende Bearbeitung	239
14.7	Ruckbegrenzung	242
14.8	Auslegung mit Polynom 5. Ordnung	244
14.9	Anlasswiderstände für Schleifringläufermotor	244
15	Technischer Anhang	251
15.1	Grundbeziehungen physikalischer Größen	251
15.2	Einheiten und deren Umrechnungen	252
15.3	Physikalische Konstante	256
	Formelzeichen	257
	Literaturverzeichnis	265
	Stichwortverzeichnis	267